



EMPFEHLUNG der Entsorgungskommission

Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen

Gliederung

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	2
2 Begriffsdefinitionen	2
3 Stilllegungskonzept.....	4
4 Maßnahmen zur Vorbereitung des Abbaus der Anlage	5
5 Radiologische Charakterisierung	6
6 Stilllegungsplanung.....	7
7 Maßnahmen beim Abbau der Anlage	8
7.1 Infrastruktur und Logistik	8
7.2 Abbau.....	9
7.3 Reststoff- und Abfallbehandlung.....	10
7.4 Sicherer Einschluss	12
8 Sicherheit	13
8.1 Schutzziele	13
8.2 Anforderungen an Sicherheitsanalysen.....	14
8.3 Zu analysierende Ereignisse.....	15
8.4 Sicherheitstechnische Einstufung von Einrichtungen.....	17
9 Betriebsregelungen	18
9.1 Betriebsreglement	18
9.2 Sicherheitsmanagement	19
9.3 Dokumentation der Stilllegung	19
9.4 Kompetenzen	20
10 Bei der Erstellung der Leitlinien berücksichtigte Unterlagen.....	21
Anhang: Schaubild zu Kapitel 2	22

1 Anwendungsbereich

In den vorliegenden Leitlinien sind die technischen Anforderungen und Abläufe dargestellt, die bei der Stilllegung von nach § 7 Atomgesetz (AtG) genehmigten Anlagen und Anlagenteilen anzuwenden sind.

Sie sind auch auf Einrichtungen zur Aufbewahrung von oder zum Umgang mit Kernbrennstoffen nach den §§ 6 und 9 AtG sowie von Einrichtungen zum Umgang mit radioaktiven Stoffen oder Einrichtungen zur Erzeugung ionisierender Strahlen nach den §§ 7 und 11 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) anzuwenden, soweit die einzelnen Anforderungen übertragbar und die geforderten Maßnahmen aufgrund des Gefährdungspotenzials bei der Stilllegung dieser Einrichtungen gerechtfertigt sind.

Die vorliegenden Leitlinien berücksichtigen Empfehlungen des internationalen Regelwerkes [1 bis 3] und ergänzen in technischer Sicht die Anforderungen und Vorgaben des Stilllegungsleitfadens [4].

2 Begriffsdefinitionen

Zum besseren Verständnis einiger nachfolgender Definitionen wird auf das Schaubild im Anhang verwiesen.

- **Abbaukonzept**

Darstellung der wesentlichen technischen und organisatorischen Maßnahmen zum Abbau einer Anlage, einschließlich deren gegenseitiger Abhängigkeiten und der voraussichtlichen zeitlichen Abfolge. Das Abbaukonzept ist Bestandteil der Stilllegungsplanung.

- **Abbauplanung**

Die Abbauplanung detailliert die im Abbaukonzept beschriebenen Maßnahmen.

- **Abklinglagerung**

Lagerung von radioaktiven Reststoffen, damit deren Aktivität so weit abklingt, dass die weitere Behandlung und Beseitigung unter optimierten Strahlenschutzbedingungen durchgeführt werden können oder gegebenenfalls eine Freigabe erfolgen kann.

- **Arbeitserlaubnisverfahren**

In den betrieblichen Unterlagen der jeweiligen Anlage festgelegte Vorgehensweise für die Planung, Freigabe, Durchführung, Überwachung, Überprüfung und Dokumentation von Tätigkeiten im Aufsichtsverfahren.

- **Außerbetriebnahme**

Gesamtheit aller technischen und administrativen Maßnahmen, um die auslegungsgemäße bzw. spezifizizierte Nutzung dauerhaft einzustellen.

- **Einrichtungen**

Unter Einrichtungen werden alle Komponenten, Systeme und baulichen Strukturen verstanden.

- **Entsorgungskonzept**

Darstellung der beim Abbau einer Anlage zu erwartenden Stoffströme einschließlich deren Mengengerüste, der wesentlichen Bearbeitungsschritte und der Pfade zur schadlosen Beseitigung bzw. Verwertung oder zur Entsorgung als radioaktive Abfälle. Das Entsorgungskonzept ist Bestandteil der Stilllegungsplanung.

- **Entsorgungsplanung**

Die Entsorgungsplanung detailliert die im Entsorgungskonzept beschriebenen Maßnahmen.

- **Kernbrennstofffreiheit**

Unter der Kernbrennstofffreiheit einer Anlage bzw. eines Anlagenteils wird der Zustand verstanden, bei dem Kernbrennstoff nur noch in so geringen Mengen vorhanden ist, dass eine Kritikalität ausgeschlossen werden kann (Brennelemente und Defektstäbe sind entfernt).

- **Pufferlagerung**

Temporäres Unterbringen von ausgebauten Anlagenteilen und von radioaktiven Stoffen auf geeigneten Flächen oder in geeigneten Räumen im Rahmen ihrer Bearbeitung (z. B. Dekontamination, Zerlegung) beziehungsweise Behandlung (z. B. Konditionierung) oder Transportbereitstellung. Maximale Zeiträume für temporäres Unterbringen, ggf. abfallspezifisch und raumspezifisch, sind festzulegen.

- **Radioaktive Reststoffe**

Radioaktive Reststoffe sind radioaktive Stoffe, bei denen über den Entsorgungsweg noch nicht entschieden ist und die entweder schadlos verwertet oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden. Dazu gehören auch ausgebaute oder abgebaute Anlagenteile, Gebäudeteile, Bauschutt und aufgenommener Boden sowie bewegliche Gegenstände, die kontaminiert oder aktiviert sind.

- **Radiologische Charakterisierung**

Unter der radiologischen Charakterisierung wird die Feststellung des Zustands einer Anlage insgesamt oder von Anlagenteilen hinsichtlich Kontamination, Aktivierung und Dosisleistung verstanden.

- **Sicherer Einschluss**

Als Sicherer Einschluss wird der durch technische und bauliche Maßnahmen hergestellte Zwischenzustand einer Anlage nach der endgültigen Einstellung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs und nach Herstellung der Kernbrennstofffreiheit bezeichnet, in dem sie eine längere Zeit bestehen bleibt und das verbleibende radioaktive Inventar auch bei reduziertem Überwachungsaufwand sicher eingeschlossen ist.

- **Stilllegung**

Die Stilllegung einer Anlage im technischen Sinne umfasst alle Maßnahmen nach der endgültigen Einstellung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs zum Erreichen des Stilllegungsziels.

- **Stilllegungshandbuch**

Das Stilllegungshandbuch enthält die Regelungen zur Stilllegung einer kerntechnischen Anlage sowie die zum Betrieb während der Stilllegung benötigten sicherheitstechnisch wichtigen und betrieblichen

Einrichtungen. Das Stilllegungshandbuch basiert im Regelfall auf den Regelungen im Betriebshandbuch für den Leistungs- oder Produktionsbetrieb.

- **Stilllegungskonzept**

Das Stilllegungskonzept ist die Darstellung der wesentlichen Maßnahmen zur Stilllegung einer Anlage sowie zur Entsorgung der Abfälle und dient als Nachweis der grundsätzlichen Durchführbarkeit der Maßnahmen bis zum Erreichen des Stilllegungsziels.

- **Stilllegungsphasen**

Die Stilllegung kann in mehrere Phasen unterteilt werden, wobei sich die einzelnen Phasen zeitlich überlappen können. Die Anzahl der Phasen ist im Rahmen der Gesamtschau der Stilllegung (siehe Kapitel 6) vom Betreiber festzulegen.

- **Stilllegungsplanung**

Die Stilllegungsplanung konkretisiert die im Stilllegungskonzept beschriebenen Maßnahmen in dem Maße, wie dies zur Durchführung von Stilllegung, Abbau und Entsorgung erforderlich ist.

3 Stilllegungskonzept

Die Stilllegung einer Anlage umfasst im technischen Sinne alle Maßnahmen nach der endgültigen Einstellung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs zur Erreichung des Stilllegungsziels. Dieses Ziel ist

- die Beseitigung der Anlage (Abriss der baulichen Strukturen und Entlassung der Bodenflächen aus dem Geltungsbereich des AtG – „grüne Wiese“),
- die konventionelle Nutzung der Anlage nach Entlassung aus dem Geltungsbereich des AtG oder
- die Weiternutzung als Anlage oder Einrichtung im Geltungsbereich des AtG.

Das Stilllegungsziel kann entweder unmittelbar (direkter Abbau) oder über die Zwischenstufe des Sicheren Einschlusses erreicht werden.

Bereits bei Errichtung und Betrieb einer Anlage ist deren spätere Stilllegung so zu berücksichtigen, dass durch Auslegung, Ausführung und Anordnung der Einrichtungen eine spätere Stilllegung nicht erschwert wird. Hierzu ist bereits bei der Errichtung ein Stilllegungskonzept zu erstellen.

Das Stilllegungskonzept enthält

- eine grundsätzliche Darstellung, wie die Stilllegung und der Abbau sicher und zuverlässig vorgenommen werden können und wie die Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Reststoffe/Abfälle anforderungsgerecht durchgeführt werden kann,

sowie

- eine Auflistung der wesentlichen für die Realisierung der Stilllegung erforderlichen Unterlagen und Informationen aus Errichtung und Betrieb der Anlage sowie Festlegungen zu deren Archivierung.

Begleitend zum Betrieb der Anlage ist das Stilllegungskonzept regelmäßig (ca. alle zehn Jahre) und insbesondere bei für die Stilllegung relevanten Änderungen an der Anlage anlassbezogen zu prüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren. Dies betrifft:

- relevante Anlagendaten,
- vorgesehene Entsorgungswege sowie
- das grundsätzliche Vorgehen zur Stilllegung unter Berücksichtigung des Erfahrungsrückflusses aus laufenden Stilllegungsprojekten und unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung des Stands der Technik sowie der Änderungen des Regelwerks und administrativer Rahmenbedingungen.

Weiterhin ist sicherzustellen, dass

- Vorkehrungen zur Unterstützung einer späteren Stilllegung getroffen werden, sofern diese angemessen und unter Gesichtspunkten der Sicherheit während des Betriebs der Anlage zulässig sind, und
- die stilllegungsrelevanten Daten dokumentiert werden, u. a.
 - stilllegungsrelevante Ereignisse und Vorgänge (bautechnische Maßnahmen, Aktivitätsfreisetzungen, betriebliche Störungen, ausgeführte Dekontaminationsarbeiten, meldepflichtige Ereignisse etc.) und
 - Betriebs- und Anlagendaten (z. B. Massen, Stoffe, Radiologie) sowie deren kontinuierliche Fortschreibung (z. B. hinsichtlich Aktivierung von Anlagenteilen, gegebenenfalls sind Rückstellproben der eingesetzten Werkstoffe zu nehmen).

4 Maßnahmen zur Vorbereitung des Abbaus der Anlage

Auch nach Beendigung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden beizubehalten. Dazu müssen die im Leistungs- oder Produktionsbetrieb erforderlichen Einrichtungen auch nach Beendigung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs die Einhaltung der Schutzziele mit der erforderlichen Wirksamkeit und Zuverlässigkeit sicherstellen.

Aus sicherheitstechnischer Sicht sollten nach Beendigung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs u. a. folgende Maßnahmen möglichst frühzeitig durchgeführt werden:

- Herstellen der Kernbrennstofffreiheit,
- Reduzierung des radioaktiven Inventars, z. B. durch Systemdekontamination und Entsorgung von Betriebsabfällen,
- radiologische Charakterisierung der gesamten Anlage auf Basis von Systembewertungen und unter Berücksichtigung von nuklidspezifischen Analysen, Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen sowie der Betriebshistorie mit relevanten Vorkommnissen und

- Bestandsaufnahme von gefährlichen (z. B. brennbaren, toxischen, wassergefährdenden) Stoffen.

Aus sicherheitstechnischer Sicht können außerdem nach Beendigung des Leistungs- oder Produktionsbetriebs u. a. folgende Maßnahmen begonnen und durchgeführt werden:

- Anpassung des Betriebsreglements in Abhängigkeit vom Anlagenzustand, wie z. B. Änderung der Mindestverfügbarkeiten von Einrichtungen, der Fahrweisen von Systemen, der Häufigkeit von wiederkehrenden Prüfungen, der Regelungen im Notfallhandbuch oder der relevanten Prozesse sowie Verantwortlichkeiten,
- Entfernen von Materialien, die nur dem speziellen Arbeitsschutz beim Leistungs- oder Produktionsbetrieb dienen und die nicht mehr benötigt werden,
- Außerbetriebnahme von Einrichtungen, die im Leistungs- oder Produktionsbetrieb sicherheitstechnische Bedeutung hatten, jedoch für den aktuellen Anlagenzustand sowie für die Stilllegung nicht mehr benötigt werden,
- Schaffung von Flächen für die Logistik (z. B. Flächen für die Pufferlagerung, Transportwege),
- Entfernen von bereits im Leistungs- oder Produktionsbetrieb nicht mehr betriebenen, aber noch in der Anlage verbliebenen Komponenten.

Vor der Durchführung dieser Maßnahmen ist deren sicherheitstechnische Unbedenklichkeit nachzuweisen. Hierfür ist das bestehende Betriebsreglement gegebenenfalls anzupassen oder durch spezifische Regularien zu ergänzen.

5 Radiologische Charakterisierung

Die erforderliche Detaillierung und Genauigkeit der radiologischen Charakterisierung hängt von deren Zielrichtung im Verlauf der Stilllegung ab. Der erste Schritt der radiologischen Charakterisierung dient der Schaffung von Grundlagen für das Entsorgungskonzept und für das Abbaukonzept (z. B. Aktivitätsinventar, Störfälle, Abbaustrategie, mögliche Freigabe von Gebäuden und Standort). Eine Systemdekontamination sollte vor Beginn des Abbaus erfolgen, um einerseits einen maximalen radiologischen Nutzen zu erzielen und andererseits den Zustand danach bei der radiologischen Charakterisierung für das Abbaukonzept berücksichtigen zu können. Es ist darüber hinaus – soweit für das Abbaukonzept erforderlich – zu prüfen, ob und wie tief Kontamination in Gebäudestrukturen eingedrungen ist. Hier bietet es sich an, bereits frühzeitig zu prüfen, ob tief eingedrungene Kontamination oder Aktivierung abweichende Vorgehensweisen beim Abbau der Anlage nach sich ziehen könnten (statisch relevante Betonstrukturen im Bereich des Sicherheitsbehälters, Boden- und tragende Wandflächen in sehr hoch kontaminierten Räumen). Weitere Untersuchungen zum Eindringverhalten, die keinen Einfluss auf die Durchführung des Gesamtvorhabens haben, können zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Spätere Schritte der radiologischen Charakterisierung während der Durchführung des Abbaus dienen der Planung konkreter Maßnahmen zum Schutz vor äußerer und innerer Strahlenexposition, der Auswahl

optimierter Abbau-, Zerlege- und Dekontaminationsverfahren, der Validierung berechneter Aktivitäten radioaktiver Abfälle sowie der Festlegung endgültiger Nuklidvektoren und abdeckender Messgeometrien für die Freigabe.

Insgesamt ist der Detaillierungsgrad der radiologischen Charakterisierung im Rahmen der Stilllegungsplanung niedriger als während des Abbaus der Anlage.

6 Stilllegungsplanung

In der Stilllegungsplanung sind die Maßnahmen zur Stilllegung detailliert zu beschreiben. Bei mehrphasigen Projekten kann sich die Detaillierung auf die jeweils aktuelle Phase beziehen. Die Stilllegungsplanung muss insbesondere

- ein Abbaukonzept,
- ein Entsorgungskonzept,
- eine Sicherheitsanalyse,
- eine Beschreibung des Betriebsreglements und der vorgesehenen Dokumentation sowie
- eine Beschreibung aller erforderlichen Maßnahmen, die keine Abbaumaßnahmen darstellen,

enthalten.

Zu den erforderlichen Maßnahmen, die keine Abbaumaßnahmen darstellen, zählen z. B. die Errichtung von Handhabungs- und Lagereinrichtungen, der Umbau von Einrichtungen oder die Errichtung von neuen Komponenten, der Aufbau von (mobilen) Einrichtungen zur Behandlung oder Konditionierung von Abfällen sowie Nutzungsänderungen von Räumen. Bei Umsetzung dieser Maßnahmen sind die Rückwirkungen auf die Anlage zu analysieren.

Das Abbaukonzept muss vor allem folgende Punkte beinhalten:

- Abbauschritte und Abbaumaßnahmen von Einrichtungen und Gebäuden einschließlich deren gegenseitiger Abhängigkeiten und der voraussichtlichen zeitlichen Abfolge sowie
- Abbau-, Zerlege- und Dekontaminationstechniken und erforderliche Hilfseinrichtungen.

Das Entsorgungskonzept muss vor allem folgende Punkte beinhalten:

- Beschreibung und Klassifizierung der anfallenden radioaktiven Reststoffe,
- Abfallmanagement für radioaktive Abfälle,
- Freigabeverfahren für radioaktive Stoffe,
- Konzept zur Freigabe bzw. Herausgabe von Bodenflächen und Gebäuden und
- Darstellung der Stoffströme einschließlich erforderlicher spezifischer Transport- und Lagerlogistik sowie deren gegenseitige Abhängigkeit.

Sowohl das Abbaukonzept als auch das Entsorgungskonzept sollten unter Berücksichtigung der konventionellen Schadstoffe verfasst werden und bilden die Basis für die Abbauplanung und die Entsorgungsplanung.

Die Sicherheitsanalysen müssen vorrangig folgende Punkte (siehe auch Kapitel 8) berücksichtigen:

- Analyse der Betriebsabläufe und der Auswirkungen auf die Umgebung durch Direktstrahlung und durch Ableitungen mit Fortluft und Abwasser,
- Sicherheitskonzept zur Vermeidung und zur Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen,
- sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen und erforderliche Betriebssysteme und
- systematische Gefahren- und Störfallanalyse (angepasst an das Gefahrenpotenzial während des Abbaus unter Berücksichtigung der während des Abbaus eingesetzten Techniken und Gefahrstoffe).

Das Betriebsreglement muss u. a. folgende Punkte (siehe auch Kapitel 9) beinhalten:

- Betriebsorganisation und Sicherheitsmanagement einschließlich Darstellung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Prozesse,
- die Vorgehensweise bei der Ein- und Umstufung von Einrichtungen,
- die Vorgehensweise bei Änderungen, einschließlich der Nutzungsänderung von Räumen in der Anlage,
- die Vorgehensweise zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle sowie zur Herausgabe/Freigabe von Materialien, von Bodenflächen und von Gebäuden oder Gebäudeteilen,
- das Arbeitserlaubnisverfahren sowie
- die vorgesehenen Maßnahmen zum Strahlenschutz, zum Arbeitsschutz und zum Brandschutz.

Im Rahmen der Stilllegungsplanung müssen alle Maßnahmen, die zum Erreichen des Stilllegungsziels vorgesehen sind, und die Massen und Aktivitäten aller insgesamt erwarteten radioaktiven Abfälle und freizugebenden radioaktiven Stoffe angegeben werden. Sofern mit Fortschritt der Stilllegung keine wesentlichen Änderungen der in künftigen Stilllegungsphasen vorgesehenen Maßnahmen erforderlich werden, ist die Vorlage einer solchen Gesamtschau zur Stilllegung bei mehrphasigen Projekten zur ersten Stilllegungsphase ausreichend. Die Gesamtschau muss für alle Phasen erkennen lassen, dass die für eine konkrete Phase beantragten Maßnahmen weitere Maßnahmen nicht erschweren oder verhindern und dass eine sinnvolle Reihenfolge der Abbaumaßnahmen vorgesehen ist. Die Gesamtschau entspricht damit den nach § 19b Abs. 1 Atomrechtliche Verfahrensverordnung (AtVfV) geforderten Angaben zu den insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung, zum Sicherem Einschluss oder zum Abbau der Anlage oder von Anlagenteilen.

7 Maßnahmen beim Abbau der Anlage

7.1 Infrastruktur und Logistik

Beim Abbau der Anlage ist schrittweise durch die Entfernung nicht mehr benötigter Anlagenteile Zugang zu weiteren abzubauenen Anlagenteilen sowie Platz für die Handhabung dieser Teile und die hierzu verwendeten Werkzeuge (z. B. Fernhandlungseinrichtungen) zu schaffen. Erforderlichenfalls sind die betrieblichen Transportwege zu erweitern und neue Transportwege zu schaffen (z. B. Einbau neuer Tore und Schleusen).

Die Einrichtungen für Handhabung und Transport der ausgebauten Reststoffe innerhalb der Anlage und auf dem Anlagengelände sind festzulegen und entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung einzustufen (vgl. Kapitel 8).

Zur Sortierung der beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe nach Stoffart und Kontaminationsgrad ist ausreichend Platz für die erforderlichen Messeinrichtungen und für die notwendige Pufferlagerung vorzusehen. Zur Dekontamination der ausgebauten Anlagenteile und zur Konditionierung der anfallenden Abfälle sind die erforderlichen Einrichtungen bereitzustellen.

Zur Behandlung der anfallenden radioaktiven Reststoffe sind geeignete Einrichtungen mit ausreichender Kapazität vorzusehen. Eine Sortierung sollte möglichst schon beim Anfall der radioaktiven Reststoffe erfolgen. Alternativ dazu können die Sortierung und Behandlung der radioaktiven Reststoffe (Zerlegung, Dekontamination, radiologische Messung, Konditionierung) auch in externen Einrichtungen erfolgen. In diesem Fall sind die Verfügbarkeit, ausreichende Kapazität und Eignung derartiger Einrichtungen zu belegen und Aussagen zum Transport (Transportmittel, Verpackungen und Transportwege) zu diesen Einrichtungen zu treffen. Im Rahmen der Abbauplanung und der Entsorgungsplanung sind Verfügbarkeit und ausreichende Kapazität und Eignung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Für die Pufferlagerung und die Abklinglagerung der radioaktiven Reststoffe sowie die Zwischenlagerung der konditionierten radioaktiven Abfälle sind ausreichende Kapazitäten am Standort bzw. bei externen Einrichtungen vorzusehen.

Bei der Zwischenlagerung sind die Anforderungen aus [5] zu berücksichtigen.

Infrastruktur und Logistik sind im Hinblick auf eine Minimierung der Strahlenexposition von Betriebspersonal und Umgebung auf ein vernünftigerweise erreichbares Maß auszurichten.

7.2 Abbau

Für die vorgesehenen Abbaumaßnahmen ist eine Abbauplanung zu erstellen. Zielsetzungen für diese Planung sind die sichere Durchführung der Arbeiten, der Einschluss der in der Anlage befindlichen radioaktiven Stoffe sowie die Minimierung der Strahlenexposition von Betriebspersonal und Umgebung auf ein vernünftigerweise erreichbares Maß. Der Abbau muss in sinnvollen Teilschritten mit geeigneten Abbauverfahren unter Beachtung der Transport- und Lagerlogistik sowie der Verfügbarkeit der erforderlichen Einrichtungen und Versorgungs- und Hilfssysteme erfolgen. Der Abbau ist so zu planen und durchzuführen, dass die zur Einhaltung der Schutzziele erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen in ihrer Funktion und Verfügbarkeit nicht beeinträchtigt werden.

Für den Abbau sind bewährte und erprobte Abbau-, Zerlege- und Dekontaminationstechniken einzusetzen, die u. a. im Hinblick auf eine Minimierung der Sekundärabfälle und der Strahlenexposition des Personals optimiert sind. Neu eingesetzte Techniken sind zu erproben und zu qualifizieren (z. B. in „Kaltversuchen“).

Die jeweiligen Abbaumaßnahmen sind entsprechend dem von der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde freigegebenen Arbeitserlaubnisverfahren für die Durchführung von Arbeiten (s. Kapitel 9) zur Prüfung vorzulegen.

Die Strahlenschutzmaßnahmen sind an die Anforderungen und geänderten Rahmenbedingungen des Abbaus anzupassen. Dabei sind die gegenüber dem Leistungs- oder Produktionsbetrieb veränderte Nuklidzusammensetzung der Kontamination und die längeren Aufenthaltszeiten des Personals in Bereichen mit offener Kontamination zu berücksichtigen. Die Direktstrahlung im Abbaubereich ist jeweils zu ermitteln, gegebenenfalls ist der Einsatz von Abschirmvorrichtungen und von Einrichtungen zur fernhantierten Demontage und Handhabung zur Verminderung der Strahlenexposition des Personals durch Direktstrahlung vorzusehen.

7.3 Reststoff- und Abfallbehandlung

Auf der Basis der Betriebshistorie, von Systembetrachtungen und von gezielten Messungen sind im Rahmen der Durchführungsplanung für alle bei der Stilllegung anfallenden Stoffe die Massen zu bestimmen, die quantitative Zuordnung der Stoffe zu Entsorgungswegen vorzunehmen und die Entsorgungswege zu beschreiben, wobei auch eine Abklinglagerung (s. a. Kapitel 7.4) berücksichtigt werden kann. Dabei sind auch die zu erwartenden Sekundärabfälle, abhängig von den geplanten Abbau- und Dekontaminationsverfahren, zu berücksichtigen. Die anlageninterne Vorgehensweise bei der Sammlung, Messung, Dekontamination, Konditionierung und Verpackung ist festzulegen und im betrieblichen Regelwerk festzuschreiben. Alle beim Abbau anfallenden radioaktiven Stoffe sind in einem Buchführungssystem zu erfassen, so dass ihr Konditionierungszustand und ihr Verbleib bis einschließlich zur endgültigen Abgabe an Dritte (§ 70 StrlSchV) jederzeit festgestellt werden können. Neben der radiologischen Charakterisierung ist die stoffliche Zusammensetzung der radioaktiven Abfälle detailliert zu dokumentieren [6].

Freigabe von radioaktiven Stoffen

Die Verfahren zur Freigabe sind in Abhängigkeit von der Stoffart und dem Entsorgungsziel festzulegen (vgl. § 29 StrlSchV).

- Das Freigabeverfahren muss die Prüfung wesentlicher Daten (Nuklidvektor, Eignung und Kalibrierung der Messeinrichtungen, Herkunft des Stoffs und gegebenenfalls Aktivitätsverteilung) sowie stichprobenartige Kontrollmessungen ermöglichen.
- Die Freimessung von Gebäuden und Gebäudeteilen ist grundsätzlich an der stehenden Struktur durchzuführen, damit nicht gezielt bei einer Zerkleinerung zu Bauschutt Material mit unterschiedlichem Aktivitätsniveau vermischt wird und so die Einhaltung von Freigabewerten herbeigeführt wird. Sofern eine Freimessung an der stehenden Struktur allerdings nicht mit vertretbarem Aufwand möglich ist, z. B. aus gebäudestatistischen Gründen oder aufgrund unvermeidbarer Quereinstrahlung in die freizumessenden Bereiche, kann in begründeten Einzelfällen vom Grundsatz der Freimessung an der stehenden Struktur abgewichen werden. In diesen Fällen muss mindestens vor der Erzeugung von Bauschutt im Rahmen einer orientierenden Vormessung und Entfernung lokaler Aktivitätsansammlungen verhindert werden,

dass „hot spots“ mit freigabefähigem Material vermischt werden. Alternativ können Gebäudeteile am Stück herausgetrennt werden und in Bereichen niedriger Umgebungsstrahlung freigemessen werden. Es ist zweckmäßig, für die Entscheidung, ab wann Baustrukturen als Gebäudeteil oder als Bauschutt einzustufen sind, Abgrenzungskriterien einzuführen.

- Bodenflächen und Bodenaushub sind uneingeschränkt freigabefähig, wenn sie die Freigabewerte für die Freigabe von Bodenflächen (Anlage III Tab. 1 Spalte 7 StrlSchV) einhalten. Eine Anwendung der Freigabewerte für Bauschutt und Bodenaushub (Anlage III Tab. 1 Spalten 5 oder 6 StrlSchV) ist nur in den Fällen zulässig, in denen eine großflächige Wiederverwendung des Bodenaushubs als Mutterboden/Oberboden ausgeschlossen werden kann. Geringe abrissbedingte Beimischungen von Bodenaushub im Bauschutt oder Freigaben geringer Massen sind hier unbedenklich.
- Für die Freigabe des Anlagengeländes und von Gebäuden zur weiteren Nutzung sind Kriterien unter Berücksichtigung der Nuklidzusammensetzung der verbleibenden Kontamination und der Verfahren zum Nachweis der Einhaltung dieser Kriterien festzulegen. Dies gilt auch für auf dem Anlagengelände verbleibende Fundamente und sonstige Gebäudestrukturen.
- Um Entscheidungsmessungen für die anfallenden Mengen freizugebender radioaktiver Stoffe mit der erforderlichen Messgenauigkeit durchführen zu können, müssen geeignete Messplätze in ausreichender Kapazität verfügbar sein. Werden hierzu externe Einrichtungen genutzt, ist sicherzustellen, dass alle für die Freimessung relevanten Daten weitergegeben und dokumentiert werden.

Herausgabe von Stoffen

Für nicht radioaktive Stoffe, die aus genehmigungspflichtigem Umgang und aus Bereichen stammen, in denen eine Kontamination oder Aktivierung aufgrund der Betriebshistorie nicht zu unterstellen ist, ist durch Kontrollmessungen zur Beweissicherung zu belegen, dass die herauszugebenden Stoffe nicht unter die Bestimmungen des § 29 StrlSchV fallen.

Die Kontaminations- und Aktivierungsfreiheit von Stoffen, die einer Herausgabe zugeführt werden sollen, ist über Plausibilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Historie der Einrichtung sowie über stichprobenhafte Beweissicherungsmessungen zu belegen. Die Erkennungsgrenzen der beweisichernden Messungen sollten sich hierbei unter Berücksichtigung der messtechnischen Machbarkeit an 10 % der bei einer uneingeschränkten Freigabe jeweils heranzuziehenden Werte orientieren.

Die Erfahrungen aus bisherigen Abbauvorhaben zeigen, dass auch in den bestimmungsgemäß kontaminationsfreien Überwachungsbereichen des Anlagengeländes lokale Kontaminationsbefunde an Stellen auftreten können, für die aus der Betriebshistorie kein Kontaminationsverdacht vorliegt und die daher bei stichprobenartigen Untersuchungen unentdeckt bleiben könnten. Seitens des Betreibers ist daher nachvollziehbar nachzuweisen, dass mit dem vorgeschlagenen Messumfang auch unerwartete Kontaminationen sicher detektiert werden.

Messtechnische Befunde oberhalb der Erkennungsgrenze aber unterhalb von 10 % der Freigabewerte erfordern aus sicherheitstechnischer Sicht keine Durchführung eines Freigabeverfahrens. Es ist jedoch beim Auftreten

derartiger Befunde zu prüfen, ob der bisherige, auf der Annahme der Kontaminations- und Aktivierungsfreiheit beruhende Messumfang ausreichend ist, und ob, gegebenenfalls unter Einbeziehung weiterer Messergebnisse, die Einstufung des Stoffs/Geländebereichs als „kontaminations- bzw. aktivierungsfrei“ nachträglich zu korrigieren ist.

7.4 Sicherer Einschluss

Obwohl in der Regel die sicherheits- und entsorgungstechnischen Aspekte für eine Priorisierung des direkten Abbaus sprechen, kann für eine Anlage auch die Zwischenstufe eines Sicherer Einschlusses sinnvoll sein. In diesem Fall sind die Durchführung sowie die Dauer des Sicherer Einschlusses, insbesondere im Hinblick auf den Strahlenschutz und die Entsorgung, zu begründen sowie die sicherheitstechnischen Vorteile der gewählten Variante aufzuzeigen. Dies gilt auch für eine gegebenenfalls vorgesehene längerfristige Verwahrung von Gebäuden sowie für Anlagenteile und Komponenten, die einer Abklinglagerung zugeführt werden sollen.

Im Rahmen der Stilllegungsplanung sind alle Maßnahmen zur Vorbereitung und Überführung der Anlage in den Sicherer Einschluss und die Maßnahmen während dieses Zustands zu beschreiben. Im Rahmen der Gesamtschau zur Stilllegung ist auch darzulegen, dass nach Ende des Sicherer Einschlusses der Abbau der Anlage sicher durchgeführt werden kann. Hierbei sind die Aspekte, die Einfluss auf den späteren Abbau haben, zu identifizieren und die geplante Dauer des Sicherer Einschlusses zu beschreiben. Die Maßnahmen im Zuge des Sicherer Einschlusses dürfen den nachfolgenden Abbau nicht erschweren. Die Sicherheitsanalysen müssen das gesamte Stilllegungsvorhaben berücksichtigen (vgl. Kapitel 8).

Hierzu sind insbesondere folgende Anforderungen an den Sicherer Einschluss zu berücksichtigen:

- Die radiologische Charakterisierung muss mit einer ausreichenden Detaillierung abgeschlossen sein, damit die gesamte Stilllegungsplanung (einschließlich der Entsorgung) durchgeführt und bewertet werden kann. Dies gilt auch für die Abklinglagerung von Anlagenteilen und Komponenten. Hierzu sind die für die spätere Bearbeitung und Entsorgung relevanten Daten zu ermitteln und zu dokumentieren. Weiterhin ist das durch die spätere Bearbeitung angestrebte Entsorgungsziel festzulegen. Für die längerfristige Verwahrung von Gebäuden hat die Beprobung, in Analogie zu derjenigen für eine Freigabe, so zu erfolgen, dass die Nuklidzusammensetzung, die Höhe der Kontamination sowie die Nuklidverteilung einschließlich der eingedrungenen Aktivität hinreichend gut bekannt sind. Zum Zeitpunkt der radiologischen Charakterisierung kann das Abschneidekriterium bei der Freigabe nach § 29 StrlSchV (10 %-Kriterium) nicht berücksichtigt werden, da sich über den Zeitraum der Verwahrung wesentliche Änderungen in der Nuklidzusammensetzung ergeben.
- Bei der Planung des Sicherer Einschlusses ist die Veränderung der Zusammensetzung der Anlagenkontamination in Richtung schwer messbarer Radionuklide mit dem Ziel zu berücksichtigen, eventuelle Kontaminationen von Personal und Material nach dem Sicherer Einschluss ausreichend sicher nachweisen zu können.
- Zur Herstellung des Sicherer Einschlusses sind technische/bauliche Maßnahmen durchzuführen, welche das radioaktive Inventar der Anlage für den vorgesehenen Einschlusszeitraum auch bei reduziertem

Überwachungsaufwand sicher einschließen (insbesondere passive Einrichtungen, z. B. Verschluss von Systemen, Aufbau zusätzlicher Materialbarrieren).

- Für Gebäude und sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen sowie für Einrichtungen und Systeme, die für den späteren Abbau benötigt werden, ist orientiert an den Anforderungen der Regel KTA 1403 [7] ein Alterungsmanagement einzurichten und ein Konservierungs-, Überwachungs- und Instandhaltungsprogramm festzulegen sowie das erforderliche Personal zu qualifizieren.
- Alle zehn Jahre ist eine periodische Sicherheitsüberprüfung der Anlage durchzuführen.
- Die für den späteren Abbau der Anlage relevanten Informationen aus dem Betrieb und dem Sicheren Einschluss müssen dokumentiert werden. Dabei sind insbesondere der physikalisch-technische Zustand der Anlage und die Betriebserfahrungen im Sicheren Einschluss zu berücksichtigen. Der Wissenstransfer an das spätere Abbaupersonal ist zu gewährleisten.

8 Sicherheit

8.1 Schutzziele

Während der Stilllegung einer Anlage ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu treffen. Dazu ist die Einhaltung der Schutzziele

- sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe und
- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung

sicherzustellen.

Solange die Anlage noch nicht kernbrennstofffrei ist, ist darüber hinaus auch die Einhaltung der Schutzziele

- sichere Einhaltung der Unterkritikalität und
- sichere Abfuhr der Zerfallswärme

sicherzustellen. Soweit es sicherheitstechnisch erforderlich ist, sind hierzu auch die diesbezüglichen Anforderungen aus den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ [8] zu berücksichtigen.

Die zur Einhaltung der Schutzziele erforderlichen Einrichtungen müssen in der erforderlichen Wirksamkeit und Zuverlässigkeit verfügbar sein. In welchem Umfang Einrichtungen im Detail erforderlich sind, ergibt sich aus den Sicherheitsanalysen, die Betrachtungen sowohl für den Stilllegungsbetrieb als auch für Störungen und Störfälle umfassen müssen.

Die Maßnahmen zum Abbau der Anlage sind so zu gestalten, dass sich keine unzulässigen Rückwirkungen auf die für die Aufrechterhaltung des Stilllegungsbetriebs jeweils noch erforderlichen Einrichtungen ergeben.

8.2 Anforderungen an Sicherheitsanalysen

Den Sicherheitsanalysen ist ein Spektrum von Ereignissen für die Vorgänge während der Stilllegung zugrunde zu legen, das alle potenziell vorkommenden Ereignisse abdeckt. Für jede Stilllegungsphase sind für alle in Kapitel 8.3 aufgeführten Ereignisse die Auswirkungen auf Systeme, sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen, Gebäude usw., sowie die Quellterme für radiologisch relevante Ereignisse zu untersuchen, es sei denn, dass gezeigt werden kann, dass die entsprechende Ereignisart ausgeschlossen ist. Außerdem ist zu überprüfen, ob weitere Ereignisse möglich sind, die nicht durch die in Kapitel 8.3 aufgeführten Ereignisse abgedeckt sind. Falls dies der Fall sein sollte, müssen solche identifizierten Ereignisse ebenfalls betrachtet werden.

In den Sicherheitsanalysen sind die anlagentechnischen Gegebenheiten und die Abläufe systematisch zu analysieren und Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen und Vorhaben einzubeziehen. Menschliches Fehlverhalten ist bei der Analyse möglicher Ursachen für Störungen und Störfälle zu berücksichtigen. Bei der Analyse ist zu unterstellen, dass zusätzlich ein unabhängiger Einzelfehler vorliegt. Dieser Einzelfehler kann auch in Systemen der Energieversorgung oder der Überwachung vorliegen.

Sofern von Schutzmaßnahmen, d. h. der Funktion sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen oder administrativer Maßnahmen, Kredit genommen wird, ist sicherzustellen, dass die hierbei angenommenen Funktionen in der unterstellten Wirksamkeit und Zuverlässigkeit verfügbar sind. Bei den Sicherheitsanalysen ist ferner die gegenseitige Abhängigkeit und Beeinflussung verschiedener Teilschritte der betrachteten Vorgänge während des Abbaus zu betrachten und zu bewerten.

Sind für die Beherrschung von Ereignissen administrative Maßnahmen oder temporäre Einrichtungen erforderlich, ist zu untersuchen, ob diese durch das Ereignis in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden können. Sofern bei der Beherrschung des Ereignisses administrative Maßnahmen oder temporäre Einrichtungen eine Rolle spielen, ist zu analysieren, wie sich ihr Versagen auf die Beherrschung der Störung bzw. des Störfalls auswirkt.

Solange in der Anlage noch Brennelemente und Defektstäbe vorhanden sind, sind diese in den Sicherheitsanalysen zu berücksichtigen.

Ist ein bestimmtes Ereignis als Auslegungsstörfall einzustufen, so sind im Rahmen einer radiologischen Störfallanalyse die Einhaltung der Planungswerte nach § 50 StrlSchV in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV nachzuweisen.

Auch im Hinblick auf die Auswirkungen auf das Personal durch den Betrieb der Anlage, die Durchführung der Stilllegung sowie bei Störungen sind Sicherheitsanalysen durchzuführen.

Des Weiteren sind auch die Auswirkungen des Stilllegungsbetriebs auf die Umgebung durch Direktstrahlung und durch Ableitungen mit Fortluft und Abwasser im bestimmungsgemäßen Betrieb zu untersuchen.

Beim Übergang vom Leistungs- oder Produktionsbetrieb zur Stilllegung sowie mit fortschreitendem Abbau ist jeweils zu prüfen, ob Anpassungen der jeweils vorliegenden sicherheitstechnischen Nachweise an die veränderten Bedingungen notwendig werden. Dabei ist zu berücksichtigen, ob spezifische Bedingungen,

Betriebsweisen oder Gefährdungspotenziale vorliegen können, für die besondere Ereignisse zu unterstellen sind, oder ob Ereignisse unter veränderten Randbedingungen ablaufen, die die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der zu ihrer Beherrschung vorgesehenen Einrichtungen beeinflussen können bzw. ob diese Einrichtungen eine veränderte Wirksamkeit aufweisen.

Eventuelle Abweichungen zur Gesamtschau der Stilllegung, wie z. B. längere Unterbrechungen der Abbauarbeiten sind in einer aktualisierten Sicherheitsanalyse zu betrachten und sowohl im Hinblick auf die Sicherheit, als auch auf die Erreichung des Stilllegungsziels zu bewerten.

8.3 Zu analysierende Ereignisse

Einwirkungen von innen

Folgende Einwirkungen von innen sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu analysieren, wobei die getroffene anlagentechnische Schadensvorsorge zu berücksichtigen ist:

- Anlageninterner Brand: Es sind mögliche Brände in der Anlage (einschließlich Filterbrände) mit potenziellen Aktivitätsfreisetzungen zu analysieren. Zu berücksichtigen sind die stationär und temporär in der Anlage befindlichen maximalen Brandlasten. Gesonderte Analysen sind spätestens im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens für alle Arbeiten erforderlich, bei denen zusätzliche Zündquellen eingebracht werden (z. B. Heißenarbeiten).
- Es sind Leckagen von Behältern mit aktivitätsführenden Medien zu analysieren. Dabei ist der Behälter mit dem größten radiologischen Gefährdungspotenzial zu identifizieren.
- Des Weiteren sind alle Fälle von Leckagen und Brüche von medienführenden Systemen zu analysieren, welche zu einer anlageninternen Überflutung führen können.
- Komponentenversagen (z. B. Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt)
- Absturz von Lasten
 - Absturz von Behältern mit freisetzbarem radioaktivem Inventar in der Beanspruchungssituation, die aus der ungünstigsten Kombination von Fallhöhe, Aufprallposition und Untergrundbeschaffenheit resultiert,
 - Herabstürzen von Lasten auf Behälter oder Systeme mit freisetzbarem radioaktivem Inventar unter Berücksichtigung der ungünstigsten Kombination von Masse und Einwirkungscharakteristik der Lasten,
- Ereignisse bei Transportvorgängen (z. B. Kollision)
- Gegenseitige Beeinflussung von Mehrblockanlagen und benachbarten Anlagen am Standort
 - Umstürzen baulicher Einrichtungen,

- Versagen von Behältern und Anlagenteilen mit hohem Energieinhalt,
 - Störungen und Ausfall gemeinsam genutzter Einrichtungen und
 - Rückwirkungen aus temporär vorhandenen Einrichtungen (wie z. B. Umstürzen von Schwenk- und Baukranen).
- Anlageninterne Explosionen
Es ist die mögliche Bildung einer explosiblen Atmosphäre in der Anlage zu analysieren. Im Hinblick auf die Untersuchung der Auswirkungen einer unterstellten anlageninternen Explosion sind vorhandene Vorsorgemaßnahmen zu berücksichtigen.
 - Chemische Einwirkungen
Sofern solche Einwirkungen z. B. aufgrund der eingesetzten Dekontaminationstechniken oder anderer eingesetzten Arbeitstechniken möglich sind, sind die Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen zu prüfen.
 - Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen
 - Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen (z. B. der elektrischen Energieversorgung),
 - Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungseinrichtungen (z. B. Strahlungsüberwachung),
 - Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen,
 - Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe.

Einwirkungen von außen

Folgende Einwirkungen von außen sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu analysieren, wobei die getroffene anlagentechnische Schadensvorsorge zu berücksichtigen ist:

- Für naturbedingte Einwirkungen sind die Lastannahmen abdeckend oder mindestens den Standortgegebenheiten entsprechend festzulegen. Für den Standort ist zu analysieren, welche naturbedingten Einwirkungen vorliegen können; mindestens sind Einwirkungen durch Sturm, Regen (auch Starkregenereignisse), Schneefall, Schneelasten, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, außergewöhnliche Hitzeperioden, biologische Einwirkungen, Waldbrände und Erdbeben zu betrachten.
- Für zivilisatorisch bedingte Einwirkungen wie Flugzeugabsturz, anlagenexterne Explosion, Eindringen gefährlicher Stoffe und anlagenexterner Brand richten sich die Lastannahmen ebenfalls nach den Gegebenheiten des Standorts. Soweit diese Ereignisse den auslegungsüberschreitenden Ereignissen zuzuordnen sind, ist der Reduzierung der Schadensauswirkung genügt, wenn die unter realistischen Randbedingungen sowie unter Berücksichtigung der Reststofflogistik ermittelten radiologischen Auswirkungen einschneidende Maßnahmen des Katastrophenschutzes nicht erforderlich machen.

Falls erforderlich, sind entsprechende Änderungen der Stilllegungsplanung vorzunehmen, um die potenziellen Auswirkungen zu reduzieren.

8.4 Sicherheitstechnische Einstufung von Einrichtungen

Alle zur Einhaltung der Schutzziele während der Stilllegung erforderlichen Einrichtungen sind den sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zuzuordnen und müssen in der erforderlichen Wirksamkeit und Zuverlässigkeit verfügbar sein. Falls sich noch Kernbrennstoff in der Anlage befindet, weisen die Einrichtungen zur Kühlung der Brennelemente sowie zu deren kritikalitätssicheren Lagerung sicherheitstechnische Bedeutung auf. Für diese Einrichtungen gelten im Wesentlichen die Anforderungen aus dem Leistungs- oder Produktionsbetrieb fort.

Im Hinblick auf den Einschluss radioaktiver Stoffe und die Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen haben Einrichtungen mit aktivitätsführenden Medien, Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Stoffe sowie Einrichtungen zum Schutz des Betriebspersonals, zum Schutz vor unbeabsichtigten Freisetzungen und zur Reduzierung der Direktstrahlung in der Anlagenumgebung sicherheitstechnische Bedeutung. Hierzu zählen auch Einrichtungen zum Brandschutz sowie notwendige Einrichtungen der Energieversorgung und der Leittechnik.

Bei der Einstufung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen kann eine Unterscheidung nach den verschiedenen Phasen des Abbaus erfolgen. Für die Stilllegungsphasen sind Anforderungen an die Verfügbarkeit von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zu definieren. Hierbei sind auch die genehmigten Ableitungswerte für radioaktive Stoffe sowie die betrieblich zulässigen Dosiswerte für das Personal zu berücksichtigen. Zur Einhaltung der Anforderungen während einzelner Abbauschritte können zusätzlich Ersatzmaßnahmen, beispielsweise Lüftungstechnische Einhausungen, erforderlich werden.

Für Einstufung, Umstufung und für Anpassungen von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen an die geänderten Gegebenheiten des Abbaus sind sicherheitstechnische Bewertungen sowie Zustimmungen der Aufsichtsbehörde erforderlich. Hierbei sind mögliche Freisetzungen des vorhandenen radioaktiven Inventars beim Abbau der einzelnen Anlagenteile oder Systeme sowie die mögliche Aufkonzentration von radioaktiven Stoffen in Behältern oder in Form von Gebinden in einzelnen Raumbereichen im Hinblick auf den Einschluss radioaktiver Stoffe und die Vermeidung unnötiger Strahlenexposition zu berücksichtigen.

Die Einstufung von Hebezeugen und Handhabungseinrichtungen richtet sich nach den potenziellen Auswirkungen eines Versagens dieser Einrichtungen auf Betriebspersonal und Umgebung. Hierbei ist auch die Beeinträchtigung der Funktion sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen oder von Bauwerken aufgrund des Absturzes von Lasten zu berücksichtigen.

Für umgebaute oder neu errichtete sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen sind in Abhängigkeit von ihrer sicherheitstechnischen Einstufung Maßnahmen zur Qualitätssicherung in Spezifikationen festzulegen.

Für die sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen bestehen folgende Anforderungen:

- Die Einrichtungen müssen geeignet sein, um Störungen, Störfälle und Ausfälle in der Anlage zu erkennen und sie mit der erforderlichen Zuverlässigkeit und Wirksamkeit zu beherrschen.
- Umgebaute oder neu errichtete Einrichtungen mit sicherheitstechnischer Relevanz sind vor der Nutzung einer Inbetriebsetzungsprüfung zu unterziehen.

- Vor Außerbetriebnahme der Einrichtungen zur kritikalitätssicheren Handhabung und Nasslagerung sowie der Kühlung der Brennelemente ist nachzuweisen, dass die Anforderungen der Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG auch ohne die Nutzung von Einrichtungen des zugehörigen Kernkraftwerkes erfüllt werden können.
- Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen sind regelmäßig Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen einschließlich Funktionsprüfungen durchzuführen. Prüfziele und Prüfumfang sowie Prüffristen der wiederkehrenden Prüfungen sind festzulegen und in das Prüfhandbuch aufzunehmen.
- Die Außerbetriebnahme bzw. der Abbau von mit benachbarten kerntechnischen Anlagen am Standort (z. B. Doppelblockanlage, Brennelemente-Zwischenlager, Abfalllager, Konditionierungsanlagen) gemeinsam genutzten Einrichtungen bedarf einer Überprüfung im Hinblick auf mögliche Rückwirkungen auf die benachbarten Anlagen.

9 Betriebsregelungen

9.1 Betriebsreglement

Für die Stilllegung einer kerntechnischen Anlage sind die betrieblichen Regelungen in einem Stilllegungshandbuch aufzunehmen. Aufbau und Gliederung des Stilllegungshandbuchs sollten sich an der Regel KTA 1201 [9] orientieren und leiten sich aus dem Betriebshandbuch des Leistungs- oder Produktionsbetriebs ab, das den geänderten Erfordernissen anzupassen ist. Insbesondere sind personelle und organisatorische Regelungen zu treffen, die auch die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten festlegen und den Übergang vom Leistungs- oder Produktionsbetrieb hin zum Stilllegungsbetrieb widerspiegeln. Ferner sind für den Stilllegungsbetrieb, für die Beseitigung von Störungen sowie für die Beherrschung von Störfällen und gegebenenfalls von auslegungüberschreitenden Ereignissen entsprechende Regelungen zu treffen. In einer Reststoff- und Abfallordnung sind Anforderungen an die Sammlung, Sortierung, Lagerung und Konditionierung von Abfällen und Reststoffen sowie zur Freigabe bzw. Herausgabe der anfallenden Stoffe festzulegen.

Während der gesamten Stilllegung müssen die betrieblichen Regelungen einschließlich der Betriebs- und Personalorganisation anlassbezogen und in regelmäßigen Abständen im Hinblick auf veränderte Anforderungen überprüft und an die jeweils aktuellen Erfordernisse sowie den jeweils aktuellen Stand der Anlage angepasst werden. Hierzu ist ein geeignetes Änderungsverfahren festzulegen.

Für die Planung, Freigabe, Durchführung, Überwachung und Dokumentation der mit der Stilllegung verbundenen Arbeiten ist ein geeignetes Arbeitserlaubnisverfahren (z. B. Demontageschrittverfahren) festzulegen. Das Arbeitserlaubnisverfahren muss für alle Stilllegungsarbeiten sicherstellen, dass

- die Sicherheits- und Verfügbarkeitsanforderungen aller für die Sicherheit während der Arbeiten erforderlichen Einrichtungen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden,
- die sicherheitstechnischen Anforderungen aus dem Strahlenschutz, Arbeitsschutz und Brandschutz sowie gegebenenfalls der Anlagensicherung – einschließlich der administrativen Maßnahmen –

berücksichtigt werden und bei Teilvorhaben mit besonderer Bedeutung die Arbeitsschrittfolge im Detail festgelegt wird,

- die Anforderungen an die sichere Handhabung und Erfassung der beim Abbau anfallenden Reststoffe berücksichtigt werden sowie
- alle sicherheits- und abbaurelevanten Maßnahmen beschrieben werden.

In das Stilllegungshandbuch ist auch die Prüfliste der wiederkehrenden Prüfungen aufzunehmen; die Inhalte sollten sich an der Regel KTA 1202 [10] orientieren.

9.2 Sicherheitsmanagement

Für die Stilllegung einer Anlage ist ein integriertes Managementsystem erforderlich, welches sich an den Inhalten der Regel KTA 1402 [11] orientiert. In diesem Managementsystem sind alle Prozesse, Festlegungen, Regelungen und organisatorischen Hilfsmittel festzuschreiben, die zur Planung, Durchführung, Überprüfung und Dokumentation sicherheitstechnisch relevanter Aufgaben erforderlich sind. Auf die Einrichtung eines expliziten Alterungsmanagements, orientiert an den Anforderungen der Regel KTA 1403 [7], kann beim direkten Abbau der Anlage in der Regel verzichtet werden, wenn die Durchführung des Abbaus planmäßig erfolgt.

Die Planung von Tätigkeiten des Abbaus muss in einer solchen Weise erfolgen, dass sie sicher durchgeführt werden können. Die Durchführung muss entsprechend überprüft werden. Verbesserungsmöglichkeiten müssen insbesondere bei solchen Maßnahmen des Stilllegungsbetriebs ermittelt werden, welche im Verlauf des Abbaus wiederholt durchzuführen sind. Maßnahmen, welche im Verlauf des Abbaus lediglich einmal durchgeführt werden, müssen auch im Sinne eines internen und externen Erfahrungsrückflusses analysiert und gewonnene Erkenntnisse und Verbesserungsmöglichkeiten dokumentiert werden.

Das aus der Betriebsphase bereits etablierte Managementsystem ist im Hinblick auf die Belange der Stilllegung einer Anlage zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Im Hinblick auf die anstehenden Abbautätigkeiten sind hier umfangreiche Anpassungen in den Abläufen u. a. bezüglich der Abbauplanung und -durchführung, der Ressourcenplanung, des Kompetenzerhalts und -aufbaus erforderlich. Auch der deutlich erhöhte Anfall an radioaktiven Reststoffen in der Phase der Stilllegung und die damit einhergehenden Anforderungen an die Reststoffbehandlung und -logistik erfordern eine Anpassungen des Managementsystems. Dadurch ist u. a. zu gewährleisten, dass die Reststoffströme in dem Maße geplant werden, dass der weitere Abbaufortschritt, einschließlich des Vorsehens ausreichender Puffer-/Zwischenlagerkapazitäten und des Einbeziehens externer Dienstleister zur Behandlung und Lagerung des radioaktiven Abfalls, nicht eingeschränkt wird.

9.3 Dokumentation der Stilllegung

Im Rahmen der Betriebspflichten an die Aufsichtsbehörde ist auch der jeweilige Fortschritt der Stilllegung im Hinblick auf das radioaktive Inventar und seine Verteilung, sowie den Zustand noch vorhandener Gebäude

und Einrichtungen zu dokumentieren und zusammen mit Angaben zum aktuellen Status der Stilllegung in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch jährlich, der Aufsichtsbehörde vorzulegen.

9.4 Kompetenzen

Die für die Stilllegung einer Anlage benötigten Kompetenzen sind aufzubauen. Vorbereitend für den Stilllegungsbetrieb ist die Qualifizierung des Personals für die Stilllegung sicherzustellen. Gegebenenfalls eingebundenes Fremdpersonal muss ebenfalls für Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage qualifiziert sein. Darüber hinaus ist zu beachten, dass bis zum Erreichen des Stilllegungsziels die notwendige hohe Motivation des Personals sichergestellt bleibt.

10 Bei der Erstellung der Leitlinien berücksichtigte Unterlagen

- [1] IAEA Safety Standards
Decommissioning of Facilities
General Safety Requirements Part 6
No. GSR Part 6, 2014
- [2] IAEA Safety Standards
Predisposal Management of Radioactive Waste
General Safety Requirements Part 5
No. GSR Part 5, 2009
- [3] WENRA Working group on waste and Decommissioning (WGWD)
Decommissioning Safety Reference Levels Report, Version 2.0
November 2011
- [4] Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes vom 26. Juni 2009
Bekanntmachung vom 12.08.2009, BAnz 2009, Nr. 162a
- [5] Empfehlung der Entsorgungskommission
ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung
Revidierte Fassung vom 10.06.2013
- [6] P. Brennecke (Hrsg.), Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Oktober 2010) - Endlager Konrad – Bundesamt für Strahlenschutz, interner Bericht SE-IB-29/08-REV-1, Salzgitter, Januar 2011
- [7] Regel KTA 1403 „Alterungsmanagement in Kernkraftwerken“ (Fassung 11/2010); BAnz Nr. 199a vom 20.12.2010
- [8] Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012
BAnz AT 24.01.2013 B3
- [9] Regel KTA 1201: Anforderungen an das Betriebshandbuch (BHB), (Fassung 11/2009); BAnz. Nr. 3a vom 07.01.2010
- [10] Regel KTA 1202: Anforderungen an das Prüfhandbuch (PHB), (Fassung 11/2009); BAnz. Nr. 3a vom 07.01.2010
- [11] KTA
KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ (Fassung 11/2012); BAnz vom 23.01.2013

Anhang: Schaubild zu Kapitel 2

