
DR. ANTON VON GUNTEN

Mitglied der Kraftwerksleitung, Kernkraftwerk Mühleberg, BKW Energie AG
anton.vongunten@bkw.ch

MICHAEL KRUSE

Dipl.-Kfm., Principal/Head Global Nuclear, Arthur D. Little GmbH
kruse.michael@adlittle.com

THOMAS HERREN

Fürsprecher, LL.M., Konzernjurist, Kernkraftwerk Mühleberg, BKW Energie AG
thomas.herren@bkw.ch

ERWIN NEUKÄTER

Leiter Radioaktive Abfälle, Kernkraftwerk Mühleberg, BKW Energie AG
erwin.neukaeter@bkw.ch

MARIO RADKE

Leiter Systemtechnik, Kernkraftwerk Mühleberg, BKW Energie AG
mario.radke@bkw.ch

ANTON SCHEGG

ehem. Schichtleiter 1, Kernkraftwerk Mühleberg, BKW Energie AG
tsg12@postmail.ch

ANFORDERUNGEN AN EINE SICHERE UND WIRTSCHAFTLICHE STILLLEGUNG AUS SICHT EINES BETREIBERS

Nach einer kurzen Darstellung der aktuell in der Schweiz geltenden gesetzlichen Regelungen wird auf die wichtigsten Zielsetzungen eingegangen, von denen sich ein Betreiber nach der endgültigen Ausserbetriebnahme seiner Anlage leiten lässt. Daraus sind Ansätze zur Optimierung von Nachbetrieb und Rückbau abgeleitet, welche am Beispiel des Kernkraftwerks Mühleberg für erste Überlegungen zu einem Stilllegungsprojekt beispielhaft dargestellt werden. Dies resultiert in der Formulierung von Erwartungen, welche die Behörden aus Betreibersicht bei ihren Vorgaben und Verfahren im Sinne einer verhältnismässig geführten Aufsicht bedenken sollten. Der Betreiber benötigt für die Stilllegung seiner Anlage genügend Flexibilität, um den Nachbetrieb und den Rückbau – selbstverständlich in erster Priorität unter jederzeitiger Gewährleistung der erforderlichen Sicherheit – auch in wirtschaftlicher Hinsicht optimieren zu können. Ein interdisziplinärer Ansatz ist gefragt, der eine sichere Stilllegung unter Beachtung wirtschaftlicher Prinzipien gewährleistet.

1. EINLEITUNG

Jeder Betreiber eines Kernkraftwerks in der Schweiz ist sich bewusst, dass mit der endgültigen Ausserbetriebnahme seiner Anlage die Verantwortung gegenüber der Gesellschaft und der Aufsichtsbehörde nicht erlischt. Der mit dem Ende des Leistungsbetriebs beginnende Nachbetrieb orientiert sich an den Betriebsregelungen, bis mit dem Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung eine neue Bewilligungssituation entsteht.

Für den Betreiber ist nach der endgültigen Ausserbetriebnahme die Sicherheit weiterhin oberstes Gebot. Er möchte aber andererseits die Stilllegung der Anlage und deren Rückbau so schnell wie möglich und unter wirtschaftlich vernünftigen Rahmenbedingungen vorantreiben.

Dazu ist während des Nachbetriebs und beim späteren Rückbau ein gewisses Mass an Flexibilität erforderlich, damit eine einfache und unbürokratische Anpassung der betrieblichen und auch behördlichen Vorgaben an sich ändernde Rahmenbedingungen bei fortschreitendem Rückbau erfolgen kann.

In diesem Beitrag wird einerseits dargelegt, wo in Bezug auf die heute geltende Gesetzgebung und auf die sich in öffentlicher Vernehmlassung befindliche Richtlinie Ensi-G17 Bedarf zur Optimierung von Regelungen besteht. Andererseits wird auf Lösungsansätze eingegangen, die die Erfordernisse eines Betreibers berücksichtigen.

2. ENDGÜLTIGE AUSSERBETRIEBNAHME UND STILLLEGUNG EINES KERNKRAFTWERKS

2.1 Gesetzliche Regelungen

2.1.1 Bewilligungssituation nach der endgültigen Ausserbetriebnahme

Die endgültige Ausserbetriebnahme¹ eines Kernkraftwerks beruht auf dem Entscheid des Bewilligungsinhabers, das Kraftwerk nicht mehr zur Stromproduktion zu nutzen. Der Entscheid des Bewilligungsinhabers kann auch dadurch ausgelöst werden, dass die Aufsichtsbehörde Nachrüstmassnahmen verlangt, die der Bewilligungsinhaber (aus technischen, wirtschaftlichen oder anderen Gründen) nicht umsetzen will².

¹ Die endgültige Ausserbetriebnahme ist klar von einer vorläufigen Ausserbetriebnahme zu unterscheiden. Letztere erfolgt, wenn eines oder mehrere der Kriterien gemäss Art. 44 der Kernenergieverordnung (KEV) erfüllt sind. Sie kann – im Gegensatz zur endgültigen Ausserbetriebnahme – von den Aufsichtsbehörden bei bestimmten Ereignissen bzw. Verhältnissen angeordnet werden.

² Sollte der Bewilligungsinhaber eine Auflage oder eine verfügte Massnahme trotz Mahnung nicht erfüllen, würde gemäss Art. 67 Abs. 1 des Kernenergiegesetzes (KEG) das Departement die Betriebsbewilligung entziehen und die Stilllegung anordnen. Die in der Betriebsbewilligung enthaltenen Bestimmungen, die zur Sicherheit der Kernanlage auch nach der Ausserbetriebnahme erforderlich sind, bleiben gemäss Art. 69 KEG nach dem Entzug oder Erlöschen der Bewilligung bis zur Anordnung der Stilllegungsarbeiten bzw. bis zum Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung gültig.

Der Inhaber der Betriebsbewilligung ändert mit der endgültigen Ausserbetriebnahme insofern den Zweck des Kernkraftwerks, als er auf einen Teil der Betriebsbewilligung, namentlich auf die zulässige Reaktorleistung gemäss Art. 21 Abs. 1 Bst. b des Kernenergiegesetzes (KEG), verzichtet. Ausserdem wird der Eigentümer der Anlage gemäss Art. 26 Abs. 1 KEG stilllegungspflichtig.

Nach der endgültigen Ausserbetriebnahme bleibt die bestehende Betriebsbewilligung – sofern diese nicht gemäss Art. 67 KEG entzogen worden ist – die Grundlage für die Vorbereitung der Stilllegung bis zum Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung.

2.1.2 Bewilligungssituation im Nachbetrieb

An die endgültige Ausserbetriebnahme schliesst sich die Zeit des Nachbetriebs an. Dieser dauert bis zum Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung. Er umfasst Massnahmen und administrative Tätigkeiten, um nach der endgültigen Ausserbetriebnahme den sicheren Betrieb der noch benötigten Systeme und der Gesamtanlage unter den Vorgaben der Betriebsbewilligung aufrechtzuerhalten. Darüber hinaus umfasst er auch Massnahmen zur Ausserbetriebnahme und Stillsetzung nicht mehr benötigter Systeme sowie die Arbeiten zur Vorbereitung des Rückbaus. Der Nachbetrieb ist gesetzlich nicht ausdrücklich geregelt. Dies ist auch nicht erforderlich, weil die bei endgültiger Ausserbetriebnahme geltenden Bestimmungen und insbesondere der Art. 40 der Kernenergieverordnung (KEV) aus Sicht der Autoren weiterhin anwendbar sind³. Somit ist der Nachbetrieb durch die Betriebsbewilligung abgedeckt, allerdings mit der Modifikation, dass die in Art. 21 Abs. 1 Bst. b KEG genannte, zulässige Reaktorleistung nach dem Verzicht auf die Stromproduktion ausschliesslich durch die Nachzerfallsleistung des Kernbrennstoffs gegeben ist.

Mit dem Wegfall der Stromproduktion ist im Nachbetrieb die Wesentlichkeit von Anlageänderungen im Rahmen von Art. 65 KEG anders zu beurteilen als während des Leistungsbetriebs. Die Grundsätze zur Vorsorge gemäss Art. 4 KEG behalten zweifellos unverändert ihre Gültigkeit und prinzipiell ebenso die Schutzmassnahmen gemäss Art. 5 KEG. Einige Sicherheitsbarrieren oder Sicherheitssysteme bzw. Bauteile von solchen werden allerdings keine sicherheitstechnische Bedeutung mehr haben. Somit wird unter Beachtung der Melde- bzw. Freigabepflicht gemäss Art. 38 bis 40 KEV auf viele Komponenten ohne Schwächung von Schutzzielel verzichtet werden können. Zu diesen Komponenten können z. B. auch der Reaktordruckbehälter und die ihn umgebenden Gebäudeteile gehören.

2.1.3 Bewilligungssituation nach Verfügung der Stilllegung

Die Stilllegungspflicht, welche gemäss Art. 26 Abs. 1 KEG mit dem Entscheid zur endgültigen Ausserbetriebnahme erwächst, beinhaltet gemäss Art. 27 Abs. 1 KEG, dass der Eigentümer der Anlage den Aufsichtsbehörden ein Projekt für die vorgesehene Stilllegung vorzulegen hat, welches gemäss Art. 27 Abs. 2 KEG

- die Phasen und den Zeitplan der Stilllegung,
- die einzelnen Schritte von Demontage und Abbruch,
- die Schutzmassnahmen,
- den Personalbedarf und die Organisation,
- die Entsorgung der radioaktiven Abfälle und
- die Gesamtkosten sowie die Sicherstellung der Finanzierung durch die Betreiberin darlegt.

³ Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrags ist die bewilligungsrechtliche Situation des Nachbetriebs allerdings noch nicht abschliessend geklärt.

Basierend auf dem Stilllegungsprojekt wird dann das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (Uvek) gemäss Art. 28 KEG mittels einer Stilllegungsverfügung die Stilllegungsarbeiten anordnen und festlegen, welche Arbeiten einer Freigabe durch die Aufsichtsbehörden bedürfen. Die Stilllegungsverfügung legt gemäss Art. 46 KEV

- den Umfang der Stilllegungsarbeiten,
 - die einzelnen Stilllegungsphasen,
 - insbesondere die Dauer eines allfälligen gesicherten Einschlusses der Kernanlage,
 - die Limiten für die Abgabe von radioaktiven Stoffen an die Umwelt,
 - die Überwachung der Immissionen radioaktiver Stoffe und der Direktstrahlung sowie
 - die Organisation
- fest.

Der Abschluss der Stilllegung ist gemäss Art. 29 Abs. 1 KEG erreicht, wenn die Stilllegungsarbeiten ordnungsgemäss abgeschlossen sind und das Uvek festgestellt hat, dass die Anlage keine radiologische Gefahrenquelle mehr darstellt und somit nicht mehr der Kernenergiegesetzgebung untersteht.

Während gemäss Art. 49 KEV bei der Stilllegung für die Meldepflichten Art. 38 und 39 KEV sinngemäss weiterhin gelten, wird gemäss Art. 47 KEV die Freigabepflicht in der Stilllegungsverfügung (neu) geregelt, gemäss Art. 47 Bst. a bis f KEV insbesondere für

- das Vorgehen zur Inaktiv-Freimessung der anfallenden Materialien,
- die Konditionierung der anfallenden radioaktiven Abfälle,
- den Abbruch von Gebäuden nach deren Dekontamination und Inaktiv-Freimessung,
- die nichtnukleare Weiternutzung von Anlageteilen vor Abschluss der Stilllegung,
- die Aufhebung von Sicherungsmassnahmen und
- die Stilllegung von Kernkraftwerken zudem für die Demontage des Reaktordruckbehälters und der ihn umgebenden Gebäudeteile.

2.2 Zielsetzung des Betreibers

Auch nach der endgültigen Ausserbetriebnahme wird der Betreiber einer Kernanlage unabhängig von den gesetzlichen Vorgaben bestrebt sein, seine Geschäftstätigkeiten so zu gestalten, dass er nicht nur seine Eigner, sondern auch die übrigen Anspruchsgruppen zufriedenstellt.

Im heutigen Umfeld sind nicht nur Kunden, Mitarbeitende, Eigner und Lieferanten zufriedenzustellen, sondern es existieren zahlreiche weitere Anspruchsgruppen, wie z. B. die Medien, die über grossen Einfluss verfügen. Im Falle einer Kernanlage, auch einer endgültig ausser Betrieb genommenen, ist über die zuständigen Behörden hinaus die gesamte Öffentlichkeit Anspruchsgruppe. Ein Betreiber hat daher weitsichtig zu handeln, um die verschiedenartigen Bedürfnisse und Erwartungen optimal in Einklang zu bringen.

Die wichtigsten Zielsetzungen nach einer endgültigen Ausserbetriebnahme sind im Einzelnen:

- Sicherer Rückbau der Anlage hat oberste Priorität. Der Betreiber einer Anlage hat nicht nur die gesetzlich vorgegebene Pflicht, gemäss Art. 4 KEG Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen zu schützen und gemäss Art. 5 KEG Schutzmassnahmen nach international anerkannten Grundsätzen zu treffen, sondern er ist sich der gesellschaftspolitischen und moralischen Verantwortung bewusst und handelt dementsprechend.

- Bei Änderungen der Anlagenkonfiguration, welche eine signifikante Verringerung des Gefährdungspotenzials beinhalten, sollten die Sicherheitsanforderungen in einem angemessenen Mass verringert und der Sicherheitsbericht entsprechend angepasst werden können. Dies geschieht selbstverständlich unter Berücksichtigung des behördlichen Freigabeverfahrens gemäss Art. 40 KEV und nach Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung gemäss dem darin vorgegebenen Verfahren.
- Wirtschaftliche Aspekte, wie der sorgfältige Umgang mit den für den Nachbetrieb und den im Stilllegungsfonds bereitgestellten finanziellen Mitteln, sind zu berücksichtigen. Dies ist nicht zuletzt auch im Interesse neuer Unternehmensstrategien der Betreiber, weil nicht beanspruchte Mittel unternehmerisch, z. B. zum Umbau der Stromproduktion im Sinn der Energiestrategie 2050 des Bundes, verwendet werden können.
- Eine Behinderung stilllegungsgerichteter Tätigkeiten durch im Verhältnis zum Gefährdungspotenzial der Anlage unangemessen restriktive Interpretation von Gesetzen und Verordnungen ist zu vermeiden. Dies bedingt eine rechtzeitige Planung der nach der endgültigen Ausserbetriebnahme anstehenden Arbeiten und ein frühzeitiges Festlegen sicherheits- und sicherungsrelevanter Fragen mit der Aufsichtsbehörde. Dies erfolgt vorzugsweise durch Anträge auf Freigabe von Konzepten, welche dereinst im Nachbetrieb und beim Rückbau zur Anwendung kommen.

Das Erreichen dieser Zielsetzungen liegt nicht allein in der Hand des Betreibers. Dieser wird zwar in seinem eigenen Interesse – unter bestmöglicher Nutzung seiner Erfahrung aus dem Betrieb der Anlage und der Planung von deren Stilllegung – unter jederzeitiger Gewährleistung der Sicherheit für zielgerichtetes Handeln sorgen. Sein Erfolg hängt jedoch wesentlich auch von der Aufsichtsbehörde ab, welche – wie es heute in der Schweiz der Fall ist – über genügend Kapazität und technischen Sachverstand verfügen muss, um eingegangene Anträge zeitgerecht zu behandeln. Nicht zuletzt ist der Betreiber auch darauf angewiesen, dass die im Stilllegungsfonds unter staatlicher Kontrolle zurückgestellten Mittel rechtzeitig freigegeben werden und ihm zur Verfügung stehen.

3. ANSÄTZE ZUR OPTIMIERUNG VON NACHBETRIEB UND RÜCKBAU

Aus den genannten Zielsetzungen ergeben sich für eine sichere und wirtschaftliche Stilllegung aus Sicht des Betreibers die folgenden notwendigen Voraussetzungen:

- Planungssicherheit ist unabdingbar als Voraussetzung für eine die gesamte Anlage berücksichtigende Optimierung, ohne dabei die notwendige Flexibilität zur Anpassung an den fortschreitenden Rückbau aufzugeben.
- Die Anwesenheit von Kernbrennstoffen auf der Anlage bzw. im Brennelementlagerbecken ist kein Grund, Stilllegungstätigkeiten nicht auszuführen.
- Die Ausführung von stilllegungsgerichteten Arbeiten muss auch ohne Stilllegungsverfügung angegangen werden können.

3.1 Optimierung des rechtlichen Verfahrens der Stilllegung

Nach Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung sind möglichst bald belastbare Grundlagen für die Rückbauarbeiten zu schaffen, welche so flexibel sein sollten, dass Anpassungen an die sich mit dem Rückbaufortschritt ändernden Bedingungen ohne unverhältnismässigen Aufwand möglich sind.

Nach Abtransport der Brennelemente sollten aufgrund des um Grössenordnungen geringeren und ständig abnehmenden Gefährdungspotenzials alle Änderungen an der Anlage im Sinn von Art. 65 Abs. 3 KEG unwesentlich sein und daher höchstens einer Freigabe durch die Aufsichtsbehörde bedürfen. Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft oder dem Abwasser sowie grundsätzliche Änderungen betreffend die Entsorgung der radioaktiven Abfälle mögen ausgenommen sein.

Ansätze zur Verfahrensoptimierung finden sich insbesondere

- in der Koordination mit der Aufsichtsbehörde bei der Erarbeitung des Stilllegungsprojekts und in einer effizienten Verfahrensleitung durch das zuständige Bundesamt für Energie (BFE) im Verfahren der Stilllegungsverfügung,
- bei der Festlegung des Freigabeverfahrens für unwesentliche Änderungen unter Berücksichtigung des abnehmenden Gefährdungspotenzials,
- bei der Beschreibung der einzelnen Stilllegungsphasen, wo Änderungen des Anlagenzustandes und Überlappungen im Arbeitsablauf von einer Phase zur nächsten als im Sinn von Art. 65 Abs. 3 KEG unwesentliche Änderung im Freigabeverfahren zugelassen werden sollten,
- bei der Konditionierung im Ausland, insbesondere für diejenigen Abfälle, für welche in der Schweiz keine vergleichbaren Behandlungsmöglichkeiten vorhanden sind. Gemäss Art. 34 Abs. 3 Bst. a KEG sind allerdings bilaterale Abkommen der Schweiz mit für eine Materialbearbeitung in Frage kommenden Staaten erforderlich. Dadurch, dass diese Abkommen bislang nicht vorliegen, ist aus Sicht der Autoren der Prozess zur Vereinbarung solcher Abkommen im Interesse aller Schweizer Betreiber zu initiieren.

3.2 Technische und organisatorische Optimierung

Ziel jeder Stilllegung ist es, die Anlage sicher und zuverlässig zurückzubauen und die dabei anfallenden Kosten zu optimieren. Kostentreibend nach einer endgültigen Ausserbetriebnahme sind neben den Kosten, welche durch die Anwesenheit von Kernbrennstoff auf der Anlage verursacht werden, insbesondere die Projektlaufzeitkosten. Die Kosten für die eigentlichen Demontearbeiten sind – unter Vernachlässigung von Inflation und potenziellen Engpässen im Lieferantenmarkt – im Wesentlichen gleich, unabhängig vom Zeitpunkt der Ausführung.

Dementsprechend sind Stillstandzeiten ohne die Durchführung von Rückbau- oder den Rückbau vorbereitenden Tätigkeiten möglichst zu vermeiden. Den Rückbau vorbereitende Demontearbeiten sollten deswegen unmittelbar nach der endgültigen Ausserbetriebnahme beginnen können. Um dies zu erreichen, braucht es

- eine frühzeitige Planung der Demontearbeiten und die Festlegung des Entsorgungskonzepts bereits während des Betriebs der Anlage,
- die Anpassung der Organisationsstruktur an die Gegebenheiten einer Stilllegung zum Zeitpunkt der endgültigen Ausserbetriebnahme,
- den Erhalt von Wissensträgern durch einen sozialverträglichen Umgang mit der Belegschaft und eine rechtzeitige Gestaltung der Perspektive der einzelnen Mitarbeitenden,
- die Entwicklung eines optimierten radiologischen Verfahrens zur Freigabe und Weiterverwendung bzw. Wiederverwertung oder auch konventionellen Entsorgung,
- das frühzeitige Einreichen des Stilllegungsprojektes, möglicherweise sogar unabhängig vom Zeitpunkt der endgültigen Ausserbetriebnahme, und
- rechtzeitige Entscheide der Eigner, welche die Vorbereitung des Rückbaus unterstützen, und das Ermöglichen betreiberübergreifender Kooperationen.

Zu einem sicheren Rückbau gehört auch die Optimierung der Personendosen des Rückbaupersonals. Einer dieser Schritte kann die Durchführung einer sogenannten «Full System Decontamination» sein, d. h. die Dekontamination von Komponenten als Ganzes in ihrer Einbaulage oder in speziell dafür errichteten Einrichtungen. Damit würde frühzeitig die Dosisleistung in Anlageräumen vermindert und die Radioaktivität im Abfallbereich verarbeitet – mit den vorhandenen betrieblichen Systemen und mit bereits geschultem Personal.

Auch aktivierte oder stark kontaminierte Materialien sollten so früh wie möglich demontiert, ggf. konditioniert und von der Anlage abtransportiert werden. Dies betrifft insbesondere Grosskomponenten wie die Dampferzeuger in Druckwasseranlagen und, insbesondere in Siedwasseranlagen, wesentlich auch die Einbauten des Reaktordruckbehälters, welche zum Zweck der Entsorgung – vergleichbar mit den Arbeiten während der Zeit des Leistungsbetriebes – aus dem Reaktordruckbehälter entfernt und allenfalls bereits zerlegt werden sollen. Grundsätzlich könnte – falls er nicht mehr zur Gewährleistung der Schutzziele erforderlich ist – auch der Reaktordruckbehälter bereits vor dem Abtransport des Kernbrennstoffs demontiert werden.

Die Arbeiten auf der Ebene des Brennelementlagerbeckens sind in der Regel auf dem terminkritischen Pfad und sollten daher so früh wie möglich ausgeführt werden. Vorleistungen für technische Abklärungen und allenfalls für vorgezogene Freigabeverfahren werden dadurch kompensiert, dass für die wesentlichen Konzepte bereits im Vorfeld die Freigabe der Aufsichtsbehörde erlangt werden kann und dadurch eine kürzere Dauer der Begutachtung des Stilllegungsprojektes möglich wird. Damit können auch behördlich freizugebende Arbeiten frühzeitig nach endgültiger Ausserbetriebnahme beginnen.

4. ERSTE ÜBERLEGUNGEN ZUM STILLLEGUNGSPROJEKT UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES RICHTLINIENENTWURFS ENSI-G17 AUS SICHT EINES BETREIBERS

4.1 Grundsätzliche Überlegungen zum Ablauf der Stilllegung

Während das Stilllegungsprojekt – zumindest bei einer im Voraus geplanten endgültigen Ausserbetriebnahme – im Wesentlichen bereits während des Leistungsbetriebs erarbeitet und so weit wie möglich mit der Aufsichtsbehörde verbindlich abgestimmt werden kann, erfolgen die eigentlichen Rückbauarbeiten erst nach der Verfügung der Stilllegung durch das Uvek.

Den Rückbau vorbereitende Arbeiten werden jedoch bereits im Nachbetrieb, d. h. unmittelbar nach der endgültigen Ausserbetriebnahme, durchgeführt. Ein möglicher Ablauf ist in Tabelle 1 dargestellt.

Der Darstellung des Ablaufs liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Es ist nicht auszuschliessen, dass sich das Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung verzögert, sei es weil das Erarbeiten des Stilllegungsprojektes mehr Zeit in Anspruch nimmt als geplant, das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) für sein Gutachten mehr Zeit benötigt als geplant, das Uvek nicht so schnell verfügt, wie vom Betreiber benötigt, oder Gerichtsverfahren den ganzen Prozess (u. U. um Jahre) verzögern.
- Es ist nicht auszuschliessen, dass der Abtransport des Kernbrennstoffs mehr Zeit in Anspruch nimmt, als den heutigen Annahmen entspricht.

Nachbetrieb mit Vorbereitung Stilllegung	Rückbau (RB) in zwei Phasen		Abschluss Stilllegung
	1. RB mit Kernbrennstoff	2. RB ohne Kernbrennstoff	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachbetrieb (allenfalls mit aktualisiertem SiB und angepasster Betriebsdokumentation). ➤ Verbringen der BE und Steuerstäbe in das BEB. ➤ Konditionieren RDB-Einbauten (Reaktorabfälle). ➤ Systemdekontamination. ➤ Entfernen nicht mehr benötigter Einrichtung. ➤ Herstellen BEB-Autarkie. ➤ Errichten Zentrum für Materiallogistik und Dekontamination (im SWR z.B. im MH). ➤ Bereitstellen sonstiger Infrastruktur (und Platz schaffen dafür), auch auf dem Areal. ➤ Errichten von (konventionellen) Ersatzsystemen. ➤ Verbringen der konditionierten Betriebsabfälle in eine andere Kernanlage, z.B. in Lager der ZwiIag. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forts. Vorbereitung Stlg. (ggf. mit formaler Anpassung der Unterlagen zum Nachbetrieb). ➤ Rückbau sämtlicher Systeme, welche nicht noch benötigt werden <ul style="list-style-type: none"> ❖ zur Aufrechterhaltung der Schutzziele oder zum Abtransport der BE ❖ oder für den weiteren Rückbau. ➤ Nach Herstellung der Autarkie des BEB <ul style="list-style-type: none"> ❖ Demontage RDB, ❖ Abbau Bioschild. ➤ Abtransport der BE, abschliessend Aufhebung der Sicherungsmassn. ➤ Vorziehen später vorgesehener Arbeiten zum Rückbau von Nebenanlagen und -gebäuden gemäss im Stilllegungsprojekt festzulegendem Freigabeverfahren. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Restarbeiten Phase 1 (i.V.m. formaler Anpassung Endzustand Phase 1). ➤ Rückbau aller Wasserführenden Systeme. ➤ Rückbau restlicher Systeme und – soweit für Versorgung mit Medien notwendig – Anschluss an Ersatzsysteme. ➤ Herstellen freimessbarer Räume. ➤ Freimessen der kontrollierten Zone. ➤ Auszonung ➤ Geländefreigabe ➤ Aufhebung Bewachung ➤ Vorziehen später vorgesehener Arbeiten zum Rückbau von Nebenanlagen und -gebäuden gemäss im Stilllegungsprojekt festzulegendem Freigabeverfahren. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Restarbeiten Phase 2 (dürfte höchstens vorgezogene Arbeiten betreffen). ➤ Konventioneller Abbau, soweit im Stilllegungsprojekt vorgesehen. ➤ Erstellen und Einreichen des Abschlussberichtes über die Stilllegung. ➤ Entlassung aus dem Geltungsbereich der Kernenergiegesetzgebung.
Der Nachbetrieb endet mit Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung.	Phase 1 endet mit Erreichen der Kernbrennstofffreiheit.	Phase 2 endet mit der Freigabe der Gebäude und des Areals.	Die Stilllegung endet mit der Entlassung aus dem Geltungsbereich des KEG.

Tab. 1:
Möglicher Ablauf der Stilllegung mit Vorbereitung im Nachbetrieb, zwei Rückbauphasen und anschliessendem Abschluss der Stilllegung

Aus diesen Gründen braucht es Flexibilität zur Einordnung der Rückbauarbeiten in die gemäss Art. 27 Abs. 2 Bst. a KEG geforderten Stilllegungsphasen, was zu folgenden Überlegungen führt:

- Der Betreiber muss in der Lage sein, bereits während des Nachbetriebs möglichst viele Vorbereitungen für die Stilllegung zu leisten. Dies betrifft das Bereitstellen für den Rückbau benötigter Infrastruktur und – um insbesondere in Siedewasseranlagen dafür Platz zu schaffen – das Entfernen von Einrichtungen wie Turbogeneratoren und Kondensatoren im Maschinenhaus, aber auch Systeme wie z. B. das Steuerstabantriebssystem im Reaktorgebäude. Darüber hinaus ist auch die Vorbereitung des Reaktordruckbehälters für dessen spätere Zerlegung erforderlich. Dazu erfolgt das Entfernen sämtlicher sich darin befindender, austauschbarer Komponenten, welche nach Feststehen ihrer Nichtwiederverwendbarkeit nicht als Stilllegungs- sondern als Reaktorabfälle gelten. Eine wichtige vorbereitende Tätigkeit ist – insbesondere in Druckwasseranlagen – auch das Entfernen nicht mehr benötigter Grosskomponenten.
- Der Betreiber ist darauf angewiesen, in der ersten Phase der Stilllegung – in welcher die Anlage spätestens frei von Kernbrennstoff zu werden hat – bereits wesentliche Rückbauarbeiten vornehmen und insbesondere auch mit der Demontage des Reaktordruckbehälters beginnen zu können. In einzelnen Anlagebereichen sind dafür allerdings gewisse Voraussetzungen zu schaffen. Um möglichst viele Rückbauarbeiten bereits vor dem Abtransport des Kernbrennstoffs durchführen zu können, ist es notwendig, den Nachbetrieb und die erste Stilllegungsphase so zu gestalten, dass es möglich ist, alles zurückzubauen, was nicht zur Aufrechterhaltung der Schutzziele, zum Abtransport der Brennelemente oder für den weiteren Rückbau benötigt wird.
- Für jede Phase sind die Sicherheits- und Sicherungsanforderungen und damit die noch notwendigen Anlagenteile zu definieren. Dies ist im Sicherheitsbericht zu berücksichtigen. Mit der Freigabe einer Phase bestätigt die Behörde die neuen, dem abnehmenden radiologischen Gefährdungspotenzial angepassten und damit tieferen Anforderungen an Sicherheit und Sicherung, wodurch weitere Systeme dem Rückbau zugeführt werden können. Das Ende einer Phase wird durch das Erreichen eines oder mehrerer Meilensteine definiert und nicht durch das Abschliessen aller in dieser Phase geplanten Arbeiten.

- Zwecks Minimierung des administrativen Aufwandes kann es sinnvoll sein, die Stilllegung in möglichst wenige Phasen einzuteilen. Das Minimum sind zwei Rückbauphasen, eine für Rückbauarbeiten in Anwesenheit von Kernbrennstoff und eine für solche nach Erreichen der Kernbrennstofffreiheit bis zum Abschluss der Stilllegung.

4.2 Technisch-organisatorische Überlegungen exemplarisch aus Sicht des Kernkraftwerks Mühleberg

Die Technik und die Organisation einer Stilllegung sind von Anlage zu Anlage bzw. von Betreiber zu Betreiber sehr unterschiedlich. Daher ist es nicht möglich, technisch-organisatorische Überlegungen unabhängig von den Gegebenheiten einer konkreten Anlage darzulegen. Beispielhaft seien die Unterschiede zwischen Siede- und Druckwasserreaktoren genannt, welche einen Einfluss auf erforderliche Demontagearbeiten haben. Deshalb werden diese Überlegungen im Folgenden am Beispiel des Kernkraftwerks Mühleberg (KKM) – einem Siedewasserreaktor – vorgestellt.

4.2.1 Autarkie des Brennelementlagerbeckens

Zur Optimierung des Arbeitsablaufs und der Gesamtdauer der Stilllegung ist es empfehlenswert, dass der terminkritische Pfad in mehrere, voneinander unabhängige, Pfade aufgeteilt wird, so dass Arbeiten parallel durchgeführt werden können und terminkritische, voneinander abhängige, einzelne Arbeitsschritte entkoppelt werden.

Das KKM beabsichtigt daher, so früh wie möglich eine autarke Brennelementlagerbeckenkühlung zu installieren, welche die Schutzziele für die Kühlung der Brennelemente vollumfänglich erfüllt. Damit verlieren der Reaktordruckbehälter und das Primärcontainment sowie die meisten der ehemaligen Sicherheitssysteme ihre schutzzielrelevanten Aufgaben. Sie können früher in den Rückbau einbezogen und unter Berücksichtigung der Auslastung von Entsorgungswegen jeweils priorisiert werden.

Die Autarkie des Brennelementlagerbeckens besteht aus

- einem baulichen Schutz, speziell für die noch bestehenden Sicherheitseinrichtungen, welcher vor Fehlbedienung, Lasteintrag sowie Brand schützt und damit die Rückwirkungsfreiheit der Rückbaumassnahmen auf Sicherheitseinrichtungen gewährleistet, und
- den sicherheitstechnischen, betrieblichen und notfalltechnischen Einrichtungen des autarken, redundanten Brennelementlagerbeckenkühlsystems, welches die relevanten Schutzziele für die Brennelementkühlung vollumfänglich erfüllt.

Die Autarkie des Brennelementlagerbeckens wird durch verschiedene Massnahmen erreicht, welche die deterministisch ausreichende Sicherheit der Brennelemente im Brennelementlagerbecken bei den für die Anlage relevanten Ereignissen gewährleisten.

Die Rückwirkungsfreiheit der Rückbaumassnahmen auf die noch benötigten Sicherheitseinrichtungen und der Rückwirkungsschutz auf die betrieblich noch weiterhin genutzten Systeme sowie die Bedingungen der Rückbauarbeiten sind zu berücksichtigen und zu gewährleisten. Dies erfolgt durch

- Abschränken und Abschotten der Sicherheitseinrichtungen mittels Einhausungen, neue Wände und anderweitige Zugangsbeschränkungen,
- Fahrbegrenzung des Krans im Reaktorgebäude, so dass keine wesentlichen Komponenten durch Kranlasten oder durch den Kran selbst berührt werden können,
- Reduzierung von Sicherheitseinrichtungen in Verkehrswegen und
- Rückwirkungsschutz z. B. durch farbliche Kennzeichnung.

4.2.2 Ausserbetriebnahme und Stillsetzung von Systemen

Das Stillsetzen von Systemen betrifft nach endgültiger Ausserbetriebnahme im Wesentlichen zuerst das Maschinenhaus, in zweiter Linie aber auch das Reaktorgebäude. Dazu ist während des Leistungsbetriebs die Ausarbeitung eines Konzeptes für die Ausserbetriebnahme und Stillsetzung von Systemen erforderlich. Die heute, d. h. während des Leistungsbetriebes, geltenden Arbeits- und Betriebsabsicherungsverfahren sind auch für die Anlagenstilllegung ausreichend.

Im Rahmen der Anlagenanpassung an die Bedingungen des Nachbetriebs bzw. des Rückbaus ist auch der Einfluss geänderter Systeme auf das Betriebsverhalten insgesamt zu beachten. Weicht das neue Betriebsverhalten wesentlich vom bisherigen ab, so sind die Systembetriebsanleitungen nachzuführen, soweit notwendig der Simulator anzupassen, ggf. auch die Gesamtanlagenfahrvorschrift zu revidieren sowie das Betriebspersonal entsprechend auszubilden. Analog ist die Inbetriebnahme von Ersatzsystemen zu berücksichtigen.

Die Inbetriebnahme von Ersatzbetriebssystemen dient im Wesentlichen der Anpassung an die geänderten Anlagenbedingungen, zur Senkung der Kosten im Nachbetrieb und zur Vorbereitung von Rückbauarbeiten. Bei anzupassenden Systemen und Neuinstallationen sind ggf. die Erfordernisse einer Klassierung zu überprüfen.

Bei Notfallkühlsystemen muss nach Möglichkeit eine Anpassung der Verfügbarkeitsbedingungen erfolgen. Damit soll ein möglichst frühzeitiger und gestaffelter Rückbau dieser Systeme erreicht werden.

4.2.3 Das Maschinenhaus als Material- und Abfallbearbeitungszentrum

Aufgrund der zu erwartenden hohen Kosten für ein neues Gebäude, in dem die Bearbeitung der anfallenden radioaktiven Materialien und Abfälle zur Entsorgung stattfinden könnte, wird stattdessen die Nutzung des Maschinenhauses empfohlen. Folgende Gründe sind ausschlaggebend für diese Empfehlung:

- Beschränkte Platzverhältnisse auf dem Areal.
- Bewilligungs- und Realisierungszeit, welche einerseits die konventionelle Baubewilligung und andererseits die nukleare Betriebsbewilligung betreffen.
- Planungsarbeiten bis auf eine Bearbeitungsstufe, der nur noch die Realisierung folgen muss, sind unabhängig vom Datum der endgültigen Ausserbetriebnahme möglich.
- Das Maschinenhaus kann nach der endgültigen Ausserbetriebnahme ohne grössere zeitliche Verzögerung unter der Betriebsbewilligung umgerüstet werden.

4.2.4 Arbeiten im Maschinenhaus

Die Platzverhältnisse im Maschinenhaus bedingen eine enge Verknüpfung der Aufbauarbeiten für die Bearbeitungseinrichtungen mit den dafür notwendigen Demontagearbeiten. Daher ist ein Arbeitsablaufplan zu entwickeln, welcher die gegenseitigen Abhängigkeiten berücksichtigt.

Die Entwicklung eines Ablaufplanes für das Maschinenhaus hängt im Wesentlichen davon ab, welche Komponenten zu bearbeiten sind. Die Grösse der Komponenten, ihr zeitlicher Anfall und das Entsorgungsziel bestimmen den Aufbauzeitpunkt, die Auslegung und den Platzbedarf der Bearbeitungsmaschinen einschliesslich des erforderlichen Infrastrukturbereiches, wie z. B. Pufferbereiche.

Des Weiteren sind Probenahmen im Bereich der radiologischen Charakterisierung durchzuführen, deren Ergebnisse in die Entsorgungswege der unterschiedlichen Komponenten einfließen müssen (s. a. Kap. 4.2.5 und 4.2.6).

Aufgrund der Erfahrungen im KKM und aus Rückbauprojekten in Deutschland ist es sinnvoll, Grosskomponenten möglichst ohne Zerlegung und nur mit einem Minimalaufwand für die Herstellung der Transportbereitschaft vom Areal abzutransportieren und in einer externen Anlage zu konditionieren, ggf. im Ausland (s. Kap. 4.2.6).

So kann einerseits im Maschinenhaus relativ frühzeitig Platz für die Aufstellung von Bearbeitungsanlagen geschaffen werden, andererseits wird durch diese Vorgehensweise der Arbeitsablauf insgesamt optimiert.

4.2.5 Bearbeitungseinrichtungen für die Stilllegung

Die bei einer Stilllegung erforderlichen Maschinen zur Bearbeitung, Dekontamination und Zerlegung sollen nach Möglichkeit die aktuelle, betriebliche Situation berücksichtigen. Es sind vorzugsweise «trockene» Zerlege- und Dekontaminationsverfahren zu verwenden, die Maschinen sollen so ausgewählt werden, dass

- ausreichende Kapazitäten vorhanden sind,
- die maximalen Abmessungen bzw.
- die anfallenden Materialien und Abfälle verarbeitet werden können.

Bearbeitungsmaschinen werden nicht zur Abdeckung einer Spitzenlast ausgelegt, da dadurch erhebliche Mehrkosten für überdimensionierte Maschinen entstehen würden.

4.2.6 Entsorgungswege

Folgende Entsorgungswege sind für die demontierten Komponenten grundsätzlich gegeben:

- Freigabe und konventionelle Entsorgung ausserhalb der Strahlenschutzverordnung
- Herstellung von Gebinden mit radioaktiven Rohabfällen bzw. Halbfabrikate mit teilkonditionierten radioaktiven Abfällen für eine weitere Konditionierung ausserhalb des KKM
- Herstellung von Gebinden mit konditionierten radioaktiven Abfällen für eine externe Zwischenlagerung ausserhalb des KKM

In der Schweiz gibt es zurzeit keine Einrichtung, die in der Lage wäre, den bei einer Stilllegung anfallenden Massenstrom zu bewältigen, d. h., zeitnah eine Nachzerlegung und Konditionierung bzw. Dekontamination und Freigabe durchzuführen. Sowohl Örtlichkeiten als auch Bearbeitungswerkzeuge sind dafür nicht in einem ausreichenden Mass vorhanden.

Der Ort für die Bearbeitung der Grosskomponenten, welche zumeist alle metallisch sind, müsste also im Ausland liegen (s. a. Kap. 3.1). Alternativ ist nur eine zeitlich limitierte Pufferung entweder im KKM oder in den Anlagen der Zwiilag möglich. Hinzu kommt, dass bei einer Bearbeitung im KKM die Nachzerlege- und Dekontaminationseinrichtungen grundlegend anders ausgelegt werden müssten (s. Kap. 4.2.4).

4.2.7 Anpassung der Vorgabedokumente

Nach der endgültigen Ausserbetriebnahme sind die Betriebsanweisungen sukzessive anzupassen. Des Weiteren sind die Stör- und die Notfallanweisungen hinsichtlich ihrer Ziele und Gültigkeit zu überprüfen und zu überarbeiten. Dadurch entfällt im Sicherheitsbericht ein grosser Teil der für den Betrieb der Anlage beschriebenen Systeme und Komponenten. Gegebenenfalls wird der Betriebszweck geändert und unterliegt anderen Anforderungen.

Für Änderungen, die relativ häufig erfolgen werden, ist zwingend ein den Bedürfnissen angepasstes Freigabeverfahren zu etablieren, z. B. durch eigenverantwortliches Anpassen der technischen Spezifikation, der Gesamtanlagenfahrvorschrift und anderer, direkt auf betriebliche Zwecke zugeschnittener Weisungen.

Nach Herstellen der Autarkie des Brennelementlagerbeckens ist ein Meilenstein im Nachbetrieb erreicht, welcher die grundsätzliche Überarbeitung des Sicherheitsberichts sinnvoll macht. Unabhängig von der Stilllegungsverfügung kann ein auf den restlichen Nachbetrieb ausgerichteter Sicherheitsbericht eingereicht werden, welcher auf die neuen Anforderungen explizit eingeht.

Im Wesentlichen werden die Erfordernisse für die Autarkie des Brennelementlagerbeckens festgeschrieben, insbesondere der Entfall der ehemaligen Sicherheitseinrichtungen und die Übernahme der Aufgaben durch Systeme, welche bislang betrieblich anders genutzt wurden. Durch eine Neubewertung der Systemklassierungen können somit Intervalle wiederkehrender Prüfungen und Umfang von Instandhaltungs- und Wartungsaufwand überprüft und den neuen Gegebenheiten angepasst werden.

4.2.8 Entwicklung Organisation für die Stilllegung

Die auf den Betrieb einer Anlage ausgerichtete Organisationsstruktur ist spätestens mit Beginn der vorbereitenden Arbeiten für den Rückbau überholt. Nach der endgültigen Ausserbetriebnahme ist nicht mehr ein Kernkraftwerk zu betreiben, sondern eine Kernanlage mit anfangs noch vorhandenem Kernbrennstoff. Dementsprechend bestehen andere Anforderungen und Betriebsbedingungen. Das Arbeiten in der Anlage erfolgt in zunehmendem Ausmass in einer Vielzahl von Projekten, was eine andere Arbeitsweise und eine andere Organisationsstruktur erfordert. Das Primat der Sicherheit ist nach wie vor zu beachten, jedoch ist die Zielsetzung hinsichtlich zeitlicher Abläufe und Kosten völlig anders. Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen:

- Die Organisationsstruktur und das Managementsystem, insbesondere auch die auf den Betrieb ausgerichteten Prozesse, sind baldmöglichst zu überarbeiten und an die erforderliche neue Linien- und Organisationsstruktur anzupassen.
- Vorgehensweisen und Arbeiten im Nachbetrieb und im Rückbau, also während der gesamten Stilllegung, müssen durch Etablierung eines zweckmässigen Projektmanagements planbar und steuerbar sein. Nur so kann
 - dem erforderlichen Change-Management Rechnung getragen werden,
 - dem Bedürfnis des Personals nach Sicherheit des Arbeitsplatzes bzw. belastbaren Zukunftsperspektiven entsprochen werden und
 - dem Betreiber ermöglicht werden, frühzeitig Sozialpläne auf Basis der Altersstruktur zu entwickeln.

Nur mit der frühzeitigen Umsetzung einer neuen Organisationsstruktur und dem rechtzeitigen Erkennen und Umsetzen der Bedürfnisse des Personals können Motivation und Leistungsbereitschaft aufrechterhalten sowie in einen sicheren und produktiven Rückbau kanalisiert werden.

5. ERWARTUNGEN AN DIE BEHÖRDEN

5.1 Übergeordnete Erwartungen

Der Rückbau einer Kernanlage soll zielgerichtet, unter Wahrung hoher Sicherheitsstandards, aber auch wirtschaftlich vertretbar erfolgen. Dazu ist eine pragmatische und flexible Vorgehensweise anzustreben, so dass Verzögerungen vermieden werden, die den Rückbau verteuern und anderweitig sinnvoller einsetzbare Ressourcen binden würden. Daher muss sich ein Rückbau an folgenden drei Hauptkriterien messen lassen:

Verhältnismässigkeit der behördlichen Vorgaben

Die Vorgehensweise der Stilllegung hat sich an den Schutzziele zu orientieren. Der Aufwand für nukleare Sicherheit folgt dem schrittweise verringerten radiologischen Gefährdungspotenzial.

Flexibilität im Verfahren zur Freigabe der Arbeiten

Der Betreiber resp. das Projekt muss flexibel auf sich ändernde Randbedingungen im Projektverlauf reagieren können.

Kurze Stilllegungsdauer

Umfangreiche Vorbereitungsarbeiten für die Stilllegung können während des Nachbetriebs nach einem geregelten Freigabeverfahren gemäss Ensi-A04 vorgenommen werden.

5.2 Erwartungen an die Zielsetzung behördlicher Vorgaben

Zur Umsetzung der in Kapitel 4 aufgeführten Überlegungen ergeben sich die im Folgenden aufgeführten Erwartungen an die Zielsetzung behördlicher Vorgaben und an die Grundsätze des behördlichen Vorgehens:

- Die Vorgehensweise soll sich jederzeit an den Schutzziele aus Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung orientieren.
- Der Aufwand für nukleare Sicherheit und Sicherung soll sich im Sinne der Verhältnismässigkeit mit fortschreitender Abnahme des Gefährdungspotenzials reduzieren lassen.
- Die Berichterstattung an die Aufsichtsbehörde soll sich im Sinn der Verhältnismässigkeit in Inhalt und Periodizität dem Fortschritt der Arbeiten und dem abnehmenden Gefährdungspotenzial anpassen.
- Nachbetrieb und Rückbau müssen kurz gehalten werden können.
- Der Nachbetrieb muss für die Optimierung des Rückbaus und dessen Vorbereitung nutzbar sein, insbesondere auch für die der Dosisoptimierung dienenden Massnahmen. Dadurch wird die Gesamtdauer der Stilllegung verkürzt und die (radiologischen) Risiken werden verkleinert.

5.3 Erwartungen an Verfahrensgrundsätze

Nur mit belastbaren Verfahrensgrundsätzen kann schon während des Betriebes eines Kernkraftwerks mit konkreten Überlegungen zur Stilllegung begonnen werden. Die Ausarbeitung eines Stilllegungsprojektes nach den ersten konzeptionellen Gedanken hat bereits einen Umfang von knapp 100 Personenjahren. Eine zielgerichtete Vorgehensweise basiert auf folgenden Erwartungen:

- Nach der endgültigen Ausserbetriebnahme bleibt die Betriebsbewilligung die Grundlage für die Vorbereitung der Stilllegung bis zum Inkrafttreten der Stilllegungsverfügung.
- Der Nachbetrieb bedarf keiner gesonderten Regelung als spezifische Phase des Lebenszyklus eines Kernkraftwerks. Während des Nachbetriebs gelten die Betriebsbewilligung – mit Ausnahme des Entfalls der gemäss Art. 21 Abs. 1 Bst. b KEG geregelten zulässigen Reaktorleistung – und die daraus abgeleiteten Kraftwerksregelungen wie Strahlenschutzordnung, Anlagenänderungsverfahren etc.
- Bis zum Erlass der Stilllegungsverfügung durch das Uvek können Vorbereitungsarbeiten oder Demontagen im Rahmen der Meldepflicht oder als freigabepflichtige Anlagenänderungen gemäss Art. 40 KEV durchgeführt werden.
- Mit dem Wegfall der Stromproduktion ist die Wesentlichkeit von Anlagenänderungen im Rahmen von Art. 65 KEG anders zu beurteilen als während des Leistungsbetriebs (auf viele Komponenten kann ohne Schwächung von Schutzzielel verzichtet werden).
- Ein frühzeitiger Rückbau nicht mehr benötigter Komponenten soll – unter der Voraussetzung, dass die Sicherheit nicht geschwächt wird und dass künftige Rückbauarbeiten nicht beeinträchtigt werden – bereits im Nachbetrieb erfolgen können.
- Andere rückbauspezifische Massnahmen (z. B. Anpassung der bestehenden oder Einbau neuer Infrastruktur, Errichtung zum Rückbau benötigter Anlagen sowie die Einrichtung von Service-, Lager- und Bereitstellungsflächen) sollen während des Nachbetriebs möglich sein. Wo keine Sicherheitssysteme betroffen sind, sollen die Massnahmen ohne nukleare Sicherheits- und Erdbebenklassierung ausgeführt werden können (z. B. temporäre Lüftungs-, Licht- und Stromversorgungssysteme).
- Die Stilllegungsverfügung soll Flexibilität für Anpassungen an neue Erkenntnisse und Optimierungen vorsehen durch
 - Festlegung von qualitativen Parametern und Meilensteinen (regeln, was zu erreichen ist, nicht, wie es zu erreichen ist), deren Erfüllung in der Verantwortung der Betreiber liegt, und
 - Nutzung der mit Art. 28 KEG gegebenen Möglichkeit, die im Stilllegungsprojekt beschriebenen Tätigkeiten möglichst vollständig in die Freigabekompetenz des Ensi zu delegieren.
- Für Anlagen, bei denen die Brennelemente oder radioaktive Abfälle auf dem gleichen Areal gelagert werden, sind die Anforderungen an den Betrieb des Lagers von denen an das Stilllegungsobjekt deutlich zu trennen.
- Die Anwendbarkeit bestehender Richtlinien sollte überprüft und, wo sinnvoll, angepasst werden, insbesondere nach Entfernen der Brennelemente.
- Freigaben sollen entsprechend der Schutzzielorientierung nur dort gefordert werden, wo sie aus Gründen nuklearer oder radiologischer Sicherheit gerechtfertigt sind. Soweit möglich, sollen statt Freigaben Meldungen genügen.

5.4 Erwartungen an die behördliche Aufsichtsführung

Praktische Erfahrungen aus internationalen Stilllegungsprojekten zeigen, dass einerseits einzelne Systeme über den Nachbetrieb hinaus zur Aufrechterhaltung des sicheren Rückbaubetriebs erforderlich sind, andererseits gewisse rückbauspezifische Massnahmen während des Nachbetriebs technisch und ohne erhöhte Gefährdung möglich sind. Dadurch wird nicht nur der Ablauf optimiert, sondern es ergeben sich auch Möglichkeiten zur Optimierung im Sinne der Strahlenschutzgesetzgebung.

Der Aufwand für Berichterstattungen sollte dem Fortschritt der Arbeiten (d. h. dem radiologischen Gefährdungspotenzial) angepasst reduziert werden. So sind z. B. Sicherheitsbericht und periodische Sicherheitsüberprüfungen nach dem Abtransport der Brennelemente überflüssig. Statt Monatsberichten sollten nur noch die gemäss Art. 48 KEV vorgesehenen jährlichen Berichte über den Stand der Arbeiten und der Abschlussbericht verlangt werden.

Die Aufsicht bezüglich des konventionellen Arbeitsschutzes sollte auf gleichem Niveau wie in nicht-nuklearen Branchen stattfinden.

Für eine sich in Stilllegung befindliche Anlage sollte eine im Sinn der Verhältnismässigkeit angemessene Sicherung verlangt werden.

6. FAZIT

Die hier dargelegten Überlegungen zeigen, dass es notwendig und gleichermassen möglich ist, bei der Stilllegung von Kernkraftwerken neue Wege zu gehen. Um dies sinnvoll durchführen zu können, ist aus Sicht eines verantwortungsbewussten Rückbaus und eines weiterhin garantierten hohen Sicherheitsniveaus eine professionelle Zusammenarbeit aller Beteiligten unter Berücksichtigung der Bedürfnisse aller Anspruchsgruppen erforderlich. Auf Basis eines durch das Ensi geprüften und als Konzept freigegebenen Vorgehens beim Rückbau kann ein Betreiber das Ziel erreichen, nach der endgültigen Ausserbetriebnahme seines Kernkraftwerks in der Lage zu sein, einerseits weiterhin die Sicherheit als oberstes Gebot aufrechtzuerhalten und andererseits die Stilllegung trotzdem wirtschaftlich optimiert in einer ressourcenschonenden Art und Weise durchzuführen.

7. SCHLUSSBEMERKUNG

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Beitrags ist die öffentliche Vernehmlassung der Richtlinie Ensi-G17 «Stilllegung von Kernanlagen» noch nicht abgeschlossen. Daher ist noch nicht absehbar, inwieweit die in Kapitel 5 beschriebenen Erwartungen an die Behörden erfüllt werden.

Bei den Überlegungen zum konkreten Vorgehen beim Rückbau eines Kernkraftwerks ist aufgefallen, dass in der Kernenergiegesetzgebung, insbesondere in der Kernenergieverordnung, Optimierungspotenzial in Bezug auf die Berücksichtigung der Bedürfnisse der Betreiber besteht. Im Rahmen der Vernehmlassung der Richtlinie Ensi-G17 wird zu überlegen sein, inwieweit Anpassungen erforderlich sind.

Zu erwähnen ist, dass die diesem Beitrag zu Grunde liegenden Überlegungen teilweise im Rahmen einer von der Gruppe der schweizerischen Kernkraftwerksleiter (GSKL) eingesetzten Arbeitsgruppe erarbeitet worden sind, in welcher alle Schweizer Kernkraftwerke vertreten sind.

8. REFERENZEN

Als Referenzen sind das Kernenergiegesetz [1] und die Kernenergieverordnung [2] zu erwähnen. Des Weiteren wird Bezug genommen auf den Entwurf der Richtlinie Ensi-G17 [3] sowie den zugehörigen Erläuterungsbericht [4].

[1] Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG), SR 732.1 (Stand 1. Januar 2009)

[2] Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV), SR 732.11 (Stand 1. Mai 2012)

[3] Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen Ensi-G17, Stilllegung von Kernanlagen, Entwurf für die externe Anhörung, Mai 2013

[4] Erläuterungsbericht zur Richtlinie Ensi-G17, Stilllegung von Kernanlagen, Fassung für die externe Anhörung, Mai 2013
