



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit**  
**Commission fédérale de sécurité nucléaire**  
**Commissione federale per la sicurezza nucleare**  
**Swiss Federal Nuclear Safety Commission**

Juli 2017

---

# **Stellungnahme zum Gutachten des ENSI zum Stilllegungsprojekt des Kernkraftwerks Mühleberg**

---

KNS-02825



## Zusammenfassung

Mit Schreiben vom 18. Dezember 2015 hat die BKW Energie AG (BKW) als Eigentümerin und Betreiberin des Kernkraftwerks Mühleberg (KKM) beim Bundesamt für Energie (BFE) die Unterlagen zum Stilllegungsprojekt für das KKM eingereicht. BKW stellte damit beim zuständigen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) das Gesuch um Anordnung der Stilllegung nach Art. 28 Kernenergiegesetz. In der Folge begutachtete das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) als zuständige Aufsichtsbehörde das Stilllegungsprojekt hinsichtlich Sicherheit und Sicherung. Die KNS hat sich mit dem Stilllegungsgesuch von BKW und dem Gutachtenentwurf des ENSI befasst. Mit dem vorliegenden Dokument nimmt sie zum Gutachtenentwurf des ENSI vom 28. April 2017 Stellung und beschränkt sich dabei auf ausgewählte Punkte.

Die KNS stellt fest, dass das ENSI die von BKW eingereichten Unterlagen zur Stilllegung des KKM umfassend geprüft hat. Insgesamt wird das Stilllegungsprojekt in den Gesuchsunterlagen auf konzeptioneller Stufe beschrieben. Im Hinblick auf die geordnete Umsetzung der Stilllegung des KKM hat das ENSI im Gutachtenentwurf 35 Nebenbestimmungen formuliert, welche dem UVEK zur Aufnahme in die Stilllegungsverfügung vorgeschlagen werden. Sie beinhalten insbesondere Freigabepflichten und umschreiben die mit den Anträgen zur Freigabe einzureichenden Unterlagen, wobei die Unterlagen für die Stilllegungsphasen wiederum konzeptionellen Charakter haben sollen. Auch die Freigaben für die Demontage der radiologisch anspruchsvollen Komponenten (fest installierte Kerneinbauten, Reaktordruckbehälter sowie Biologischer Schild und Drywell) sollen zweistufig auf einer Konzept- und einer Ausführungsebene durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise gewährleistet nach Ansicht der KNS die angesichts der relativ langen Umsetzungsdauer für die Durchführung der Stilllegungsarbeiten nötige Flexibilität. Die Überprüfungen durch das ENSI, welche den Freigaben vorangehen und die Stilllegungsarbeiten begleiten, stellen nach Auffassung der KNS sicher, dass die Stilllegungsarbeiten sicherheitsgerichtet geplant und durchgeführt werden. Insbesondere ist dabei im Einzelfall sicherzustellen, dass die Rückbauarbeiten die nukleare Sicherheit und Sicherung nicht negativ beeinflussen (Rückwirkungsschutz). Als willkommene Rahmenbedingung für die Stilllegung ist aus sicherheitstechnischer Sicht festzustellen, dass das Gefährdungspotenzial in Form des Aktivitätsinventars am Standort nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs sowie in den Stilllegungsphasen 1 und 2 um jeweils mehrere Grössenordnungen sinkt, bis schliesslich ein radiologisch unbedenkliches Niveau erreicht ist. Für die weitere Bearbeitung des Stilllegungsprojekts äussert die KNS Hinweise, Anregungen oder Vorschläge insbesondere zu folgenden Themen:

- Arbeiten auf der +29-m-Ebene im Reaktorgebäude bis und mit Stilllegungsphase 1
- Limite für flüssige Abgaben
- chemische Dekontamination grosser Anlageteile („Systemdekontamination“)
- Materialabfluss, insbesondere Abklinglagerung
- Bestimmung der Störfallhäufigkeiten

Bei Berücksichtigung der vorgeschlagenen Nebenbestimmungen sowie der Hinweise der KNS sind nach Auffassung der KNS die Voraussetzungen für den Erlass der Stilllegungsverfügung erfüllt.

Unabhängig vom vorliegenden Gutachtenentwurf spricht die KNS den Themenkreis Forschung im Rahmen der Stilllegung an. Im Zusammenhang mit einer Stilllegung ergeben sich verschiedene Gelegenheiten, für die nukleare Sicherheit wichtige Daten zu erheben, welche in der Betriebszeit einer Kernanlage nicht erfasst werden können. Da in der Schweiz und im Ausland weiterhin Kernkraftwerke betrieben werden, besteht ein allgemeines öffentliches Interesse an der Erhebung derartiger Daten. Nach Auffassung der KNS gilt es, die speziellen Möglichkeiten für sicherheitsrelevante Forschung im Rahmen der Stilllegung zu nutzen und deshalb zu erwägen, wie die Durchführung derartiger Forschungsarbeiten im Rahmen der Stilllegung des KKM sichergestellt werden kann.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Unterlagen für die vorliegende Stellungnahme	2
1.3	Übersicht Kernkraftwerk Mühleberg	3
<b>2</b>	<b>Stellungnahme zum Gutachtenentwurf</b>	<b>4</b>
2.1	Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen	4
2.1.1	Vorgaben für die Beurteilung des Stilllegungsprojekts	4
2.1.2	Anwendung sicherheitsrelevanter Bestimmungen im Rahmen der Stilllegungsverfügung	5
2.1.3	Abgrenzung zwischen Betriebsbewilligung und Stilllegungsverfügung	6
2.2	Stilllegungsziel	7
2.3	Stilllegungsvarianten und Phasenkonzept	9
2.4	Gefährdungspotenzial	10
2.5	Gewährleistung des Rückwirkungsschutzes	12
2.6	Materialbehandlungseinrichtungen und Dekontamination	14
2.7	Abgabelimiten und Strahlenexposition der Bevölkerung	15
2.8	Organisation	17
2.9	Abklinglagerung	19
2.10	Vorbereitende Massnahmen	20
2.11	Stilllegungsphase 1	23
2.11.1	Überblick und Systembedarf	23
2.11.2	Deterministische Störfallanalysen	24
2.12	Stilllegungsphase 2	26
<b>3</b>	<b>Forschung</b>	<b>28</b>
3.1	Rahmenbedingungen	28
3.2	Hinweise auf Forschungsthemen	29
<b>4</b>	<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>30</b>
	<b>Referenzen</b>	<b>34</b>
	<b>Abkürzungen und Symbole</b>	<b>35</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Am 29. Oktober 2013 beschloss der Verwaltungsrat der BKW AG, das Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) noch bis ins Jahr 2019 unter Einhaltung aller Sicherheitsanforderungen weiter zu betreiben und anschliessend vom Netz zu nehmen. Damit verzichtete die Eigentümerin des KKM auf den zuvor beabsichtigten Langzeitbetrieb, wofür das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) Nachrüstforderungen vorgelegt hatte. In der Folge hielt das ENSI in den Verfügungen vom 14. November 2013 [7] und vom 3. Dezember 2015 [7] fest, welche Massnahmen zu treffen waren zur weiteren Verbesserung der Sicherheit für den Weiterbetrieb des KKM bis zur endgültigen Abschaltung. Sodann wurde im Rahmen der Verfügung vom 10. Dezember 2015 die Abgrenzung zwischen Betrieb (gemäss Betriebsbewilligung) und Stilllegung (gemäss Stilllegungsverfügung) geregelt und das ENSI erliess in der genannten Verfügung [7] Anordnungen mit dem Ziel, die Etablierung eines sicheren technischen Nachbetriebes sicherzustellen. Mit diesen Anordnungen waren seitens der Aufsichtsbehörde wichtige Voraussetzungen geschaffen, um auch für die Restlaufzeit und den Übergang in die Stilllegung weiterhin den sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Endgültig ausser Betrieb genommene Anlagen müssen stillgelegt werden (Art. 26 Kernenergiegesetz, KEG; SR 732.1) und der Eigentümer muss ein Stilllegungsprojekt nach Art. 27 KEG und Art. 45 Kernenergieverordnung (KEV; SR 732.11) vorlegen. Die Stilllegung umfasst alle Arbeiten zur ordnungsgemässen Beseitigung der radiologischen Gefahrenquelle am Anlagenstandort. Mit Schreiben vom 18. Dezember 2015 hat die BKW Energie AG (BKW) als Eigentümerin und Betreiberin des KKM beim Bundesamt für Energie (BFE) die Unterlagen zum Stilllegungsprojekt für das KKM eingereicht. BKW stellte damit beim zuständigen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) das Gesuch um Anordnung der Stilllegung nach Art. 28 KEG [BKW GeSt 2015].

Aufgrund der Ergebnisse der Vollständigkeitsprüfung durch das BFE reichte BKW mit Datum 10. März 2016 die Unterlagen in überarbeiteter Form ein. In der Folge begutachtete das ENSI als zuständige Aufsichtsbehörde das Stilllegungsprojekt hinsichtlich Sicherheit und Sicherung.

Die KNS kann zuhanden des Bundesrats und des Departements Stellung zu Gutachten des ENSI nehmen (Art. 71 Abs. 3 KEG). Dabei kann sie sich auf ausgewählte Punkte beschränken und spricht sich insbesondere darüber aus, ob die vorgesehenen Vorkehren zum Schutz von Mensch und Umwelt ausreichen (Art. 5 Verordnung über die KNS, VKNS; SR 732.16). Da mit dem vorliegenden Projekt erstmals ein Kernkraftwerk (KKW) in der Schweiz stillgelegt werden soll, war die Absicht der KNS, eine Stellungnahme abzugeben, im Vornherein gegeben und wurde in der KNS-Sitzung vom 15. Dezember 2016 bestätigt. Mit dem vorliegenden Dokument nimmt die KNS Stellung zum Gutachtenentwurf des ENSI vom 28. April 2017 [ENSI EnGuSt 2017].

In der vorliegenden Stellungnahme werden ausgewählte Punkte aus dem Gutachten bzw. ausgewählte Aspekte des Stilllegungsprojektes behandelt. Dabei wird jeweils unter dem Untertitel „Zum Sachstand“ auf zugehörige Informationen, insbesondere auf Darlegungen (inkl. Beurteilungen) in den hier nachfolgend erwähnten Unterlagen Bezug genommen. Anschliessend folgen die Kommentare der KNS unter dem Untertitel „Beurteilung durch die KNS“.

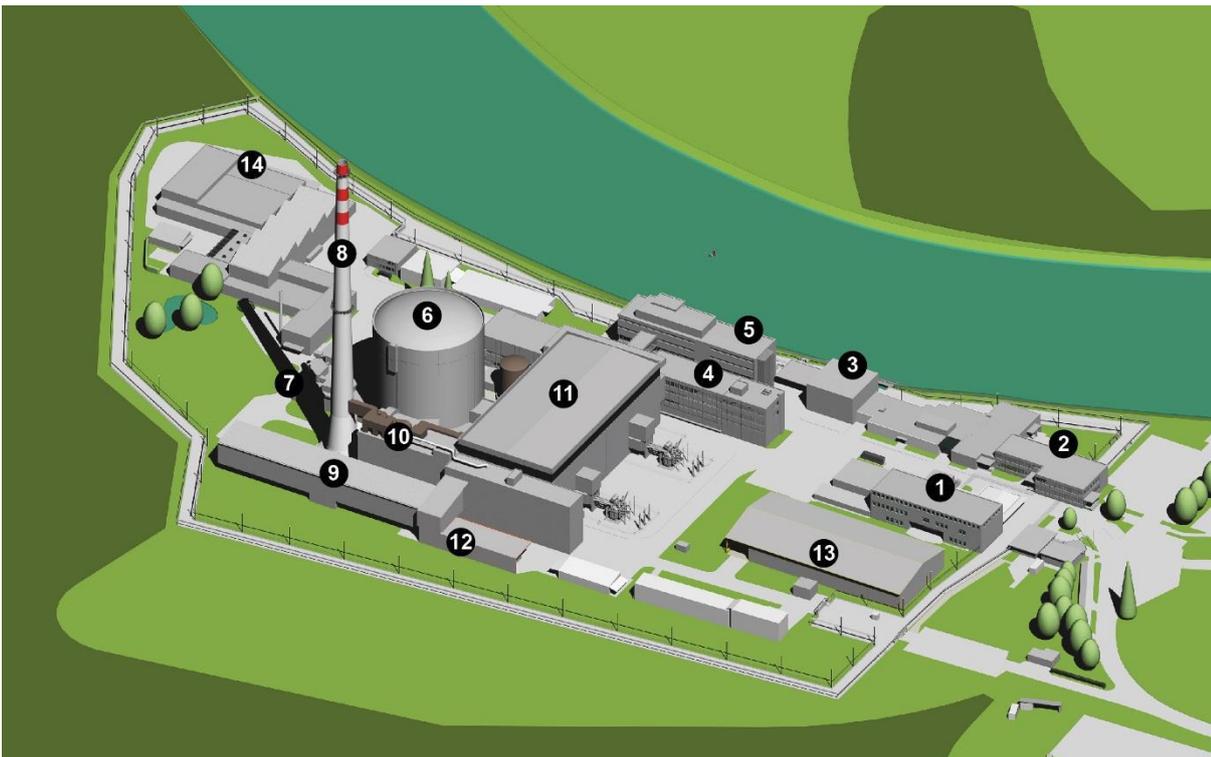
## 1.2 Unterlagen für die vorliegende Stellungnahme

Den Entwurf seines Gutachtens stellte das ENSI in vorläufiger Form anfangs März 2017 der KNS zu. Für die vorliegende Stellungnahme massgebend ist der Gutachtenentwurf vom 28. April 2017:

- Gutachten zum Stilllegungsprojekt des Kernkraftwerks Mühleberg; ENSI 71/39, Entwurfsstand 28. April 2017; ENSI, Brugg, 28. April 2017 (fortan: Gutachtenentwurf) [ENSI EnGuSt 2017]

Zuvor waren der KNS Ende April 2016 das Gesuch und die überarbeiteten Unterlagen zum Stilllegungsprojekt zugestellt worden:

- Einreichung Stilllegungsprojekt und Gesuch auf Anordnung der Stilllegung nach Art. 28 KEG betreffend das Kernkraftwerk Mühleberg; BKW Energie AG, Bern, 18. Dezember 2015 (fortan: Gesuch) [BKW GeSt 2015]
- Stilllegungsprojekt; Hauptbericht (Version 1.1); BKW Energie AG, Bern, 10.03.2016 (fortan: Hauptbericht) [BKW HB 2016]
- Störfallbetrachtungen und Notfallschutzmassnahmen; Teilbericht 1 (Version 1.1); BKW Energie AG, Bern, 10.03.2016 [BKW T1 2016]



- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 Mehrzweckgebäude                        | 8 Hochkamin                  |
| 2 Personalrestaurant / Verwaltungsgebäude | 9 Zwischenlager              |
| 3 Pumpenhaus                              | 10 Aufbereitungsgebäude      |
| 4 Betriebsgebäude                         | 11 Maschinenhaus             |
| 5 Betriebsgebäude Nord                    | 12 Halle radioaktive Abfälle |
| 6 Reaktorgebäude (Sekundärcontainment)    | 13 Lagerhalle                |
| 7 SUSAN-Gebäude                           | 14 Werkstatt / Lager         |

Abbildung: Situationsplan der Gebäude und Einrichtungen auf dem Areal KKM  
[BKW HB 2016, Abbildung 1-3]

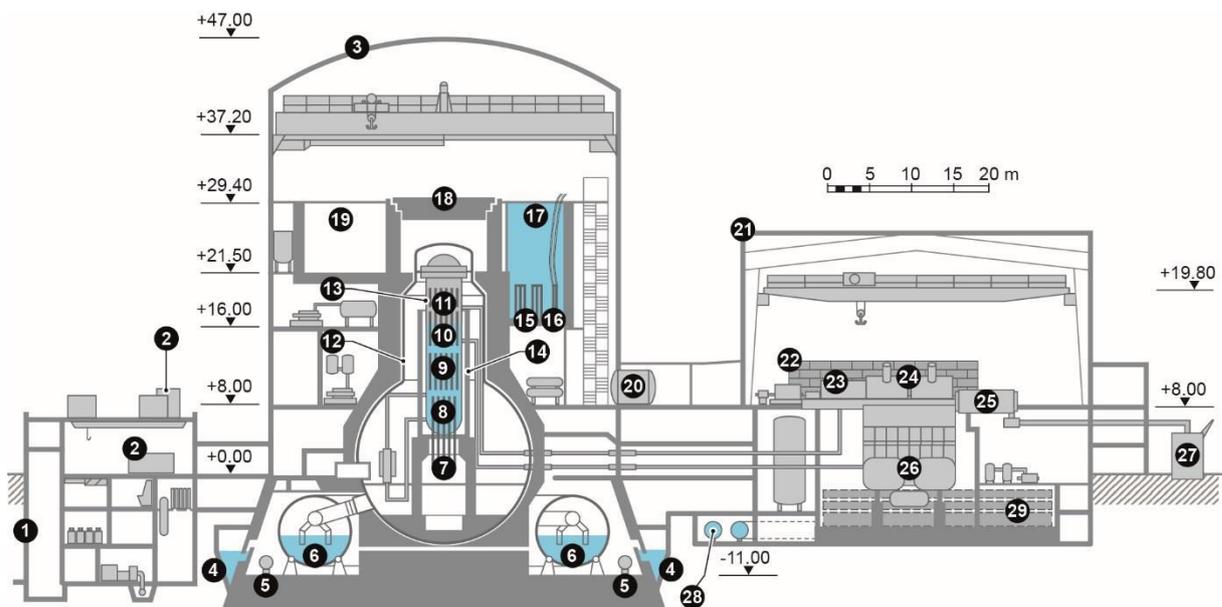
Mit diesen Projektunterlagen waren auch der Umweltverträglichkeitsbericht (Teilbericht 2) sowie der Bericht zur Sicherung (Teilbericht 3) zugestellt worden. Da der Umweltverträglichkeitsbericht nicht Gegenstand des ENSI-Gutachtens ist, wird in der vorliegenden Stellungnahme nicht speziell darauf eingegangen. Der Teilbereich Sicherung gehört nicht zum Aufgabenbereich der KNS und unterliegt der Vertraulichkeit, weshalb dieser Teilbericht an dieser Stelle ausser Betracht fällt.

Auf Basis der vorhandenen Information richtete die KNS anfangs April 2017 einige Fragen an das ENSI. Diese wurden vom ENSI im Rahmen einer Präsentation in der KNS-Sitzung vom 28. April 2017 und zusätzlich in schriftlicher Form beantwortet:

- Gutachten zur Stilllegung KKM: Antworten auf die Fragen der KNS; Memo; ENSI, Brugg, 28.04.2017 [ENSI AnSt 2017]

### 1.3 Übersicht Kernkraftwerk Mühleberg

Eine Kurzbeschreibung des Kernkraftwerks Mühleberg (KKM) ist als Kapitel 1 im Hauptbericht [BKW HB 2016] enthalten. Im Sinn einer Orientierungshilfe sind hier ohne weitere Kommentare zwei Abbildungen mit Übersichten zur Anlage KKM reproduziert.



- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1 SUSAN-Gebäude   | 15 Abgebrannte Brennelemente     |
| 2 Notstromdieselanlagen   | 16 Eintauchkühler                |
| 3 Reaktorgebäude (Sekundärcontainment)                          | 17 Brennelementlagerbecken (BEB) |
| 4 Äusserer Torus  | 18 Betonriegel                   |
| 5 Noteinspeisesysteme / Systeme zur Abfuhr der Nachzerfallwärme | 19 Einbautenbecken               |
| 6 Innerer Torus   | 20 Personenschleuse              |
| 7 Steuerstabantriebe  | 21 Maschinenhaus                 |
| 8 Steuerstäbe   | 22 Splitterschutzsteine          |
| 9 Brennelemente   | 23 Hochdruckturbinen             |
| 10 Wasserabscheider   | 24 Niederdruckturbinen           |
| 11 Dampftrockner  | 25 Generator                     |
| 12 Drywell (Primärcontainment)                                  | 26 Kondensator                   |
| 13 Reaktordruckbehälter (RDB)                                   | 27 Blocktransformator            |
| 14 Biologischer Schild  | 28 Hauptkühlwasserkreislauf      |
|   | 29 Abgassystem                   |

Abbildung: Querschnitt durch das SUSAN- und das Reaktorgebäude sowie das Maschinenhaus [BKW HB 2016, Abbildung 3-3]

## 2 Stellungnahme zum Gutachtenentwurf

### 2.1 Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen

#### 2.1.1 Vorgaben für die Beurteilung des Stilllegungsprojekts

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu Abschnitt 2.1 (1. Teil) des Gutachtenentwurfs.

##### *Zum Sachstand*

Das ENSI verweist auf die Kernenergie- und die Strahlenschutzgesetzgebung, insbesondere das Kernenergiegesetz (KEG; SR 7332.1), die Kernenergieverordnung (KEV; SR 732.11), das Strahlenschutzgesetz (StSG; SR 814.50) sowie die Strahlenschutzverordnung (StSV; SR 814.501). Die StSV wird zurzeit umfassend revidiert. Die revidierte StSV wird voraussichtlich vor Erlass der Stilllegungsverfügung in Kraft treten, sodass die neuen Bestimmungen für die Stilllegung KKM massgebend sein werden. Relevant sein werden insbesondere deutlich reduzierte Freigrenzen<sup>1</sup>, die in den Mengenabschätzungen im Gutachtenentwurf bereits berücksichtigt sind, und neu formulierte Immissionsgrenzwerte.

Sodann sind die Richtlinien des ENSI sinngemäss anzuwenden; insbesondere kommt die Richtlinie ENSI-G17 „Stilllegung von Kernanlagen“ zur Anwendung.

Schliesslich verweist das ENSI auf den aktuellen Stand der Technik und das internationale Regelwerk, an denen sich Stilllegungs- und Rückbauprojekte orientieren müssen.

##### *Beurteilung durch die KNS*

Die KNS bestätigt, dass die erwähnten Vorgaben für die Beurteilung des Stilllegungsprojekts massgebend sind.

Allerdings sind insbesondere die aktuellen nationalen schweizerischen Regulierungen ohne konkrete Erfahrungen mit einem Stilllegungsprojekt für ein kommerzielles Kernkraftwerk (KKW) verfasst und erlassen worden. Wie unter anderem aus einzelnen Aussagen weiter unten in dieser Stellungnahme hervorgeht, ergibt sich deshalb in verschiedenen Punkten Klärungsbedarf für die Konkretisierung im Rahmen des vorliegenden, ersten KKW-Stilllegungsprojekts in der Schweiz. Abweichungen gegenüber der erwähnten Richtlinie ENSI-G17 erachtet die KNS insofern als unproblematisch, als bei Richtlinien explizit Abweichungen zulässig sind, wenn die vorgeschlagene Lösung in Bezug auf die nukleare Sicherheit mindestens gleichwertig ist. Bei der Umsetzung von Bestimmungen der Kernenergiegesetzgebung hat sich gezeigt, dass verschiedentlich Interpretationsbedarf besteht (z. B. Definition „endgültige Ausserbetriebnahme“). Die KNS begrüsst, wenn für solche Fälle im Gutachtenentwurf zielführende Vorgehensweisen vorgesehen sind. Ziel der Stilllegung ist die Schaffung von Sicherheit für Mensch und Umwelt, indem die radiologischen Gefahrenquellen am Anlagenstandort sicher und auch zeitnah beseitigt werden. Abgesehen von der bei gutem Fortschritt im Zeitintegral erzielbaren Reduktion des Risikos ist der zeitliche Aspekt insofern wichtig, als absehbar längerfristig schwindende Kenntnisse rechtzeitig zu nutzen sind und eine angemessene Projektdynamik ein entscheidender Erfolgsfaktor ist. In diesem Zusammenhang ist – ausserhalb der Kernkompetenzen der KNS – auch die Rechtssicherheit als wesentlicher Erfolgsfaktor zu nennen. Soweit die KNS dies einschätzen kann, scheinen die vorgesehenen Regelungen diesbezüglich günstige Voraussetzungen zu schaffen.

---

<sup>1</sup> Reststoffe mit einem Gehalt an Radionukliden über den Freigrenzen sind als radioaktive Abfälle zu behandeln.

## 2.1.2 Anwendung sicherheitsrelevanter Bestimmungen im Rahmen der Stilllegungsverfügung

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu Abschnitt 2.1 (2. Teil) des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

Verschiedene gesetzliche Bestimmungen mit Bezug zur Sicherheit sind an die Betriebsbewilligung geknüpft und deshalb formell für die Stilllegungsverfügung nicht mitgeltend. Das ENSI hält es für erforderlich, dass die folgenden Bestimmungen sinngemäss weiterhin gelten:

- Die in Art. 22, 23 und 24 KEG vorgesehenen Pflichten des Bewilligungsinhabers sind auch während der Stilllegung sinngemäss zu erfüllen. Nach Wertung durch das ENSI können die Durchführung von umfassenden Sicherheitsüberprüfungen, die Nachrüstungspflicht sowie die Pflicht zur Nachführung des Stilllegungsplans entfallen.
- In den Art. 30 bis 41 KEV sind sicherheitsrelevante Pflichten des Bewilligungsinhabers geregelt. Diese Artikel sollen mit der Stilllegungsverfügung weiterhin sinngemäss mitgelten.<sup>2</sup> Entfallen können laut ENSI die beiden folgenden Artikel:
  - Art. 34 KEV betreffend periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ): Die nächste Durchführung der alle zehn Jahre fälligen PSÜ wäre erst nach der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN) fällig und wird deshalb vom ENSI als nicht mehr sinnvoll erachtet.
  - Art. 35 KEV betreffend Alterungsüberwachungsprogramme (AÜP): Auf die Fortführung der AÜP kann nach Wertung durch das ENSI verzichtet werden, wenn der direkte Rückbau planmässig erfolgt.
- Die Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK; SR 732.143.1) sowie die Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK; SR 732.143.2) sollen weitergelten.

Das ENSI beantragt daher die Nebenbestimmung 01, wonach die erwähnten Bestimmungen bzw. Verordnungen für die Stilllegung sinngemäss weitergelten, soweit dies unter Berücksichtigung des abnehmenden Gefährdungspotenzials notwendig ist.

### *Beurteilung durch die KNS*

Die KNS unterstützt den Antrag gemäss Nebenbestimmung 01. Die betreffenden Bestimmungen sind wesentlich für die Gewährleistung der Sicherheit.

Dem Verzicht auf weitere periodische Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) und auf die Fortführung der Alterungsüberwachungsprogramme (AÜP) stimmt die KNS mit folgenden Überlegungen zu:

- Da das KKM in der Stilllegung laufenden Veränderungen unterliegt und die zugehörigen Sicherheitsfragen in den verschiedenen Freigabeverfahren in relativ kurzen Zeitabständen zu klären sind, ist auch nach Meinung der KNS die Durchführung der alle zehn Jahre fälligen PSÜ nicht mehr notwendig. Die KNS bestätigt somit die Ausklammerung von Art. 34 KEV.
- Die AÜP sind in erster Linie auf die Sicherheit des Betriebs der Primäranlagen (bei hohen Drücken und Temperaturen) sowie des Inventars an Kernbrennstoffen ausgerichtet. Die mit diesen Betriebsbedingungen verbundenen, relativ grossen Gefährdungspotenziale

---

<sup>2</sup> Mit Art. 49 KEV ist bereits formell geregelt, dass die Art. 38 und 39 KEV betreffend Meldepflichten auch im Rahmen der Stilllegungsverfügung sinngemäss mitgelten.

entfallen mit der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs (EELB) noch vor Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung bzw. mit der Auslagerung des Kernbrennstoffs im Verlauf von wenigen Jahren. Laut vorliegendem Projekt soll die Anlage fünf Jahre nach EELB frei von Kernbrennstoff sein und das in der Anlage vorhandene Aktivitätsinventar dann zumal im Bereich von  $10^{15}$  Bq liegen (etwa ein Millionstel des Aktivitätsinventars im Leistungsbetrieb). Da im Vergleich zum Leistungsbetrieb nur noch untergeordnete, relativ tief klassierte Systeme und Komponenten sowie die Gebäude sicherheitsrelevante Funktionen erfüllen müssen, die Anlage laufend Veränderungen unterworfen ist und das verbleibende Gefährdungspotenzial tief ist, kann auch nach Meinung der KNS auf die Fortführung der AÜP verzichtet werden. Soweit Alterungsmechanismen zu beachten sind, u.a. auch im Fall von grösseren Verzögerungen bei der Stilllegung, können diese über die Instandhaltungsprogramme kontrolliert werden. Die KNS bestätigt somit die Ausklammerung von Art. 35 KEV.

### **2.1.3 Abgrenzung zwischen Betriebsbewilligung und Stilllegungsverfügung**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu Abschnitt 2.2 des Gutachtenentwurfs.

#### *Zum Sachstand*

Das ENSI weist darauf hin, dass bei der Ausserbetriebnahme eines Kernkraftwerks zwischen der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs (EELB) und der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN) zu unterscheiden ist. Die EELB ist der Zeitpunkt, zu dem die Stromproduktion eingestellt und das Kernkraftwerk endgültig heruntergefahren („abgestellt“) wird. Danach werden alle Brennelemente aus dem Reaktordruckbehälter (RDB) in das Brennelementbecken (BEB) transferiert und die für die Etablierung des sicheren technischen Nachbetriebs (ETNB) erforderlichen Massnahmen umgesetzt. Um die Nachwärme der Brennelemente während dieser Zeit abzuführen, werden auch bestehende Betriebs- und Sicherheitssysteme benötigt. Wegen diesen Systemanforderungen werden die Arbeiten bis zum Abschluss der ETNB gestützt auf die Betriebsbewilligung durchgeführt. Wenn alle Brennelemente in das BEB transferiert worden sind und die für die ETNB zwingend erforderlichen technischen und organisatorischen Massnahmen umgesetzt sind, ist der Zeitpunkt der EABN erreicht und die Betriebsbewilligung erlischt. Die weiteren Stilllegungsarbeiten fallen unter die Stilllegungsverfügung und setzen grundsätzlich deren Rechtskraft voraus.

Weiter führt das ENSI aus, dass im Unterschied zu den Arbeiten unter der Stilllegungsverfügung die Arbeiten zur ETNB zeitnah und zwingend durchgeführt werden müssen. Diese sind notwendig, um die Anlage nach der EELB in einen langfristig sicheren Zustand zu überführen, und sind deshalb nicht Bestandteil der Stilllegungsverfügung.

#### *Beurteilung durch die KNS*

Bei den in der Schweiz vorhandenen Reaktoranlagen (Leichtwasserreaktoren) mit den zugehörigen Brennstoffkonzepten muss auf die endgültige Einstellung des Leistungsbetriebs zwingend ein sogenannter technischer Nachbetrieb folgen, damit der Brennstoff abklingen kann und die Nachzerfallwärmeleistung auf ein Niveau sinkt, das für eine Auslagerung praktikabel ist. Die KNS erachtet es deshalb als sachgerecht und sicherheitsgerichtet, die Etablierung des sicheren technischen Nachbetriebs für die EABN vorauszusetzen und somit die entsprechenden Massnahmen unter der Betriebsbewilligung durchzuführen. Die KNS hat dies bereits in ihren Kommentaren vom 30. November 2015 zur Konzeptualisierung des technischen Nachbetriebs [KNS TNB 2015] bestätigt.

Mit den oben erwähnten, „zeitnah und zwingend“ durchzuführenden Massnahmen für die ETNB ist nach dem Verständnis der KNS der Umbau der per Ende 2016 verlangten Brenn-

elementbecken-Notfallkühlung zu einem Sicherheitssystem (Sicherheitsebene 3) angesprochen, wie ihn das ENSI mit Forderung 4 in der Verfügung vom 3. Dezember 2015 [7] per Ende 2020 für das KKM gefordert hat. Abgesehen von dieser speziellen Situation beim KKM ist die zwingende Notwendigkeit von Massnahmen zur ETNB nach Meinung der KNS insofern zu relativieren, als ein KKW in seiner Konfiguration für den Leistungsbetrieb im Prinzip für die Erfordernisse des technischen Nachbetriebs ausgerüstet ist, wenn auch nicht unbedingt in einer unter Beachtung der besonderen Situation im Nachbetrieb zweckmässigen Weise [KNS TNB 2016].

Im Sinne einer Nebenbemerkung weist die KNS darauf hin, dass im Rahmen der oben angesprochenen Konzeptualisierung des technischen Nachbetriebs insbesondere das Verständnis des Begriffes „endgültige Ausserbetriebnahme“ präzisiert worden ist und nicht mehr den Darlegungen in der Richtlinie ENSI-G17 entspricht: Auf den Zeitpunkt der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs (EELB) folgt die Phase der Etablierung des technischen Nachbetriebs (ETNB); deren Abschluss bestimmt den Zeitpunkt der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN). Nach dieser Sprachregelung ist die ETNB, gegebenenfalls ergänzt mit den sogenannten Vorbereitenden Massnahmen (vgl. Abschnitt 2.10), an die Stelle der gemäss Richtlinie ENSI-G17 vorgesehenen Phase 0 getreten.

## 2.2 Stilllegungsziel

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu Abschnitt 3.2 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

BKW stellt den Antrag I-2 [BKW GeSt 2015]: „*Der Umfang der anzuordnenden Arbeiten sei entsprechend dem Stilllegungsprojekt auf die Massnahmen des Rückbaus und der Entsorgung (Stilllegungsarbeiten) bis und mit der radiologischen Freimessung der Anlage und des zugehörigen Areals zu beschränken.*“ Nach Angaben von BKW ist das Stilllegungsziel erreicht, sobald die behördliche Feststellung vorliegt, dass das KKM keine radiologische Gefahrenquelle mehr darstellt und keine Ereignisse auftreten, die eine erhöhte Radioaktivität in der Umgebung bewirken können. In diesem Zusammenhang ist auch der im Abschnitt 3.4 des Gutachtenentwurfs angesprochene Zusatzantrag von BKW zu beachten [BKW GeSt 2015, Antrag I-8 (letzter Satz)]: „*Das ENSI sei weiter zu ermächtigen, den in einer Stilllegungsphase nicht ausdrücklich vorgesehenen Abbruch einzelner Gebäudeteile im Freigabeverfahren zu genehmigen, soweit sich dies aus Gründen der Arbeitssicherheit, der Gebäudestatik oder der zielgerichteten Weiterführung der Stilllegungsarbeiten als notwendig oder sinnvoll erweist.*“

Das ENSI beurteilt den erwarteten Endzustand als 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 und des zugehörigen Areals zu beschränken. Dies gilt unter dem Vorbehalt, dass das Areal nicht für die weitergehende Lagerung radioaktiver Abfälle im Sinne von Art. 2 Abs. 1 Bst. c KEG genutzt wird.

Sodann stellt das ENSI fest, dass die Regelung von Freigaben nach Art. 47 Bst. d KEV für die nichtnukleare Weiternutzung von Anlageteilen vor Abschluss der Stilllegung entfällt, weil solche Weiternutzungen ausserhalb der beantragten Stilllegungsverfügung liegen und deshalb nicht möglich sind. Aus gleichem Grund entfällt die Regelung von Freigaben nach Art. 47 Bst. c KEV für den Abbruch von Gebäuden. In diesem Zusammenhang weist das

ENSI darauf hin, dass der Nachweis der Kontaminationsfreiheit unter Umständen nur in Verbindung mit einem Abbruch von Gebäudestrukturen geführt werden kann. Der Abbruch von Gebäuden ist jedoch im vorliegenden Projekt nicht vorgesehen, liegt deshalb ausserhalb des Geltungsbereiches der hier beantragten Stilllegungsverfügung und ist nur in sicherheitstechnisch begründeten Ausnahmefällen möglich. Um in solchen Fällen ein Blockieren der Stilllegungsarbeiten zu vermeiden, leitet das ENSI die Nebenbestimmung 02 ab, wonach der Abbruch eines Gebäudes freigabepflichtig und nur möglich ist, wenn dies aus sicherheitstechnischen Gründen notwendig ist.

#### *Beurteilung durch die KNS*

Die KNS nimmt das von BKW genannte Stilllegungsziel zur Kenntnis. Die mit dem Ziel verbundene Vorgehensweise entspricht der Formulierung von Art. 47 Bst. c KEV: „[Die Stilllegungsverfügung regelt die Freigabepflicht insbesondere für] den Abbruch von Gebäuden nach deren Dekontamination und Inaktiv-Freimessung.“ Demnach müssten Dekontamination und Freimessung Arbeitsschritte sein, die durchgeführt und abgeschlossen werden können, bevor ein Abbruch (hier in einem späteren Verfahren zu beantragen) erfolgt. Mit Blick auf die Konkretisierung dieses Vorgehens bestätigt die KNS den Hinweis des ENSI, dass die abschliessende Inaktiv-Freimessung der Gebäude des KKM vor deren Abbruch in speziellen Situationen Schwierigkeiten bereiten kann, indem eine Dekontamination unter Umständen nur im Rahmen eines gleichzeitigen Rückbaus möglich ist. Denkbar ist beispielsweise, dass eine kontaminierte Leitungsdurchführung durch ein Fundament zwar freigelegt werden kann, durch den Eingriff ins Fundament aber die Stabilität des Gebäudes so geschwächt wird, dass Störfallbedingungen (z. B. Erdbeben) nicht mehr sicher beherrscht würden und deshalb ein Abbruch des betreffenden Gebäudes aus Sicherheitsgründen notwendig wird. Ein Abbruch unter Berufung auf die Nebenbestimmung 02 kann in diesem Fall den Fortgang der Stilllegungsarbeiten ermöglichen; alternativ wären – letztlich unnütze – Rekonstruktionsmassnahmen denkbar.

Die KNS hat keinen sachbezogenen Einwand gegen Abbrüche aus Sicherheitsgründen, stellt aber einen Widerspruch zum oben festgehaltenen Ausschluss von Abbrüchen fest (keine Regelung für Freigaben nach Art. 47 Bst. c KEV). Nach dem Verständnis der KNS kann deshalb die Nebenbestimmung 02 nur bei kleineren Objekten (unbedeutende Nebengebäude oder Gebäudeteile) zur Anwendung kommen. Bei bedeutenden Gebäuden wie dem Reaktorgebäude oder der Maschinenhalle müsste ein neues Bewilligungsverfahren für gleichzeitige Dekontaminations- und Rückbauarbeiten eingeleitet werden, womit erhebliche Verzögerungen bei den Stilllegungsarbeiten entstehen dürften.

Nach dem Verständnis der KNS ist der Wegfall von Regelungen nach Art. 47 Bst. c und d KEV rein juristisch begründet und eine Konsequenz des Projektumfangs, wie er von BKW beantragt worden ist. Aus sicherheitstechnischer Sicht hat die KNS weder gegen (Teil-)Abbrüche noch gegen nichtnukleare Weiternutzungen einen Einwand. Mit der Nebenbestimmung 02 können negative Auswirkungen des Ausschlusses von Gebäudeabbrüchen auf den Fortgang der Stilllegungsarbeiten nach Meinung der KNS in begrenztem Ausmass aufgefangen werden, was zweckmässig erscheint. Damit wird zumindest teilweise auf das oben zitierten Begehren gemäss Antrag I-8 (letzter Satz) eingetreten. Ohne diese Möglichkeit von (Teil-)Abbrüchen kann eine teilweise Blockierung der Stilllegungsarbeiten bei der Dekontamination nicht ausgeschlossen werden. Immerhin würde dies erst einen späten Teilschritt der Stilllegung betreffen. Die vorangehenden Arbeitsschritte, welche für die Beseitigung der radiologischen Gefahrenquelle und damit für den Schutz von Mensch und Umwelt wesentlich wichtigere Beiträge leisten, sind von der möglichen Problematik nicht betroffen. Ausserdem ist ohnehin ein weiteres Bewilligungsverfahren erforderlich, um die Nachnutzung des Areals zu regeln. Vor diesem Hintergrund kann die KNS das beantragte Stilllegungsziel weiterhin befürworten.

## 2.3 Stilllegungsvarianten und Phasenkonzept

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu den Abschnitten 3.3 und 3.4 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

Das ENSI verweist auf Richtlinie ENSI-G17, wonach der sofortige Rückbau gegenüber einer Stilllegungsvariante mit einer Phase des sicheren Einschusses zu bevorzugen ist. Dies entspricht der von BKW beantragten Variante [BKW GeSt 2015, Antrag I-1]: „*Es sei die zeitverzugslose Stilllegung des KKM ab dem Zeitpunkt der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN) unter jederzeitiger Einhaltung der nuklearen Sicherheit während der Aufrechterhaltung des technischen Nachbetriebs und des Rückbaubetriebs in Form des direkten Rückbaus gemäss vorliegendem Stilllegungsprojekt anzuordnen.*“ BKW begründet die Wahl einer Variante mit direktem Rückbau mit gesellschaftlicher Akzeptanz, Nutzung von Know-how und Verfügbarkeit von Eigenpersonal für die Planung und Durchführung der Stilllegung, Beschäftigungsperspektiven für das vorhandene Personal, ausreichender Verfügbarkeit von Dienstleistern, solider Kostenkalkulation bei zeitnahe Start und schliesslich der behördlichen Bevorzugung gemäss Richtlinie ENSI-G17.

Gemäss Art. 27 Abs. 2 Bst. a KEG sind im einzureichenden Stilllegungsprojekt die Phasen und der Zeitplan darzulegen. BKW stellt dazu Antrag I-3: „*Die Stilllegung sei entsprechend dem in vorstehender Ziffer 2 [Antrag I-2 zum Stilllegungsziel, siehe Abschnitt 2.2] definierten Umfang in die folgenden Phasen zu unterteilen:*

- a. Stilllegungsphase 1 ab EABN bis Erreichen der Kernbrennstofffreiheit;*
- b. Stilllegungsphase 2 ab Erreichen der Kernbrennstofffreiheit bis zur erfolgten Freimessung und Aufhebung der kontrollierten Zonen;*
- c. Stilllegungsphase 3 ab Aufhebung der kontrollierten Zonen (erfolgter Freimessung) bis zur Feststellung, dass die Anlage keine radiologische Gefahrenquelle mehr darstellt.“*

Diese Phaseneinteilung orientiert sich daran, welche der vier grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit<sup>3</sup> in den verschiedenen Stilllegungsphasen zu beachten sind:

- Stilllegungsphase 1 (SP1): Alle vier grundlegenden Schutzziele sind zu beachten.
- Stilllegungsphase 2 (SP2): Die Anlage ist frei von Kernbrennstoff, sodass die grundlegenden Schutzziele Reaktivitätskontrolle und Kühlung entfallen.
- Stilllegungsphase 3 (SP3): Nach Aufhebung der kontrollierten Zonen entfallen alle vier grundlegenden Schutzziele.

Gemäss Art. 27 Bst. a KEV hat der Stilllegungspflichtige in den Unterlagen zum Stilllegungsprojekt verschiedene Varianten der Phasen, des Zeitplans der Stilllegungsarbeiten und des zu erwartenden Endzustandes gegenüberzustellen sowie die gewählte Variante zu begründen. Im Hauptbericht [BKW HB 2016, 3.3.1] erwähnt BKW als mögliche Alternativen eine auf die verschiedenen Gebäude bezogene Aufteilung oder eine zeitliche Aufteilung in Jahrestanchen. In Betracht gezogen wurde auch eine weitere Unterteilung der SP2 zum Zeitpunkt, wenn die grossen Wasserinventare im Reaktorgebäude entfallen. Schliesslich ist auch noch die Möglichkeit von einer weiter reduzierten Anzahl Phasen erwähnt. Die Alternativen wurden

---

<sup>3</sup> Art. 1 Bst. d Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2):  
„*Grundlegende Schutzziele: Die grundlegenden Schutzziele zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit sind:*  
1. *die Kontrolle der Reaktivität,*  
2. *die Kühlung der Kernmaterialien und der radioaktiven Abfälle,*  
3. *der Einschluss der radioaktiven Stoffe,*  
4. *die Begrenzung der Strahlenexposition.“*

verworfen wegen geringerer Effizienz, fehlendem Bezug zu den prioritären sicherheitstechnischen Gesichtspunkten, Fehlen von signifikanten Erleichterungen, beziehungsweise Beibehaltung von Bürden. Im Ergebnis wurde die Orientierung der Phaseneinteilung an den Schutzziele als zielführendste Variante dem Stilllegungsprojekt zugrunde gelegt.

Das ENSI beurteilt die Umsetzung des Phasenkonzepts als sinnvoll. Die vorgesehene Phaseneinteilung wird dem unterschiedlichen radiologischen Gefährdungspotenzial und den sich ändernden Anforderungen an die Sicherheit gerecht. Die vorgenommene Phaseneinteilung entspricht der gängigen internationalen Vorgehensweise. Das ENSI erachtet die von BKW vorgenommene Phaseneinteilung als zielführend und schlägt vor, mit Nebenbestimmung 03 die Phaseneinteilung gemäss Antrag I-3 in die Stilllegungsverfügung aufzunehmen. Mit Nebenbestimmung 04 soll sodann die Freigabe der Stilllegungsphasen durch das ENSI angeordnet werden, wie das BKW beantragt [BKW GeSt 2015, Antrag I-8 (erster Satz)]: „Für die einzelnen Stilllegungsphasen ... seien Freigaben des ENSI anzuordnen.“

#### *Beurteilung durch die KNS*

Für die KNS steht im Sinne des Schutzes von Mensch und Umwelt die sichere, effiziente und effektive Reduktion der Gefährdung im Vordergrund. Sie kann die für den sofortigen Rückbau angeführten Argumente nachvollziehen und begrüsst den Antrag von BKW auf eine zeitverzugslose Stilllegung des KKM.

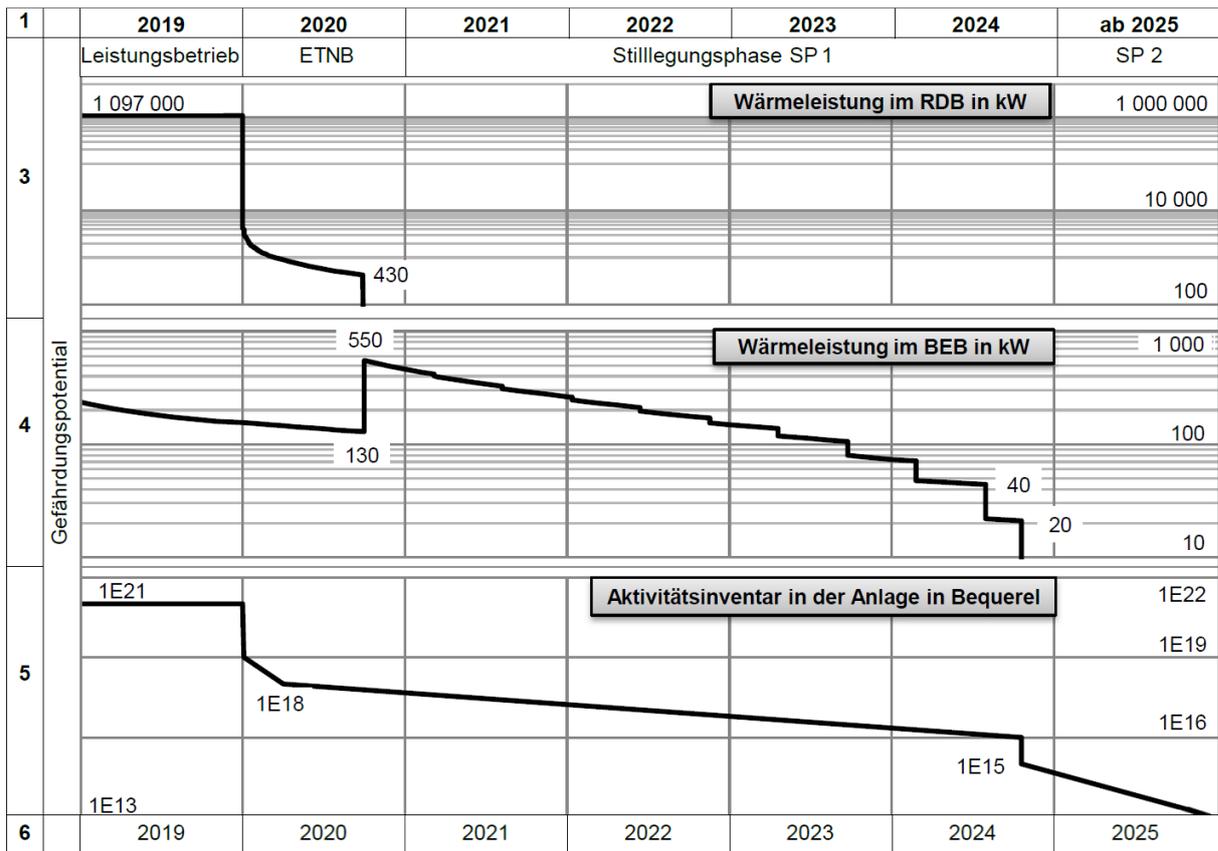
Nach Ansicht der KNS ist die gesetzlich geforderte Gegenüberstellung von verschiedenen Varianten der Phasen, des Zeitplans der Stilllegungsarbeiten und des zu erwartenden Endzustandes in den Gesuchsunterlagen knapp gehalten, aber im Ergebnis einleuchtend. Die Phaseneinteilung nach Zeitabschnitten, in denen die zu beachtenden grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit gleich bleiben, beurteilt die KNS als sachgerecht. Die KNS weist allerdings darauf hin, dass sich bei dieser Phaseneinteilung die Stilllegungsarbeiten im Wesentlichen auf nur zwei Phasen aufteilen. Die SP1 und SP2 beinhalten somit eine grosse Anzahl von Tätigkeiten. Die für die einzelnen Phasenfreigaben vorzulegenden Planungen und Dokumentationen werden deshalb umfangreich und entsprechend anspruchsvoll sein. Aufgrund der vorliegenden Unterlagen geht die KNS davon aus, dass die Phasenfreigaben einer konzeptionellen Ebene zuzuordnen sind und für komplexere Tätigkeiten innerhalb dieser Phasen weitere Freigabestufen angeordnet werden können. Letzteres gilt insbesondere für die freigabepflichtigen Tätigkeiten gemäss Art. 47 KEV, wie das auch in Nebenbestimmung 04 festgehalten ist. Ein derartiges Vorgehen erachtet die KNS als zielführend, weil damit trotz des grossen Planungsumfangs für SP1 und SP2 die innerhalb des Rückbau-Gesamtprojekts erforderliche Flexibilität für die – fallweise mehrere Jahre nach Phasenplanung anstehende – Umsetzung einzelner Tätigkeiten erhalten bleibt.

## **2.4 Gefährdungspotenzial**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu Abschnitt 4.1.1 des Gutachtenentwurfs.

#### *Zum Sachstand*

Nach Angaben von BKW entspricht das Gefährdungspotenzial des KKM während der Stilllegung der potenziellen Freisetzung von Radioaktivität und ergibt sich im Wesentlichen aus dem verbleibenden Aktivitätsinventar der Anlage. Dieses wird hauptsächlich durch die Anwesenheit von Kernbrennstoff sowie aktivierten und kontaminierten Komponenten bestimmt und nimmt im Lauf der Stilllegung kontinuierlich ab. In einer graphischen Darstellung zur Entwicklung des Gefährdungspotenzials vom Leistungsbetrieb bis zum Abschluss von Stilllegungsphase 2 sind unter dem Titel „Gefährdungspotenzial“ neben der Entwicklung des Aktivitätsinventars auch die Wärmeleistung im Reaktordruckbehälter sowie die Wärmeleistung im Brennelementbecken dargestellt.



**Abbildung:** Aktivitätsinventar und Wärmeleistung [ENSI EnGuSt 2017, Abbildung 5] (aus [BKW HB 2016, Abbildung 12-1] bzw. [BKW T1 2016, Abbildung 0-1]).  
Anmerkung KNS: Die Zeitangabe unten rechts sollte wie oben rechts „ab 2025“ lauten.

Nach Beurteilung durch das ENSI richtet sich das Gefährdungspotenzial des KKM im Rahmen der Stilllegung und des Rückbaus nach dem verbleibenden Aktivitätsinventar. Eine potenzielle Freisetzung des vorhandenen Aktivitätsinventars wird durch die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele verhindert.

Das Gefährdungspotenzial verringert sich im Verlauf der Stilllegung massiv. Zunächst zerfallen die kurzlebigen Nuklide praktisch vollständig, sodass das Gefährdungspotenzial nach der EABN in erster Linie durch das Aktivitätsinventar der Brennelemente im Lagerbecken gekennzeichnet ist. Sodann nimmt das Gefährdungspotenzial durch Abklingen und insbesondere mit jedem Abtransport von Brennelementen weiter ab. Nach Beurteilung durch das ENSI sollen die Transportkampagnen daher so rasch als sinnvoll möglich durchgeführt werden. Eine potenzielle Freisetzung aufgrund schwerer Störfälle mit Brennelementschaden wird mit jedem Abtransport von Brennelementen gesenkt.

Nach dem Abschluss der Auslagerung aller Brennelemente besteht das Aktivitätsinventar nurmehr aus aktivierten und kontaminierten Anlagenteilen. Nach Angaben des ENSI sind 99 % dieser Aktivität fest in die Materialstrukturen des Reaktor Druckgefäßes und des umgebenden Biologischen Schildes eingebunden, sodass diese auch unter Einwirkungen von Störfällen unter den Bedingungen des Rückbaubetriebs kaum freisetzbar ist. Nach Rückbau und Entsorgung der beiden genannten Materialstrukturen verbleibt nach Angaben des ENSI ein Aktivitätsinventar von ca.  $10^{13}$  Bq, welches im Wesentlichen durch Kontamination von Systemen und Gebäuden bestimmt ist. Teilweise Freisetzungen von Aktivitätsinventar durch die Anwendung von Zerlege- und Dekontaminationsverfahren sind möglich, jedoch örtlich und zeitlich begrenzt. Nach Angaben des ENSI liegen Freisetzungen auch im abdeckenden Fall deutlich unter den für den Betrieb des KKM geltenden Jahresabgabegrenzen (siehe Abschnitt 2.7).

### *Beurteilung durch die KNS*

Die KNS kann nachvollziehen, dass das Aktivitätsinventar als Kenngrösse für das Gefährdungspotenzial beigezogen wird. Allerdings ist in dieser Kenngrösse einzig das Faktum des radioaktiven Zerfalls als Wirkungselement der radiologischen Gefährdung enthalten. Als weitere Elemente des Gefährdungspotenzials können das Freisetzungspotenzial (Emission), die Ausbreitung (Transmission) und die Radiotoxizität (Immission) der beteiligten Nuklide betrachtet werden; diese können für zahlenmässig gleiche Aktivitäten sehr unterschiedlich ausfallen. In den oben wiedergegebenen Angaben wird das Wirkungselement Freisetzungspotenzial angesprochen, von BKW indirekt durch den Hinweis in der Abbildung auf die deutlich sinkenden Wärmeleistungen, vom ENSI durch verschiedene Anmerkungen zur zusätzlichen Beschränkung von möglichen Freisetzungsarten. Entgegen der insgesamt deutlich fallenden Tendenz steigt einzig das Freisetzungspotenzial, zeitlich und lokal begrenzt, aufgrund von Zerlege- und Dekontaminationsarbeiten. Zusammenfassend legt die KNS Wert auf die Feststellung, dass das Gefährdungspotenzial nicht nur in Form von Aktivitäten stark abnimmt, sondern auch bezüglich gefährdender Freisetzungsmechanismen.

Dass die Transportkampagnen für Brennelemente, wie vom ENSI empfohlen, so rasch als sinnvoll möglich durchgeführt werden sollen, ist auch ein Anliegen der KNS. Bezüglich Gefährdungspotenzial ist dazu allerdings anzumerken, dass vorhandene Aktivität durch die Transporte zwar am Standort beseitigt, gesamtheitlich betrachtet aber lediglich verschoben wird. Jedoch ist der möglichst rasche Abtransport eine wesentliche Voraussetzung für die planmässige Fortführung der Stilllegung. Mit einer sicher und zügig durchgeführten Stilllegung werden die vorhandenen Aktivitätsinventare so rasch wie möglich und in einer geeigneten Form einer sicheren Lagerung zugeführt, was im Sinn des Schutzes von Mensch und Umwelt ein Optimum darstellt.

Zusammenfassend hält die KNS fest, dass das vom KKM ausgehende Gefährdungspotenzial, ausgedrückt als Aktivität am Standort KKM, nach der EELB und in den Stilllegungsphasen 1 und 2 um jeweils mehrere Grössenordnungen sinkt, bis schliesslich ein radiologisch unbedenkliches Niveau erreicht ist. Diese Entwicklung stellt aus sicherheitstechnischer Sicht eine willkommene Rahmenbedingung dar. Sie ist einerseits in der Natur der Stilllegung („Abschalten“) begründet, andererseits im gesetzlich vorgegebenen Stilllegungs- und Entsorgungskonzept.

## **2.5 Gewährleistung des Rückwirkungsschutzes**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu den Abschnitten 4.3.1 bis 4.3.4 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

Das ENSI hält einleitend fest, dass die Rückbauarbeiten die nukleare Sicherheit und Sicherung nicht negativ beeinflussen dürfen. Deshalb ist sicherzustellen, dass der Rückbau rückwirkungsfrei in Bezug auf die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele und der Sicherungsanforderungen erfolgen kann. Der Rückwirkungsschutz kann sowohl technische als auch administrative Massnahmen umfassen.

BKW hält zu den Rahmenbedingungen und Planungsgrundsätzen [BKW HB 2016, 6.1] für den Rückbau insbesondere fest, dass in allen Stilllegungsphasen die zur Erfüllung der grundlegenden Schutzziele notwendigen Systeme betrieben werden. Nicht mehr benötigte Systeme werden ausser Betrieb gesetzt und von den in Betrieb bleibenden Systemen getrennt. Die Gewährleistung des Rückwirkungsschutzes hat oberste Priorität.

Nach Angaben des ENSI auf Basis zusätzlich eingeforderter Unterlagen will BKW mit dem neuen Prozess „Ausserbetriebsetzung“ [ENSI EnGuSt 2017, 4.3.2] die sichere und rückwir-

kungsfreie Trennung und Markierung von nicht mehr benötigten Systemen und Einrichtungen sicherstellen. Mit dem neuen Prozess „Demontagen“ [ENSI EnGuSt 2017, 4.3.3] wird das Entfernen und erste Zerlegen von ausser Betrieb genommenen Systemen und Einrichtungen geplant, überwacht und dokumentiert. Dazu gehören insbesondere auch Unterlagen zur Erfassung, Bewertung, Steuerung, Überwachung und Ausführung von Massnahmen des Rückwirkungsschutzes. Die beiden Prozesse werden in Anlehnung an den bestehenden Prozess Anlagenänderungen/Neueinrichtungen nach den Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems erstellt und im Integrierten Betriebsführungssystem implementiert. Hinsichtlich Gewährleistung des Rückwirkungsschutzes [ENSI EnGuSt 2017, 4.3.4] wird im Gutachtenentwurf unter „Angaben des Gesuchstellers“ festgehalten, dass zwischen administrativen und technischen Massnahmen zu unterscheiden ist, und für beide Schutzarten werden mögliche Massnahmen aufgelistet. Der Rückwirkungsschutz für noch benötigte sicherheitsrelevante Einrichtungen soll auch technische Massnahmen umfassen, welche phasenspezifisch und dem jeweiligen Stand der Rückbauarbeiten anzupassen sind. Aufgrund des frühen Planungsstandes fehlen phasenspezifische Angaben in den Gesuchsunterlagen.

Die geplante Vorgehensweise zur Regelung des Ausserbetriebsetzungs- und des Demontagereverfahrens ist aus Sicht des ENSI zweckmässig. Es erachtet die beiden zugehörigen Prozesse und Änderungen an diesen aufgrund ihrer Bedeutung als freigabepflichtig und schlägt als entsprechende Regelung die Nebenbestimmungen 10 und 11 vor. Nach Wertung des ENSI ist der Rückwirkungsschutz bereits zentraler Bestandteil sämtlicher etablierter Massnahmen im Leistungsbetrieb und während der Revisionen. Aufgrund von Erfahrung aus anderen Stilllegungsprojekten können administrative Schutzmassnahmen einen Grossteil der Erfordernisse abdecken. Die durchzuführenden technischen Rückwirkungsschutzmassnahmen zeichnen sich nach Wertung des ENSI insbesondere durch bauliche Massnahmen aus. Insbesondere in Bezug auf noch benötigte klassierte Strukturen, Systeme und Komponenten stellen diese Massnahmen den Erhalt von Sicherheitsfunktionen sicher und sind deshalb von sicherheitstechnischer Relevanz. Das ENSI schlägt deshalb Nebenbestimmungen 12 vor, wonach bauliche Massnahmen zum Rückwirkungsschutz von klassierten Systemen, Strukturen und Komponenten und deren Änderungen freigabepflichtig sind; sie sind mit den Unterlagen zu jeder Phasenfregabe für jede Stilllegungsphase gesamthaft zu benennen und sicherheitstechnisch zu bewerten.

#### *Beurteilung durch die KNS*

Im Hauptbericht erwähnt BKW an verschiedenen Stellen die Bedeutung des Rückwirkungsschutzes und dessen prioritäre Sicherstellung. Die KNS vermisst in den ihr vorliegenden Unterlagen Angaben von BKW, wie der Rückwirkungsschutz sichergestellt werden soll. Das ENSI nimmt im Gutachtenentwurf auf zusätzlich eingeforderte Unterlagen Bezug und konkretisiert die Sicherstellung des Rückwirkungsschutzes mit Angaben zu den beiden Prozessen „Ausserbetriebsetzung“ und „Demontagen“. Mit der Einbindung dieser Prozesse in das Qualitätsmanagementsystem und der Bewirtschaftung der von diesen Prozessen betroffenen Komponentendaten im Integrierten Betriebsführungssystem können nach Ansicht der KNS wichtige Voraussetzungen für einen wirksamen Rückwirkungsschutz erfüllt werden. Die konkrete Ausgestaltung der beiden genannten Prozesse ist von grosser Bedeutung für die korrekte Umsetzung des Rückwirkungsschutzes, weshalb die KNS die mit den Nebenbestimmungen 10 und 11 vorgeschlagene Freigabepflicht unterstützt. Darüber hinaus ist die KNS der Meinung, dass die abdeckende Sicherstellung eines wirksamen Rückwirkungsschutzes wohl kaum für alle Einzelfälle auf abstrakter Prozessebene geregelt werden kann. Bei der Planung, Überprüfung, Umsetzung und Überwachung des Rückwirkungsschutzes wird deshalb stets grosse Sorgfalt erforderlich sein.

Aufgrund ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung erachtet das ENSI bauliche Rückwirkungsschutzmassnahmen zum Schutz von klassierten Strukturen, Systemen und Komponenten und Änderungen an diesen Schutzmassnahmen als sicherheitsrelevant und deshalb freigabepflichtig. Die KNS beurteilt die in diesem Zusammenhang vorgeschlagene Nebenbestimmung 12

als sicherheitsgerichtet, soweit im Einzelfall unbestritten feststeht, dass zur Sicherstellung des Rückwirkungsschutzes bauliche Schutzmassnahmen zu errichten oder zu verändern sind. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass aufgrund der vorgeschlagenen Nebenbestimmung 12 tendenziell eher angestrebt wird, von baulichen Massnahmen abzu-  
sehen, um eine Freigabepflicht zu vermeiden. Die KNS erachtet es deshalb für die Gewährleistung der Sicherheitsfunktionen als wichtig, dass die vorangehende Entscheidung, ob eine bauliche Massnahme notwendig ist oder ob andere technische oder administrative Massnahmen für den Rückwirkungsschutz hinreichend sind, durch die Aufsichtsbehörde überprüft wird. In diesem Sinn sollte die Formulierung der Nebenbestimmung 12 beispielsweise durch Weglassen der Einschränkung auf bauliche Massnahmen angepasst werden. Die KNS regt an, die Nebenbestimmung 12 entsprechend zu überprüfen.

## 2.6 Materialbehandlungseinrichtungen und Dekontamination

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS hauptsächlich zu Abschnitt 4.3.5 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

Zur Minimierung der Menge der zu entsorgenden radioaktiven Abfälle und zur Minimierung der Strahlenbelastung des eingesetzten Personals ist der Einsatz mechanischer und chemischer Dekontaminationsverfahren geplant. Im Stilllegungsprojekt werden die üblichen oberflächenreinigenden sowie oberflächenabtragenden Verfahren genannt, die beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen zum Einsatz kommen. Zur Optimierung der Dekontamination oder des Abtransportes kann auch eine Nachzerlegung des Materials notwendig sein. Die Dekontamination und Nachzerlegung von demontierten Komponenten soll bevorzugt in den dafür geplanten Materialbehandlungseinrichtungen (Boxenwaschanlagen, Strahlboxen mit Strahlmittelaufbereitung usw.) im Maschinenhaus erfolgen. Chemische Systemdekontamination wird in den Gesuchsunterlagen als Option erwähnt (z. B. für das Brennelementbecken-Kühlsystem), aber in den Gesuchsunterlagen nicht weiter konkretisiert

Das ENSI beurteilt die vorgesehenen Dekontaminationsverfahren als bewährt, geeignet und zielführend, um kontaminierte Komponenten, Systeme, Bau- und Gebäudeteile (Gebäude, Baustrukturen) zu dekontaminieren und damit gleichzeitig die Menge der zu entsorgenden radioaktiven Abfälle und die Strahlenbelastung des eingesetzten Personals zu minimieren. Die Aufstellung und den Einsatz von festinstallierten Materialbehandlungseinrichtungen und Änderungen daran erachtet das ENSI als freigabepflichtig und schlägt als entsprechende Regelung die Nebenbestimmung 13 vor.

Das ENSI weist sodann darauf hin, dass die chemische Dekontamination von grösseren Anlageteilen, z. B. des Primärkreises, eine wirksame Methode zur Reduzierung der Kollektivdosis bei den Rückbaumassnahmen darstellt, dazu aber keine Angaben vorliegen. Das ENSI betrachtet die Installationen, die zur chemischen Dekontamination von grösseren Anlageteilen (Bestandteile des Primärkreises) benötigt werden, ebenfalls als freigabepflichtige Behandlungseinrichtungen und schlägt als entsprechende Regelung die Nebenbestimmung 14 vor.

### *Beurteilung durch die KNS*

Die KNS unterstützt die Bestrebungen zur Minimierung der Menge von radioaktiven Abfällen, soweit die damit verbundenen Tätigkeiten nach den Grundsätzen des Strahlenschutzes gerechtfertigt und entsprechend optimiert sind. Die KNS geht davon aus, dass die vorgesehenen Materialbehandlungseinrichtungen bzw. die angewendeten Verfahren hinsichtlich Strahlenbelastung für das Personal und Abgaben von radioaktiven Stoffen hohen Anforderungen gerecht werden. Wegen der radiologischen Bedeutung unterstützt die KNS den Antrag auf

Freigabepflicht nach Nebenbestimmung 13 für die Materialbehandlungseinrichtungen und deren Einsatz.

Die Anwendung von chemischen Systemdekontaminationen kann nach Meinung der KNS zweckmässig sein, ist aber aufgrund der verwendeten chemisch aktiven Substanzen mit zusätzlichen Risiken verbunden. Aus diesem Grund erachtet die KNS eine Freigabepflicht für chemische Dekontaminationen grosser Anlageteile als zwingend. Die vorgeschlagene Nebenbestimmung 14 erscheint der KNS jedoch nicht sachdienlich: Nach dem Verständnis der KNS betrifft sie in der vorliegenden Formulierung eine Untermenge der Materialbehandlungseinrichtungen nach Nebenbestimmung 13 und ist deshalb in diesem Wortlaut überflüssig. Hingegen gilt es, nicht fest installierte Einrichtungen zur chemischen Dekontamination, wie das bei chemischen Systemdekontaminationen nach dem Verständnis der KNS der Fall ist, bzw. die damit ausgeführten Dekontaminationen der Freigabepflicht zu unterstellen. Die KNS schlägt deshalb die folgende Formulierung vor:

Nebenbestimmung 14 (Vorschlag der KNS)

*Chemische Dekontaminationen ausserhalb der fest installierten, für chemische Dekontaminationsverfahren freigegebenen Materialbehandlungseinrichtungen sind bezüglich Verfahren, Einrichtungen und konkreter Anwendung freigabepflichtig.*

## 2.7 Abgabelimiten und Strahlenexposition der Bevölkerung

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 4.4.4 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

BKW beantragt [BKW GeSt 2015, Antrag I-6] für die Stilllegungsphase 1 (SP1) und den Abgabepfad Luft, dass die Limite für die Edelgasisotope auf einen Tausendstel der unter der Betriebsbewilligung geltenden Limite reduziert werden. Iod als eigenständige Nuklidgruppe fällt wegen des schnellen Abbaus nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs ausser Betracht; allenfalls verbleibende Abgaben von Iod sollen den Aerosolen zugerechnet werden. Für die Aerosole (inkl. Iod) soll die unter der Betriebsbewilligung geltende Abgabelimite für Aerosole beibehalten werden. Ebenso sollen die unter der Betriebsbewilligung geltenden Limiten für die flüssigen Abgaben über den Abwasserpfad in SP1 beibehalten werden. Für die Stilllegungsphase 2 (SP2) können die Abgabelimiten für Iod und Edelgase entfallen, weil zu diesem Zeitpunkt keine radioaktiven Edelgas- und Iodisotope mehr in der Anlage vorhanden sein werden. Für die Aerosole und die Abgaben über den Wasserpfad in SP2 beantragt BKW, die unter der Betriebsbewilligung geltenden Limiten beizubehalten. Die Aktivitätskonzentration im öffentlich zugänglichen Teil der Aare soll unter den Immissionsgrenzwerten gemäss Strahlenschutzverordnung liegen.

Das ENSI kann den Ausführungen von BKW folgen, dass beim Abluftpfad die radioaktiven Edelgase und Iod-Isotope ab dem Zeitpunkt der endgültigen Ausserbetriebnahme der Anlage radiologisch von untergeordneter Bedeutung sein werden. Hinsichtlich Abgabe radioaktiver Aerosole stellt das ENSI fest, dass der Effekt des sinkenden radioaktiven Inventars teilweise kompensiert wird durch das erhöhte Freisetzungspotenzial aufgrund der Stilllegungsarbeiten. Entsprechend dieser Beurteilung bestätigt das ENSI mit Nebenbestimmung 16 den Antrag von BKW in folgenden Punkten: Die Abgabelimite für Edelgase in SP1 soll auf einen Tausendstel der unter der Betriebsbewilligung geltenden Limite festgelegt werden und für die SP2 entfallen. Die unter der Betriebsbewilligung geltende Abgabelimite für Aerosole soll für die SP1 und SP2 beibehalten werden. Die wöchentlichen Kurzzeitabgaben sind so zu begrenzen, dass die Immissionsgrenzwerte im öffentlich zugänglichen Teil der Aare jederzeit eingehalten werden.

Vom ENSI nicht bestätigt wird der Antrag von BKW bezüglich radioaktiver Abgaben des KKM mit dem Abwasser. Das ENSI weist darauf hin, dass die flüssigen Abgaben insbesondere in den letzten Jahren des Leistungsbetriebs jeweils deutlich unterhalb der betrieblichen Abgabelimiten lagen. Bei den Stilllegungsarbeiten ergeben sich zwar teilweise höhere Emissionspotenziale. Nach Angaben des ENSI zeigen Rückbauprojekte im Ausland jedoch auf, dass es mit der heutigen Stilllegungs- und Rückbautechnik ohne weiteres möglich ist, die von BKW vorgeschlagenen Abgabelimiten für flüssige Abgaben deutlich zu unterschreiten. Entsprechend schlägt das ENSI in Nebenbestimmung 16 vor, die Abgaben auf dem Wasserpfad auf einen Zehntel der unter der Betriebsbewilligung geltenden Abgaben zu limitieren.

Sodann erinnert das ENSI an die in den sicherheitstechnischen Stellungnahmen zu den periodischen Sicherheitsüberprüfungen in den Jahren 2007 und erneut 2013 erhobene Forderung, welche auf das Paris-Oslo-Abkommen gestützt war: *„Das KKM hat unter Wahrung der Verhältnismässigkeit weitere Massnahmen zu ergreifen, um die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser auf einen Zielwert von weniger als 1 GBq pro Jahr (ohne Tritium) zu reduzieren.“* Dieser Zielwert beträgt einen Vierzigstel des vom ENSI, bzw. einen Vierhundertstel des von BKW vorgeschlagenen Grenzwertes und ist nach Angaben des ENSI im KKM in den Jahren 2014 erreicht, 2015 trotz Torusentleerung beinahe und 2016 deutlich unterschritten worden. Unter Hinweis auf Erfahrungen aus Rückbauprojekten im internationalen Rahmen schlägt das ENSI deshalb mit Nebenbestimmung 17 die folgende Zielwertregelung vor: *„Unter Wahrung der Verhältnismässigkeit sind alle geeigneten Massnahmen zu ergreifen, um die flüssigen radioaktiven Abgaben ohne Tritium während der Stilllegungsphasen auf einen Zielwert von 1 GBq pro Jahr zu beschränken.“*

Hinsichtlich Strahlenexposition der Bevölkerung weist BKW darauf hin, dass die Ortsdosisleistung an der Ostseite des KKM-Areals abnehmen wird, weil die Stickstoff-16-Strahlung nach Einstellung des Leistungsbetriebs entfallen wird. Mittels Planung und Überwachung der Logistikkvorgänge soll erreicht werden, dass die gesetzlichen Limiten für Ortsdosen nach Art. 102 Abs. 3 StStV auch an der Westseite des Areals weiterhin eingehalten werden, auch wenn grössere Mengen gelagerter radioaktiver Materialien und Abfälle mit erhöhter Direktstrahlung verbunden sind. Die Strahlenbelastung der Bevölkerung aufgrund von Abgaben wird nach Angaben von BKW unter 0,01 mSv pro Jahr liegen.

Das ENSI hält fest, dass die geltenden Richtwerte für Orts- und Personendosen während der Stilllegungsarbeiten weiterhin zu beachten bzw. deutlich zu unterschreiten sind. Aufgrund von Ergebnissen von konservativen Dosisberechnungen weist das ENSI darauf hin, dass die von BKW erwartete Dosis von weniger als 0,01 mSv pro Jahr für die Umgebungsbevölkerung in ungünstigen Fällen überschritten werden kann, aber deutlich unterhalb des quellenbezogenen Dosisrichtwerts von 0,3 mSv gemäss Richtlinie ENSI-G15 liegen wird. Da die tatsächlichen Abgaben während der Stilllegung durch Optimierungsmassnahmen voraussichtlich weit unterhalb der Abgabelimiten liegen werden, stimmt das ENSI aber dennoch mit der Einschätzung von BKW überein, dass die Dosen für die Umgebungsbevölkerung aus den Stilllegungsarbeiten unter realistischen Annahmen weit unterhalb von 0,01 mSv pro Jahr liegen werden.

#### *Beurteilung durch die KNS*

Die KNS kann den Ausführungen zu den Abgabelimiten und zur Strahlenexposition der Bevölkerung weitgehend folgen. Sie stellt jedoch die zusätzliche Reduktion der Limite für Abgaben auf dem Wasserpfad in Frage. Nach Meinung der KNS bergen die tieferen Limiten das Risiko von kurzzeitigen Überschreitungen in sich, woraus gegebenenfalls auch Strafverfahren resultieren können. Solche Situationen wären nach Auffassung der KNS in keiner Weise sachdienlich, da selbst bei Ausschöpfung der Limiten, welche heute unter der Betriebsbewilligung gelten, keine nennenswerte Gefährdung für die Bevölkerung resultiert. Dazu ist überdies festzuhalten, dass die entsprechenden Orts- und Personendosen nach sehr konservativen Berechnungsvorgaben ermittelt werden und deshalb hypothetischer Natur sind.

Demgegenüber können tiefere Abgabelimiten fallweise nur durch zusätzliche Prozessschritte bei der Aufbereitung der radioaktiven Rückstände eingehalten werden. Diese zusätzlichen Prozessschritte können höhere reale Dosen beim Personal zur Folge haben, das für die Betreuung dieser Prozessschritte eingesetzt werden muss. In der Diskussion um tiefere Abgabelimiten stehen somit hypothetische Folgedosen mit nicht nennenswertem Gefährdungspotenzial höheren realen Dosen beim Personal gegenüber. Die KNS regt deshalb an zu überprüfen, ob die gegenüber dem Antrag von BKW zusätzlich vorgegebene Reduktion der Limite für flüssige Abgaben gemäss Nebenbestimmung 16 den übergeordneten Zielsetzungen der Strahlenschutzgesetzgebung gerecht wird. Demgegenüber kann nach Meinung der KNS die Verfolgung des Zielwerts gemäss Nebenbestimmung 17 im Sinne von ALARA<sup>4</sup> sachdienlich sein, sofern allfällig mögliche Massnahmen bezüglich der übergeordneten Zielsetzungen der Strahlenschutzgesetzgebung als angemessen und verhältnismässig beurteilt werden können.

## 2.8 Organisation

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 4.5.1 des Gutachtenentwurfs.

### Zum Sachstand

BKW beschreibt die Aufbauorganisation, welche vorgesehen ist, um ab der EELB die Sicherheit der Anlage während des technischen Nachbetriebs sowie einen effizienten, raschen und jederzeit sicheren Rückbau des KKM zu gewährleisten. Die Aufbauorganisation sieht zwei Geschäftseinheiten unter der Leitung des BKW-Geschäftsbereichs Produktion vor: Geschäftseinheit „Standort KKM“ unter Leitung des Standortleiters KKM und Geschäftseinheit „Nuklear“, welcher das Projekt Stilllegung KKM unter der Leitung des Gesamtprojektleiters unterstellt ist.

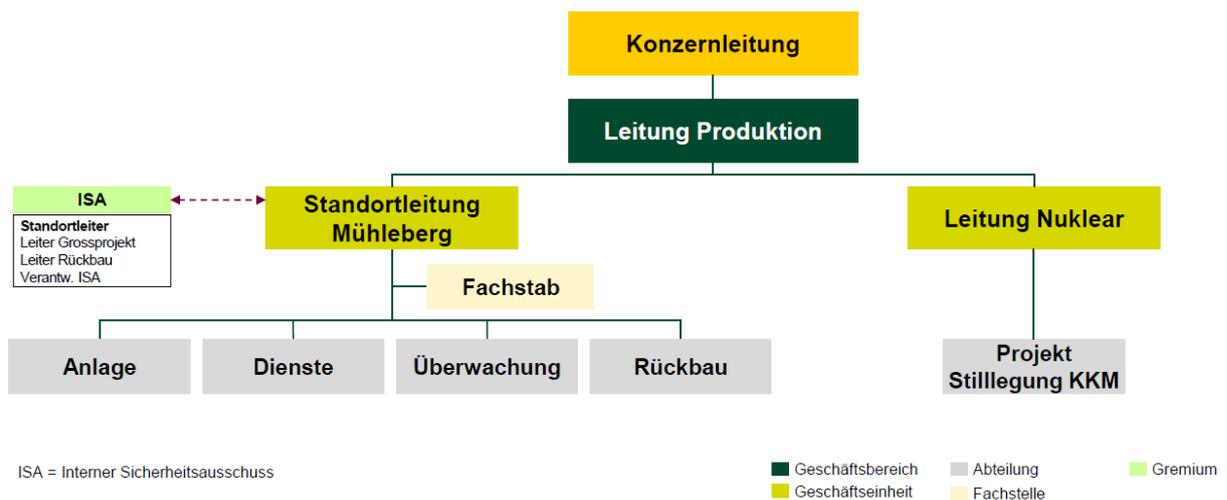


Abbildung: Geplante Aufbauorganisation Stilllegung KKM [BKW HB 2016, Abbildung 13-1]

Der Standortleiter ist dem Leiter des BKW-Geschäftsbereichs Produktion direkt unterstellt. Er nimmt die in Art. 30 Abs. 4 KEV geforderte Stelle für den technischen Betrieb des KKM wahr. Für massgebende Fragen betreffend nukleare Sicherheit konsultiert er den internen Sicherheitsausschuss (ISA). Er hat zudem einen direkten Zugang zu den übrigen Entscheidungsgremien innerhalb des Konzerns. Der Standortleiter entscheidet jedoch in letzter Instanz in allen Belangen der Sicherheit und Sicherung der Anlage.

<sup>4</sup> ALARA as low as reasonably achievable (so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar)

Der Gesamtprojektleiter Stilllegung KKM trägt die Gesamtverantwortung für die effiziente Durchführung der Stilllegung. Ihm obliegen die Verfahrensverantwortung, die Finanzverantwortung sowie die Prozesssteuerung zur effektiven Abwicklung der Stilllegung. Er vertritt die Belange des Projekts in den übergeordneten Steuerungsgremien und trägt die Verantwortung für den Behördenkontakt und die Kommunikation im Rahmen der Stilllegung.

Die Verantwortung wird demnach auf die Standortleitung und die Gesamtprojektleitung aufgeteilt, wobei eine übergeordnete Steuerung durch die Geschäftsbereichsleitung Produktion sichergestellt ist.

Zur Durchführung einer effizienten Stilllegung sieht BKW eine Matrixorganisation von Organen der Standortorganisation und der Projektorganisation vor. Das Projekt Stilllegung KKM ist dabei der Motor der Durchführung der Stilllegung. Es steuert den Rückbau über definierte Teilprojekte und ist Taktgeber der Arbeiten. Es vergibt Arbeitspakete an den Standort oder externe Lieferanten. Der Standort stellt dem Projekt über die Matrixorganisation kompetentes Personal für die Materialbehandlung und für die Umsetzung der an ihn vergebenen Rückbauvorhaben zur Verfügung. Sollte die Ausführung der vom Projekt erteilten Arbeitspakete die Einhaltung der grundlegenden Schutzziele gefährden, so gilt das Primat der nuklearen Sicherheit, welches Vorrang hat gegenüber jeder Auftragserteilung aus dem Projekt.

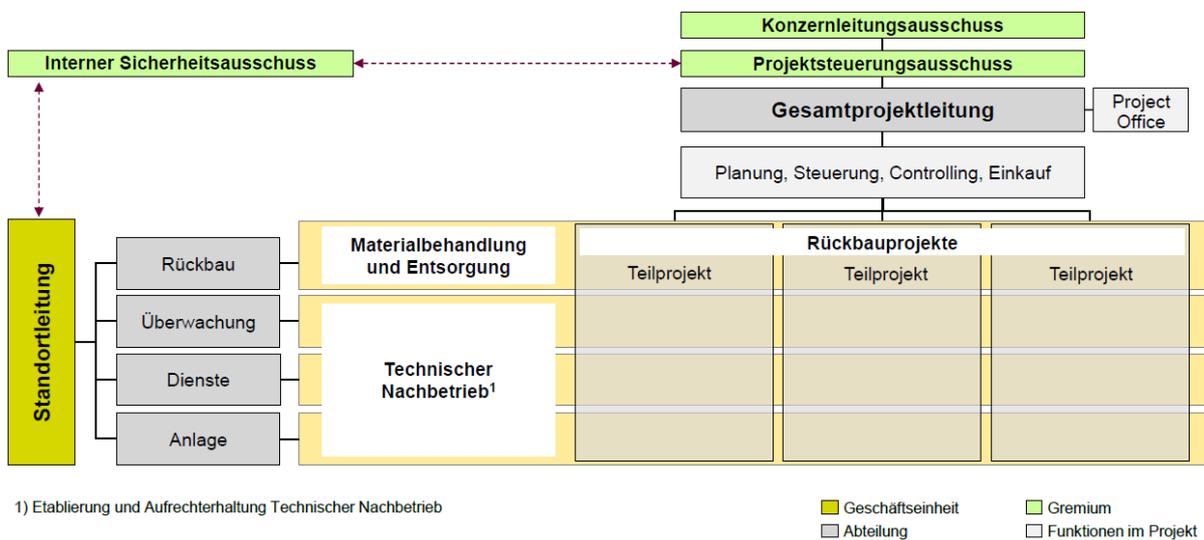


Abbildung: Geplante Matrixorganisation in der Stilllegung [BKW HB 2016, Abbildung 13-2]

Das ENSI weist darauf hin, dass die Planung und Abwicklung der Stilllegung des KKM komplexe und vielfältige organisationale Anforderungen stellt: So umfasst die Stilllegung des KKM Arbeiten, welche analog zum Leistungsbetrieb (obschon in geringerem und abnehmendem Umfang) der Aufrechterhaltung des Technischen Nachbetriebs dienen und auf Grundlage der bewährten Abläufe und Regelungen erfolgen. Daneben gibt es die eigentlichen Stilllegungs- bzw. Rückbauarbeiten, welche Projektcharakter haben und die durch Arbeiten gekennzeichnet sind, welche für BKW bzw. deren Personal und Organisation neuartig sind. Mit Blick auf die Gewährleistung der nuklearen Sicherheit hält das ENSI fest, dass die Anforderungen an die Organisation während der Stilllegung im Wesentlichen den Anforderungen während des Betriebs entsprechen. Die Stilllegungsorganisation ist deshalb in Anlehnung an Art. 30 KEV (Anforderungen an die Organisation) zu gestalten. Laut Beurteilung durch das ENSI sind die Anforderungen an die Organisation gemäss Art. 30 Abs. 1 bis 3, soweit anwendbar, durch Angaben von BKW abgedeckt, wenn auch teilweise in übergeordneten Aussagen. Die in Art. 30 Abs. 4 KEV geforderte Stelle für den technischen Betrieb des KKM nimmt in der von BKW vorgesehenen Organisationsstruktur der Standortleiter wahr. Dieser ist somit für Entscheide in Bezug auf die Sicherheit verantwortlich und muss zu diesem Zweck mit den entsprechenden Mitteln und Kompetenzen ausgestattet sein. Insbesondere muss er die

abschliessende Entscheidungsbefugnis für alle Vorgänge im KKM haben. Dazu im Widerspruch steht nach Beurteilung des ENSI die Aufteilung der Verantwortung für das Stilllegungsprojekt auf den Standortleiter und den Gesamtprojektleiter. Abschliessend schlägt das ENSI die Nebenbestimmung 20 vor, wonach BKW mit den Unterlagen zur Stilllegungsphase 1 aufzuzeigen hat, wie die Anforderungen von Art. 30 KEV unter Berücksichtigung der abgegebenen Kommentare erfüllt werden.

### *Beurteilung durch die KNS*

Für die KNS ist unbestritten, dass den organisationalen Aspekten eine grosse Bedeutung für die Gewährleistung der Sicherheit zukommt. Dabei ist das Umfeld der Stilllegung insofern tendenziell anspruchsvoller als die Betriebsphase, als die Anlage in stetem Wandel ist. Als grundsätzliche Anforderung an eine wirkungsvolle Organisation ist wichtig, dass die Zuordnungen von Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten eindeutig sind und mit der entsprechenden Ausstattung an Mitteln und Kompetenzen einhergehen. In den oben rekapitulierten Erwägungen des ENSI steht die Zuordnung und Ausstattung der „Stelle für den technischen Betrieb“ nach Art. 30 Abs. 4 KEV bzw. des „Verantwortlichen für die Stilllegung“ nach Absatz 4.8.1 c. der Richtlinie ENSI-G17 im Vordergrund. Nach dem Verständnis der KNS weist BKW diese Funktion durchaus eindeutig dem Standortleiter zu und ordnet ihm auch die letztinstanzliche Entscheidungsgewalt in Sicherheitsfragen zu, relativiert die damit verbundenen Kompetenzen und insbesondere den Vorrang in sicherheitsrelevanten Entscheiden jedoch mit den Angaben zur Gesamtprojektleitung. Die KNS unterstützt das ENSI in der Forderung, dass die bestehenden Vorgaben konkreter und verbindlicher darzulegen sind. In diesem Sinn unterstützt die KNS auch die Nebenbestimmung 20.

## **2.9 Abklinglagerung**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 4.6.5 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

BKW plant, schwach radioaktives Material, dessen spezifische Aktivitäten nach spätestens 30 Jahren unter die Freigrenzen fallen, einer Abklinglagerung zuzuführen. Nach aktuellem Kenntnisstand werden etwa 2'500 Tonnen die entsprechenden Kriterien erfüllen. BKW wird das Material für die Abklinglagerung kennzeichnen, verpacken und getrennt von radioaktiven Abfällen aufbewahren sowie die erforderlichen Dokumentationen anlegen. BKW strebt Abklinglager an einem oder mehreren Standorten ausserhalb des Kraftwerksareals an. Die finale Planung und die Bestimmung des Aufbewahrungsorts können jedoch erst erfolgen, wenn nach der Inkraftsetzung der revidierten Strahlenschutzverordnung die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben abschliessend vorliegen.

Das ENSI bestätigt, dass die Abklinglagerung Stand der Technik und das damit verbundene Gefährdungspotenzial aufgrund des geringen, in gebundener Form vorliegenden Aktivitätsinventars für die Bevölkerung gering ist. Mit der Abklinglagerung wird dem gesetzlichen Minimierungsgebot für radioaktive Abfälle (vgl. Art. 50 KEV und Art. 25 Abs. 2 StSG) und den Vorgaben in Art. 85 StSV entsprochen. Damit sämtliches Material nach der Abklinglagerung auch tatsächlich aus dem Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung fällt, müssen die Entscheidungsmessungen vor Einbringen des Materials in die Abklinglagerung mit einer entsprechenden Qualität, vergleichbar mit einer Freimessung, durchgeführt und dokumentiert werden. Um dies sicherzustellen schlägt das ENSI mit Nebenbestimmung 26 vor, das Vorgehen zur Entscheidungsmessung der Freigabepflicht zu unterstellen. Die vom KKM angegebene Materialmenge, die nach derzeitigem Kenntnisstand einer Abklinglagerung zugeführt werden soll, kann gesamthaft in einer grossen Halle (20 m × 15 m × 10 m) untergebracht werden. Da sich die Strahlenschutzverordnung zurzeit in Revision befindet, liegen die gesetzlichen Vorgaben für ein Abklinglager noch nicht abschliessend vor. BKW wird das

nach einer Entscheidungsmessung für die Abklinglagerung vorgesehene Material bis zur Verbringung in ein Abklinglager entsprechend den Vorgaben der Strahlenschutzgesetzgebung innerhalb des überwachten Bereichs des Kernkraftwerks lagern und die nötigen Gesuche für geplante Abklinglager bei der zuständigen Behörde nach deren Vorgaben einreichen.

### *Beurteilung durch die KNS*

Die Abklinglagerung von dafür geeignetem radioaktivem Material entspricht den gesetzlichen Vorgaben und wird von der KNS begrüsst. Gleichzeitig stellt die KNS fest, dass die Standortfrage für die Abklinglagerung offen ist. Im Gutachtenentwurf wird in diesem Zusammenhang die (z. Zt. der Gesuchserstellung bzw. Begutachtung) noch nicht abgeschlossene Revision der Strahlenschutzverordnung angesprochen. Nach dem Verständnis der KNS wird mit der Strahlenschutzverordnung in erster Linie festgelegt, welches Material für eine Abklinglagerung vorzusehen ist, während für den Umgang mit dem Material und damit für den Bau und Betrieb eines Abklinglagers nach aktueller Regelung die Kernenergiegesetzgebung als Spezialgesetzgebung massgebend ist (Art. 2 Abs. 1 KEG); jedoch sind Ausnahmen denkbar, da von diesem Material eine geringe Strahlenwirkung ausgeht (Art. 2 Abs. 2 KEG). Unabhängig vom massgebenden Recht kann das Bewilligungsverfahren für ein Abklinglager längere Zeit beanspruchen. Auch wenn relevante Abklinglagerkapazitäten erst in einigen Jahren erforderlich sind, sollten nach Meinung der KNS schon jetzt die Fragen des Materialabflusses geklärt und frühzeitig verbindliche Lösungen angestrebt werden.

Wie von BKW und vom ENSI festgehalten, ist das mit der Abklinglagerung verbundene Gefährdungspotenzial aufgrund des geringen, in gebundener Form vorliegenden Aktivitätsinventars für die Bevölkerung gering und die Abklinglagerung wirkt deshalb aus sicherheitstechnischer Sicht keine schwierigen Fragen auf. Aus diesem Grund hat die Standortfrage für KNS keine grosse sicherheitstechnische Bedeutung. Dies gilt auch für die vom ENSI angesprochene vorläufige Lagerung innerhalb des überwachten Bereichs des KKM. Nach Einschätzung der KNS hat diese Zwischenlösung jedoch ein erhebliches Potenzial, dass das Abklinglager relativ lange Zeit auf dem KKM-Areal verbleibt. Dagegen ist nichts einzuwenden, sofern die aus Sicht der KNS ohnehin nicht allzu grosszügigen Puffer- und Lagerflächen auf dem Areal weiterhin ausreichend sind. Mit Blick auf das zweite Bewilligungsverfahren im Rahmen der Stilllegung, welches die weitere Nutzung des Areals betrifft, würde ein Abklinglager auf dem KKM-Areal die von BKW angestrebte Entlassung aus der Kernenergiegesetzgebung tangieren. Wie bereits erwähnt, würden sich aus Sicht der KNS daraus keine besonderen sicherheitstechnischen Probleme ergeben, sofern der entsprechende Bereich vom übrigen Areal einfach abgetrennt werden kann.

## **2.10 Vorbereitende Massnahmen**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 5, hauptsächlich Abschnitt 5.1, des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

BKW stellt den Antrag I-5: „Die in Kapitel 3.4.1 des beiliegenden Stilllegungsprojekts (Hauptbericht) aufgeführten Arbeiten zur Vorbereitung der Stilllegung ("vorbereitende Massnahmen") seien zur Vornahme ab dem Zeitpunkt der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs (EELB) anzuordnen.“ Mit den Vorbereitenden Massnahmen werden die Voraussetzungen geschaffen, das Maschinenhaus für die Materialbehandlung von demontierten Materialien zu nutzen, sodass wesentliche Teile der Materiallogistik ab der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN) zur Verfügung stehen. BKW weist darauf hin, dass ein Grossteil der im Rahmen der Vorbereitenden Massnahmen geplanten Arbeiten an den Systemen und Komponenten im Maschinenhaus bereits einmal im Rahmen des Leistungsbetriebs durchgeführt wurde. BKW

listet die schwerpunktmässigen Tätigkeiten der Vorbereitenden Massnahmen auf, welche neben Demontearbeiten unter anderem auch den Aufbau der Materialbehandlung beinhalten. Die Durchführung der Vorbereitenden Massnahmen direkt nach der EELB trägt nach Darstellung von BKW zur Erfüllung folgender wichtiger Zielsetzungen bei:

- Reduzieren der Kollektivdosis als grundlegendes Schutzziel;
- Aufrechterhalten und Nutzen des Know-hows und der Betriebserfahrung des Kraftwerkspersonals;
- Rasches Aufbauen der Materiallogistik zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Materialabflusses.

Das ENSI hält als Angabe des Gesuchstellers einleitend fest, dass die Vorbereitenden Massnahmen auf das Maschinenhaus beschränkt sind. Bezugnehmend auf zusätzlich eingeforderte Unterlagen, welche der KNS nicht vorliegen, rekapituliert das ENSI die vorgesehenen Demontage- und Umbauarbeiten in fünf Schritten. Aufbauarbeiten für die Materialbehandlung werden als Teil des ersten Schrittes erwähnt. Mehrmals wird festgehalten, dass der Aufbau der Einrichtungen zur Materialbehandlung wegen der vorliegenden Platzverhältnisse im Maschinenhaus mit den Demontagen eng abzustimmen ist. Das ENSI bewertet die vorgesehenen Arbeiten als konzeptionell hinreichend beschrieben. Laut Beurteilung des ENSI handelt es sich bei den Vorbereitenden Massnahmen um Demontage- und Rückbauarbeiten, die aus Sicht der nuklearen Sicherheit vor der EABN durchgeführt werden können. Für den grössten Teil dieser Arbeiten würde keine Freigabe benötigt, wenn sie während eines ordentlichen Revisionsstillstands durchgeführt würden. Das ENSI ist deshalb der Auffassung, dass die Vorbereitenden Massnahmen ab dem Zeitpunkt der EELB angeordnet, d.h. in der Stilllegungsverfügung vorgesehen werden können. Weil die Vorbereitenden Massnahmen einen Einfluss auf die nachfolgenden Stilllegungsarbeiten haben können, sollen sie der Freigabepflicht unterstellt werden. Da aus den betrieblichen Jahresrevisionen sowohl hinsichtlich des Austauschens von Komponenten als auch in Bezug auf die Instandhaltung und Wartung aller Komponenten umfangreiche Erfahrungen vorliegen, geht das ENSI davon aus, dass der radiologische Ausgangszustand im Maschinenhaus unkritisch ist. Zum Nachweis und zur Dokumentation ist vor Beginn der Arbeiten das betriebliche radiologische Kataster des Maschinenhauses zu aktualisieren und das Ergebnis zu dokumentieren. Aus zusätzlich eingeforderten Unterlagen von BKW reproduziert das ENSI eine Aufstellung der Systeme und Komponenten im Maschinenhaus [ENSI EnGuSt 2017, Tabelle 5], welche für den sicheren Anlagenbetrieb notwendig sind, sowie ihre sicherheitstechnische Funktion; darin ist auch angegeben, welche Massnahmen zum Rückwirkungsschutz dieser Systeme und Komponenten ergriffen werden sollen. Das ENSI beurteilt die sicherheitsrelevanten Systeme und Anlagenteile, welche noch benötigt werden oder angepasst werden, mit ihren Anforderungen an die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit als hinreichend dargestellt.

Das ENSI schlägt Nebenbestimmung 28 vor, wonach die in den Gesuchsunterlagen aufgeführten Vorbereitenden Massnahmen ab EELB durchgeführt werden können und freigabepflichtig sind. Zudem hält das ENSI in Nebenbestimmung 28 die mit dem Freigabegesuch einzureichenden Unterlagen fest und verweist auf die vorgeschlagene Nebenbestimmung 29, wonach das Entfernen der Frischdampfleitungen, des Abgas-, Speisewasser- und Hauptkühlwassersystems auf das Maschinenhaus beschränkt werden.

#### *Beurteilung durch die KNS*

Zur Durchführung von Vorbereitenden Massnahmen hat sich die KNS in ihren Kommentaren vom 30. November 2015 zur Konzeptualisierung des technischen Nachbetriebs [KNS TNB 2015] wie folgt geäussert: „Aus dem Blickwinkel der Sicherheit ist in erster Linie zu gewährleisten, dass allenfalls vorgezogene Stilllegungsarbeiten hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele bedenkenlos und insbesondere hinsichtlich technischem Nachbetrieb rückwirkungsfrei sind. Selbstredend müssen vorgezogene Stilllegungsmassnahmen allen Anforderungen der

*Sicherheit entsprechen, darunter auch der Arbeitssicherheit und insbesondere auch radiologischen Aspekten. Zudem dürfen sich vorgezogene Stilllegungsmassnahmen im weiteren Verlauf der Stilllegung ganzheitlich betrachtet nicht nachteilig auswirken.“*

Die KNS nimmt zur Kenntnis, dass die Vorbereitenden Massnahmen auf das Maschinenhaus beschränkt sein werden. Im Maschinenhaus reduzieren sich die Schutzziele auf die Begrenzung der Strahlenexposition und den Einschluss von radioaktiven Stoffen, wobei radioaktive Stoffe und Strahlenexposition in erster Linie auf Kontaminationen zurückgehen. Der oben erwähnte Hinweis von BKW, dass ein Grossteil der geplanten Arbeiten bereits einmal im Rahmen des Leistungsbetriebs durchgeführt worden sei, zeigt nach Meinung der KNS überzeugend auf, dass die mit diesen Arbeiten verbundenen radiologischen Anforderungen erfüllt werden können. Zum Rückwirkungsschutz hat sich die KNS in Abschnitt 2.5 geäussert; dieser muss im Freigabe- bzw. im Aufsichtsverfahren im Einzelnen überprüft werden. Nachteilige Auswirkungen im weiteren Verlauf des Stilllegungsverfahrens können nach Meinung der KNS bei Arbeiten im Maschinenhaus ausgeschlossen werden, wenn der Rückwirkungsschutz wie erwähnt sichergestellt ist. Somit sind die oben zitierten sicherheitstechnischen Voraussetzungen für Vorbereitende Massnahmen im Maschinenhaus erfüllt, soweit dies aufgrund des Projektstandes beurteilt werden kann. Die KNS hat deshalb keinen grundsätzlichen Einwand gegen die Anordnung von Vorbereitenden Massnahmen im Maschinenhaus gemäss Nebenerbestimmungen 28 und 29.

Ergänzend spricht die KNS die folgenden Punkte an:

- Nach Darstellung von BKW trägt die Durchführung der Vorbereitenden Massnahmen zum grundlegenden Schutzziel bei, die Kollektivdosis zu reduzieren.

Nach Auffassung der KNS ist dieses Argument mit den vorliegenden Informationen nicht nachvollziehbar.

- Im Gutachtenentwurf ist wiederholt als Angabe des Gesuchstellers festgehalten, dass der Aufbau der Einrichtungen zur Materialbehandlung wegen der vorliegenden Platzverhältnisse im Maschinenhaus mit den Demontagen eng abzustimmen ist.

Nach allgemeiner Erfahrung können insbesondere räumlich und/oder zeitlich gedrängt geplante Arbeiten die Sicherheit unmittelbar und mittelbar beeinträchtigen. Die KNS empfiehlt in diesem Zusammenhang eine entsprechend enge Begleitung dieser Arbeiten durch die Aufsichtsbehörden.

- In früheren Unterlagen<sup>5</sup> und in einem Vortrag<sup>6</sup> im Mai 2017 wurden im Zeitrahmen der ETNB auch Zerlegearbeiten im Reaktorgebäude erwähnt. In den vorliegenden Unterlagen findet sich die Aussage [BKW HB 2016, 7.2.4 (S. 75)]: „Die Zerlegung der Kerneinbauten beginnt mit der Entfernung der beweglichen Einbauten im Rahmen der Etablierung des technischen Nachbetriebs.“

Nach dem Verständnis der KNS sind aufgrund des Wortlauts im Gutachtenentwurf Zerlegearbeiten im Reaktorgebäude im Rahmen der Vorbereitenden Massnahmen und damit im Rahmen der ETNB ausgeschlossen. Vgl. dazu auch die Anmerkungen der KNS betreffend Kerneinbauten in Abschnitt 2.11.1.

---

<sup>5</sup> Abschnitt 5.2.1 in: Beantwortung der Forderung 1 des ENSI vom 14.11.2013; Aktennotiz AN-PM-2014/161; BKW Energie AG, KKM, 17.12.2014

<sup>6</sup> Demontage von grösseren Einzelkomponenten als Teil der vorbereitenden Massnahmen für den Rückbau des Kernkraftwerks Mühleberg; Vortrag von J. Dux, KKM, in: 48. Jahrestagung Kerntechnik, Berlin, 16./17. Mai 2017

## 2.11 Stilllegungsphase 1

### 2.11.1 Überblick und Systembedarf

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 6, hauptsächlich den Abschnitten 6.1, 6.2.1, 6.2.2 und 6.4.1.2 des Gutachtenentwurfs.

#### *Zum Sachstand*

Die Stilllegungsphase 1 (SP1) beginnt mit der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN), d.h. wenn die Etablierung des technischen Nachbetriebs (ETNB) abgeschlossen ist und alle Brennelemente aus dem Reaktordruckgefäss (RDB) in das Brennelement-Lagerbecken (BEB) transferiert sind. Während der SP1 werden die im BEB gelagerten Brennelemente in mehreren Transportkampagnen aus dem KKM weggebracht. Bis alle Brennelemente abtransportiert sind, ist der technische Nachbetrieb mit Kühlung der Brennelemente im BEB aufrechtzuerhalten. Damit sind in SP1 weiterhin Anforderungen hinsichtlich aller vier grundlegender Schutzziele der nuklearen Sicherheit zu erfüllen, wobei das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ nur noch für das BEB sichergestellt werden muss. Wenn alle Brennelemente abtransportiert sind und die sogenannte Kernbrennstofffreiheit erlangt ist, entfallen die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ sowie „Kühlung der Brennelemente“. Damit wird die SP1 abgeschlossen sein.

Nach Angaben von BKW umfasst die SP1 neben der Aufrechterhaltung des technischen Nachbetriebs unter anderem Demontagen von aktivierten Bauteilen und von nicht mehr benötigten Einrichtungen. Im Reaktorgebäude werden die Druckabbaukammer („Torus“) und die zugehörigen Systeme, die Noteinspeisesysteme und die Systeme zur Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem RDB sowie die Einbauten im RDB („Kerneinbauten“) demontiert. Im Maschinenhaus werden die nach den Vorbereitenden Massnahmen (siehe Abschnitt 2.10) verbliebenen Systeme demontiert und die Dekontamination des Gebäudes begonnen sowie die Blocktransformatoren demontiert. Ausserdem wird im Maschinenhaus die Infrastruktur für die Materialbehandlung eingerichtet und in Betrieb genommen. Das ENSI bewertet diese konzeptionellen Vorgaben positiv. Mit den detaillierten Unterlagen, die im Rahmen des Freigabegesuchs für die SP1 einzureichen sind, ist aufzuzeigen, dass die vorgesehene Abfolge der Demontagearbeiten sicher durchgeführt werden kann.

Als Angabe des Gesuchstellers ist im Gutachtenentwurf festgehalten, dass die Nachbetriebsysteme, d.h. die nach der EABN zur Aufrechterhaltung des Technischen Nachbetriebs und für die Stilllegungsarbeiten erforderlichen (Teil-)Systeme, während der Stilllegungsarbeiten bedarfsgerecht angepasst, umgebaut, verlegt oder auch ersetzt werden. Ersatzsysteme sind unter Berücksichtigung der zu erfüllenden Schutzziele und der erforderlichen Anforderungen auszulegen, namentlich der Strahlenschutzgrundsätze gemäss Strahlenschutzverordnung und des Rückwirkungsschutzes. Sodann werden insbesondere Angaben zur autarken und redundanten Brennelementbeckenkühlung (ARBEK), zu Lüftungstechnischen Anlagen, zur Stromversorgung und zur Bereitstellung von Kühlwasser gemacht.

Da die Planungen für die SP1 noch nicht abgeschlossen sind, liegen dem ENSI mit den Gesuchsunterlagen erwartungsgemäss noch keine konkreten, detaillierten und vollständigen Angaben zum benötigten Systemumfang vor. Detaillierte und vollständige Angaben sind dem ENSI mit dem Antrag zur Freigabe der SP1 einzureichen, insbesondere auch zum Rückwirkungsschutz für die noch benötigten Systeme. Gesamthaft erachtet das ENSI aus heutiger Sicht die geplanten Vorsorgemassnahmen (Modifikationen und Nachrüstungen von Systemen) als zielführend, um die Schutzziele auf den jeweiligen Sicherheitsebenen zu gewährleisten. Nach Wertung des ENSI kann aufgezeigt werden, dass mit den vorhandenen Systemen, Einrichtungen und Massnahmen eine ausreichende Vorsorge auf allen Sicherheitsebenen in der SP1 gewährleistet ist.

Laut Beurteilung durch das ENSI haben die Angaben von BKW zur Demontage der fest installierten Kerneinbauten Konzeptcharakter und sind unter Berücksichtigung des aktuellen Planungsstands nachvollziehbar und plausibel. Zur Durchführung werden bislang nicht spezifizierte Hilfseinrichtungen benötigt (z. B. fernhantierbare Zerlegeeinrichtungen, Transporteinrichtungen, Abschirmungen usw.). Aufgrund der radiologischen Bedingungen sind die Anforderungen an eine sicherheits- und schutzzielorientierte Durchführung inklusive Risikominimierung relativ hoch. Um einen sicherheitsorientierten Ablauf zu gewährleisten, erachtet das ENSI eine Bewertung sowohl der Zerletechniken unter Berücksichtigung von Strahlenschutzaspekten als auch des Verpackungskonzepts zur Herstellung endlagerfähiger Gebinde als notwendig. Das ENSI schlägt deshalb die Nebenbestimmung 32 vor, wonach die Zerlegung der fest installierten Kerneinbauten einem zweistufigen Freigabeverfahren unterliegt.

#### *Beurteilung durch die KNS*

Im Rahmen der SP1 sollen im Reaktorgebäude auf der –11-m-Ebene die Druckabbaukammer und die zugehörigen Systeme sowie von der Betriebsebene (Kote +29 m) aus die fest installierten Einbauten im RDB demontiert werden. Auf der Betriebsebene liegt auch die Oberkante des BEB, in dem sich zu Beginn der SP1 nach Angaben von BKW noch ca. 360 Brennelemente befinden werden. Auch Demontearbeiten auf der Betriebsebene sind mit Emissionen und Immissionen verbunden, wozu im ungünstigen Fall auch Ereignisse mit Einwirkungen auf die Brennelemente im BEB gehören können. Die damit verbundenen Risiken sind nach Einschätzung der KNS zwar begrenzt, werfen aber doch die Frage nach der Rechtfertigung für Demontearbeiten im Bereich der Betriebsebene auf, solange noch Brennstoff im Brennelementbecken eingelagert ist. Das Vorhaben steht auch im Widerspruch zur Aussage von BKW zum Demontepfad Reaktorgebäude +29 m [BKW HB 2016, 7.2.3.3 (S. 68)]: *„Bis zur Kernbrennstofffreiheit ist dieser Raumbereich<sup>7</sup> kein Demontepfad, sondern vom Schutz der Brennelemente gegen Rückwirkungen durch Tätigkeiten aus dem Rückbau geprägt.“* Zudem ist die Zerlegung der fest installierten Kerneinbauten nach Angaben im Gutachtenentwurf eine der dosisintensivsten (Sv/Personenaufwand) Arbeiten beim Rückbau eines KKW. Eine spätere Durchführung dieser Arbeiten führt zu einer tendenziell geringeren Dosisbelastung. Die KNS unterstützt die Freigabepflicht gemäss Nebenbestimmung 32 für die Demontage der fest installierten Kerneinbauten. Die KNS empfiehlt jedoch, sicherheitsgerichtet zu überprüfen, ob die Durchführung von Demontagetätigkeiten von der Betriebsebene aus angemessen ist, solange Brennstoff im BEB eingelagert ist. (Vgl. dazu auch die Anmerkungen der KNS im Abschnitt 2.10 zu Zerlegearbeiten im Reaktorgebäude im Rahmen der ETNB bzw. der Vorbereitenden Massnahmen.)

In den Darlegungen im Gutachtenentwurf zum Ausgangszustand für die SP1 wird verschiedentlich auf die Massnahmen eingegangen, welche zuvor im Rahmen der ETNB umzusetzen sind. Die Zuordnung dieser Massnahmen zur ETNB geht nach Meinung der KNS aus den sprachlichen Formulierungen im Gutachtenentwurf nicht immer klar hervor.

Im Übrigen sind die Darlegungen zur Vorgehensweise in der SP1 für die KNS plausibel. Die detaillierten Überprüfungen, insbesondere zum Rückwirkungsschutz, wird das ENSI im Freigabeverfahren vornehmen.

#### **2.11.2 Deterministische Störfallanalysen**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 6.2.5 des Gutachtenentwurfs.

---

<sup>7</sup> Gemeint ist der Raumbereich auf der +29-m-Ebene, inklusiv Einbautenbecken, exklusiv Raumbereich des Brennelement-Lagerbeckens [BKW HB 2016, Abbildung 7-3].

### *Zum Sachstand*

Die deterministische Störfallanalyse beinhaltet die Ermittlung der Eintrittshäufigkeiten der Störfälle mit und ohne Einzelfehler, die Störfallkategorisierung und die technischen sowie die nachfolgende radiologische Störfallanalyse. Die Unterkritikalität, die hinreichende Kühlung der Kernmaterialien und die Einhaltung der für die einzelnen Störfallkategorien vorgegebenen Dosislimiten werden nachgewiesen. Die Vorgaben beruhen auf Art. 94 StSV, auf der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2; fortan: „UVEK-Verordnung“) sowie auf den Richtlinien ENSI-A01, ENSI-A08 und ENSI-G14. Das ENSI weist darauf hin, dass es internationaler Praxis entspricht, für den Nachweis der Einhaltung von Dosiswerten konservative Berechnungsergebnisse zu verlangen. Damit wird sichergestellt, dass die ausgewiesenen Dosen einen oberen Wert der zu erwartenden radiologischen Auswirkungen darstellen.

Im Grundsatz bestätigt das ENSI die den Gesuchsunterlagen zugrunde liegende allgemeine Vorgehensweise. Jedoch fehlt laut Beurteilung durch das ENSI eine systematische Bewertung der Nachweise mit und ohne Einzelfehler. Hinsichtlich des Detaillierungsgrades der Dokumentation sieht das ENSI Verbesserungsbedarf, ordnet entsprechende Lücken aber auch dem frühen Planungsstand zu. In den Bewertungen der einzelnen technischen und radiologischen Störfallanalysen hat das ENSI festgehalten, welche weiteren Angaben mit der Einreichung der Unterlagen zu den Phasenfreigaben erforderlich sind. Das ENSI weist auch darauf hin, dass das Störfallspektrum aus dem Stilllegungsprojekt auch für die geplanten Rückbauschritte und die sich damit gegebenenfalls ändernden Randbedingungen abdeckend sein müssen. In diesem Sinn schlägt das ENSI die Nebenbestimmung 30 vor, wonach die abdeckenden Auslegungsstörfälle für die SP1 angepasst bzw. neu durchgeführt werden müssen und im Rahmen der Freigabe der SP1 in richtlinienkonformer Detailtiefe einzureichen sind.

Das Ereignisspektrum für die Stilllegung wurde ausgehend vom Spektrum für den Leistungsbetrieb entwickelt. Es wurde nach Angaben von BKW um stilllegungsspezifische Ereignisse ergänzt, wobei die Erkenntnisse aus der Rückbauerfahrung in Deutschland, die deutschen Leitlinien und der IAEA-Guide Decommissioning berücksichtigt wurden. BKW kommt zum Schluss, dass keine grundlegend neuen Störfälle zu erwarten sind. Gemäss Darstellung im Gutachtenentwurf umfasst das abdeckende Ereignisspektrum für die SP1 insgesamt 21 Ereignisse (inklusive der internen und externen systemübergreifenden) [ENSI EnGuSt 2017, Tabelle 7], welche in einigen Fällen in unterschiedliche Varianten aufgegliedert sind.

Nach Wertung des ENSI ist das abdeckende Störfallspektrum vollständig und entspricht auch den internationalen Anforderungen. Das Spektrum lehnt sich unter anderem an den Leistungsbetrieb an und kann teilweise durch existierende Analysen abgedeckt werden. Dies gilt insbesondere für die Störfälle im Zusammenhang mit der Lagerung und Kühlung der Brennelemente im BEB. Unter Bezugnahme auf zusätzlich eingeforderte Unterlagen, welche der KNS nicht vorliegen, beurteilt das ENSI das Ereignisspektrum auch für das Zwischenlager als vollständig. Rückbauspezifische Störfälle können nach Wertung des ENSI nur generisch bewertet werden, da die einzelnen Rückbauschritte noch nicht im Detail spezifiziert worden sind. Im Rahmen des für die SP1 einzureichenden Sicherheitsberichts ist aufzuzeigen, dass das Störfallspektrum auch für die geplanten Rückbauschritte abdeckend ist.

In den vorliegenden Unterlagen von BKW [BKW T1 2016] und im Gutachtenentwurf werden sodann alle Ereignisse des Störfallspektrums behandelt. Das ENSI beurteilt die Angaben von BKW teilweise auch auf Basis von zusätzlich eingeforderten Unterlagen, die der KNS nicht vorliegen, und hält in seinen Beurteilungen in einigen Punkten von den Darlegungen von BKW abweichende Bewertungen fest, beispielsweise zur Analyse des internen Brandes. Beim internen Brand wird unterschieden zwischen (a) Brand innerhalb von Gebäuden der kontrollierten Zone, (b) Brand ausserhalb von Gebäuden der kontrollierten Zone, (c) Brand im Reaktorgebäude oder Maschinenhaus mit Ausfall von ARBEK-B sowie (d) Brand im SUSAN

mit Ausfall von ARBEK-S. Zu den Brandfällen (a) und (c) stellt das ENSI fest, dass die ausgewiesene Eintrittshäufigkeit mit Einstufung in Störfallkategorie 2 die im Vergleich zum Leistungsbetrieb zahlreicheren Arbeiten in diesen Gebäuden nicht berücksichtigt.

### *Beurteilung durch die KNS*

Die für die Beurteilung der deterministischen Störfallanalysen herangezogenen Vorgaben sind nach Meinung der KNS sachlich zweifellos zutreffend. Im Sinn einer Nebenbemerkung weist die KNS darauf hin, dass die Stilllegung in Art. 2 Abs. 1 UVEK-Verordnung (SR 732.112.2) nicht erwähnt ist. Auf formeller Ebene wird die UVEK-Verordnung somit über die erwähnten Richtlinien ENSI-A01 und ENSI-A08 eingebunden, worin auf die UVEK-Verordnung oder darin enthaltene Regelungen Bezug genommen wird.

Die KNS bestätigt, dass ein umfassendes Spektrum von Störfällen betrachtet wird. Aufgrund der Beurteilungen durch das ENSI stellt die KNS fest, dass im Hinblick auf die Freigabegesuche erhebliche Nacharbeiten erforderlich sind. Mit Hinweis auf die am Schluss dieses Abschnitts festgehaltene Empfehlung unterstützt die KNS die in diesem Zusammenhang vom ENSI vorgeschlagene Nebenbestimmung 30.

Die KNS verzichtet darauf, im Einzelnen auf die Darlegungen zu den Störfällen einzugehen. In allgemeiner Betrachtung sind der KNS einige Angaben zu den Häufigkeiten aufgefallen. Oben erwähnt ist die Kritik des ENSI an den Häufigkeiten, welche für zwei Untergruppen von Brandereignissen angegeben wird. Die vom ENSI geforderte Berücksichtigung vermehrter handwerklicher Arbeiten ist aus Sicht der KNS für die sicherheitstechnische Begleitung der Stilllegung essenziell. Bei Montage-, Demontage- und Umbauarbeiten, wie sie für die Stilllegung eines Kernkraftwerks charakteristisch sind, kommt es nach allgemeiner Erfahrung im Brandwesen zu vermehrten Brandereignissen. Häufig stehen sie in Verbindung mit dem Einsatz von thermischen Verfahren oder von Chemikalien und können begünstigt sein durch arbeitsbedingt temporär erhöhte Brandlast. Aufgrund von Montage-, Demontage- und Umbauarbeiten ist auch davon auszugehen, dass die Zuverlässigkeit betroffener oder verbundener Systeme wieder vermehrt derjenigen von jungen oder neuen Systemen entspricht, d.h. die anfänglich höhere Fehlerhäufigkeit in Betracht zu ziehen ist. Andererseits erstaunt im Zusammenhang mit den in den Unterlagen angegebenen Häufigkeiten von internen Bränden, dass ausgerechnet Brände im SUSAN-Gebäude (Notstandssystem) relativ häufig sind und in die Störfallkategorie 1 fallen. Bezüglich Zuordnung zu Häufigkeitsklassen bzw. Störfallkategorien stellt sich für die KNS auch die Frage, wie weit die Unterteilung von (Brand-)Ereignissen in Untergruppen sicherheitsgerichtet ist. Die Bildung von Untergruppen führt zu geringeren Häufigkeiten und damit zur Einstufung in höhere Störfallkategorien. Aus den Unterlagen geht nicht hervor, unter welchen Bedingungen die Betrachtung von Untergruppen zulässig ist. Die KNS empfiehlt, die Störfallanalysen für die Phasenfreigaben insbesondere hinsichtlich Störfallhäufigkeiten vor dem Hintergrund häufiger Systemveränderungen und der laufenden Stilllegungsarbeiten zu überprüfen.

## **2.12 Stilllegungsphase 2**

In diesem Abschnitt äussert sich die KNS zu Abschnitt 7 des Gutachtenentwurfs.

### *Zum Sachstand*

Die Stilllegungsphase 2 (SP2) beginnt, wenn alle Brennelemente aus dem KKM abtransportiert sind („Kernbrennstofffreiheit“), und endet mit der Freimessung bzw. Aufhebung der kontrollierten Zonen. In der SP2 werden hauptsächlich Demontearbeiten in der kontrollierten Zone durchgeführt, insbesondere im Reaktorgebäude und im Maschinenhaus. Die noch vorhandenen Grosskomponenten und Strukturen, wie der Reaktordruckbehälter (RDB), der Biologische Schild und das Drywell mit Einbauten, werden rückgebaut. Alle noch vorhande-

nen und nicht mehr benötigten Systeme werden demontiert, wie z.B. die Systeme für die Kühlung des Brennelementbeckens (BEB) oder die Reaktorwasserreinigung, später auch Infrastrukturen für den Rückbaubetrieb wie die Materialbehandlungseinrichtungen oder die Lüftungssysteme. Des Weiteren finden auch Demontagearbeiten im konventionellen Bereich statt, wie im Pumpenhaus, am Ein- und Auslaufbauwerk und im Betriebsgebäude. Im Hinblick auf die Freimessung und Aufhebung der kontrollierten Zonen folgt abschliessend die radiologische Nachweisführung durch beweissichernde Messungen. Während der SP2 sind die Anforderungen von zwei grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit zu erfüllen, der „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und die „Begrenzung der Strahlenexposition“. Wenn der geplante Abschluss der SP2 erreicht ist, stellt die Anlage keine radiologische Gefahrenquelle mehr dar und die nuklearen Schutzziele entfallen.

Als Angabe des Gesuchstellers ist im Gutachtenentwurf festgehalten, dass die für den Rückbaubetrieb erforderlichen (Teil-)Systeme während der Stilllegungsarbeiten entsprechend den jeweiligen Erfordernissen und Anforderungen bedarfsgerecht an den Rückbaufortschritt angepasst, ergänzt, umgebaut, verlegt oder auch ersetzt werden. Ersatzsysteme sind unter Berücksichtigung der zu erfüllenden Schutzziele und der erforderlichen Anforderungen auszulegen, namentlich der Strahlenschutzgrundsätze gemäss Strahlenschutzverordnung und des Rückwirkungsschutzes.

Da die Planungen für die SP2 noch nicht abgeschlossen sind, liegen dem ENSI erwartungsgemäss noch keine konkreten, detaillierten und vollständigen Angaben zum benötigten Systemumfang sowie den daraus resultierenden Änderungen sowie Anpassungen vor. Detaillierte und vollständige Angaben, insbesondere auch zum Rückwirkungsschutz für die dann noch benötigten Systeme, erwartet das ENSI mit dem Antrag zur Phasenfreigabe der SP2. Da sich in der SP2 kein Kernbrennstoff mehr im BEB befindet, reduziert sich der benötigte Systemumfang im Vergleich zur SP1 deutlich. Das ENSI erachtet aus heutiger Sicht die geplanten Vorsorgemassnahmen (Modifikationen und Nachrüstungen von Systemen) als zielführend, um die Schutzziele auf den jeweiligen Sicherheitsebenen zu gewährleisten. Nach Wertung des ENSI kann aufgezeigt werden, dass mit den vorhandenen Systemen, Einrichtungen und Massnahmen eine ausreichende Vorsorge in der SP2 gewährleistet ist

Laut „Angaben des Gesuchstellers“ im Gutachtenentwurf umfasst das Störfallspektrum für die SP2 16 Ereignisse, welche durch die Störfallbetrachtungen für die SP1 abgedeckt sind. Die Störfälle können jedoch aufgrund der Anlagenänderungen verändert ablaufen, sodass die Analysen für die SP2 angepasst werden müssen. Nach Wertung des ENSI ist das Störfallspektrum für die SP2 vollständig; da die Anlage brennstofffrei ist, sind alle Störfälle, die in der SP1 zum Ausfall der BEB-Kühlung führen können, sowie Handhabungsfehler im Störfallspektrum für die SP2 korrekterweise nicht mehr enthalten. Die im Gutachtenentwurf für die SP1 enthaltenen Störfallbetrachtungen sind grundsätzlich auch für die SP2 gültig. Die einzelnen Rückbauschritte sind aber noch nicht im Detail spezifiziert worden und können Einfluss auf die Randbedingungen der Störfallabläufe haben. Im einzureichenden Sicherheitsbericht ist deshalb darzustellen, welche Störfallanalysen der SP1 weiterhin gelten und welche Störfallanalysen allfälligen Anpassungen an die Randbedingungen der SP2 unterliegen.

Zum Rückbau in SP2 werden im Gutachtenentwurf insbesondere der Rückbau des RDB sowie des Biologischen Schildes und des Drywells inkl. Einbauten behandelt. Gemäss Rahmenterminplan [BKW HB 2016, Abbildung 7-1 (S. 62)] sollen diese Arbeiten zum Teil parallel durchgeführt werden.

Die Angaben von BKW zur Demontage und Zerlegung des RDB beurteilt das ENSI unter Berücksichtigung des aktuellen Planungsstands als nachvollziehbar und plausibel. Die Ausführungen sind entsprechend dem Planungsstand noch knapp gehalten. Laut „Angaben des Gesuchstellers“ im Gutachtenentwurf werden die Anforderungen für Hilfseinrichtungen für den Rückbau des RDB in der „Anforderungsspezifikation für Hilfseinrichtungen im Rückbau des RDB und der RDB-Einbauten“ festgelegt. Das ENSI beurteilt dieses Vorgehen als geeignet

um sicherzustellen, dass das Regelwerk und die Schutzziele eingehalten werden. Aufgrund der zentralen Bedeutung und der Komplexität erwartet das ENSI, dass diese Anforderungsspezifikation mit den Unterlagen zur Phasenfreigabe zur Prüfung eingereicht wird. Beim Rückbau des RDB sind die Anforderungen an eine sicherheits- und schutzzielorientierte Durchführung relativ hoch. Das ENSI erwähnt insbesondere die Minimierung der Strahlenexposition des Personals und die Aktivitätsrückhaltung im Zerlegebereich, aber auch die Risiko- und Abfallminimierung. Eine mögliche Reaktordekontamination wird von BKW im Zusammenhang mit der Demontage des Biologischen Schildes und des Drywells erwähnt, was vom ENSI zu diesem späten Zeitpunkt als problematisch angesehen wird. Um einen sicherheitsorientierten Ablauf zu gewährleisten, erachtet das ENSI eine Bewertung sowohl der Zerletechniken für den RDB unter Berücksichtigung von Strahlenschutzaspekten als auch des Verpackungskonzepts zur Herstellung endlagerfähiger Gebinde als notwendig. Dabei ist auch der teilweise parallel vorgesehene Rückbau des Biologischen Schildes und des Drywells zu berücksichtigen. Das ENSI verweist auf die Freigabepflicht nach Art. 47 Bst. f KEV für die Demontage des RDB sowie der ihn umgebenden Gebäudeteile. Es schlägt die Nebenbestimmungen 33 und 34 vor, wonach der Rückbau des RDB bzw. der Rückbau des Biologischen Schildes und des Drywells einem zweistufigen Freigabeverfahren unterliegen.

### *Beurteilung durch die KNS*

Die Darlegungen zur Vorgehensweise in der SP2 sind für die KNS auf konzeptioneller Stufe nachvollziehbar. Die KNS bestätigt, dass die hier angesprochenen Rückbauschritte aus sicherheitstechnischer Sicht anspruchsvoll sind und entsprechend sorgfältig umzusetzen sind. Die Beurteilungen durch das ENSI im Gutachtenentwurf sind nach Auffassung der KNS sachgerecht. Die Freigabepflicht für die Demontage des Reaktordruckbehälters und der ihn umgebenden Gebäudeteile ist mit Art. 47 Bst. f KEV gesetzlich vorgegeben. Mit den vorgeschlagenen Nebenbestimmungen 33 und 34 wird ein zweistufiges Freigabeverfahren festgelegt und in Bezug auf den Ablauf der Stilllegung terminiert. Diese Bestimmungen ermöglichen die Überprüfung der Detailplanung und werden von der KNS unterstützt.

## **3 Forschung**

### **3.1 Rahmenbedingungen**

Die KNS spricht im vorliegenden Abschnitt den Themenkreis Forschung im Rahmen der Stilllegung an. Dieser Themenkreis wird in den Gesuchunterlagen und im Gutachtenentwurf nicht behandelt, ist er doch auch nicht expliziter Bestandteil der gesetzlich vorgegebenen Stilllegungspflicht des Eigentümers. Die Verfolgung des Standes von Wissenschaft und Technik sowie der Forschung ist jedoch eine Aufgabe der KNS. Gemäss Art. 2 der Verordnung über die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (VKNS; SR 732.16) kann die KNS Forschungsarbeiten in der Schweiz oder die Beteiligung schweizerischer Stellen an ausländischen oder internationalen Projekten empfehlen. Das Bewilligungsverfahren für die Stilllegung des Kernkraftwerks Mühleberg gibt der KNS Anlass für eine entsprechende allgemeine Empfehlung.

Im Zusammenhang mit einer Stilllegung ergeben sich verschiedene Gelegenheiten, für die nukleare Sicherheit wichtige Daten zu erheben, welche in der Betriebszeit einer Kernanlage nicht erfasst werden können. Hauptgrund für zusätzliche Datenquellen in der Stilllegung ist, dass Messmethoden oder Probenahmen in der Betriebszeit in der Regel keine relevanten Auswirkungen auf die Anlage oder den betroffenen Prozess haben dürfen; im materialtechnischen Bereich bedeutet dies typischerweise, dass die Datenerhebung zerstörungsfrei sein muss. Derartige Einschränkungen können in der Stilllegung (früher oder später) entfallen. Aber auch andere Faktoren, wie die Zugänglichkeit oder die verfügbare Messtechnik, können Ursache für zusätzlich und einmalig verfügbare Datenquellen in der Stilllegung sein.

Nach Meinung der KNS gilt es, die speziellen Möglichkeiten für Forschung im Rahmen der Stilllegung zu nutzen. Die KNS ist sich bewusst, dass über einen allfälligen Forschungsbedarf für die eigene Anlage hinaus für die Bewilligungsinhaber von Anlagen in Stilllegung keine direkte gesetzliche Verpflichtung besteht, Forschungsarbeiten zu Gunsten von Dritten durchzuführen oder durchführen zu lassen. Da in der Schweiz und im Ausland weiterhin Kernkraftwerke betrieben werden, besteht jedoch ein allgemeines öffentliches Interesse an der Erhebung von Daten, welche für die nukleare Sicherheit wichtig sind, sowohl hinsichtlich Betrieb wie auch hinsichtlich Entsorgung. Auf dieser Basis ist nach Auffassung der KNS zu erwägen, wie die Durchführung von Forschungsarbeiten, die für die nukleare Sicherheit von Bedeutung sind, im Rahmen der Stilllegung des KKM sichergestellt werden kann.

### 3.2 Hinweise auf Forschungsthemen

In der Kerntechnik spielen insbesondere materialtechnische Fragen eine wichtige sicherheitstechnische Rolle. Nach Meinung der KNS könnten im Rahmen der Stilllegung des KKM insbesondere Untersuchungen zu den folgenden Fragestellungen für die nukleare Sicherheit wertvolle Erkenntnisse liefern:

– Materialversprödung Reaktordruckbehälter

Diese Fragestellung ist für die Sicherheit von Leichtwasserreaktoren klassisch: Unter der Einwirkung der Neutronen, welche durch die Kernspaltungsprozesse freigesetzt werden, versprödet der Stahl, aus dem der Reaktordruckbehälter (RDB) besteht. Die Sicherheit wird aufgrund von Kerbschlagproben, die im Reaktor mitbestrahlt, periodisch entnommen und getestet werden, sowie von Modellrechnungen gewährleistet.

Im Zug der Stilllegung besteht die Möglichkeit, direkt RDB-Material an verschiedenen relevanten Stellen (z. B. im Bereich von Schweissnähten) zu entnehmen, zu prüfen und zu analysieren. Damit können die Modellrechnungen zur Materialversprödung überprüft und die allgemeinen Kenntnisse der Materialversprödung verbessert werden.

– Spannungsrisskorrosion

Im KKM wurden im Jahr 1990 Risse im Kernmantel entdeckt. Die Abklärungen ergaben, dass diese Risse auf Spannungsrisskorrosion zurückzuführen sind. Als Massnahme zur Eindämmung des Risswachstums und zum Schutz intakter Komponenten wurde im KKM als erstem KKW weltweit die sogenannte Wasserstofffahrweise mit Edelmetallbeigabe (Noble Metal Chemical Addition, NMCA) eingesetzt. Bei der Wasserstofffahrweise wird durch Zugabe von freiem Wasserstoff in das Speisewasser das elektrochemische Potenzial abgesenkt und somit der Korrosionsprozess verlangsamt. Mit NMCA kann die nötige Potenzialabsenkung mit weniger Wasserstoff erzielt werden, was radiologische Nachteile der Wasserstoffzugabe reduziert.

Für die Wirksamkeit des erwähnten Verfahrens ist massgebend, ob und wie die periodisch zugegebenen Edelmetalle insbesondere im Bereich der Risse abgelagert werden. Für entsprechende Abklärungen könnten im Zug der Demontage des Kernmantels geeignete Materialproben entnommen und untersucht werden. Auch kann die nicht genau steuerbare Ausbreitung und Deposition der beigegebenen Edelmetalle in verschiedenen Komponenten und Teilkomponenten überprüft werden.

– Korrosion am Drywell

Für die jährlichen Hauptrevisionen mit Brennstoffwechsel werden das Reaktor- und das Einbautenbecken mit Wasser gefüllt. Im KKM sind aus Hauptrevisionen kleine Leckagen von Wasser aus diesen Becken bekannt, welche zu Korrosionserscheinungen am Drywellbehälter führten. Zur Beurteilung des Ausmasses dieser Korrosion wurden in der jüngeren Vergangenheit verschiedene Ansätze verfolgt.

Im Rahmen der Stilllegung ergibt sich die Möglichkeit, das Ausmass der Korrosionserscheinungen am Drywell zuverlässig zu beurteilen. Die Bestandesaufnahme kann Hinweise auf die Wirkungsmechanismen liefern. Vergleiche mit den Ergebnissen der Untersuchungen in der jüngeren Vergangenheit können Beiträge zur Beurteilung der Verlässlichkeit dieser Methoden liefern. Insgesamt können somit die Grundlagen für die Beurteilung allfälliger ähnlicher Probleme in anderen Anlagen verbessert werden.

## 4 Gesamtbeurteilung

Das ENSI hat die von BKW eingereichten Unterlagen zur Stilllegung des KKM umfassend geprüft und die Ergebnisse der Überprüfung in seinem Gutachtenentwurf dargelegt. Bei der Überprüfung stützte sich das ENSI teilweise auf zusätzlich eingeforderte Unterlagen ab, welche der KNS nicht vorliegen. Grundlagen der Beurteilung durch das ENSI sind die für das Stilllegungsprojekt relevanten Bestimmungen des nationalen Regelwerks, internationale Anforderungen der IAEA sowie der Stand von Wissenschaft und Technik. Als Ergebnis der Prüfung der Unterlagen hat das ENSI 35 Nebenbestimmungen formuliert, die für eine geordnete Umsetzung der Stilllegung des KKM als erforderlich erachtet werden, und daher dem UVEK zur Aufnahme in die Stilllegungsverfügung vorgeschlagen werden. Aus Sicht des ENSI sind unter Berücksichtigung der Nebenbestimmungen alle Voraussetzungen für den Erlass der Stilllegungsverfügung erfüllt.

Die KNS hat sich mit dem Stilllegungsgesuch von BKW und dem Gutachtenentwurf des ENSI befasst. In der vorliegenden Stellungnahme zum Gutachtenentwurf des ENSI vom 28. April 2017 beschränkt sie sich auf ausgewählte Punkte. Die nachfolgend rekapitulierten Aussagen verdienen besondere Beachtung bei der weiteren Bearbeitung des Stilllegungsprojekts KKM.

- Die aktuellen nationalen schweizerischen Regulierungen sind ohne konkrete Erfahrungen mit einem Stilllegungsprojekt für ein kommerzielles Kernkraftwerk verfasst und erlassen worden. In verschiedenen Punkten ergibt sich deshalb Klärungsbedarf für die Konkretisierung im Rahmen des vorliegenden, ersten KKW-Stilllegungsprojekts in der Schweiz. Die KNS begrüsst, wenn in diesen Punkten im Gutachtenentwurf zielführende Vorgehensweisen vorgesehen sind. So sollen für die Sicherheit relevante Bestimmungen, welche formell an die Betriebsbewilligung geknüpft sind, sinngemäss im Rahmen der Stilllegung weitergelten. Bereits früher präzisiert wurde die Abgrenzung zwischen Betriebsbewilligung und Stilllegungsverfügung. Unter die Betriebsbewilligung fallen demnach der Zeitpunkt der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs (EELB) sowie die anschliessende Zeitperiode der Etablierung des technischen Nachbetriebs (ETNB). Deren Abschluss bestimmt den Zeitpunkt der endgültigen Ausserbetriebnahme (EABN); daran anschliessende Tätigkeiten fallen grundsätzlich unter die Stilllegungsverfügung. Die KNS erachtet diese Festlegungen als sachgerecht und sicherheitsgerichtet. (Abschnitt 2.1)
- Das Stilllegungsziel, wie es aus dem von BKW beantragten Projektumfang hervorgeht, deckt den Abbruch von Gebäuden und die nichtnukleare Weiternutzung von Anlageteilen vor Abschluss der Stilllegung nicht ab. Aus diesem Grund können keine entsprechenden Freigaben vorgesehen werden. Nach dem Verständnis der KNS ist dieser Ausschluss rein juristisch begründet. Aus sicherheitstechnischer Sicht hat die KNS weder gegen (Teil-)Abbrüche noch gegen nichtnukleare Weiternutzungen einen Einwand. Mit der Nebenbestimmung 02 können negative Auswirkungen des Ausschlusses von Gebäudeabbrüchen auf den Fortgang der Stilllegungsarbeiten nach Meinung der KNS in begrenztem Ausmass aufgefangen werden, was zweckmässig erscheint. (Abschnitt 2.2)
- Die Phaseneinteilung nach Zeitabschnitten, in denen die zu beachtenden grundlegenden Schutzziele der nuklearen Sicherheit gleich bleiben, beurteilt die KNS als sachgerecht. Die KNS weist allerdings darauf hin, dass sich bei dieser Phaseneinteilung die Stilllegungsarbeiten im Wesentlichen auf nur zwei Phasen aufteilen. Die für die einzelnen

Phasenfreigaben vorzulegenden Planungen und Dokumentationen werden deshalb umfangreich und entsprechend anspruchsvoll sein. Aufgrund der vorliegenden Unterlagen geht die KNS davon aus, dass die Phasenfreigaben einer konzeptionellen Ebene zuzuordnen sind und für komplexere Tätigkeiten innerhalb dieser Phasen weitere Freigabestufen angeordnet werden können. Ein derartiges Vorgehen erachtet die KNS als zielführend, weil damit trotz des grossen Planungsumfangs für die SP1 und die SP2 die innerhalb des Rückbau-Gesamtprojekts erforderliche Flexibilität für die Umsetzung einzelner Tätigkeiten erhalten bleibt. (Abschnitt 2.3)

- Für das Gefährdungspotenzial wird das Aktivitätsinventar als Kenngrösse beigezogen. Dieses sinkt nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs sowie in den Stilllegungsphasen 1 und 2 um jeweils mehrere Grössenordnungen, bis schliesslich am Standort ein radiologisch unbedenkliches Niveau erreicht ist. Diese Entwicklung stellt aus sicherheitstechnischer Sicht eine willkommene Rahmenbedingung für die Stilllegung dar. (Abschnitt 2.4)
- Mit dem Rückwirkungsschutz ist sicherzustellen, dass die Rückbauarbeiten die nukleare Sicherheit und Sicherung nicht negativ beeinflussen. Die dafür vorgesehene Vorgehensweise zur Regelung des Ausserbetriebsetzungs- und Demontageprozesses (Nebenbestimmungen 10 und 11) wird von der KNS unterstützt. Die KNS weist aber gleichzeitig darauf hin, dass die abdeckende Sicherstellung eines wirksamen Rückwirkungsschutzes wohl kaum für alle Einzelfälle auf abstrakter Prozessebene geregelt werden kann. Bei der Planung, Überprüfung, Umsetzung und Überwachung des Rückwirkungsschutzes wird deshalb stets grosse Sorgfalt erforderlich sein. Bezüglich baulichen Massnahmen für den Rückwirkungsschutz ist die KNS der Meinung, dass nicht nur die bauliche Massnahme selber durch die Aufsichtsbehörde zu überprüfen ist, sondern die vorangehende Entscheidung, ob eine bauliche Massnahme notwendig ist. Die KNS regt an, die Formulierung der Nebenbestimmung 12 entsprechend zu überprüfen. (Abschnitt 2.5)
- Die chemische Dekontamination grosser Anlageteile („Systemdekontamination“) ist nach Ansicht der KNS mit Risiken verbunden, die eine Freigabepflicht zwingend erfordern. Die KNS schlägt für die Nebenbestimmung 14 eine entsprechende Formulierung vor. (Abschnitt 2.6)
- Den Ausführungen zu den Abgabelimiten und zur Strahlenexposition der Bevölkerung kann die KNS weitgehend zustimmen. Die KNS stellt jedoch die vom ENSI vorgeschlagene Reduktion der Limite für Abgaben auf dem Wasserpfad in Frage. In der Diskussion um tiefere Abgabelimiten stehen hypothetische Folgedosen mit nicht nennenswertem Gefährdungspotenzial (bei höheren Abgabelimiten) höheren realen Dosen beim Personal (bei tieferen Abgabelimiten) gegenüber. Die KNS regt deshalb an zu überprüfen, ob die gegenüber dem Antrag von BKW zusätzlich vorgegebene Reduktion der Limite für flüssige Abgaben gemäss Nebenbestimmung 16 den übergeordneten Zielsetzungen der Strahlenschutzgesetzgebung gerecht wird. (Abschnitt 2.7)
- Die Abklinglagerung von dafür geeignetem radioaktivem Material entspricht den gesetzlichen Vorgaben und wird von der KNS begrüsst. Gleichzeitig stellt die KNS fest, dass die Standortfrage für die Abklinglagerung offen ist. Dafür werden insbesondere rechtliche Randbedingungen geltend gemacht. Die KNS weist darauf hin, dass das Bewilligungsverfahren für ein Abklinglager unabhängig vom massgebenden Recht längere Zeit beanspruchen kann. Nach Meinung der KNS sollten schon jetzt die Fragen des Materialabflusses geklärt und frühzeitig verbindliche Lösungen angestrebt werden. Gegen eine vorläufige Lagerung innerhalb des überwachten Bereichs des KKM hat die KNS keinen Einwand, sofern der entsprechende Bereich vom übrigen Areal einfach abgetrennt werden kann und die aus Sicht der KNS ohnehin nicht allzu grosszügigen Puffer- und Lagerflächen auf dem Areal weiterhin ausreichend sind. (Abschnitt 2.9)

- Mit sogenannten Vorbereitenden Massnahmen werden Demontage- und Montagearbeiten bezeichnet, welche direkt im Anschluss an die EELB durchgeführt werden. Sie sollen sicherstellen, dass bis zum Zeitpunkt der EABN wesentliche Teile der Materiallogistik zur Verfügung stehen. Die KNS hat keinen grundsätzlichen Einwand gegen die Anordnung von Vorbereitenden Massnahmen im Maschinenhaus. An anderer Stelle erwähnte Zerlegearbeiten im Reaktorgebäude im Rahmen der Etablierung des technischen Nachbetriebs stehen nach dem Verständnis der KNS im Widerspruch zur angegebenen Beschränkung von Vorbereitenden Massnahmen auf das Maschinenhaus. (Abschnitt 2.10)
- Die Darlegungen zur Vorgehensweise in der Stilllegungsphase 1 (SP1) sind für die KNS plausibel. Die KNS empfiehlt jedoch, sicherheitsgerichtet zu überprüfen, ob die Demontage der fest installierten Kerneinbauten im Rahmen der SP1 angemessen ist. Diese Arbeiten werden von der Betriebsebene aus durchgeführt; auf dieser Ebene befindet sich auch das Brennelementlagerbecken, in dem während der SP1 noch Brennelemente eingelagert sind. (Abschnitt 2.11.1)
- In den deterministischen Störfallanalysen wird ein umfassendes Spektrum von Störfällen betrachtet. Aufgrund der Beurteilungen durch das ENSI stellt die KNS fest, dass im Hinblick auf die Freigabegesuche erhebliche Nacharbeiten erforderlich sind. In allgemeiner Betrachtung sind der KNS einige Angaben zu den Häufigkeiten aufgefallen. Die KNS empfiehlt, die Störfallanalysen für die Phasenfregaben insbesondere hinsichtlich Störfallhäufigkeiten vor dem Hintergrund häufiger Systemveränderungen und der laufenden Stilllegungsarbeiten zu überprüfen. So fordert auch das ENSI im Zusammenhang mit zwei zu untersuchenden Brandereignissen die Berücksichtigung vermehrter handwerklicher Arbeiten während der Stilllegungsarbeiten, was nach allgemeiner Erfahrung im Brandwesen zu vermehrten Brandereignissen führt. (Abschnitt 2.11.2)
- Die Darlegungen zur Vorgehensweise in der SP2 sind für die KNS auf konzeptioneller Stufe nachvollziehbar. Die KNS bestätigt, dass die hier angesprochenen Rückbauschritte aus sicherheitstechnischer Sicht anspruchsvoll sind und entsprechend sorgfältig zu planen und umzusetzen sind. (Abschnitt 2.12)

Insgesamt wird das Stilllegungsprojekt in den Gesuchsunterlagen auf konzeptioneller Stufe beschrieben. Im Hinblick auf die geordnete Umsetzung der Stilllegung des KKM hat das ENSI 35 Nebenbestimmungen formuliert. Sie beinhalten insbesondere Freigabepflichten und umschreiben die mit den Anträgen zur Freigabe einzureichenden Unterlagen, wobei die Unterlagen zu den Freigabeanträgen für die Stilllegungsphasen wiederum konzeptionellen Charakter haben sollen. Auch die Freigaben für die Demontage der radiologisch anspruchsvollen Komponenten (fest installierte Kerneinbauten, Reaktordruckbehälter sowie Biologischer Schild und Drywell) sollen zweistufig auf einer Konzept- und einer Ausführungsebene durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise gewährleistet die nach Ansicht der KNS für die Durchführung der Stilllegungsarbeiten nötige Flexibilität. Die den Freigaben vorangehenden und die Stilllegungsarbeiten begleitenden Überprüfungen durch das ENSI stellen nach Auffassung der KNS sicher, dass die Stilllegung sicherheitsgerichtet geplant und durchgeführt wird. Bei Berücksichtigung der vorgeschlagenen Nebenbestimmungen sowie der Hinweise, Anregungen und Vorschläge der KNS sind nach Auffassung der KNS die Voraussetzungen für den Erlass der Stilllegungsverfügung erfüllt.

Unabhängig vom vorliegenden Gutachtenentwurf spricht die KNS den Themenkreis Forschung im Rahmen der Stilllegung an. Im Zusammenhang mit einer Stilllegung ergeben sich verschiedene Gelegenheiten, für die nukleare Sicherheit wichtige Daten zu erheben, welche in der Betriebszeit einer Kernanlage nicht erfasst werden können. Nach Meinung der KNS gilt es, die speziellen Möglichkeiten für Forschung im Rahmen der Stilllegung zu nutzen. Als Beispiele für Forschungsthemen im Zusammenhang mit dem Rückbau des KKM nennt die KNS die Materialversprödung des Reaktordruckbehälters, Spannungsrissskorrosion (inklusive Wirkung der im KKM ergriffenen Gegenmassnahmen) sowie Korrosion am Drywell (Inklusiv

Wirkungsanalyse der dafür ursächlichen Wasserleckagen). Da in der Schweiz und im Ausland weiterhin Kernkraftwerke betrieben werden, besteht ein allgemeines öffentliches Interesse an der Erhebung von Daten, welche für die nukleare Sicherheit wichtig sind, sowohl hinsichtlich Betrieb wie auch hinsichtlich Entsorgung. Auf dieser Basis ist nach Auffassung der KNS zu erwägen, wie die Durchführung von Forschungsarbeiten, die für die nukleare Sicherheit von Bedeutung sind, im Rahmen der Stilllegung des KKM sichergestellt werden kann.

---

Diese Stellungnahme wurde von der KNS auf dem Korrespondenzweg verabschiedet.

Brugg, 27. Juli 2017

Eidgenössische Kommission  
für nukleare Sicherheit

Der Präsident

sign. Dr. B. Covelli

Geht an: Bundesamt für Energie (BFE), Leiter Sektion Kernenergierecht  
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

Kopie an: Bundesamt für Energie (BFE), Leiter Abteilung Aufsicht und Sicherheit

## Referenzen

- [BKW GeSt 2015] Einreichung Stilllegungsprojekt und Gesuch auf Anordnung der Stilllegung nach Art. 28 KEG betreffend das Kernkraftwerk Mühleberg; BKW Energie AG, Bern, 18. Dezember 2015 [↗]  
(im Text: Gesuch)
- [BKW HB 2016] Stilllegungsprojekt; Hauptbericht (Version 1.1); BKW Energie AG, Bern, 10.03.2016 [↗]  
(im Text: Hauptbericht)
- [BKW T1 2016] Störfallbetrachtungen und Notfallschutzmassnahmen; Teilbericht 1 (Version 1.1); BKW Energie AG, Bern, 10.03.2016 [↗]
- [ENSI AnSt 2017] Gutachten zur Stilllegung KKM: Antworten auf die Fragen der KNS; Memo; ENSI, Brugg, 28.04.2017
- [ENSI EnGuSt 2017] Gutachten zum Stilllegungsprojekt des Kernkraftwerks Mühleberg; ENSI 71/39, Entwurfsstand 28. April 2017; ENSI, Brugg, 28. April 2017  
(im Text: Gutachtenentwurf)
- [KNS TNB 2015] Kommentare der KNS zu den Bewilligungsregimes nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs und zur Konzeptualisierung des technischen Nachbetriebs des Kernkraftwerks Mühleberg; Kommentare der KNS zur Stellungnahme ENSI 11/2056 vom 24.09.2015; KNS-02729.5; KNS, Brugg, 30. November 2015 [↗]
- [KNS TNB 2016] Bewilligungsregimes nach endgültiger Einstellung des Leistungsbetriebs und technischer Nachbetrieb des Kernkraftwerks Mühleberg; Brief an ENSI betreffend Stellungnahme ENSI 11/2056 Rev. 1 sowie betreffend Verfügung vom 10.12.2015; KNS-02729.10; KNS, Brugg, 22. April 2016

## Abkürzungen und Symbole

		<b>Webadresse bzw. SR-Nummer [7]</b>
[7]	Referenz im Internet verfügbar (Stand bei Redaktionsschluss) Verweis in der elektronischen Version der Stellungnahme verlinkt	
ALARA	As Low As Reasonably Achievable (so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar)	
ARBEK	autarke und redundante Brennelementbeckenkühlung	
AÜP	Alterungsüberwachungsprogramme	
BEB	Brennelementbecken, Brennelementlagerbecken	
BFE	Bundesamt für Energie	www.bfe.admin.ch
BKW	BKW Energie AG (Eigentümergeellschaft des Kernkraftwerks Mühleberg)	www.bkw.ch
EABN	endgültige Ausserbetriebnahme	
EELB	endgültige Einstellung des Leistungsbetriebs	
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat	www.ensi.ch
ETNB	Etablierung des technischen Nachbetriebs	
ISA	Interner Sicherheitsausschuss	
KEG	Kernenergiegesetz	SR 732.1
KEV	Kernenergieverordnung	SR 732.11
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg → Über BKW → Unsere Infrastruktur → Kernkraftwerk Mühleberg	www.bkw.ch
KKW	Kernkraftwerk	
KNS	Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit	www.kns.admin.ch
NMCA	Noble Metal Chemical Addition (Edelmetallbeigabe)	
PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung	
RDB	Reaktordruckbehälter	
SP1	Stilllegungsphase 1	
SP2	Stilllegungsphase 2	
SR ...	Systematische Sammlung des Bundesrechts → Bundesrecht → Systematische Rechtssammlung	www.admin.ch
StSG	Strahlenschutzgesetz	SR 814.50
StSV	Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (Stand am 1. Januar 2014)	SR 814.501
SUSAN	spezielles, unabhängiges System zur Abfuhr der Nachzerfallswärme	
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation	www.uvek.admin.ch
VAPK	Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen	SR 732.143.1
VBWK	Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen	SR 732.143.2
VKNS	Verordnung über die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit	SR 732.16

Eidgenössische Kommission  
für nukleare Sicherheit  
Gaswerkstrasse 5  
5200 Brugg  
Schweiz / Switzerland

Telefon +41 58 481 86 86  
[contact@kns.admin.ch](mailto:contact@kns.admin.ch)  
[www.kns.admin.ch](http://www.kns.admin.ch)