



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI



Gutachten zum Stilllegungsprojekt des Reaktors AGN-211-P der Universität Basel



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

ENSI 23/1120

Gutachten zum Stilllegungsprojekt
des Reaktors AGN-211-P der Universität Basel

Brugg, 17. April 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Veranlassung	3
1.2	Angaben zum Gesuchsteller	3
1.3	Eingereichte Unterlagen	3
1.4	Das Stilllegungsverfahren	4
1.5	Aufbau und Inhalt des Gutachtens	4
1.6	Ablauf der Gutachtenerstellung	5
2	Rechtliche Rahmenbedingungen	6
2.1	Beurteilungskriterien	6
2.2	Abgrenzung zwischen Betriebsbewilligung und Stilllegungsverfügung	7
3	Ziel und Grundzüge des Stilllegungsprojekts	8
3.1	Beschreibung der Anlage	8
3.1.1	Funktionsprinzip des Forschungsreaktors	8
3.1.2	Zweck, Geschichte und Betriebsverlauf	8
3.1.3	Radiologischer Ausgangszustand	9
3.2	Stilllegungsziel	10
3.3	Stilllegungsvarianten	11
3.4	Phasenkonzept und Zeitplan	11
4	Wesentliche Aspekte der Stilllegungsphase	13
4.1	Nukleare Sicherheit	13
4.1.1	Gefährdungspotenzial	14
4.1.2	Störfallbetrachtungen und Notfallschutz	14
4.1.3	Brandschutz- und Fluchtwegekonzept	15
4.2	Nukleare Sicherung	16
4.3	Rückbau	17
4.3.1	Rückbaukonzept	17
4.3.2	Geplante Arbeiten	18
4.4	Strahlenschutz	20
4.4.1	Operationeller Strahlenschutz	20
4.4.2	Zonenkonzept	22
4.4.3	Dosisabschätzung des Personals und Optimierung	23
4.4.4	Abgabelimiten und Strahlenexposition der Bevölkerung	24
4.4.5	Strahlenmesstechnik	25
4.4.6	Überwachung von Immissionen und Direktstrahlung in der Umgebung	26
4.5	Mensch und Organisation	27

4.5.1	Organisation	27
4.5.2	Aus- und Weiterbildung	28
4.5.3	Sicherheitskultur	29
4.5.4	Qualitätsmanagement und Managementsystem	29
4.6	Entsorgung	31
4.6.1	Radioaktive Abfälle	31
4.6.2	Freimessung von Materialien und Bereichen aus kontrollierten Zonen und Ablagerung von Abfällen mit geringer Aktivität	33
4.6.3	Abklinglagerung	35
5	Zusammenfassung	36
5.1	Gesamtbeurteilung	36
5.2	Nebenbestimmungen	36
Anhang 1	Abkürzungsverzeichnis	39
Anhang 2	Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regeln	40
Anhang 3	Unterlagenverzeichnis	42
Anhang 4	Abbildungsverzeichnis	43

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Die Universität Basel hat im Sommer 2013 die strategische Entscheidung getroffen, den Forschungsreaktor AGN-211-P endgültig ausser Betrieb zu nehmen. Sie hat das Bundesamt für Energie (BFE) mit Schreiben vom 25. August 2015 [1] über die endgültige Ausserbetriebnahme und die beabsichtigte Stilllegung informiert.

Mit Verfügung vom 13. Oktober 2015 [2] wurde die Universität Basel aufgefordert, ein Stilllegungsprojekt auszuarbeiten und den Behörden gemäss Art. 50 des Kernenergiegesetzes (KEG; SR 732.1) einzureichen.

Dieses wurde gemäss Art. 27 KEG i. V. m. Art. 45 der Kernenergieverordnung (KEV; SR 732.11) von der Universität Basel erarbeitet [3] und am 7. Februar 2017 beim BFE eingereicht.

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) hat als zuständige Aufsichtsbehörde des Bundes ein Gutachten zu erstellen. Dabei muss sich das ENSI vergewissern, dass die Universität Basel alle für das Stilllegungsprojekt relevanten Bestimmungen des KEG, der KEV, des Strahlenschutzgesetzes (StSG; SR 814.50) und der Strahlenschutzverordnung (StSV; SR 814.501) sowie weitere relevante Verordnungen und Richtlinien des ENSI berücksichtigt hat. Das Gutachten bildet eine Grundlage für die Stilllegungsverfügung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

1.2 Angaben zum Gesuchsteller

Der Kanton Basel-Stadt ist der Eigentümer des Forschungsreaktors AGN-211-P und trägt die Verantwortung für die Stilllegung der Anlage. Das Departement Physik der Universität Basel ist seit der Inbetriebnahme im Jahr 1959 für den Reaktorbetrieb verantwortlich. Die Universität Basel (Gesuchstellerin) hat ein Gesuch auf Anordnung der Stilllegung [4] nach Art. 28 KEG beim BFE gestellt.

1.3 Eingereichte Unterlagen

Mit dem Schreiben [4] vom 7. Februar 2017 hat die Universität Basel beim BFE die Unterlagen zum Stilllegungsprojekt für den Forschungsreaktor AGN-211-P eingereicht und ein Gesuch auf Anordnung der Stilllegung gestellt. Das Gesuch beinhaltet drei Anträge in der Sache und einen Antrag zum Verfahren.

Unter den von der Gesuchstellerin eingereichten Unterlagen befindet sich der vom ENSI zu begutachtende Bericht zum Stilllegungsprojekt [3], welcher in Anhang 1 die Emissionsberechnung für die Stilllegung des Forschungsreaktors AGN-211-P enthält [5].

Der Umweltverträglichkeitsbericht [6] findet sich in Anhang 2 des Stilllegungsberichtes. Dieser Anhang ist nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens. Er wird vom Bundesamt für Umwelt geprüft. Auch die im Stilllegungsprojekt [3] enthaltenen Angaben zu den Gesamtkosten und der Sicherstellung der Finanzierung sind nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens; sie werden durch das BFE beurteilt.

Das BFE hat eine Vollständigkeitsprüfung [7] des Stilllegungsgesuchs durchgeführt und nach Konsultation der Fachbehörden die Unterlagen im Sinne von Art. 50 KEG als vollständig erachtet.

Im Rahmen der Detailprüfung der Unterlagen identifizierte das ENSI bei einigen Punkten zusätzlichen Abklärungsbedarf. Durch ergänzende Auskünfte von der Universität Basel wurde diesem nachgekommen.

1.4 Das Stilllegungsverfahren

Im Stilllegungsprojekt sind die Phasen und der Zeitplan, die einzelnen Schritte von Demontage und Abbruch, die Schutzmassnahmen, der Personalbedarf und die Organisation, die Entsorgung der radioaktiven Abfälle, sowie die Gesamtkosten und die Sicherstellung der Finanzierung durch den Eigentümer (bzw. Betreiber) darzustellen (Art. 27 Abs. 2 KEG). Die einzureichenden Projektunterlagen sind in Art. 45 KEV aufgelistet und werden in der Richtlinie ENSI-G17 „Stilllegung von Kernanlagen“ präzisiert.

Gestützt auf die Angaben zum Stilllegungsprojekt, das Gutachten der Sicherheitsbehörde und der für den Umweltschutz zuständigen Behörde erlässt das UVEK die Stilllegungsverfügung. Das UVEK legt darin insbesondere den Umfang der Stilllegungsarbeiten, die einzelnen Stilllegungsphasen, die Grenzwerte für die Abgabe von radioaktiven Stoffen an die Umwelt, die Überwachung der Immissionen radioaktiver Stoffe und der Direktstrahlung sowie die Organisation fest (Art. 46 Bst. a-e KEV). Damit hat der Betreiber sicherzustellen, dass während der Stilllegungsarbeiten:

- die grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit eingehalten werden können (nukleare Sicherheit);
- die Anforderungen der nuklearen Sicherung eingehalten werden können (nukleare Sicherung);
- die Rückbauarbeiten keine negativen Rückwirkungen auf die Einhaltung der grundlegenden nuklearen Schutzziele und der Anforderungen der nuklearen Sicherung haben;
- Personal, Bevölkerung und Umgebung vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen geschützt werden können (Strahlenschutz);
- Personal in genügender Zahl und Qualifikation sowie eine geeignete Organisation zur Verfügung gestellt werden können (menschliche und organisatorische Faktoren);
- alle radioaktiven Abfälle in geeignetem Zustand der Endlagerung zugeführt werden können (Entsorgung radioaktiver Abfälle).

Details der Stilllegungsarbeiten werden gestützt auf die Stilllegungsverfügung in Freigaben der Aufsichtsbehörden geregelt (Art. 28 KEG; Botschaft vom 28. Februar 2001 zum Kernenergiegesetz, BBl 2001 2774 Ziff. 8.4.43). Gemäss Art. 47 Bst. a-e KEV unterliegen insbesondere folgende Tätigkeiten im Falle des Reaktors AGN-211-P der Freigabepflicht:

- das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung der anfallenden Materialien (Art. 47 Bst. a KEV);
- die Konditionierung der anfallenden radioaktiven Abfälle (Art. 47 Bst. b KEV);
- der Abbruch von Gebäuden nach deren Dekontamination und Inaktiv-Freimessung (Art. 47 Bst. c KEV);
- die nichtnukleare Weiternutzung von Anlagenteilen vor Abschluss der Stilllegung (Art. 47 Bst. d KEV);
- die Aufhebung von Sicherungsmassnahmen (Art. 47 Bst. e KEV).

Mit der Stilllegungsverfügung werden sämtliche nach dem Bundesrecht notwendigen Bewilligungen erteilt (siehe dazu Art. 62 i. V. m. Art. 49 Abs. 2 KEG).

1.5 Aufbau und Inhalt des Gutachtens

Kapitel 1 des vorliegenden Gutachtens enthält allgemeine Angaben zur Gesuchstellerin, zu den eingereichten Gesuchsunterlagen, zum Verfahren sowie zur Gutachtenerstellung.

In Kapitel 2 werden die allgemeinen Beurteilungskriterien, die das ENSI bei der Bewertung der Angaben der Gesuchstellerin berücksichtigt hat, dargelegt. In diesem Kapitel werden auch grundlegende Abgrenzungsfragen behandelt.

Kapitel 3 beschreibt die Ziele und Grundzüge des Stilllegungsprojekts ausgehend von der Beschreibung der Anlage bis hin zum angewandten Phasenkonzept.

Kapitel 4 thematisiert die wesentlichen Aspekte des Stilllegungsprojekts. Die für die Stilllegung relevanten Konzepte der nuklearen Sicherheit, der nuklearen Sicherung, des Rückbaus, des Strahlenschutzes, der menschlichen und organisatorischen Faktoren sowie der Entsorgung radioaktiver Abfälle werden behandelt. Das ENSI hat zu den jeweiligen Konzepten diejenigen Sachverhalte identifiziert, die weiteren Klärungen bedürfen und entsprechende Anträge für Nebenbestimmungen im Hinblick auf die Stilllegungsverfügung des UVEK formuliert.

Kapitel 5 beinhaltet eine Gesamtbewertung des ENSI zu den wesentlichen Aspekten sowie eine Zusammenstellung der vorgeschlagenen Nebenbestimmungen.

Diejenigen Kapitel, in welchen das ENSI die Angaben der Universität Basel beurteilt, sind wie folgt strukturiert:

- Zusammenfassende Sachverhaltsdarstellung aus Sicht der Universität Basel („Angaben der Gesuchstellerin“);
- Auflistung der angewandten Beurteilungsgrundlagen („Beurteilungsgrundlagen“);
- Stellungnahme des ENSI („Beurteilung durch das ENSI“), ggf. mit Vorschlägen von Nebenbestimmungen und weiteren Hinweisen im Text.

Als Nebenbestimmungen werden zusätzliche Pflichten des Bewilligungsinhabers aufgeführt, die dieser zu erfüllen hat (Auflagen und Bedingungen). Das ENSI beantragt dem UVEK die Aufnahme der Nebenbestimmungen in die Stilllegungsverfügung. Sie sind *kursiv hervorgehoben* und fortlaufend nummeriert.

Die im Text enthaltenen Hinweise sind in den nachfolgenden Freigabeverfahren zu beachten.

1.6 Ablauf der Gutachtenerstellung

Die Überprüfung der Gesuchsunterlagen der Universität Basel durch das ENSI und der Ablauf der Gutachtenerstellung umfassten die folgenden Schritte:

1. Einreichung der Unterlagen zum Stilllegungsgesuch für den Reaktor AGN-211-P durch die Universität Basel beim BFE als Leitbehörde;
2. Vollständigkeitsprüfung des Stilllegungsgesuchs durch das BFE;
3. Detailprüfung der Gesuchsunterlagen durch das ENSI;
4. Erstellung der Gutachtenbeiträge: Prüfung und Zusammenfassung der Angaben der Gesuchstellerin, Darlegung der Beurteilungsgrundlagen sowie fachliche Beurteilung durch die zuständigen Fachsektionen des ENSI;
5. Zusammenführen der Gutachtenbeiträge zu einem Gutachtenentwurf und Redigieren des Entwurfs. Sichtung und Kommentierung des Gutachtenentwurfs durch die Geschäftsleitung des ENSI sowie Festlegung der Vorschläge für Nebenbestimmungen;
6. Zustellung des Gutachtenentwurfs an die Universität Basel zur Prüfung, ob die Angaben der Universität Basel im Gutachtenentwurf des ENSI korrekt zitiert bzw. zusammengefasst wurden und Zustellung des Entwurfs an das BFE zur Information;
7. Prüfung, Bewertung und ggf. Berücksichtigung der Verbesserungsvorschläge der Universität Basel;
8. Schlussredaktion und Druck des ENSI-Gutachtens (April 2018).

Die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) hat auf eine Stellungnahme zum Gutachten des ENSI zuhanden des UVEK verzichtet.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

2.1 Beurteilungskriterien

Bei der Beurteilung des vorgelegten Stilllegungsprojekts stützt sich das ENSI primär auf die Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung, insbesondere auf:

- das Kernenergiegesetz vom 21. März 2003;
- die Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004;
- das Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991;
- die Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017.

Zur StSV ist anzumerken, dass sie umfassend revidiert und an die aktuellen internationalen Standards angepasst wurde. Die Angaben im Stilllegungsprojekt für den Reaktor AGN-211-P orientieren sich an der zum Zeitpunkt der Einreichung des Stilllegungsgesuchs gültigen StSV in der Fassung vom 22. Juni 1994. Die revidierte StSV ist am 1. Januar 2018, während der Erstellung dieses Gutachtens, in Kraft getreten, weshalb die Gesuchsunterlagen anhand der revidierten StSV beurteilt werden. Die neuen Bestimmungen betreffen insbesondere die Freigrenzen, die deutlich reduziert wurden, und die Neuformulierung der Immissionsgrenzwerte. Zur Unterscheidung der beiden Fassungen ist die im Stilllegungsprojekt zitierte StSV mit „(1994)“ gekennzeichnet.

Als weitere Beurteilungsgrundlage für die Begutachtung dienen die Richtlinien des ENSI sinngemäss. Insbesondere kommt bei der Stilllegung die Richtlinie ENSI-G17 zur Anwendung.

Stilllegungs- und Rückbauprojekte müssen sich am aktuellen Stand der Technik orientieren und auch das internationale Regelwerk berücksichtigen. Damit wird sichergestellt, dass der Schutz des Personals, der Bevölkerung und der Umwelt vor radioaktiven und anderen gefährdenden Stoffen jederzeit gewährleistet ist.

Der aktuelle Stand der Technik wird unter anderem festgelegt durch:

- die anerkannten technischen in- und ausländischen Normen wie Europäische Normen (EN), die Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), des Deutschen Instituts für Normung (DIN) etc.;
- die Empfehlungen internationaler Organisationen, insbesondere diejenigen der International Atomic Energy Agency (IAEA),
- Erfahrungen mit im Ausland eingesetzten Techniken bei laufenden Rückbauprojekten;
- die Regelwerke ausgewählter Länder mit langjähriger Erfahrung im Rückbau.

Die konkreten Beurteilungsgrundlagen sind in den einzelnen Kapiteln dieses Gutachtens spezifiziert. Die Liste der Gesetze, der Verordnungen und der sinngemäss anzuwendenden Richtlinien befindet sich in Anhang 2 des Gutachtens.

Die Kernenergiegesetzgebung umschreibt die Stilllegungspflichten des Betreibers, die vom Gesuchsteller zum Stilllegungsprojekt einzureichenden Unterlagen, das für den Erlass der Stilllegungsverfügung massgebende Verfahren sowie den Inhalt der Stilllegungsverfügung. In der Stilllegungsverfügung werden die Stilllegungsarbeiten angeordnet. Eine Detailprüfung der Stilllegungsarbeiten ist den nachfolgenden Freigabeverfahren vorbehalten.

Grundsätzlich sind in der Stilllegung die im Betrieb von Kernanlagen anwendbaren Bestimmungen der Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung zu beachten. Insbesondere gelten die in Art. 22 und 24 KEG vorgesehenen Pflichten des Bewilligungsinhabers auch während der Stilllegung sinngemäss weiter. Davon ausgenommen sind diejenigen Bestimmungen, die zu diesem Zeitpunkt nicht mehr erforderlich sind,

wie z. B. die Pflicht zur Durchführung von umfassenden Sicherheitsüberprüfungen oder die Nachrüstungs-pflicht.

Um die Sicherheit während der Stilllegung gewährleisten zu können, hält es das ENSI für erforderlich, dass nicht nur die Meldepflichten nach Art. 38 und 39 KEV (vgl. Art. 49 KEV), sondern insbesondere auch die folgenden Bestimmungen der KEV während der Stilllegung sinngemäss weitergelten, soweit dies mit Blick auf das abnehmende Gefährdungspotenzial notwendig ist:

- Art. 30 Anforderungen an die Organisation;
- Art. 31 Qualitätsmanagement-System für den Betrieb;
- Art. 32 Instandhaltung;
- Art. 36 Verfolgen des Standes von Wissenschaft und Technik sowie der Betriebserfahrungen in vergleichbaren Anlagen;
- Art. 37 Periodische Berichterstattung;
- Art. 40 Freigabepflichtige Änderungen und
- Art. 41 Dokumentation.

In Bezug auf die Zuverlässigkeitskontrollen ist es angebracht, dass die für den Betrieb geltende Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK; SR 732.143.1) für die Stilllegung sinngemäss weitergilt, soweit dies mit Blick auf das abnehmende Gefährdungspotenzial notwendig ist.

Das ENSI beantragt dem UVEK daher, für die Stilllegung die sinngemässe Weitergeltung dieser Bestimmungen bzw. der Verordnung in der Nebenbestimmung 01 (2.1) anzuordnen:

Artikel 22 und 24 KEG, Artikel 30, 31, 32, 36, 37, 40 und 41 KEV sowie die Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK; SR 732.143.1) gelten während der Stilllegung des Reaktors AGN-211-P sinngemäss weiter, soweit dies mit Blick auf das abnehmende Gefährdungspotenzial notwendig ist.

Für die Aufsicht über die konventionelle Arbeitssicherheit ist gemäss Art. 85 des Bundesgesetzes über die Unfallversicherung vom 20. März 1981 (UVG; SR 832.20) sowie Art. 49 Abs. 1 Ziff. 21 und Art. 50 Abs. 1 der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten vom 19. Dezember 1983 (VUV; SR 832.30) auch in Kernanlagen die Suva zuständig. Da sich in den Kernanlagen, insbesondere in den kontrollierten Zonen, die Zuständigkeiten von Suva und ENSI überschneiden, wurde die Zusammenarbeit in einem Memorandum of Understanding [8] geregelt.

2.2 Abgrenzung zwischen Betriebsbewilligung und Stilllegungsverfügung

Die Lebensdauer einer Kernanlage lässt sich in vier Phasen unterteilen: Planung (Rahmenbewilligung), Bau (Baubewilligung), Betrieb (Betriebsbewilligung) und Stilllegung (Stilllegungsverfügung). Jede Phase kennt ihr eigenes „Bewilligungsregime“, das heisst, sie basiert auf einer eigenen Bewilligung bzw. Verfügung, welche die jeweilige Phase umfassend regelt. Das KEG geht von einer lückenlosen Abfolge dieser Bewilligungsregime aus.

Die endgültige Ausserbetriebnahme (EABN) war im Falle des Forschungsreaktors AGN-211-P der Zeitpunkt, an dem der Kernbrennstoff aus der Kernanlage entfernt wurde [1]. Die Anlage befindet sich seitdem im Nachbetrieb. Im Nachbetrieb bleiben die in der Betriebsbewilligung enthaltenen Bestimmungen, die zur Sicherheit der Kernanlage auch nach der Ausserbetriebnahme erforderlich sind, bis zur Anordnung der Stilllegungsarbeiten bestehen.

Die Arbeiten im Nachbetrieb, die zur Sicherheit der Kernanlage auch nach der EABN erforderlich sind, werden somit weiterhin, gestützt auf die Betriebsbewilligung, durchgeführt. Sie sind nicht Gegenstand des

Stilllegungsprojekts. Während dieser Betriebsphase sind wie im bestimmungsgemässen Betrieb die grundlegenden Schutzziele nach der Verordnung des UVEK vom 17. Juni 2009 über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) einzuhalten. Dies betrifft im Falle des Forschungsreaktors AGN-211-P die Schutzziele „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“. Der Nachbetrieb endet mit der Rechtskraft der Stilllegungsverfügung.

3 Ziel und Grundzüge des Stilllegungsprojekts

3.1 Beschreibung der Anlage

Der Forschungsreaktor befindet sich an der Universität Basel im Keller des Physikalischen Departements an der Klingelbergstrasse 82. Der Reaktorraum erstreckt sich über 2 Geschossebenen (Raum U221 im 2. Untergeschoss und Raum U121 im 1. Untergeschoss).

3.1.1 Funktionsprinzip des Forschungsreaktors

Der Forschungsreaktor AGN-211-P ist ein Leichtwasser-Reaktor vom Swimming-Pool-Typ mit einer Maximalleistung von 2 kW. Der nach oben offene Tank ist eine verstreute Aluminiumkonstruktion mit einer Wandstärke von 12 mm, innen mit einem Araldit-Glasfaseranstrich beaufschlagt. Die Aussenwände des Tanks sind mit 10 mm starken PVC-Platten belegt. Der Tank war während des Betriebs mit 8 m³ voll entsalztem (VE) Wasser gefüllt, üblicherweise bis 18 cm unterhalb des oberen Tankrandes.

Um den Tank schliesst sich eine Betonabschirmung an. Die Nord- und die Westseite haben eine ca. 1 m dicke Barytbetonabschirmung (auf der Westseite aus Fertigteilstücken bestehend). Die Ost- und die Südseite bestehen aus Normalbeton, der an die Kellerwand gegossen wurde. Die Gitterplatte des Kerns, die Antriebe der Kontrollstäbe, die Neutronenzähler und die Bestrahlungskanäle sind auf einer Stahlträgerbrücke montiert, welche sich auf dem Tankrand abstützt und darauf fahrbar ist. Gitterplatte und Aufhängung sind aus Aluminium.

3.1.2 Zweck, Geschichte und Betriebsverlauf

Der Forschungsreaktor AGN-211-P wurde im Jahr 1958 zu Ausbildungszwecken gekauft. Er wurde 1959 in Betrieb genommen und ursprünglich mit Brennelementen aus Polyethylen mit fein dispergiertem Uran in Oxidform betrieben. Die Leistung wurde damals auf 100 W (thermisch) festgelegt.

Nach Einführung des Bundesgesetzes über die friedliche Verwendung der Atomenergie wurde per 1. Juli 1960 eine Betriebsbewilligung erteilt. Im Jahr 1961 wurden die Brennelemente gegen Metallplattenelemente mit 90 % angereichertem Uran getauscht, um der Freisetzung von Kernspaltungs-Edelgasprodukten und dem Absinken der maximalen Überschussreaktivität entgegenzuwirken. Die Betriebsbewilligung wurde am 31. Oktober 1961 für eine thermische Nennleistung von 2 kW ausgestellt.

Am 20. April 1985 wurde die Erhöhung der wöchentlichen integrierten thermischen Leistung von 10 kWh auf 30 kWh bewilligt. Bis 2013 sind am Reaktor über 1000 Studierende der Physik und der Chemie mit der Messung, Anwendung und Handhabung von Radioaktivität ausgebildet worden. Am 31. Oktober 2013 wurde der Forschungsreaktor das letzte Mal betrieben.

Im Juli 2015 wurden die Brennelemente in die USA abtransportiert.

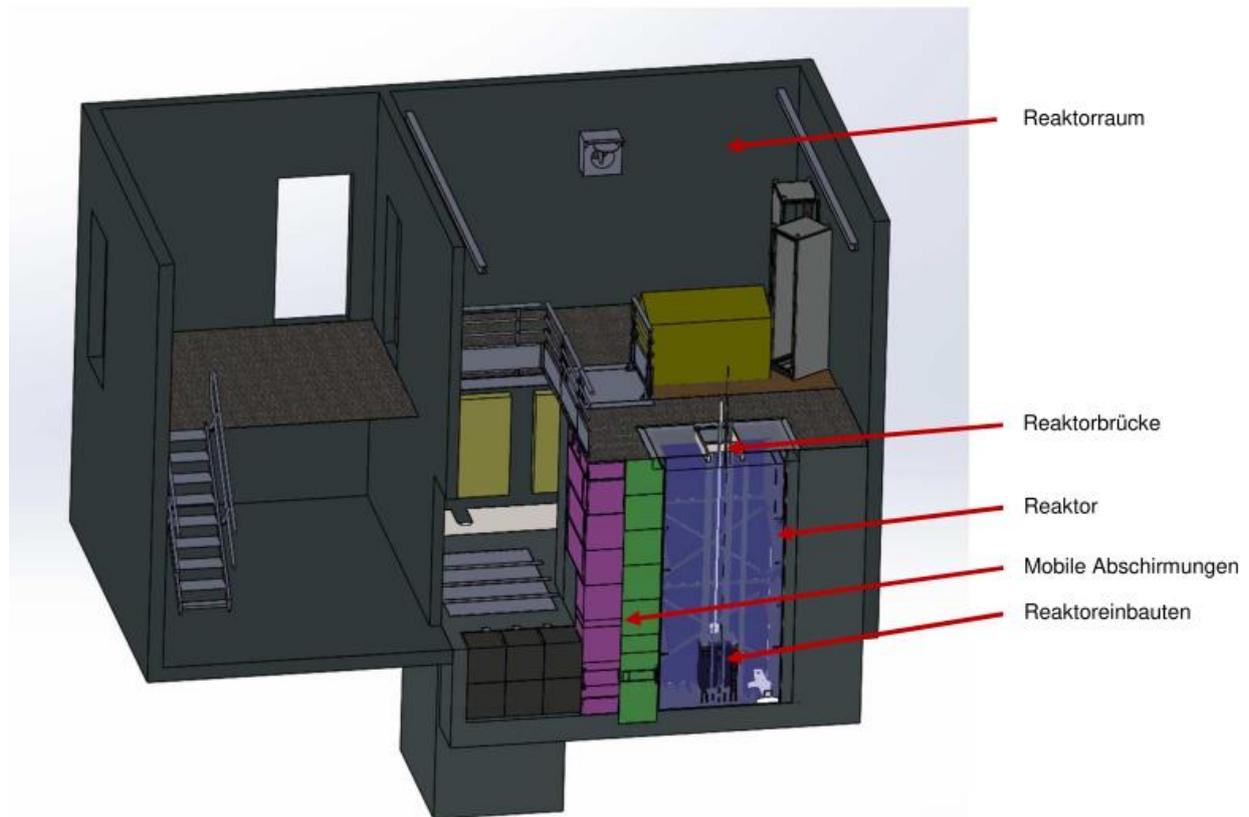


Abbildung 1: Schematische Übersicht über den Reaktor AGN-211-P

3.1.3 Radiologischer Ausgangszustand

Angaben der Gesuchstellerin

Die Brennelemente und das Reaktorwasser wurden aus der Anlage AGN-211-P vor der EABN bzw. während des Nachbetriebs entfernt.

Da es während des Betriebs zu keinen Brennelementschäden kam, gilt die Anlage als kontaminationsfrei. Messungen des Reaktorwassers vor seiner Abgabe an die Umwelt bestätigen dies. Zum Nachweis der Kontaminationsfreiheit führte die Universität Basel ein Probenahme- und Messprogramm durch. Im ersten Teil des Programms wurde die Anlage rasterförmig mit Wischtesten geprüft. Die Auswertungen ergaben, dass keine Kontamination vorliegt.

Zur weiteren radiologischen Charakterisierung der Anlage führte die Universität Basel auf Basis der Materialzusammensetzungen, der Auslegung des Forschungsreaktors und der Betriebshistorie Aktivierungsrechnungen durch. Dabei wurden die nuklidspezifischen Aktivitäten sowie die Aktivierungstiefen der aktivierten Strukturen bestimmt. Auch wurden materialspezifische Nuklidvektoren abgeleitet. Die Berechnungen ergaben ein Gesamtaktivitätsinventar von rund 0,6 GBq. Die Hauptbeiträge zum Inventar liefern die Nuklide Co-60, Ni-63 und Fe-55. Die Aktivierungsrechnungen zeigen, dass Aktivierungen oberhalb der Freigrenzen der revidierten StSV nur in kernnahen Bauteilen (wie z. B. der Gitterplatte), im Bodenbereich des Aluminium-Reaktortanks sowie im oberen Bereich des Betonbodens unterhalb des Reaktortanks vorliegen.

Die Ergebnisse dieser Aktivitätsrechnungen hat die Universität Basel im zweiten Teil des Probenahme- und Messprogramms verifiziert.

Beurteilungsgrundlagen

Kapitel 4.5 i. V. m. Anhang 3 Bst. a der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Kapitel 4.5 der Richtlinie ENSI-G17 verlangt, dass spätestens nach der EABN die gesamte Anlage auf der Basis von Systembewertungen unter Berücksichtigung von aktuellen nuklidspezifischen Analysen, Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen sowie der Betriebsgeschichte einschliesslich der relevanten Vorkommnisse umfassend radiologisch zu charakterisieren ist. Die Ergebnisse dieser Charakterisierung müssen dokumentiert werden.

Die Universität Basel hat die Anlage AGN-211-P nach dem Entfernen der Brennelemente und dem Reaktorwasser mit Probenahme- und Messprogrammen sowie Aktivierungsrechnungen radiologisch charakterisiert. Das Ergebnis ist, dass die Anlage bis auf Aktivierungen in kernnahen Bauteilen kontaminationsfrei ist. Das Gesamtinventar in der Anlage, das ausschliesslich in gebundener Form vorliegt, ist weniger als 1 GBq.

Gemäss Kap. 5.5 der Richtlinie ENSI-G17 muss für die Stilllegungsphase ein aktualisierter Sicherheitsbericht eingereicht werden. Dort sind die Ergebnisse der Aktivierungsrechnungen mit den materialspezifischen Nuklidvektoren darzulegen. Das ENSI wird im Rahmen der Freigabe der Stilllegungsphase prüfen, inwieweit die radiologische Anlagencharakterisierung in der Planung der Rückbauarbeiten (z. B. Demontageplanung, radiologischer Arbeitsschutz, Nuklidvektor für die Freimessung etc.) berücksichtigt wurde.

3.2 Stilllegungsziel

Angaben der Gesuchstellerin

Die Universität Basel stellt den Antrag 2 in [4]:

Als Umfang der Stilllegungsarbeiten seien gemäss dem Stilllegungsprojekt die Massnahmen des Rückbaus und der Entsorgung (Stilllegungsarbeiten) der Anlage anzuordnen, so dass die Anlage ohne Einschränkung einer nicht nuklearen Nutzung zugeführt werden kann.

Das Ziel der Stilllegung ist die Entlassung der Anlage aus der Kernenergiegesetzgebung. Das Stilllegungsprojekt umfasst den Rückbau des Forschungsreaktors. Die umgebenden Gebäudestrukturen des Physikalischen Departements sollen erhalten bleiben. Die Räumlichkeiten des Forschungsreaktors sollen im Anschluss an die Stilllegung einer freien Nutzung durch die Universität zur Verfügung stehen. Hierzu soll im Rahmen des Stilllegungsprojekts der Nachweis erbracht werden, dass von den Räumlichkeiten bzw. von Reststrukturen keine radiologische Gefahr mehr ausgeht, und keine Ereignisse mehr auftreten können, welche zu einer erhöhten Radioaktivität in der Umwelt führen würden.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 29 KEG und Art. 45 Bst. a KEV

Anhang 1 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel hat das Stilllegungsziel hinreichend beschrieben. Das ENSI kann den Ausführungen folgen, dass die Anlage nach Abschluss der radiologischen Freimessung keine radiologische Gefahrenquelle mehr darstellt und dass keine Ereignisse auftreten, die eine erhöhte Radioaktivität in der Umwelt bewirken können und die Anlage nach Abschluss der Stilllegungsarbeiten, gestützt auf Art. 29 Abs. 1 KEG, aus der Kernenergiegesetzgebung entlassen werden kann.

Das ENSI erachtet es als zielführend, den Umfang der anzuordnenden Arbeiten entsprechend dem Stilllegungsprojekt auf die Massnahmen des Rückbaus und der Entsorgung bis und mit der radiologischen Freimessung der Anlage zu beschränken.

In der Stilllegungsverfügung ist die Freigabepflicht für die nichtnukleare Weiternutzung von Anlageteilen zu regeln (Art. 47 Bst. d KEV). Eine nichtnukleare Weiternutzung von Anlageteilen (d. h. Entlassung aus der

Kernenergiegesetzgebung) vor Abschluss der Stilllegung ist im vorliegenden Projekt nicht vorgesehen. Sie liegt deshalb ausserhalb des Geltungsbereiches der beantragten Stilllegungsverfügung und ist nicht möglich.

In der Stilllegungsverfügung ist die Freigabepflicht für den Abbruch von Gebäuden nach deren Dekontamination und die Inaktiv-Freimessung vor Abschluss der Stilllegung zu regeln (Art. 47 Bst. c KEV). Der Abbruch von Gebäuden ist jedoch im vorliegenden Projekt nicht vorgesehen. Er liegt deshalb ausserhalb des Geltungsbereiches der hier beantragten Stilllegungsverfügung und ist nicht möglich.

3.3 Stilllegungsvarianten

Angaben der Gesuchstellerin

Die Universität Basel hat die Vor- und Nachteile der beiden grundsätzlichen, international üblichen Stilllegungsvarianten, dem direkten Rückbau nach der EABN und dem sicheren Einschluss für einen längeren Zeitraum mit zeitverzögertem Rückbau, verglichen.

Sie hat sich für den direkten Rückbau des Forschungsreaktors entschieden, da die Dosisbelastung im Forschungsreaktor heute schon sehr niedrig ist. Der sichere Einschluss ist daher keine Option für die Universität Basel.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 45 Bst. a KEV

Kapitel 5.4.1 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Die schweizerische Gesetzgebung schreibt den Eigentümern von stillzulegenden Kernanlagen vor, dass sie die verschiedenen Stilllegungsvarianten gegeneinander abwägen und die gewählte Variante begründen. Die international üblichen Stilllegungsvarianten sind der direkte Rückbau einer Kernanlage oder der sichere Einschluss und spätere Rückbau. Das ENSI erachtet es daher als zielführend, beim Vergleich der Varianten der Stilllegung entsprechend Art. 45 Bst. a KEV den direkten Rückbau nach Beendigung des bestimmungsgemässen Betriebs mit dem sicheren Einschluss zu vergleichen.

Gemäss Kapitel 5.4.1 der Richtlinie ENSI-G17 ist als Stilllegungsvariante der sofortige Rückbau zu bevorzugen. Dies entspricht der von der Universität Basel gewählten Variante (Antrag 1 der Universität Basel in [4]).

3.4 Phasenkonzept und Zeitplan

Angaben der Gesuchstellerin

Das Phasenkonzept für die Stilllegung ist den notwendigen Rückbausritten und den damit zusammenhängenden freigabepflichtigen Tätigkeiten nach Art. 47 KEV anzupassen. Auf Grund der geringen Mengen an radioaktivem Abfall und des überschaubaren Stilllegungsaufwandes beantragt die Universität Basel [4], die Stilllegung in einer einzigen Stilllegungsphase (SP) zu planen. Der erhöhte Aufwand für ein mehrphasiges Stilllegungsprojekt mit separaten Freigabeanträgen stünde in keiner Relation zum Umfang der Arbeiten.

Die für die Stilllegung des Reaktors AGN-211-P notwendigen Arbeitsschritte sind:

1. Demontage und Zerlegung
2. Freimessen der Baustrukturen
3. Erstellen des Abschlussberichtes zur Entlassung aus dem KEG

Die SP beginnt mit der Demontage und Zerlegung von aktivierten Komponenten und Strukturen und endet nach dem Freimessen der Gebäudestrukturen mit der Entlassung aus dem KEG. Der Umfang der durchzuführenden Arbeiten ist gering, weshalb die Durchführung der Arbeitsschritte nicht separat beantragt wird.

Der Rahmenterminplan Stilllegung AGN-211-P in Abbildung 2 basiert auf den Planungen der Universität Basel. Er stellt die SP mit den Arbeitsschritten dar.

Die eigentliche Stilllegung beginnt mit dem Eintritt der Rechtskraft der Stilllegungsverfügung. Danach will die Universität Basel unmittelbar mit den Arbeiten der Demontage und Zerlegung beginnen. Die Stilllegungsverfügung wird für November 2018 erwartet.

Die Stilllegung endet mit der Feststellung des Departements, dass die Anlage keine radiologische Gefahr mehr darstellt und mit dem Erreichen des Stilllegungsziels, der Entlassung aus dem KEG. Planungsgrundlage der Universität Basel ist, dies bis Ende 2020 zu erreichen.

Nr.	Vorgangname	2018	2019	2020	2021
		H1	H2	H1	H2
1	Erlass der Stilllegungsverfügung		30.11		
2	Phase 1 - Rückbau				
3	Schritt 1: Demontage und Zerlegung				
4	Schritt 2: Freimessen der Baustrukturen				
5	Schritt 3: Erstellung eines Abschlussberichts zur Entlassung aus dem KEG				
6	Entlassung aus dem KEG				19.10
7	Bewilligungsverfahren (Auszug)				
8	Prüfung Abschlussbericht und Entlassung aus dem KEG				

Abbildung 2: Rahmenterminplan Stilllegung AGN-211-P

Beurteilungsgrundlagen

Art. 27 Abs. 2 Bst. a. KEG, Art. 45 Bst. a. KEV

Kapitel 4.1 und 5.4.1 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Die Kernenergiegesetzgebung geht von einem Phasenkonzept der Stilllegung aus. Es ist sinnvoll, die Abläufe der Stilllegung derart in Phasen zu unterteilen, dass diese dem unterschiedlichen radiologischen Gefährdungspotenzial und damit den sich ändernden Anforderungen an Sicherheit und Sicherung gerecht werden. Für jede Phase ist eine separate Freigabe des ENSI erforderlich, sofern in der Stilllegungsverfügung nichts Abweichendes geregelt ist (vgl. Kapitel 4.1 Bst. c der Richtlinie ENSI-G17).

Aus Sicht des ENSI wird das Phasenkonzept gemäss der Richtlinie ENSI-G17 von der Universität Basel bei den Stilllegungsplanungen ausreichend berücksichtigt. Die Durchführung in einer Phase wird dem überschaubaren Stilllegungsaufwand, der geringen Mengen an radioaktivem Abfall und dem geringen radiologischen Gefährdungspotenzial und damit den Anforderungen an die Sicherheit und die Sicherung gerecht und entspricht der gängigen internationalen Vorgehensweise bei solchen Kernanlagen.

Die Abläufe der Stilllegungsarbeiten ab Rechtskraft der Stilllegungsverfügung bis zum Nachweis, dass kein radiologisches Gefährdungspotenzial mehr existiert, wurden sinnvoll in drei Rückbauschritten innerhalb dieser Phase unterteilt.

Zur Freigabepflicht der SP schlägt das ENSI deshalb die Nebenbestimmung 02 (3.4) vor:

Die Stilllegung erfolgt in einer einzigen Phase für die eine Freigabe des ENSI erforderlich ist. Die für die Freigabe der Stilllegungsphase einzureichenden Unterlagen richten sich nach Kapitel 5.5 der Richtlinie ENSI-G17. Bei der Planung der Stilllegungsphase sind auch die zutreffenden freigabepflichtigen Tätigkeiten gemäss Art. 47 KEV einzubeziehen.

4 Wesentliche Aspekte der Stilllegungsphase

Mit dem Stilllegungsprojekt hat der Eigentümer einer Kernanlage nachzuweisen, dass während der Stilllegungsarbeiten:

- die grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit eingehalten werden können (nukleare Sicherheit);
- die Anforderungen der nuklearen Sicherung eingehalten werden können (nukleare Sicherung);
- die Rückbauarbeiten keine negativen Rückwirkungen auf die Einhaltung der grundlegenden nuklearen Schutzziele und der Anforderungen der nuklearen Sicherung haben;
- Personal, Bevölkerung und Umgebung vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen geschützt werden können (Strahlenschutz);
- Personal in genügender Zahl und Qualifikation sowie eine geeignete Organisation zur Verfügung gestellt werden können (menschliche und organisatorische Faktoren);
- alle radioaktiven Abfälle in geeignetem Zustand der Endlagerung zugeführt werden können (Entsorgung radioaktiver Abfälle).

Die SP beginnt mit der Rechtswirksamkeit der Stilllegungsverfügung. Es befinden sich keine BE auf der Anlage. Die Anlage befindet sich im sicheren Nachbetrieb. Der Rückbau umfasst unter anderem Demontagen von aktivierten Bauteilen und von obsolet gewordenen Einrichtungen im Reaktorraum. Letztlich soll im Rahmen des Stilllegungsprojekts der Nachweis erbracht werden, dass von den Räumlichkeiten bzw. von Reststrukturen keine radiologische Gefahr mehr ausgeht. Damit ist die SP abgeschlossen.

4.1 Nukleare Sicherheit

Während der SP sind die beiden Schutzziele „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“ sicherzustellen. Das während der SP noch in der Anlage befindliche Aktivitätsinventar wird hauptsächlich durch fest in die Struktur eingebundene aktivierte Materialien bestimmt. Für den Rückbau werden noch Ausrüstungen benötigt, für die aufzuzeigen ist, dass die Anforderungen der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen unter Berücksichtigung des noch vorhandenen Gefährdungspotenzials sowie von Art und Umfang der vorgesehenen Stilllegungsarbeiten erfüllt werden. Die Gewährleistung der Rückhaltung der radioaktiven Stoffe sowie der Schutz des Personals werden durch die in den folgenden Kapiteln angeführten Massnahmen und Ausrüstungen beschrieben.

Mit Abschluss der SP stellt die Anlage keine radiologische Gefahrenquelle mehr dar und die genannten Schutzziele entfallen.

Das ENSI prüft gemäss Art. 45 Bst. b KEV in Verbindung mit Kapitel 5.4.2 der Richtlinie ENSI-G17, ob die einzelnen Stilllegungsarbeiten aus sicherheitstechnischer Sicht eindeutig beschrieben sind. Die Rückbauausrüstungen werden während der Stilllegungsarbeiten entsprechend den jeweiligen Erfordernissen und Anforderungen bedarfsgerecht angepasst, ergänzt, umgebaut oder verlegt sowie ggf. durch adäquate Ausrüstungen ersetzt. Die behördliche Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik sowie unter Wahrung der Gesetz- und Verhältnismässigkeit.

Nachfolgend werden die relevanten Aspekte der nuklearen Sicherheit behandelt.

4.1.1 Gefährdungspotenzial

Angaben der Gesuchstellerin

Das Gefährdungspotenzial des Reaktors der Universität Basel während der Stilllegung besteht in der potenziellen Freisetzung des Aktivitätsinventars der Anlage. Dieses wird ausschliesslich durch die fest eingebundene Aktivität in den aktivierten kernnahen Bauteilen bestimmt und nimmt im Lauf der Stilllegung kontinuierlich ab.

Zum Zeitpunkt der EABN waren alle BE von der Anlage entfernt. Das Gefährdungspotenzial der Anlage ist somit bereits in der Nachbetriebsphase deutlich geringer als im bestimmungsgemässen Betrieb. Die Gesamtaktivität in der Anlage beträgt zu Beginn der Stilllegung ca. $6 \text{ E}+08 \text{ Bq}$ (siehe Kap. 3.1.3).

Trotz des sehr geringen Gefährdungspotenzials wird die Universität Basel die Stilllegung unter Nutzung ihrer Ressourcen nach dem Stand der Technik durchführen. Dies betrifft insbesondere die Zerlegung von aktivierten Komponenten bzw. Strukturen und deren Entsorgung. Zu den Massnahmen gehören zum Beispiel die Einrichtung einer Abluftfilterung und -kontrolle oder raumluftechnische Trennungen.

Beurteilungsgrundlagen

Kapitel 4.4 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Das Gefährdungspotenzial des Reaktors AGN-211-P im Rahmen der Stilllegung entspricht dem verbleibenden Aktivitätsinventar, welches nach dem Abtransport aller BE im Jahr 2015 lediglich aus schwach aktivierten Anlagenteilen besteht. Dem geringen Gefährdungspotenzial angemessen ist die für eine Kernanlage geforderte schutzzielorientierte Vorgehensweise entsprechend angegeben. Nach Rückbau und Entsorgung der genannten Anlagestrukturen kann die Anlage freigemessen und aus dem KEG entlassen werden.

4.1.2 Störfallbetrachtungen und Notfallschutz

Das Ziel des Notfallschutzes ist der Schutz des Personals und der Bevölkerung vor den Auswirkungen erhöhter Radioaktivität bei Stör- und Unfällen. Zum Schutz der Bevölkerung werden Behörden (und Bevölkerung in der Umgebung von Kernanlagen) über die möglichen Gefahren der Radioaktivität und über Schutzmassnahmen im Voraus informiert. Zudem wird sichergestellt, dass im Ereignisfall die Behörden rechtzeitig gewarnt werden. Der anlageninterne Notfallschutz wird in diesem Kapitel des Gutachtens behandelt.

Angaben der Gesuchstellerin

Die Universität Basel führt aus, dass sämtliche vorhandene Aktivität ausschliesslich in gebundener Form als Aktivierung von kernnahen Bauteilen vorliegt. Das Reaktorwasser wurde ebenfalls beprobt und die Messwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze. Der Kernbrennstoff wurde bereits in 2015 entfernt und die Anlage gilt als kontaminationsfrei. Aus diesem Grund liess die Universität Basel durch die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) Aktivierungsrechnungen auf Basis der Materialkompositionen, der Auslegung des Forschungsreaktors und der Betriebshistorie durchführen. Das Ergebnis wird in Tabelle 1 von [3] dargelegt.

Zum Thema Störfallbetrachtungen und Notfallschutz verweist die Universität Basel hinsichtlich Konsequenzen eines Erdbebens auf die Störfallbetrachtung für den bestimmungsgemässen Betrieb, welche von der HSK im Jahre 2003 vorgenommen wurde [9] und eine maximale Dosis von $1,4 \text{ E}-4 \text{ mSv}$ ausweist. Aufgrund des zwischenzeitlich vollständig aus der Anlage entfernten Kernbrennstoffes geht die Universität Basel davon aus, dass die aus dem Erdbeben resultierende maximale Dosis beim gegenwärtigen Anlagenzustand deutlich kleiner sein wird.

Ergänzend dazu hat das PSI eine auf der Richtlinie ENSI-G14 basierende Ausbreitungs- und Dosisberechnung durchgeführt [5], bei welcher das gesamte in der Anlage verfügbare Inventar bodennah und ohne Verzögerung freigesetzt wurde. Die daraus resultierende maximale Dosis beläuft sich auf 1,1 E-2 mSv. Wird der Dosisbeitrag aus dem Ingestionspfad vernachlässigt, so ergibt sich eine maximale Dosis von ca. 8,0 E-3 mSv.

Als Auslegungstörfall gemäss Richtlinie ENSI-G14 wurde ferner ein Flugzeugabsturz betrachtet. Die abgeschätzte effektive Dosis für einen derartigen Störfall liegt bei 5,0 E-3 mSv.

Die Untersuchungen zeigen, dass auch bei extrem konservativen Annahmen der maximal zulässige Dosiswert von 0,3 mSv nicht erreicht wird. Störfall- oder Notfallschutzmassnahmen sind daher nicht notwendig.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 45 Bst. f KEV

Art. 122-125 StSV

Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (ausgenommen Art. 6 und Art. 9-11)

Richtlinien ENSI-G14 und ENSI-A08

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel wählt als abdeckendes Szenario bei einem Störfall mit einer bodennahen und unverzögerten Freisetzung des gesamten Aktivitätsinventars einen auch aus Sicht des ENSI sehr konservativen Ansatz, da das noch vorhandene Gefährdungspotenzial durch Aktivierung fest in die Materialstrukturen eingebunden ist und unter den Bedingungen des Rückbaubetriebs sowie bei Einwirkungen von Störfällen nur schwer freisetzbar ist.

Basierend auf dem aus der Aktivierungsrechnung resultierenden und vom ENSI bestätigten Nuklidvektor schätzt das PSI in [5] mittels UDAK-Faktoren die sich ergebende Dosis ab. Weil jene den kleinsten maximal zulässigen Dosiswert von 0,3 mSv unterschreitet, verzichtet die Universität Basel sowohl auf die Ausweisung einer Häufigkeit als auch auf die Behandlung aller nach UVEK-Verordnung zu betrachtenden auslösenden Ereignisse. Aus Sicht des ENSI ist diese Vorgehensweise in diesem spezifischen Fall gerechtfertigt.

ENSI-interne Berechnungen mit dem von der Universität Basel ausgewiesenen Quellterm führen zu vergleichbaren Dosiswerten. Somit geht das ENSI bei konservativer Betrachtung von der Einhaltung des kleinsten maximal zulässigen Dosiswertes von 0,3 mSv aus und kann keine Erhöhung der Gefährdung feststellen. Gemäss dieser Analyse bedürfen die Ausrüstungen für den Rückbau keiner sicherheitstechnischen Klassierung und auf Notfallschutzmassnahmen kann verzichtet werden.

Das ENSI hat allerdings bei der Dokumentation [5] Verbesserungsbedarf festgestellt. Die Freisetzung des Aktivitätsinventars ist dem Planungsstand entsprechend im Grundsatz beschrieben, jedoch sind die Angaben entsprechend den vorliegenden Prüfkomentaren detailliert auszuführen. Die Störfallanalyse ist deshalb zu überarbeiten und im Sicherheitsbericht zur Phasenfreigabe zu berücksichtigen.

4.1.3 Brandschutz- und Fluchtwegekonzept

Der Brandschutz beinhaltet die Massnahmen zum vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz in Anwendung des von der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) veröffentlichten Regelwerkes. Die Aufgaben des Brandschutzes (Brandschutzziele) gemäss HSK-R-50 sind:

- das Entstehen von Bränden zu verhindern;
- entstandene Brände zu erkennen, rasch zu löschen und damit den Schaden zu begrenzen;
- die Ausbreitung von Bränden zu verhindern.

Angaben der Gesuchstellerin

Das Vorgehen bei Unfällen, Brand und weiteren möglichen nichtnuklearen Ereignissen ist mit dem Betriebs- bzw. Strahlenschutzreglement sowie dem „Notfall- und Ereignishandbuch KLB82 Klingelbergstrasse 82, Physik“ des Physikalischen Departements der Universität Basel abgedeckt.

Weitere Angaben zum Brandschutz- und Fluchtwegekonzept werden von der Universität Basel nicht gemacht.

Beurteilungsgrundlagen

Anhang 3 Bst. g der Richtlinie ENSI-G17, Richtlinie HSK-R-50

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel hat ergänzend zum Stilllegungsprojekt Dokumentationen zum Brandschutz und zu den Fluchtwegen eingereicht. Um die Einhaltung der aktuellen Brandschutzvorschriften der VKF weiterhin sicher zu stellen, erwartet das ENSI mit dem aktualisierten Sicherheitsbericht zur SP die aktuelle technische Dokumentation zum Brandschutz und den Fluchtwegen entsprechend den Anforderungen des Kapitels 8.3 der Richtlinie HSK-R-50.

4.2 Nukleare Sicherung

Um zu verhindern, dass die nukleare Sicherheit von Kernanlagen und Kernmaterialien durch unbefugtes Einwirken beeinträchtigt oder radioaktive Materialien entwendet werden, müssen neben den sicherheitsrelevanten Vorkehrungen Sicherungsmassnahmen getroffen werden. Diese sind während der gesamten Stilllegung zu gewährleisten. Hierzu sieht die Richtlinie ENSI-G17 vor, dass der Nachweis betreffend Einhaltung der Sicherungsanforderungen zu erbringen ist.

Der Schutz von Kernanlagen und Kernmaterialien vor Sabotage, gewaltsamen Einwirkungen oder Entwendung muss auf einer in die Tiefe gestaffelten Abwehr beruhen, welche bauliche, technische, organisatorische, personelle und administrative Massnahmen beinhaltet.

Die diesbezüglichen Sicherungsmassnahmen werden anlagespezifisch und in Abstimmung mit den Sicherheitsanforderungen festgelegt. Unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik, des Gewaltpotenzials im internationalen Terrorismus und Extremismus sowie der spezifischen Bedrohungslage in der Schweiz und unter Wahrung der Gesetz- und Verhältnismässigkeit müssen die Sicherungsmassnahmen kontinuierlich überprüft und im Anforderungsfall angepasst werden.

Angaben der Gesuchstellerin

Die Anlagensicherung soll die Beeinträchtigung durch unbefugte Einwirkung auf die nukleare Sicherheit sowie die gezielte Freisetzung und den Diebstahl von radioaktiven Material verhindern.

Zu den vorhandenen Sicherungsmassnahmen zählen sowohl technische wie auch personelle und organisatorische Massnahmen. Die Objektsicherungsmassnahmen wurden, unter Zustimmung des ENSI, bereits 2015 auf einen kontrollierten Zutritt gemäss Art. 58 StSV (1994) reduziert. Der kontrollierte Zutritt ist im Betriebsreglement beschrieben. Die Sicherungsmassnahmen bleiben grundlegend für den Stilllegungsbetrieb erhalten, auch wenn das Gefährdungspotenzial durch den Abtransport der Brennelemente minimiert wurde.

Weitere Sicherungsmassnahmen sind nicht vorgesehen. Ein Sicherheitsbericht für die Stilllegung ist nicht erforderlich. Die Zutrittskontrolle aus Strahlen- und Arbeitsschutzgründen bleibt hiervon unberührt.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 5 Abs. 3 KEG, Art. 9, 39, 40, 47 und Anhang 2 der KEV

Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien vom 16. April 2008 (SR 732.112.1)

Kapitel 4.4 Bst. b sowie Kapitel 5.4.5 Bst. a der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI erachtet das Vorgehen der Universität Basel als zielführend. Die Sicherungsanforderungen gemäss Art. 9 und Anhang 2 der KEV sind von der Universität Basel, ungeachtet des Stilllegungsbetriebs, als massgebend für alle Tätigkeiten und Planungen in Bezug auf die Sicherung der Anlage berücksichtigt. Da die Anlage frei von Kernmaterial und radioaktiven Quellen ist, liegt Aktivität ausschliesslich in sehr geringen Mengen in gebundener Form vor. Eine Objektsicherung ist in der bisherigen Form nicht mehr erforderlich.

Aufgrund der Aufhebung der Sicherungsmassnahmen entfällt die Nachführung des bestehenden Sicherheitsberichts. Der bisherige Sicherheitsbericht vom 25. Juni 2012 bleibt klassifiziert, da er Angaben enthält, die auch auf andere Forschungsanlagen zutreffen können. Er wird gemäss Art. 41 Abs. 4 KEV nach Abschluss der Stilllegung dem ENSI übergeben.

Andere klassifizierungswürdige Dokumente sind im Stilllegungsprojekt der Gesuchstellerin nicht ersichtlich. Das ENSI erwartet auch keine sicherungstechnisch relevanten Informationen während der Stilllegung und dem Rückbau.

Das ENSI beantragt dem UVEK daher, für die Stilllegung des Reaktors AGN-211-P die Aufhebung dieser Bestimmungen in der Nebenbestimmung 03 (4.2) anzuordnen:

Die Sicherungsmassnahmen sind aufgehoben.

Eine Ausweitung der Personensicherheitsprüfung auf weitere Beteiligte der Stilllegung ist nicht notwendig.

4.3 Rückbau

Der Rückbau umfasst Ausserbetriebsetzung, Demontage, Dekontamination und Abbruch von Anlagenteilen. Er beginnt mit der Rechtskraft der Stilllegungsverfügung und endet mit dem Erreichen des Stilllegungsziels. Die geeignete Planung der Rückbaumassnahmen ist entscheidend für einen jederzeit sicheren, effizienten und raschen Rückbau des Reaktors der Universität Basel. Der Rückbau von Einrichtungen in der kontrollierten Zone sowie die Behandlung der demontierten Materialien ist dabei das zentrale Element der Stilllegungsarbeiten.

Für die Rückbauarbeiten werden Ausrüstungen und Einrichtungen benötigt, welche im Verlauf der Stilllegung Änderungen unterliegen. Mit dem Arbeiterlaubnisverfahren wird sichergestellt, dass die notwendigen sicherheitstechnischen Standards sowohl bei den Änderungsverfahren als auch bei der Planung und Ausführung der Rückbauarbeiten in ausreichendem Masse gewährleistet werden.

Die Rückbauarbeiten dürfen die nukleare Sicherheit und Sicherung nicht negativ beeinflussen. Daher ist die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele während des Rückbaus immer sicherzustellen.

4.3.1 Rückbaukonzept

Angaben der Gesuchstellerin

Das Konzept für den Rückbau des Reaktors AGN-211-P basiert auf dem radiologischen Zustand der Anlage gemäss [3]. Das geringe Aktivitätsinventar, das zudem ausschliesslich in gebundener Form vorliegt sowie die Berechnung der Störfalldosen zeigen, dass das Risikopotenzial bei der Stilllegung vernachlässigbar klein ist und die Stilllegung rückwirkungsfrei in Bezug auf die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele durchgeführt werden kann.

Trotz des sehr geringen Gefährdungspotenzials wird die Universität Basel die Stilllegung unter Nutzung ihrer Ressourcen nach Stand von Wissenschaft und Technik durchführen. Dies betrifft insbesondere die

Zerlegung von aktivierten Komponenten bzw. Strukturen, welche in einem separat eingerichteten Bereich zur Verhinderung der Verbreitung von freigesetzten Aktivitäten durchgeführt wird, und deren Entsorgung.

Auf die Einführung von Prozessen im Qualitätsmanagement wird verzichtet. Für Tätigkeiten mit Sicherheits- bzw. Qualitätsrelevanz werden Verfahrensanweisungen erstellt.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 27 KEG, Art. 45 KEV

Kapitel 5.4 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel hat das Rückbaukonzept allgemein verständlich und schutzzielorientiert dargestellt. Es wird ausgeführt, dass die Stilllegungsarbeiten unter dem Grundsatz der Einhaltung der Schutzziele ausgeführt und aufeinander abgestimmt werden.

Aus den dargestellten Planungsgrundsätzen lassen sich keine Widersprüche erkennen. Zweckmässigerweise wird der Rückbau von Einrichtungen und Komponenten aufgrund der vorlaufenden radiologischen Untersuchungen geplant und damit zielorientiert durchgeführt.

Jedoch zeigen die Erfahrungen aus anderen Rückbauprojekten, dass die stringente Einhaltung aller Grundsätze nicht immer möglich ist. Aus diesem Grund empfiehlt das ENSI folgende weitere Grundsätze:

- Rückbaumassnahmen sollen so durchgeführt werden, dass sie sich nicht gegenseitig erschweren oder verhindern.
- Die Demontage soll in möglichst grossen Teilen vor Ort erfolgen.
- Bis zur Nachzerlegung sollen die Einzelkomponenten an ausgewiesenen Pufferflächen zwischengelagert werden.

Gegen das vorgestellte Rückbaukonzept bestehen keine Einwände. Durch die Vorgabe der Grundsätze werden die Anforderungen gemäss Art. 27 KEG und Art. 45 KEV in Verbindung mit der Richtlinie ENSI-G17 hinsichtlich des Stilllegungsprojekts erfüllt.

Verfahrensanweisungen und Arbeitserlaubnisverfahren sind geeignet, die sichere Durchführung von Stilllegungstätigkeiten sicherzustellen. Das ENSI verweist dazu auf die im Kapitel 4.5.4 gemachten Anmerkungen.

4.3.2 Geplante Arbeiten

Das ENSI bewertet die Angaben der Universität Basel anhand der Vorgaben von Art. 45 Bst. b KEV und Kapitel 5.4.2 der Richtlinie ENSI-G17 bezüglich der Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte.

4.3.2.1 Demontagen

Angaben der Gesuchstellerin

Die Demontagen umfassen die in der Anlage vorhandenen aktivierten Komponenten und Strukturen:

- Reaktoreinbauten und -brücke;
- Reaktortank;
- Aktivierte Teile der Betonstruktur um den Reaktortank;
- Mobile Abschirmungen (sofern aktiviert).

Die Demontage der aktivierten Strukturen wird mittels mechanischer staubarmer Trennverfahren durchgeführt. Wegen des geringen Umfangs an rückzubauenden Strukturen sowie des geringen Aktivierungsgrads

genügt der Einsatz konventioneller Technik zur Einhaltung der Schutzziele. Diese Anlagenteile werden innerhalb der raumluftechnischen Trennung zerlegt.

Nach der Demontage und Entsorgung aller aktivierten Anlagenteile wird die raumluftechnische Trennung inkl. der Umluft- bzw. Filteranlage zurückgebaut und entsorgt.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 45 Bst. b KEV

Kapitel 5.4.2 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI prüft für die im Rahmen des Rückbaus dargestellten Arbeiten, ob die Massnahmen aus sicherheitstechnischer Sicht eindeutig beschrieben wurden, die Massnahmen ohne unzulässige Auswirkungen auf die Stilllegungsarbeiten untereinander durchgeführt werden können, das geplante Vorgehen und die geplanten Ausrüstungen für die Rückbaumassnahmen anforderungsgerecht sind und ob deren Auslegung zur Einhaltung der Schutzziele geeignet ist.

Die konzeptionelle Planung der Demontearbeiten bewertet das ENSI als zweckmässig, zielgerichtet und nachvollziehbar. Mit den Gesuchsunterlagen für die Stilllegung liegen dem ENSI erwartungsgemäss noch keine konkreten, detaillierten und vollständigen Angaben zu den vorgesehenen Arbeitsschritten vor. Insbesondere die Arbeiten im Reaktortank sind wegen der vorliegenden Platzverhältnisse mit anderen, parallel laufenden Arbeiten eng abzustimmen. Im vorliegenden Detaillierungsgrad der Planung kann das ENSI zu diesen Arbeiten nicht abschliessend Stellung nehmen. Dies wird im Rahmen der Phasenfreigabe mit den einzureichenden Unterlagen gemäss Kapitel 5.5 der Richtlinie ENSI-G17 detailliert und ausführlich erfolgen, wobei auch die zutreffenden freigabepflichtigen Tätigkeiten gemäss Art. 47 KEV einzubeziehen sind.

4.3.2.2 Ausrüstungen für den Rückbau

Angaben der Gesuchstellerin

Die folgenden bestehenden Anlagenteile werden von der Universität Basel für den Rückbau als notwendig erachtet:

- Reaktorkran – Bei Bedarf werden Fahrbereichsbegrenzungen vorgenommen.
- Bühnen – Für die Stilllegung wird im Rahmen des Nachbetriebs die Zugänglichkeit der Anlage durch die Anpassung der vorhandenen Bühnen verbessert. Die umgebauten Bühnen verbleiben nach dem Rückbau in den Räumen für deren weitere Begehbarkeit.
- Abluftanlage – Sie wird im Rahmen der Nachbetriebsphase um eine Abluftfilterung und eine Bilanzierung erweitert, welche nach abgeschlossenem Rückbau demontiert werden. Die Abluftanlage kann nach der Stilllegung zur Raumbelüftung weiterbetrieben werden.

Die folgenden neuen Ausrüstungen werden von der Universität Basel für den Rückbau als notwendig erachtet:

- Raumluftechnische Trennung – Eine Umluft- bzw. Filteranlage, welche eine Unterdruckhaltung, Raumbelüftung und Filterung ermöglicht, wird im Rahmen des Nachbetriebs zur lüftungstechnischen Abtrennung des Arbeitsbereiches für die Zerlegung aktivierter Komponenten neu eingerichtet.
- Diverse Strahlenschutzmessmittel für die Personenkontrolle, die Arbeitsplatzüberwachung, die Freimessungen und Probenauswertungen, deren Anforderungen sich aus den jeweils geplanten Arbeitsschritten ergeben (siehe Kap. 4.4.5).

Beurteilungsgrundlagen

Art. 65 Abs. 3 und 4 KEG, Art. 40 und Art. 49 KEV

Kapitel 5.4.6 Bst. d i. V. m. Anhang 3 Bst. d der Richtlinie ENSI-G17, Richtlinien ENSI-A04 und ENSI-B03

Beurteilung durch das ENSI

Die Anlagenteile, die nach der EABN nicht mehr benötigt wurden, wurden im Rahmen des Nachbetriebs ausser Betrieb genommen. Davon ausgenommen sind die für den Rückbau erforderlichen Ausrüstungen. Sie müssen während der Stilllegung anforderungsgemäss zur Verfügung stehen.

Insgesamt haben die Ausrüstungen den folgenden Funktionsumfang:

- Überwachung und Steuerung der Rückbauausrüstungen;
- Aufrechterhaltung einer ausreichenden Versorgung der Raumbereiche insbesondere mit elektrischer Energie, Wasser, Frischluft usw.;
- Gewährleistung der Rückhaltung der Radioaktivität;
- Erfüllung der Anforderungen des radiologischen Arbeitsschutzes, Brandschutzes, Umweltschutzes und sonstiger, konventioneller Regelwerke für den Betrieb von Arbeitsstätten, Baustellen usw.

Im Stilllegungsprojekt ist vorgesehen, dass diese Ausrüstungen im Laufe der Stilllegungsarbeiten bedarfsgerecht angepasst oder umgebaut werden. Gemäss der Analyse in Kapitel 4.1.2 bedürfen die Ausrüstungen für den Rückbau keiner sicherheitstechnischen Klassierung.

Jedoch bleiben gemäss Art. 49 KEV die Meldepflichten im Sicherheitsbereich (Art. 38 KEV) sinngemäss bestehen. Somit sind Anlageänderungen, die nicht bewilligungs- oder freigabepflichtig sind, dem ENSI zu melden (Art. 38 Abs. 2 Bst. a KEV, s. auch Richtlinie ENSI-B03).

4.4 Strahlenschutz

Während der Stilllegung umfasst der Strahlenschutz Massnahmen, wie sie am Reaktor AGN-211-P seit der Inbetriebnahme im bestimmungsmässigen Betrieb angewendet wurden. Während der Stilllegung sind diese etablierten Massnahmen weiterhin anzuwenden und es entsteht eine intensivere Überlappung zwischen der radiologischen und der konventionellen Arbeitssicherheit. Zentrale Grundlagen sind die Rechtfertigung, die Optimierung und die Einhaltung der Grenzwerte entsprechend Art. 8 bis 10 StSG und Art. 51, 56 und 57 StSV. Die Strahlenschutzmassnahmen orientieren sich dabei an dem aktuellen Stand der Technik.

4.4.1 Operationeller Strahlenschutz

Angaben der Gesuchstellerin

Organisation

Die Verantwortung für die Umsetzung der Strahlenschutzvorschriften wird vom beauftragten Strahlenschutzsachverständigen übernommen. Die praktischen Strahlenschutzaktivitäten während des Rückbaus werden durch Fachkräfte vor Ort ausgeführt.

Arbeitsplanung und Durchführung

Alle während der Stilllegung durchzuführenden Massnahmen und Tätigkeiten werden unter Einbezug des beauftragten Strahlenschutzsachverständigen abgestimmt. Ferner müssen alle Arbeiten in der kontrollierten Zone über das Arbeitsfreigabeverfahren durch den Strahlenschutz geprüft und freigegeben werden.

Dosimetrie

Neben dem Personendosimeter einer anerkannten Dosimetriestelle wird in der kontrollierten Zone ein Dosimeter der hauseigenen Dosimetrie getragen. Die akkumulierte Dosis wird mindestens wöchentlich erfasst.

Strahlenschutzmassnahmen

Die Strahlenschutzmassnahmen werden mit den beteiligten Personen abgestimmt und vom Strahlenschutz festgelegt.

Zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung werden unter anderem Schuh- und Kleiderwechselzonen eingerichtet sowie eine Lüftungstechnische Trennung inkl. Umluft und Filteranlage errichtet.

Persönliche Schutzmittel

Für die neu eingerichtete Zone Typ I wird eine entsprechende Tenuvorschrift erlassen.

Für Tätigkeiten innerhalb der raumluftechnischen Trennung kann ein Einsatz von Atemschutzmassnahmen angeordnet werden.

Generell werden die Schutzmassnahmen situationsabhängig vom Strahlenschutz bewertet und festgelegt.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 27 Abs. 2 Bst. c KEG, Art. 45 Bst. d KEV

Art. 8-12 StSG, Art. 4, 51-53 und 55-65 StSV

Art. 44 und 45 Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM; SR 814.554)

Kapitel 4.9, 5.4, 5.5 und Anhang 3 der Richtlinie ENSI-G17, Kapitel 4.1.1, 4.1.2 und 4.2 der Richtlinie ENSI-G15, Richtlinie ENSI-B09, Kapitel 5 der Richtlinie HSK-R-07

Beurteilung durch das ENSI

Organisation

Die Verantwortlichkeiten und Aufgaben im Bereich Strahlenschutz sind klar geregelt und werden vom ENSI als zielführend erachtet.

Arbeitsplanung und Durchführung

Der frühzeitige Einbezug des Strahlenschutzes in die Planung und Freigabe von Massnahmen und Tätigkeiten wird vom ENSI als unerlässlich angesehen. Die beschriebene Herangehensweise erachtet das ENSI als zielführend. Es kann davon ausgegangen werden, dass für die durchzuführenden Arbeiten sinnvolle und auf die Tätigkeiten abgestimmte Schutzmassnahmen getroffen werden. Mit dem Einbezug des Strahlenschutzes in die Planungsphase und in das Arbeitsfreigabeverfahren ist auch der Kenntnisstand des Strahlenschutzpersonals über laufende und anstehende Arbeiten gewährleistet. Um den Kenntnisstand des gesamten beteiligten Personals aktuell zu halten und ggf. Verbesserungsmaßnahmen zu identifizieren, empfiehlt das ENSI die regelmässige Durchführung von Vor- und Nachbesprechungen der Arbeiten und die Verankerung dieser Massnahme im Qualitätsmanagementsystem (siehe auch Kap. 4.5.2 und 4.5.4).

Dosimetrie

Die beschriebenen Massnahmen für die Personendosimetrie erfüllen die Anforderungen der Art. 61 bis 64 StSV. Die Meldung der Personendosen erfolgt entsprechend der Richtlinie ENSI-B09. Im Falle eines Inkorporationsverdachts oder nach einer erfolgten Inkorporation sollten Massnahmen zur Bestimmung der resultierenden Dosis ergriffen werden. Eine generelle Überwachung des beteiligten Personals erachtet das ENSI aufgrund des geringen Aktivitätsinventars und des Nuklidvektors jedoch als nicht notwendig.

Strahlenschutzmassnahmen

Die beschriebenen Strahlenschutzmassnahmen beispielsweise zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung sind konform mit den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-07 und werden vom ENSI als zweckmässig erachtet. Auf Basis des in den Unterlagen dargelegten Aktivitätsinventars geht das ENSI davon aus, dass keine zusätzlichen Abschirmmassnahmen ergriffen werden müssen.

Persönliche Schutzmittel

Die persönlichen Schutzmittel werden entsprechend der erlassenen Tenuevorschrift und der durchzuführenden Arbeiten ausgewählt. Die beschriebenen Atemschutzmassnahmen sind nach Auffassung des ENSI weniger im radiologischen Risikopotential der Anlage als mehr im konventionellen Arbeitsschutz begründet. Die beschriebenen Massnahmen sind konform mit den Anforderungen aus der UraM und der Richtlinie HSK-R-07.

Um den Anforderungen zwischen der radiologischen und der konventionellen Arbeitssicherheit in Bezug auf die Herausforderung Stilllegung gerecht zu werden, beantragt das ENSI die Nebenbestimmung 04 (4.4.1):

Das Strahlenschutz-, sowie das Überwachungs- und Inkorporationsschutzkonzept und Änderungen daran sind freigabepflichtig. Sie sind spätestens mit den Unterlagen zur Freigabe der Stilllegungsphase einzureichen.

4.4.2 Zonenkonzept

Sind Tätigkeiten unmittelbar vom Einfluss ionisierender Strahlung betroffen, sind grundlegende Schutzmassnahmen zu treffen. Insbesondere müssen diejenigen Bereiche, in denen höhere Dosisleistungen vorkommen oder wo erhöhte Luft- oder Oberflächenkontamination bestehen, von der Umgebung physisch und administrativ als sogenannte kontrollierte Zonen abgetrennt werden.

Angaben der Gesuchstellerin

Der Reaktorraum der Anlage AGN-211-P wird während der Stilllegung einer kontrollierten Zone des Typs I zugeordnet. Die Erhöhung des Zonentyps vom ursprünglichen Typ 0 wird nötig, da die Zerlegung aktivierter Komponenten während der Stilllegung zu möglichen Kontaminationen führen kann.

Zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung zwischen den Zonentypen bzw. aus der kontrollierten Zone heraus werden Zonenübergänge eingerichtet. Bei Bedarf werden die Zonenübergänge mit den entsprechenden Strahlenmessgeräten ausgestattet. Am Übergang zwischen Reaktorraum und Vorraum wird zur Personenkontaminationskontrolle ein Hand-Fuss-Monitor installiert.

Bereits in der Nachbetriebsphase wird eine Lüftungstechnische Trennung in Form einer Umluft- bzw. Filteranlage für die Zerlegung aktivierter Komponenten eingerichtet.

Für die Zonen werden geeignete Tenuevorschriften erlassen.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 27 Abs. 2 Bst. c KEG

Art. 8-12 StSG, Art. 2 und 80-84 StSV

Art. 9-18 UraM

Kapitel 4.10.2. Bst. a und b der Richtlinie ENSI-B03, Kapitel 2.3, 3 und 4 der Richtlinie HSK-R-07

Beurteilung durch das ENSI

Begründet in der realistisch zu erwartenden Oberflächenkontamination während der Zerlegung der aktivierten Bauteile soll der Reaktorraum von einer kontrollierten Zone Typ 0 auf Typ I hochgestuft werden. Das ENSI stimmt der mit der Einteilung des Zonentyps einhergehenden Risikobeurteilung zu.

Daraus folgende Massnahmen baulicher, technischer und administrativer Art, wie die Errichtung von Zonenübergängen, die Einrichtung einer Lüftungstechnischen Trennung oder den Erlass einer Tenuevorschrift stehen unter Berücksichtigung der Nebenbestimmung 04 im Einklang mit den Anforderungen des StSG, der StSV, der UraM sowie der Richtlinie HSK-R-07.

4.4.3 Dosisabschätzung des Personals und Optimierung

Angaben der Gesuchstellerin

Die Rückbauarbeiten am Forschungsreaktor erfolgen unter sehr geringer Strahlenbelastung für das Personal. Für die Bestimmung der Kollektivdosis sind lediglich die Arbeiten im Arbeitsschritt 1 (Demontage und Zerlegung) relevant. Konservativ erfolgte die Abschätzung auf Basis der geschätzten Arbeitsdauer, Anzahl und Aufenthaltszeit der Mitarbeitenden sowie der Höhe der Strahlenexposition am Arbeitsort.

Für den Rückbau des Forschungsreaktors wird eine Kollektivdosis von ca. 0,72 Pers.-mSv bei einer geschätzten Arbeitsdauer von ca. 180 Tagen ausgewiesen. Dabei sind die Demontage der Einbauten mit 0,36 Pers.-mSv und die Demontage der Baustruktur mit 0,27 Pers.-mSv die dosisintensivsten Arbeitsschritte.

Bei allen in der kontrollierten Zone durchzuführenden Massnahmen wird der Strahlenschutz bereits in der Planungsphase eingebunden. Dies hat zum Ziel, geeignete Strahlenschutzmassnahmen zur Optimierung der Strahlendosen zu prüfen und festzulegen.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 8-12 StSG, Art. 3, 4, 51, 56, 57 und 60 StSV

Art. 42 und 43 UraM

Kapitel 4.1.1, 4.1.2 und 4.2 der Richtlinie ENSI-G15, Kapitel 5.5 Bst. g der Richtlinie ENSI-G17, Richtlinie ENSI-B09

Beurteilung durch das ENSI

Zur Ermittlung der Kollektivdosis wurde ein konservativer Ansatz gewählt. Die mit ca. 0,72 Pers.-mSv bei einem Arbeitsvolumen von geschätzten 1260 Personenstunden angegebene Kollektivdosis erscheint plausibel. Begünstigt wird die geringe Strahlenbelastung des Personals durch den radiologischen Anlagezustand und das geringe Aktivitätsinventar.

Das ENSI geht davon aus, dass für die anstehenden Arbeiten ausschliesslich qualifiziertes und unterwiesenes Personal eingesetzt wird, so dass die Stilllegungsarbeiten dosiseffizient und optimiert erledigt werden können. Es wird einerseits Anlageerfahrung, andererseits Erfahrung mit rückbauspezifischen Tätigkeiten gefragt sein.

Der radiologische Zustand der Anlage ist bekannt und wurde durch ein umfangreiches Probenvolumen verifiziert. Eine Verschlechterung der radiologischen Bedingungen wird nicht erwartet. Die Arbeiten zusammen mit den genannten Massnahmen zum Schutz des Personals sowie Massnahmen zur Optimierung der Strahlenbelastung werden vom ENSI als optimiert im Sinne von Art. 4 StSV betrachtet. Die für die Freigabe der SP entsprechend Kapitel 5.5 Bst. g der Richtlinie ENSI-G17 geforderten Strahlenschutzplanungen für dosisrelevante Arbeiten, sowie die Erstellung von Dosisplanungszielen und die Aufteilung nach Jobdosen können nach Auffassung des ENSI entfallen.

Das ENSI erwartet, dass die Erfassung und die Meldung der akkumulierten Dosen gemäss Richtlinie ENSI-B09 erfolgen.

4.4.4 Abgabelimiten und Strahlenexposition der Bevölkerung

Angaben der Gesuchstellerin

Die Universität Basel beurteilt die voraussichtlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Abluft während des Rückbaus als sehr gering. Sie begründet diese Aussage mit dem sehr geringen, an Material gebundenen Aktivitätsinventar in der Anlage, den möglichst staubarmen, mechanischen Trennverfahren und der zweifachen Filterung der Fortluft (Filterung der Abluft aus dem Arbeitsbereich, Filterung der Gesamtfortluft). Sie erwartet deshalb in der Fortluft Aktivitätskonzentrationen, die kleiner sind als die zulässigen Immissionsgrenzwerte gemäss StSV (1994). Die Immissionsgrenzwerte definieren die maximal zulässigen Aktivitätskonzentrationen in der Luft ausserhalb des Betriebsareals. Die Universität Basel legt daher als betriebliches Limit für die Abgabe von radioaktiven Stoffen eine Aktivitätskonzentration in der Fortluft fest, die dem zulässigen Immissionsgrenzwert gemäss StSV (1994), d. h. im Jahresmittel 1/300 der Spalte 11 Anhang 2 StSV (1994), entspricht.

Die Universität Basel wird nur Wasser abgeben, dessen Aktivitätskonzentrationen unterhalb der Freigrenzen gemäss StSV (1994) liegen. Sie wird das eventuell anfallende Abwasser in der kontrollierten Zone auffangen und sammeln. Für das gesammelte Abwasser werden Entscheidungsmessungen durchgeführt und das Abwasser wird entsprechend entsorgt. Werden Messwerte oberhalb der Freigrenzen gemäss StSV (1994) festgestellt, so wird das Wasser in geeigneten Behältern zum PSI transferiert.

Die Universität Basel legt dar, dass die Aktivität der abgebauten Materialien so gering ist, dass seine Direktstrahlung zu keiner Belastung von Personen ausserhalb des Reaktorraums führen kann.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 45 Bst. d und Art. 46 Bst. c KEV

Art. 13, 24, 79 und 111-113 StSV

Richtlinien ENSI-G14 und ENSI-G15

Beurteilung durch das ENSI

Gemäss Art. 46 Bst. c KEV werden die Limiten für die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt in der Stilllegungsverfügung festgelegt. Gemäss Art. 13 StSV entscheidet das UVEK als Bewilligungsbehörde (i. V. m. Art 11 Abs. 2 Bst. a StSV und Art. 28 KEG), für welche Betriebe ein quellenbezogener Dosisrichtwert erforderlich ist. Art. 112 StSV präzisiert, dass die Abgaberaten und Abgabekonzentrationen so festgelegt werden müssen, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert und der Immissionsgrenzwert nicht überschritten werden.

In der Betriebsbewilligung der Anlage AGN-211-P waren weder Abgabelimiten noch ein quellenbezogener Dosisrichtwert festgelegt. Aufgrund des geringen Inventars und der geringen Mobilität der radioaktiven Stoffe (siehe Kapitel 4.1.1), werden die zu erwartenden Abgaben während des Rückbaus sehr gering sein. Aus diesem Grunde erachtet es das ENSI nicht als nötig, einen quellenbezogenen Dosisrichtwert für den Rückbau festzulegen.

Das ENSI ist mit dem Vorschlag der Gesuchstellerin einverstanden, die Abgabelimiten auf Basis des Immissionsgrenzwerts für die Luft festzulegen. Da seit dem 1. Januar 2018 die revidierte Strahlenschutzverordnung in Kraft ist, sind dafür aber die neuen Immissionsgrenzwerte IG_{Lf} gemäss Art. 24 StSV zu verwenden. Mit der Einhaltung der Immissionsgrenzwerte bereits in der Fortluft und nicht erst in der Umgebung sind die Anforderungen von Art. 112 StSV hinsichtlich der Einhaltung des Immissionsgrenzwertes mit grosser Marge erfüllt. Bei einer vorgesehenen Fortluftmenge von 1000 m³/h und einer gleichmässigen Abgabe mit der Fortluft in Höhe des Immissionsgrenzwerts IG_{Lf} von 3,5 Bq/m³ für das für den Rückbau relevante Leitnuklid Co-60 würde sich eine wöchentliche Abgabe von $6 \cdot 10^5$ Bq ergeben. Das ENSI sieht vor, diesen Wert als Abgabelimite mit der Fortluft zu verwenden.

Da kein wesentlicher Neuanfall von aktivitätsführenden Abwässern zu erwarten ist, erachtet es das ENSI als zielführend, die bewährte Praxis beizubehalten und das anfallende Abwasser in der kontrollierten Zone wie bisher aufzufangen, zu sammeln und nach einer Freimessung nach Art. 106 StSV entsprechend zu entsorgen.

Daraus folgt die Nebenbestimmung 05 (4.4.4):

Für den Rückbau der Anlage AGN-211-P sind die folgenden Abgabelimiten zu beachten:

Abluft	
<i>Co-60 als Leitnuclid für Aerosolabgaben:</i>	<i>6 · 10⁵ Bq/Woche</i>
Abwasser	
<i>Konzentration im Abwasser</i>	<i>< Befreiungsgrenze (LL) gemäss StSV, Anh. 3</i>

Zum Schutz der Umgebungsbevölkerung darf die Direktstrahlung ausserhalb des Betriebsareals gemäss Art. 24 und 79 Abs. 2 StSV nicht zu Ortsdosen führen, die in Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen 0,02 mSv/Woche und in anderen Bereichen 0,1 mSv/Woche übersteigen. Für Einzelpersonen der Bevölkerung ist unter Berücksichtigung der Aufenthaltsdauer zudem gemäss Richtlinie ENSI-G15 ein Richtwert für die effektive Dosis aus Direktstrahlung von 0,1 mSv/Jahr zu beachten. Das ENSI erachtet die Darlegungen der Universität Basel, dass die Richtwerte für die Orts- resp. Personendosen während den Stilllegungsarbeiten für Personen, die sich ausserhalb des Reaktorraumes aufhalten, eingehalten werden, als zutreffend.

4.4.5 Strahlenmesstechnik

Angaben der Gesuchstellerin

Für die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen bezüglich des Strahlenschutzes werden Messungen bzw. strahlenschutztechnische Bewertungen gefordert. Die Richtlinie ENSI-G13 definiert die Konzepte, Anforderungen und Prüfungen für Strahlenschutzmessmittel in Kernanlagen. Gemäss Universität Basel sind Strahlenschutzmessmittel für die Personenkontrolle, die Arbeitsplatzüberwachung, die Freimessungen und Probenauswertungen erforderlich. Die Anforderungen an die benötigte Strahlenschutzmesstechnik ergeben sich aus den jeweilig geplanten Arbeitsschritten. Da der geforderte Bedarf an Messmitteln insbesondere in Bezug auf den Rückbau variiert, werden diese unter Berücksichtigung dieser Anforderungen angeschafft oder deren Bereitstellung beauftragt. Die Universität Basel will folgende Messgeräte einsetzen:

- amtliche Dosimeter;
- direkt ablesbare Dosimeter;
- Hand-Fuss-Monitor;
- Dosisleistungsmessgeräte;
- mobile Kontaminationsmonitore;
- Staubprobensammler zur Raumluftüberwachung;
- Gamma-Spektrometrie zur Probenauswertung;
- LSC-Messplatz;
- Wischtestmessplatz;
- Messsystem zur Bilanzierung der radioaktiven Aerosole mit der Fortluft.

Die Messgeräte werden entsprechend dem Einsatzzweck kalibriert und soweit gefordert geeicht. Durch den Strahlenschutzverantwortlichen wird administrativ sichergestellt, dass nur Prüfmittel mit gültigem Prüfstatus zum Einsatz kommen.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 9, 11, 17, 31, 34, 43 und 44 StSG, Art. 22, 56, 57, 61, 89-92 und 111-113 StSV

Art. 2, 7-9 und 13-15 StMmV

Richtlinie ENSI-G13

Beurteilung durch das ENSI

Die von der Universität Basel im Rahmen des Betriebs genutzte Strahlenmesstechnik entspricht dem Stand der Technik und erfüllt die gesetzlichen Vorgaben und die Anforderungen der Richtlinie ENSI-G13. Weitere Messgeräte, die in Bezug auf den Rückbau benötigt werden, wird die Universität unter Berücksichtigung dieser Anforderungen anschaffen.

Neu wird die Universität Basel zur Fortluftüberwachung eine isokinetische Probenentnahme mit nachgeschaltetem Aerosolsammler installieren. Gemäss Richtlinie ENSI-G13 ist diese Änderung freigabepflichtig und die Unterlagen dazu sind dem ENSI spätestens mit den Unterlagen zur Freigabe der Stilllegungsphase einzureichen. Die Fortluftüberwachung ist im Strahlenschutzkonzept festzulegen.

4.4.6 Überwachung von Immissionen und Direktstrahlung in der Umgebung

Angaben der Gesuchstellerin

Die Universität Basel legt dar, dass die Abgaben radioaktiver Aerosole mit der Fortluft so gering sind, dass der Immissionsgrenzwert nach Art. 102 Abs. 1 StSV (1994) selbst im Fortluftkanal eingehalten ist. Sie wird zur Beweissicherung diesen Grenzwert in der Fortluft mit einer isokinetischen Probenentnahme mit nachgeschalteten Aerosolsammler überwachen. Der Aerosolfilter wird wöchentlich ausgewertet.

Auch bezüglich der Direktstrahlung erwartet die Universität Basel aufgrund der geringen Aktivitäten der abgebauten Materialien, die im Reaktorraum für den Abtransport vorbereitet werden, keine messbaren Werte in der Umgebung.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 46 Bst. d KEV

Art. 24, 79 und 191 StSV

Beurteilung durch das ENSI

Das BAG überwacht die ionisierende Strahlung und die Radioaktivität in der Umwelt gemäss Art. 191 StSV. Das ENSI überwacht zusätzlich die ionisierende Strahlung und die Radioaktivität in der Umgebung der Kernanlagen und des PSI.

Eine Überwachung des Immissionsgrenzwertes in der Fortluft der Anlage mit wöchentlicher Auswertung genügt als Beweissicherung, um die Einhaltung des Grenzwertes in der Umgebung nachzuweisen. Weitere Massnahmen zur Überwachung der ionisierenden Strahlung und Radioaktivität in der Umwelt wären unverhältnismässig.

Auch auf eine zusätzliche Überwachung der Direktstrahlung in der Umgebung der Anlage kann verzichtet werden. Die geringen Aktivierungen der abgebauten Bauteile verursachen keine Dosisleistungserhöhungen ausserhalb der Anlage.

4.5 Mensch und Organisation

Die Grundsätze und das Vorgehen der Universität Basel zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Aspekte während der Stilllegung sind die zentralen Aspekte dieses Kapitels. Sie beinhalten die Organisation mit den zugehörigen Verantwortlichkeiten und das erforderliche Personal sowie die mit dem Qualitätsmanagement zusammenhängenden Aspekte der Ablauforganisation. Die Bewertung der menschlichen und organisatorischen Aspekte der Stilllegung durch das ENSI erfolgt ausschliesslich aus sicherheitsbezogenen Gesichtspunkten. Wirtschaftlichkeits- und finanzielle Betrachtungen sind nicht Gegenstand der Aufsicht des ENSI.

4.5.1 Organisation

Angaben der Gesuchstellerin

Die Universität Basel beschreibt die Aufbauorganisation, welche vorgesehen ist, um die Sicherheit der Anlage während der Stilllegung sowie einen effizienten, raschen und sicheren Rückbau zu gewährleisten.

Die Rückbauleitung greift zur Erfüllung ihrer Aufgaben auf die Projektleitung, Dienste der Universität sowie externe Dienstleister zu und stellt sicher, dass das eingesetzte Personal die erforderlichen Qualifikationen besitzt.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 27 KEG, Art. 45 Bst. g und h, Art. 46 Bst. e und Art. 40 Bst. c Ziff. 1 KEV

Das ENSI nimmt ausserdem Bezug auf die Anforderungen in Art. 30 KEV

Art. 14-18 VAPK

Kapitel 4.8.1 und 5.4.7 der Richtlinie ENSI-G17, Kapitel 4, 5, 6, 7.3, 7.8 und 7.9 der Richtlinie ENSI-G07, Kapitel 5.1 der Richtlinie ENSI-G09, Kapitel 4.11 der Richtlinie ENSI-B03, Kapitel 6.4 der Richtlinie ENSI-B10

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel trägt, in Anlehnung an Art. 22 Abs. 1 KEG, die Verantwortung für die Sicherheit der Anlage während der Stilllegung. Um diese Verantwortung wahrzunehmen, hat sie eine geeignete Organisation mit geeignetem Personal in genügender Anzahl einzusetzen. Die dazu vorgesehenen Vorkehrungen werden im Folgenden beurteilt.

Gemäss Art. 45 Bst. g KEV sind im Stilllegungsprojekt die Verantwortlichkeiten klar zuzuweisen und gemäss Kap. 4.8.1 Bst. c der Richtlinie ENSI-G17 ist ein Verantwortlicher für die Stilllegung zu bezeichnen. Die organisatorischen Festlegungen sind aus den Projektunterlagen nicht eindeutig ersichtlich. Weder im Organigramm noch in der Beschreibung ist das Verhältnis zwischen Rückbauleitung und Projektleitung eindeutig dargestellt bzw. beschrieben.

Weiterhin wird in Art. 45 Bst. g KEV der Nachweis für die Bereitstellung des für die Durchführung und die Überwachung der Stilllegungsarbeiten erforderlichen geeigneten und fachlich ausgewiesenen Personals in genügender Zahl gefordert und entsprechend sind basierend auf Kap. 5.4.7 Bst. a der Richtlinie ENSI-G17 im Stilllegungsprojekt die benötigten personellen Ressourcen für den Rückbau zu ermitteln.

Nach Angaben der Universität Basel [3] sorgen die internen und externen Auftragnehmer selbst für ihre notwendige Qualifikation. Nach Auffassung des ENSI sind die Beauftragten für Arbeitssicherheit, Brandschutz, Elektrosicherheit etc. im Stilllegungsprojekt zu beschreiben. Der direkte Zugang zum Verantwortlichen für die Stilllegung ist sicherzustellen. Dieser hat dafür Sorge zu tragen, dass die notwendige Qualifikation und Fachexpertise bei dem mit den Rückbautätigkeiten betrauten Personal vorhanden ist.

Daraus folgt die Nebenbestimmung 06 (4.5.1):

Die Organisation ist so aufzubauen, dass die zuständigen Organe ihre Verantwortung für eine sichere Durchführung und Überwachung der Stilllegungsarbeiten im Rahmen des Stilllegungsprojekts AGN-211-P wahrnehmen können. Es muss sichergestellt sein, dass die Anforderungen aus Art. 30 Abs. 1 Bst. a, b, d und f bis k sowie Art. 30 Abs. 2-4 KEV erfüllt werden. Mit den Unterlagen zur Stilllegungsphase ist aufzuzeigen, wie die Festlegungen umgesetzt werden.

Gemäss Kap. 5.4.7 Bst. b der Richtlinie ENSI-G17 ist ein Programm zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren (HOF-Programm) zu den Gesuchsunterlagen einzureichen. Im Sinne der Verhältnismässigkeit sind insbesondere die Auswirkungen von sicherheitsrelevanten Rückbaumassnahmen (unter Berücksichtigung von Arbeitssicherheit, Brandschutz, Elektrosicherheit, Strahlenschutz, etc.) zu identifizieren, zu bewerten und daraus allfällige Massnahmen für Mensch und Organisation abzuleiten.

Daraus folgt die Nebenbestimmung 07 (4.5.1):

Es ist ein HOF-Programm unter Berücksichtigung der sicherheitsrelevanten Rückbaumassnahmen zu erstellen.

4.5.2 Aus- und Weiterbildung

Angaben der Gesuchstellerin

Die mit der Leitung der Anlage AGN-211-P betrauten Personen haben langjährige Erfahrung mit dem Betrieb des Forschungsreaktors. Damit ist der betriebliche Wissenserhalt gewährleistet. Die beauftragte Projektleitung hat langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Stilllegung und des Rückbaus.

Für die in der Anlage tätig werdenden Personen besteht eine Unterweisungspflicht, welche der Vermittlung der notwendigen Anlagen-, Strahlenschutz- und Arbeitssicherheitskenntnisse für die Durchführung von Arbeiten innerhalb der kontrollierten Zone dient.

Es finden sich keine weiteren Angaben zur Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung des Personals.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 22 KEG, Art. 45 Bst. g KEV, Anhang 4 KEV

Art. 172 StSV

VAPK

Kapitel 4.8.1 der Richtlinie ENSI-G17, Kapitel 5.2 der Richtlinie ENSI-G07, Richtlinien ENSI-B10 und ENSI-B13

Beurteilung durch das ENSI

Das Aus- und Weiterbildungskonzept dient als Grundlage zur Erstellung der spezifischen Ausbildungsprogramme. Das Konzept und Änderungen daran sind gemäss Anhang 4 KEV freigabepflichtig. In der Betriebsbewilligung der Anlage AGN-211-P war kein Aus- und Weiterbildungskonzept festgelegt.

Die Ausbildung des leitenden Personals ist gemäss Stilllegungsprojekt gegeben, jedoch ist der Umfang der erforderlichen Weiterbildung den Anforderungen der fortschreitenden Stilllegung anzupassen. Daher ist die Weiterbildung des für den Rückbau notwendigen Personals gemäss Richtlinie ENSI-G17 im Sicherheitsbericht zu berücksichtigen.

4.5.3 Sicherheitskultur

Angaben der Gesuchstellerin

Das Physikalische Departement der Universität Basel, als Betreiber des Forschungsreaktors, legt Wert auf eine gelebte Sicherheitskultur. Auch bei der Stilllegung des Forschungsreaktors wird der Sicherheit ein hoher Stellenwert zugesprochen. Für an der Anlage tätig werdende Personen besteht eine Unterweisungspflicht, welche der Vermittlung der notwendigen Anlagen-, Strahlenschutz- und Arbeitssicherheitskenntnisse für die Durchführung von Arbeiten innerhalb der kontrollierten Zone dient.

Die Universität Basel beschreibt im Kapitel Qualitätsmanagementprogramm die Einberufung eines Fachbeirats. Dieser steht dem Rückbauprojekt beratend beiseite. Die Mitglieder des Fachbeirats zeichnen sich durch langjährige Erfahrungen in führenden Positionen kerntechnischer Betriebe bzw. Anlagen aus und haben weitreichende Erfahrungen im Bereich der Stilllegung kerntechnischer Anlagen.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 30 Abs. 1 Bst. k KEV

Kapitel 4.1, 4.3, 4.4 und 5 der Richtlinie ENSI-G07

IAEA No. SF-1 (Fundamental Safety Principles) Principle 3, IAEA GSR Part 2 (Leadership and Management for Safety), IAEA GSR Part 6 (Decommissioning of Facilities), Requirement 6 und Abs. 3.4

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel bekennt sich zum Primat der Sicherheit auch während der Stilllegung und räumt der Sicherheitskultur einen hohen Stellenwert ein. Sie benennt insbesondere die Unterweisungspflicht für an der Anlage tätige Personen. Die Unterweisungen dienen der Vermittlung von Anlage-, Strahlenschutz- und Arbeitssicherheitskenntnissen für die Durchführung von Arbeiten innerhalb der kontrollierten Zone.

Laut Angaben der Gesuchstellerin wurde ein Fachbeirat einberufen, welcher dem Rückbauprojekt beratend beiseite steht. Die Mitglieder des Fachbeirats zeichnen sich unter anderem durch weitreichende Erfahrungen im Bereich der Stilllegung kerntechnischer Anlagen aus. Das ENSI begrüsst diesen Schritt im Sinne von Qualitätssicherung und Sicherheitskultur und empfiehlt, eine detailliertere Beschreibung der genauen Funktion dieses Beirats im „Betriebsreglement für die Stilllegung“ auszuweisen.

Das ENSI bewertet die Angaben zur Sicherheitskultur als ausreichend.

4.5.4 Qualitätsmanagement und Managementsystem

Angaben der Gesuchstellerin

Das Qualitätsmanagement der Universität Basel bildet die Grundlage bzw. den Rahmen für das Qualitätsmanagement im Stilllegungsprojekt. Durch die Einbindung von Beauftragten (Sicherheitsbeauftragte, Brandschutzbeauftragte, etc.) der Universität Basel und dessen Physikalischen Departements besteht eine ständige Kontroll- und Aufsichtsfunktion, welche die Arbeiten der Stilllegung begleiten.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 45 Bst. h, Art. 31 und Art. 25 KEV

Kapitel 4.8.2 und 5.4.8 der Richtlinie ENSI-G17, Kapitel 4.2 der Richtlinie ENSI-G07

Kapitel 7 der IAEA No. SF-1 (Fundamental Safety Principles) Principle 3 sinngemäss

IAEA GSR Part 2 (Leadership and Management for Safety)

Kapitel 4 der IAEA GSR Part 6 (Decommissioning of Facilities)

Beurteilung durch das ENSI

Nach Art. 45 Bst. h KEV hat der Stilllegungspflichtige zum Stilllegungsprojekt ein Qualitätsmanagementprogramm einzureichen. Die Anforderungen an das Qualitätsmanagementprogramm für die Stilllegung sind in der KEV nicht näher spezifiziert. Sie können jedoch in Analogie aus den Anforderungen an das Qualitätsmanagementprogramm für die Erteilung einer Baubewilligung für eine neue Kernanlage (Art. 25 KEV) abgeleitet werden.

Das ENSI akzeptiert das Qualitätsmanagement der Universität Basel als Rahmen für das Qualitätsmanagement im Stilllegungsprojekt. Nach Angaben der Gesuchstellerin wird durch die Einbindung von Beauftragten (Sicherheitsbeauftragte, Brandschutzbeauftragte etc.) der Universität Basel und dessen Physikalischen Departements eine Begleitung der Arbeiten bei externer Beauftragung sichergestellt. Das ENSI weist darauf hin, dass die Kontroll- und Aufsichtsfunktion in letzter Instanz eindeutig beim Verantwortlichen für die Stilllegung liegen muss (siehe Nebenbestimmung 06).

Die Gesuchstellerin gibt an, aufgrund von Grösse und Umfang der Anlage bzw. der Stilllegungstätigkeiten auf die Einführung von Prozessen im Qualitätsmanagement zu verzichten. Sie führt jedoch an, für Tätigkeiten mit Sicherheits- bzw. Qualitätsrelevanz Verfahrensanweisungen zu erstellen. Nach Wertung des ENSI sind diese Verfahrensanweisungen, unter anderem auch die erwähnten Arbeitsfreigabeverfahren, klar zu kennzeichnen und den für das Projekt tätigen Personen bekannt zu machen. Dies ist im „Betriebsreglement für die Stilllegung“ gemäss Richtlinie ENSI-G09 zu regeln.

4.5.4.1 Dokumentation

Angaben der Gesuchstellerin

Nach Angaben der Gesuchstellerin wurde anhand eines Dokumentationskonzepts bereits im Vorfeld ein Dokumentationssystem durch die Projektleitung eingeführt, welche auch die Dokumentation der Stilllegung elektronisch und physisch führt und weiterverfolgt.

Die Projektleitung verfolgt auch die Lenkung von Dokumenten und stellt sicher, dass behördliche und geschäftsrelevante Unterlagen nachvollziehbar archiviert werden.

Die Dokumentation wird auf zentralen Servern der Universität Basel archiviert, es werden Sicherungskopien erstellt, und nach Abschluss der Stilllegung dem ENSI übergeben.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 41, 48 und Anhang 3 KEV

VAPK

Richtlinie ENSI-G09 und Kapitel 4.12 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Das Betriebsreglement ist an die Anforderungen der Stilllegung anzupassen. Nach Auffassung des ENSI ist es wichtig, die Erfahrungen der Rückbau- und Projektleitung aus Betrieb und Stilllegung auch beim Rückbau des Forschungsreaktors zu berücksichtigen. Die dafür notwendigen Voraussetzungen sind in Anlehnung an die Richtlinie ENSI-G09 im „Betriebsreglement für die Stilllegung“ zu regeln. Daraus ergibt sich die Nebenbestimmung 08 (4.5.4.1):

Das „Betriebsreglement für die Stilllegung“ und Änderungen daran sind freigabepflichtig. Es ist spätestens mit den Unterlagen zur Freigabe der Stilllegungsphase einzureichen.

Die Anforderungen an die Dokumentation während der Stilllegung müssen den Grundsätzen gemäss Art. 41 sinngemäss und Art. 48 KEV entsprechen, klar und eindeutig benannt, nachvollziehbar und zweckmässig sein. Weiterhin wurde geprüft, ob die Anforderungen gemäss Kapitel 4.12 der Richtlinie ENSI-G17 berücksichtigt wurden.

Die geplante Dokumentation ist konzeptionell erläutert, wodurch den Vorgaben der KEV und der Richtlinie ENSI-G09 entsprochen wird. Das ENSI bewertet die Vorgaben zur Dokumentation positiv.

Die Anpassung des Dokumentenmanagements im begleitenden Aufsichtsverfahren ist anforderungsgerecht. Die Vorgaben gemäss Kapitel 4.12 der Richtlinie ENSI-G17 wurden berücksichtigt. Es ist darlegt, dass die Dokumente sicher aufbewahrt werden und eine Archivierung in elektronischer (mittels DMS) und physischer Form erfolgt. Die geplante Vorgehensweise ist geeignet, die bei der Stilllegung anfallenden Dokumente und Daten in ausreichender Weise langfristig zu archivieren.

4.5.4.2 Periodische Berichterstattung

Angaben der Gesuchstellerin

Zur periodischen Berichterstattung macht die Universität Basel im Stilllegungsprojekt keine Angaben.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 48 KEV

Richtlinien ENSI-B02 und ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Gemäss Art. 48 KEV und der Richtlinie ENSI-B02 hat der Stilllegungspflichtige dem ENSI einen jährlichen Bericht über den Stand der Arbeiten einzureichen. Sollten Verzögerungen während des Rückbaus zu einer Projektdauer von mehr als einem Jahr führen, erwartet das ENSI die Erfüllung dieser Bedingung. Kapitel 6 der Richtlinie ENSI-B02 konkretisiert die Anforderungen an Art, Inhalt, Darstellung und Anzahl der Jahresberichte.

Gemäss Kapitel 4.11 Bst. b der Richtlinie ENSI-G17 sind darüber hinaus Quartalsberichte zu verfassen. Die Quartalsberichte müssen die Aspekte gemäss Kapitel 7 (Quartalsberichte) der Richtlinie ENSI-B02 berücksichtigen.

4.6 Entsorgung

Das Entsorgungskonzept stellt die beim Rückbau des Reaktors AGN-211-P zu erwartenden Mengen verschiedener Materialien und die zugehörigen Materialströme, die wesentlichen Bearbeitungsschritte und die Pfade zur schadlosen Beseitigung bzw. Verwertung oder zur Entsorgung als radioaktive Abfälle dar. Es ist Bestandteil der Stilllegungsplanung und beinhaltet auch ein Konzept zur Entlassung von Gebäuden aus dem Geltungsbereich der StSV.

Mit den Materialströmen werden die erforderliche spezifische Transport- und Lagerlogistik sowie deren gegenseitigen Abhängigkeiten aufgezeigt. Das Entsorgungskonzept sollte unter Berücksichtigung der konventionellen Schadstoffe verfasst werden und bildet die Basis für die Rückbauplanung und die Entsorgungsplanung. Letztlich ist der Nachweis zu erbringen, dass alle radioaktiven Abfälle in geeignetem Zustand der geologischen Tiefenlagerung zugeführt werden können.

4.6.1 Radioaktive Abfälle

Angaben der Gesuchstellerin

Beim Rückbau der Anlage AGN-211-P werden ausschliesslich schwachaktive Abfälle anfallen. Brennelemente und alphatoxische Abfälle sind zum Zeitpunkt der Stilllegung nicht vorhanden.

Die Universität Basel strebt an, wenn immer möglich, radioaktiv belastete Materialien vor Ort zu dekontaminieren und radiologisch freizumessen anstatt sie als radioaktive Abfälle zu entsorgen. Es sind keine

speziellen Dekontaminationsverfahren vorgesehen. Bei Erfordernis werden geeignete handelsübliche Dekontaminationsmittel für Oberflächen und Fussböden eingesetzt. Im Rahmen des Rückbaus fallen demontrierte bzw. teilzerlegte Komponenten der Reaktoranlage, Beton und Sekundärabfälle als Stilllegungsabfälle an. Die abgeschätzte Menge an Gesamtabfall lässt sich wie folgt unterteilen:

- Metallische Abfälle
 - Aluminium (ca. 190 kg)
 - Blei (ca. 160 kg)
 - Stahl (ca. 20 kg)
- Mineralische Abfälle
 - Beton (ca. 750 kg)
 - Graphit (ca. 160 kg)
- Sekundärabfälle (ca. 100 kg)

Konventionelle Gefahrstoffe sind im Bereich der radioaktiven Materialien nicht zu erwarten. Einzig ein Regelstab, der als Neutronenabsorber Cadmium enthält, ist vom konventionellen Potenzial als gesundheitsschädlich einzustufen. Dieser Stab erfährt keine weitere Behandlung vor der Abgabe.

Die radioaktiven Abfälle werden an das PSI als Sammelstelle des Bundes abgegeben.

Sie werden gemäss Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle (SR 814.557) in Abstimmung mit dem PSI verpackt. Für die Verpackung der radioaktiven Abfälle sind 200-l-Fässer vorgesehen. Es besteht die zusätzliche Möglichkeit, Aluminium getrennt in spezielle Innenverpackungen, z. B. in eine zylindrische 107-l-Spannringtrommel zu verpacken. Die beladenen Fässer werden bis zu deren Abtransport ausschliesslich innerhalb des Reaktorraums gelagert. Die Transporte an das PSI werden in Typ A-Verpackungen von einem qualifizierten Spediteur durchgeführt.

Vor der Durchführung der Transporte werden Kontrollmessungen vorgenommen. So wird sichergestellt, dass die Grenzwerte der Dosisleistung und die Kontaminationsgrenzwerte nicht überschritten werden. Die Universität Basel plant, die Verfahrensweise zur Sicherstellung einer qualitätsgesicherten Verpackung im Rahmen einer Verfahrensanweisung in den Antragsunterlagen zur Phasenfreigabe festzulegen.

Die Abfallbehandlung, Konditionierung und Zwischenlagerung erfolgt im PSI. Optional kann Aluminium bei der Verbrennung brennbarer Abfälle in der Plasma-Anlage der Zwiilag eingeschmolzen werden. Für die Konditionierung sieht die Universität Basel vor, eine Spezifikation gemäss Ziffer 4.3.1 der Richtlinie HSK-B05 zu erstellen, und in Verbindung mit ggf. weiteren erforderlichen Dokumenten, im Rahmen der Phasenfreigabe vorzulegen.

Die Universität Basel erwähnt auch eine mögliche Abklinglagerung von Materialien, bei denen festgestellt wird, dass sie aufgrund ihrer niedrigen Radioaktivität nach spätestens 30 Jahren unter den Freigrenzen der StSV liegen (siehe Kap. 4.6.3).

Beurteilungsgrundlagen

Art. 26 Abs. 2 Bst. d KEG, Art. 45 Bst. c KEV

Art. 119 StSV

Kapitel 5.4.3 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Das ENSI begrüsst das Bestreben der Universität Basel zur Abfallminimierung. Aus Sicht des ENSI werden die Abfallarten und -mengen im Stilllegungsprojekt vollständig erfasst. Da der Kernbrennstoff und die radioaktiven Quellen von der Anlage entfernt wurden, handelt es sich dabei ausschliesslich um schwachaktive Abfälle.

Das ENSI nimmt die im Stilllegungsprojekt geschätzten Abfallmengen zur Kenntnis, stellt aber fest, dass zwischen radioaktiven und nicht radioaktiven Abfallmengen keine Unterscheidung vorgenommen wurde. Daraus ergibt sich die Nebenbestimmung 09 (4.6.1):

Mit den Unterlagen zur Phasenfreigabe sind die Volumina der anfallenden Abfälle für die radioaktiven und nicht radioaktiven Abfallströme abzuschätzen.

Für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle sieht die Universität Basel die Verbringung gemäss der Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle an das PSI als Bundessammelstelle zur dortigen Behandlung und Konditionierung und der anschliessenden Lagerung der Abfälle im Bundeszwischenlager (BZL) vor. Dieser Entsorgungsweg ist im Einvernehmen der zuständigen Stellen entsprechend Art. 119 StSV zulässig und praktikabel, da es sich um Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung – wenn auch aus dem Aufsichtsbereich des ENSI – und nicht um Abfälle aus der Nutzung der Kernenergie im engeren Sinne handelt. Die Universität Basel hat dazu eine formelle Anmeldung der radioaktiven Abfälle dem BAG und dem ENSI vorzulegen, wobei namentlich die Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle sowie die Verordnung über die Gebühren im Strahlenschutz (GStSV; SR 814.56) anzuwenden sind. Daraus ergibt sich die Nebenbestimmung 10 (4.6.1):

Die radioaktiven Abfälle der Universität Basel sind an die Bundessammelstelle abzuliefern.

In diesem Zusammenhang weist das ENSI darauf hin, dass die Universität Basel die Stilllegungsabfälle vor Anlieferung an das PSI zu triagieren hat und nur radioaktiv belastete Stilllegungsabfälle ans PSI als Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden.

Das ENSI nimmt zur Kenntnis, dass die Universität Basel für die Konditionierung der Stilllegungsabfälle eine Spezifikation gemäss Ziffer 4.3.1 der Richtlinie HSK-B05 erstellen will. Aus Sicht des ENSI können für gewisse Abfallströme auch bereits genehmigte Abfallgebindetypen (AGT) des PSI angewendet werden. Daraus ergibt sich die Nebenbestimmung 11 (4.6.1):

Mit den Unterlagen zur Phasenfreigabe ist eine Zuteilung der erwarteten Abfallmengen zu den vorgesehenen Abfallgebindetypen einzureichen. Sollten neue, noch nicht genehmigte Abfallgebindetypen erforderlich sein, ist eine konkrete Planung für die Einreichung der zugehörigen Spezifikation und allfälliger zusätzlicher Gesuchsunterlagen gemäss Richtlinie HSK-B05 vorzulegen.

4.6.2 Freimessung von Materialien und Bereichen aus kontrollierten Zonen und Ablagerung von Abfällen mit geringer Aktivität

Mit der Freimessung wird messtechnisch nachgewiesen, dass Materialien oder Bereiche nicht mehr einer behördlichen Aufsicht resp. Bewilligungspflicht unterstehen. Zur Freimessung von Materialien gehören alle Tätigkeiten, mit denen nachgewiesen und dokumentiert wird, dass das Material als inaktiv betrachtet werden kann. Die Freimessung von Raumbereichen oder Bodenflächen beinhaltet alle Tätigkeiten mit denen nachgewiesen und dokumentiert wird, dass der Bereich oder die Fläche ausgezont und inaktiv weiter genutzt werden kann.

Angaben der Gesuchstellerin

Das Verdachtsmaterial wird weitestgehend an der Anlage getrennt und wenn möglich vor Ort freigegeben. Auch am PSI besteht die Möglichkeit, Verdachtsmaterial wie Beton oder Sekundärabfälle mit geeigneten Messmitteln und -anlagen freizugeben. Für die Freigabe vor Ort wird ein Verfahren zur Inaktiv-Freimessung etabliert. Am PSI wird auf betriebliche Verfahren zurückgegriffen.

Im Rahmen der Phasenfreigabe wird die Universität Basel das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung der anfallenden Materialien einreichen.

Nachdem alle Komponenten im Raum freigemessen oder als radioaktiver Abfall entsorgt worden sind, wird die verbliebene Baustruktur der Anlage freigemessen. Nach dem Freimessen der Reststrukturen wird die Universität Basel einen Abschlussbericht erstellen und einreichen.

Neben einer Freimessung möchte die Universität Basel eine Ablagerung von Abfällen mit geringer Aktivität mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde gemäss Art. 82 der StSV (1994) offen halten.

Aufgrund der beschränkten Menge und der geringen spezifischen Aktivitäten des Betonabbruchs ist es möglich, diesen komplett oder als Mindermenge für eine Deponierung vorzusehen.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 47, 53 KEV

Art. 11, 83, 105–107 und 114 StSV

Richtlinien ENSI-B04 und ENSI-G13, Kapitel 5.5 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Art. 53 KEV, Art. 83 und 105-107 StSV und die Richtlinie ENSI-B04 regeln das behördliche Aufsichtsverfahren für die Freimessung von Materialien und Bereichen aus kontrollierten Zonen. Insbesondere sind für die Freimessung Kriterien formuliert, unter denen höhere Mittelungsflächen resp. -massen zugelassen werden können. Die Anforderungen an die dazu benötigten Messgeräte und Freimessanlagen sind in der Richtlinie ENSI-G13 formuliert.

Materialien aus der kontrollierten Zone gibt der Bewilligungsinhaber nach erfolgter Freimessung in eigener Verantwortung frei. Jedoch muss er 10 Tage vor dem Abtransport, wenn die Materialmengen grösser als 1'000 kg oder 1 m³ sind, eine Meldung an die Aufsichtsbehörde mit dem entsprechenden Freimessprotokoll machen. Zusätzlich verlangt Art. 47 Bst. a KEV, dass in der Stilllegungsverfügung die Freigabepflicht für das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung der anfallenden Materialien geregelt werden muss. In Kapitel 5.5 der Richtlinie ENSI-G17 wird dies insoweit konkretisiert, dass unter anderem bei der Freigabe einer Stilllegungsphase das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung einzureichen ist. Daraus ergibt sich die Nebenbestimmung 12 (siehe Kapitel 4.6.3).

Die Anlage AGN-211-P kann erst nach erfolgter Freimessung der kontrollierten Zone aus dem Kernenergiegesetz entlassen werden. Der Abschlussbericht nach Art. 48 KEV muss einen Nachweis gemäss Art. 83 Abs. 2 StSV über die Dekontaminationsmassnahmen und Messungen enthalten. Die Messungen müssen zeigen, dass nach einer Entlassung aus der Kernenergiegesetzgebung keine radiologische Gefährdung für das Personal und die Bevölkerung ausgeht. Damit die Freigaben zur Entlassung aus der Kernenergiegesetzgebung ohne Verzögerungen erteilt werden kann, empfiehlt das ENSI, dass der Bewilligungsinhaber das detaillierte Vorgehen bei der Freimessung von ganzen Gebäuden oder grossen Raumbereichen vorab mit den Anforderungen des ENSI abgleicht.

Gemäss Art. 114 Abs. 1 StSV können radioaktive Abfälle mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde im Einzelfall an eine Deponie zur Ablagerung abgegeben werden, wenn:

- a) unter Berücksichtigung sonstiger in der Deponie vorhandener Materialien die Befreiungsgrenze insgesamt unterschritten ist; oder
- b) durch die Abgabe zu keiner Zeit eine effektive Dosis von 10 µSv pro Kalenderjahr akkumuliert werden kann.

Dabei darf die spezifische Aktivität der radioaktiven Abfälle gemäss Art. 114 Abs. 3 StSV bei einer Abgabe das Hundertfache der Befreiungsgrenze nicht überschreiten.

Gemäss Art. 11 Abs. 2 Bst. e StSV ist das ENSI die Bewilligungsbehörde für die Abgabe von radioaktiven Abfällen aus Kernanlagen an die Umwelt und damit auch für die Ablagerung von Abfällen mit geringer Aktivität in einer Deponie. Wenn diese Option im Einzelfall von der Universität Basel genutzt werden soll, muss daher ein entsprechender Antrag beim ENSI eingereicht werden.

4.6.3 Abklinglagerung

Abklinglagerung ist eine Methode, die dem übergeordneten Grundsatz der Minimierung radioaktiver Abfälle Rechnung trägt. Durch die Abklinglagerung wird die Freigabe der Materialien zu einem späteren Zeitpunkt erreicht. Der Anfall radioaktiven Abfalls und somit der Bedarf an Lagervolumen im geologischen Tiefenlager wird dadurch reduziert.

Angaben der Gesuchstellerin

Die Gesuchstellerin zitiert Art. 85 StSV (1994) wonach Abfälle, die spätestens 30 Jahre nach ihrer Entstehung aufgrund des radioaktiven Zerfalls aus dem Geltungsbereich nach Artikel 1 fallen, von den radioaktiven Abfällen zu trennen sind, wenn keine gesamthaft günstigere Alternative für Mensch und Umwelt zur Verfügung steht. Im Falle einer Trennung sind Bedingungen wie Verpackung, Kennzeichnung, Dokumentation, etc. zu beachten.

Da eine Alpha-Kontamination an den demontierten Komponenten sicher ausgeschlossen werden kann, ist eine Abklinglagerung, insbesondere von Aluminium, Blei und ggf. Graphit mit den Leitnukliden Co-60 und Zn-65, möglich. Die Abklinglagerung erfolgt in dafür zugelassenen Behältern und Gebäuden am PSI.

Beurteilungsgrundlagen

Art. 30 KEG, Art. 50 KEV

Art. 25 StSG, Art. 117 StSV

Kapitel 5.4.3 der Richtlinie ENSI-G17

Beurteilung durch das ENSI

Die Universität Basel plant, schwach radioaktives Material, dessen spezifische Aktivitäten nach 30 Jahren unter die Freigrenzen fallen, einer Abklinglagerung im PSI zuzuführen. Damit trägt die Universität Basel dem Minimierungsgebot für radioaktive Abfälle, die in ein Tiefenlager gebracht werden, Rechnung (vgl. Art. 50 KEV und Art. 25 StSG). Durch die gesunkenen Freigabewerte in der revidierten StSV ist eine Abklinglagerung für die angegebenen Materialien bedeutsam. Aufgrund seines geringen, in gebundener Form vorliegenden Aktivitätsinventars, ist das Gefährdungspotenzial eines Abklinglagers für Mensch und Umwelt gering. Die von der Universität Basel angegebene Materialmenge, die nach derzeitigem Kenntnisstand einer Abklinglagerung zugeführt werden soll, ist sehr gering ($< 1 \text{ m}^3$). Für die Abklinglagerung sind die Vorgaben von Art. 117 StSV einzuhalten.

Gemäss der revidierten StSV muss die Abklinglagerung von radioaktiven Abfällen aus Kernanlagen gegenwärtig in einer Kernanlage erfolgen. Die vorgesehene Abklinglagerung ausserhalb einer Kernanlage am PSI wird nur dann nutzbar sein, wenn auf Basis der vorgesehenen Revision der KEV die rechtlichen Grundlagen dafür geschaffen werden. Zudem sind für die Nutzung des Entsorgungspfades „Abklinglagerung mit anschliessender radiologischer Freigabe“ die nötigen Gesuche für das geplante Abklinglager bei der zuständigen Behörde nach deren Vorgaben einzureichen.

Um sicherzustellen, dass sämtliches Material nach der Abklinglagerung aus dem Geltungsbereich der StSV fällt, muss die Universität Basel die Entscheidungsmessungen vor seiner Einlagerung mit einer entsprechenden Qualität, vergleichbar mit einer Freimessung, durchführen und dokumentieren (siehe Kapitel 4.6.2).

Aus den Überlegungen in den Kapiteln 4.6.2 und 4.6.3 schlägt das ENSI die Nebenbestimmung 12 (4.6.3) vor:

Das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung von Materialien sowie zur Entscheidungsmessung von Materialien für ein Abklinglager und Änderungen daran sind freigabepflichtig.

5 Zusammenfassung

5.1 Gesamtbeurteilung

Das ENSI hat die von der Universität Basel eingereichten Unterlagen zur Stilllegung des Reaktors AGN-211-P eingehend geprüft und die Ergebnisse der Überprüfung in diesem Gutachten dargelegt. Dabei hat sich das ENSI vergewissert, dass die Universität Basel alle für das Stilllegungsprojekt relevanten Bestimmungen des KEG, der KEV, des StSG und der StSV sowie die weiteren relevanten Verordnungen und die massgeblichen Richtlinien des ENSI berücksichtigt hat. Auch hat das ENSI geprüft, ob das Projekt zur Stilllegung des Reaktors AGN-211-P den internationalen Anforderungen der IAEA entspricht und den aktuellen Stand der Technik berücksichtigt.

Als Ergebnis der Prüfung der Unterlagen hat das ENSI Nebenbestimmungen formuliert, die für eine geordnete Umsetzung der Stilllegung des Reaktors AGN-211-P als erforderlich erachtet werden, und daher dem UVEK zur Aufnahme in die Stilllegungsverfügung vorgeschlagen werden. Zusammenfassend stellt das ENSI fest, dass die Universität Basel in den Gesuchsunterlagen zur Stilllegung des Reaktors AGN-211-P nachvollziehbar dargelegt hat, dass während der Stilllegungsarbeiten:

- die grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit eingehalten werden können (nukleare Sicherheit);
- die Anforderungen der nuklearen Sicherung erfüllt werden können (nukleare Sicherung);
- die Rückbauarbeiten keine negativen Rückwirkungen auf die Einhaltung der grundlegenden nuklearen Schutzziele und der Anforderungen der nuklearen Sicherung haben;
- Personal, Bevölkerung und Umgebung vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen geschützt werden können (Strahlenschutz);
- Personal in genügender Zahl und Qualifikation sowie eine geeignete Organisation zur Verfügung gestellt werden können (Mensch und Organisation);
- alle radioaktiven Abfälle in geeignetem Zustand der Endlagerung zugeführt werden können (Entsorgung).

Aus Sicht des ENSI sind damit unter Berücksichtigung der Nebenbestimmungen alle erforderlichen Voraussetzungen für den Erlass der Stilllegungsverfügung erfüllt.

5.2 Nebenbestimmungen

Das ENSI beantragt die Aufnahme der nachfolgenden Nebenbestimmungen in die Stilllegungsverfügung. Die Begründungen für die einzelnen Nebenbestimmungen sind in den zutreffenden Kapiteln des vorliegenden Gutachtens enthalten. Der Hinweis auf das jeweils zutreffende Kapitel befindet sich in der Klammer.

Nebenbestimmung 01 (2.1):

Artikel 22 und 24 KEG, Artikel 30, 31, 32, 36, 37, 40 und 41 KEV sowie die Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK; SR 732.143.1) gelten während der Stilllegung des Reaktors AGN-211-P sinngemäss weiter, soweit dies mit Blick auf das abnehmende Gefährdungspotenzial notwendig ist.

Nebenbestimmung 02 (3.4):

Die Stilllegung erfolgt in einer einzigen Phase für die eine Freigabe des ENSI erforderlich ist. Die für die Freigabe der Stilllegungsphase einzureichenden Unterlagen richten sich nach Kapitel 5.5 der Richtlinie ENSI-G17. Bei der Planung der Stilllegungsphase sind auch die zutreffenden freigabepflichtigen Tätigkeiten gemäss Art. 47 KEV einzubeziehen.

Nebenbestimmung 03 (4.2):

Die Sicherungsmassnahmen sind aufgehoben.

Nebenbestimmung 04 (4.4.1):

Das Strahlenschutz-, sowie das Überwachungs- und Inkorporationsschutzkonzept und Änderungen daran sind freigabepflichtig. Sie sind spätestens mit den Unterlagen zur Freigabe der Stilllegungsphase einzureichen.

Nebenbestimmung 05 (4.4.4):

Für den Rückbau der Anlage AGN-211-P sind die folgenden Abgabelimiten zu beachten:

Abluft	
Co-60 als Leitnuklid für Aerosolabgaben:	$6 \cdot 10^5$ Bq/Woche
Abwasser	
Konzentration im Abwasser	< Befreiungsgrenze (LL) gemäss StSV, Anh. 3

Nebenbestimmung 06 (4.5.1):

Die Organisation ist so aufzubauen, dass die zuständigen Organe ihre Verantwortung für eine sichere Durchführung und Überwachung der Stilllegungsarbeiten im Rahmen des Stilllegungsprojekts AGN-211-P wahrnehmen können. Es muss sichergestellt sein, dass die Anforderungen aus Art. 30 Abs. 1 Bst. a, b, d und f bis k sowie Art. 30 Abs. 2-4 KEV erfüllt werden. Mit den Unterlagen zur Stilllegungsphase ist aufzuzeigen, wie die Festlegungen umgesetzt werden.

Nebenbestimmung 07 (4.5.1):

Es ist ein HOF-Programm unter Berücksichtigung der sicherheitsrelevanten Rückbaumassnahmen zu erstellen.

Nebenbestimmung 08 (4.5.4.1):

Das „Betriebsreglement für die Stilllegung“ und Änderungen daran sind freigabepflichtig. Es ist spätestens mit den Unterlagen zur Freigabe der Stilllegungsphase einzureichen.

Nebenbestimmung 09 (4.6.1):

Mit den Unterlagen zur Phasenfreigabe sind die Volumina der anfallenden Abfälle für die radioaktiven und nicht radioaktiven Abfallströme abzuschätzen.

Nebenbestimmung 10 (4.6.1):

Die radioaktiven Abfälle der Universität Basel sind an die Bundessammelstelle abzuliefern.

Nebenbestimmung 11 (4.6.1):

Mit den Unterlagen zur Phasenfreigabe ist eine Zuteilung der erwarteten Abfallmengen zu den vorgesehenen Abfallgebindetypen einzureichen. Sollten neue, noch nicht genehmigte Abfallgebindetypen erforderlich sein, ist eine konkrete Planung für die Einreichung der zugehörigen Spezifikation und allfälliger zusätzlicher Gesuchsunterlagen gemäss Richtlinie HSK-B05 vorzulegen.

Nebenbestimmung 12 (4.6.3):

Das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung von Materialien sowie zur Entscheidungsmessung von Materialien für ein Abklinglager und Änderungen daran sind freigabepflichtig.

Brugg, den 17. April 2018

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI



Dr. H. Wanner

Direktor

Anhang 1 Abkürzungsverzeichnis

BE	Brennelement
BFE	Bundesamt für Energie
BZL	Bundeszwischenlager, Sammelstelle für radioaktive Abfälle aus Medizin, Industrie und Forschung
EABN	Endgültige Ausserbetriebnahme
DMS	Dokumentenmanagementsystem
IAEA	International Atomic Energy Agency
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
SIA	Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins
SP	Stilllegungsphase
UVEK	Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Zwilag	Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG

Anhang 2 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Regeln

SR-Nummer	Titel
732.1	Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG)
732.11	Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV)
732.112.1	Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien
732.112.2	Verordnung des UVEK vom 17. Juni 2009 über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen
732.143.1	Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK)
732.143.3	Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Personensicherheitsprüfungen im Bereich Kernanlagen (PSPVK)
741.621	Verordnung vom 29. November 2002 über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR)
814.50	Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG)
814.501	Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017 (StSV)
814.554	Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM)
814.557	Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle
832.20	Bundesgesetz über die Unfallversicherung vom 20. März 1981 (UVG)
832.30	Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)

Richtlinie	Titel der Richtlinie	Stand
ENSI-A08	Quelltermanalyse: Umfang, Methodik und Randbedingungen	Februar 2010
ENSI-B02	Periodische Berichterstattung der Kernanlagen	Juni 2015
ENSI-B03	Meldungen der Kernanlagen	November 2016
ENSI-B04	Freimessung von Materialien und Bereichen aus kontrollierten Zonen	August 2009
HSK-B05	Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle	Februar 2007

Richtlinie	Titel der Richtlinie	Stand
ENSI-B09	Ermittlung und Aufzeichnung der Dosis strahlenexponierter Personen	Juli 2011
ENSI-B10	Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung von Personal	Oktober 2010
ENSI-B13	Ausbildung und Fortbildung des Strahlenschutzpersonals	November 2010
ENSI-G01	Sicherheitstechnische Klassierung für bestehende Kernkraftwerke	Januar 2011
ENSI-G07	Organisation von Kernanlagen	Juli 2013
ENSI-G09	Betriebsdokumentation	Juni 2014
ENSI-G13	Messmittel für ionisierende Strahlung	Oktober 2015
ENSI-G14	Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen	Dezember 2009
ENSI-G15	Strahlenschutzziele für Kernanlagen	November 2010
ENSI-G17	Stilllegung von Kernanlagen	April 2014
HSK-R-07	Richtlinie für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Instituts	Juni 1995
HSK-R-50/d	Sicherheitstechnische Anforderungen an den Brandschutz in Kernanlagen	März 2003

Anhang 3 Unterlagenverzeichnis

- [1] Universität Basel, „Stilllegung des Forschungsreaktors AGN-211-P am Departement Physik der Universität Basel“, Schreiben der Universität Basel an das Bundesamt für Energie vom 25. August 2015
- [2] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat, „Verfügung: Stilllegungsprojekt des Forschungsreaktors AGN-211-P der Universität Basel“, Schreiben des ENSI vom 13. Oktober 2015
- [3] Universität Basel, „Stilllegungsprojekt Stilllegung AGN-211-P“, Revision 00, 02/2017
- [4] Universität Basel, „Forschungsreaktor der Universität Basel - Einreichung Stilllegungsprojekt nach Art. 27 KEG und Gesuch auf Anordnung der Stilllegung nach Art. 28 KEG“, Schreiben der Universität Basel an das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, z.Hd. Bundesamt für Energie vom 07. Februar 2017
- [5] Anhang 1 zum Stilllegungsprojekt „Emissionsberechnung für die Stilllegung des Basler Reaktors AGN-211-P“ TM-96-16-19 Rev. 1; Paul Scherrer Institut (PSI), Stand: 14.7.2017
- [6] Anhang 2 zum Stilllegungsprojekt „Umweltverträglichkeitsbericht“ (UVB) (Abschliessende Voruntersuchung Art. 8a UVPV) ZH 6980.100; CSD Ingenieure AG, Stand: 31.10.2016
- [7] Bundesamt für Energie, „Vollständigkeitsprüfung Stilllegungsprojekt Forschungsreaktor Universität Basel“, Schreiben an das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI vom 17. Februar 2017
- [8] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat, Memorandum of Understanding zur Aufsicht über die konventionelle Arbeitssicherheit in Kernanlagen zwischen Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva), Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) und den Arbeitsinspektoraten der Kantone Aargau, Bern und Solothurn vom 5. Februar 2015
- [9] HSK 23/1022 Störfallanalyse zur Erdbebensicherheit des Forschungsreaktors der Universität Basel, 2.7.2003

Anhang 4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Übersicht über den Reaktor AGN-211-P	9
Abbildung 2:	Rahmenterminplan Stilllegung AGN-211-P	12

ENSI 23/1120

ENSI, CH-5200, Industriestrasse 19, Telefon +41 (0)56 460 84 00, info@ensi.ch, www.ensi.ch