

**Vermeidung von Korrosionsschäden
an Fässern für nicht Wärme entwickelnde radioaktive Abfallstoffe
in Schleswig-Holstein**

Kurzfassung des Abschlussberichts
der Arbeitsgruppe „*Vermeidung von Schäden bei der Lagerung von Atomabfällen*“
bei der schleswig-holsteinischen Atomaufsicht

- April 2015 -

Von Oktober 2014 bis März 2015 hat die Arbeitsgruppe „Vermeidung von Schäden bei der Lagerung von Atomabfällen“ bei der schleswig-holsteinischen Atomaufsicht sich mit den Ursachen der Korrosion von Fässern mit nicht Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen in Schleswig-Holstein befasst. Die Arbeitsgruppe hatte den Auftrag, dabei die Historie der Atommülllagerung in Schleswig-Holstein und insbesondere die Lagerung in den Kavernen des Kernkraftwerks Brunsbüttel zu beleuchten, die den Anlass für die Untersuchung bildete. Ziel war es, auf Basis einer eingehenden Problemanalyse Handlungsempfehlungen für alle Beteiligten abzuleiten, die Korrosionsschäden an Behältern mit radioaktiven Abfällen in Zukunft bestmöglich verhindern. Im Wesentlichen ist die Arbeitsgruppe dabei zu folgenden Erkenntnissen und Ergebnissen gekommen:

1 Sicherheitstechnische Bedeutung

Die unmittelbare sicherheitstechnische Bedeutung der Korrosion an den Fässern mit radioaktivem Abfall im Kontrollbereich eines Kernkraftwerks ist eher als gering einzustufen, da eine Freisetzung von radioaktivem Material in die Umgebung nicht zu unterstellen ist und der Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen durch die Betriebsgenehmigung eingeschlossen ist.

Bedeutung im Hinblick auf Sicherheitsbelange erlangt dieser Vorgang dadurch, dass er als Indikator für die vorhandene Sicherheitskultur anzusehen ist. Insgesamt ist dabei festzustellen, dass dem Bereich des radioaktiven Abfalls nicht die angemessene Beachtung beigemessen wurde. Insbesondere wurden Veränderungen in den Randbedingungen und Perspektiven nicht in angemessener Weise mit den Schutzziele abgeglichen und Handlungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt. Die Schutzziele Handhabbar- und Transportierbarkeit der Abfallgebinde sowie Vermeidung von Kontaminationen in den Lagerstätten dienen der Minimierung der Strahlenexposition für das Personal beim Umgang mit radioaktiven Abfällen. Diese Schutzziele sind bis zum Abschluss des Verbringens in das Endlager aufrecht zu erhalten.

2 Erkenntnisse aus der Historie

Bei der Aufarbeitung der Probleme war es für ein möglichst ganzheitliches Verständnis erforderlich, Betrachtungen bis hin in die Anfänge der Kernenergienutzung in Deutschland vor rund 50 Jahren anzustellen. Bereits dies gibt einen Hinweis auf die Komplexität dieser Untersuchung.

2.1 Historische Randbedingungen

Das Bewusstsein im Umgang mit Abfallstoffen im Allgemeinen und Atommüll im Besonderen hat sich stark gewandelt. Bei Beginn der Kernenergienutzung war es schwach ausgeprägt (z.B. Verklappung radioaktiver Abfälle im Meer bis 1994).

Im Fokus der Betreiber und auch der Atomaufsicht standen zunächst über viele Jahre der Umgang mit dem Kernbrennstoff und die Auslegung gegen Störfälle (Hauptgefahrenquellen der Kernenergienutzung).

Die Konzeption der Kernkraftwerke und die Aufteilung der Verantwortlichkeiten ging bisher von einem nahezu kontinuierlichen Abfluss der nicht Wärme entwickelnden Abfälle aus mit nur kurzer Zeitspanne zwischen Anfall der Rohabfälle und endlagergerechter Konditionierung .

2.2 Entsorgung und Verantwortungssphären

Behandlung, Aufbewahrung und Lagerdauer der Rohabfälle wurden im Wesentlichen der Betreibersphäre zugeordnet. Der Betreiber blieb innerhalb des Kontrollbereichs in der Handhabung frei, solange keine Radioaktivität aus dem Kontrollbereich austrat.

Die Atomaufsicht setzte bislang mit Beginn der Konditionierungskampagnen ein. Unter der Verfahrensherrschaft des BfS werden die Rohabfälle dabei so behandelt, dass ein endlagerfähiges Produkt entsteht und in Endlagerbehälter eingebracht, die den Kontrollbereich verlassen und sodann unter aufsichtlicher Kontrolle in externen Zwischenlagern aufbewahrt werden.

Die bisherigen Zuständigkeitsbereiche sind in der folgenden Abbildung dargestellt (siehe zur Empfehlung der zukünftigen Ausgestaltung Seite 7):

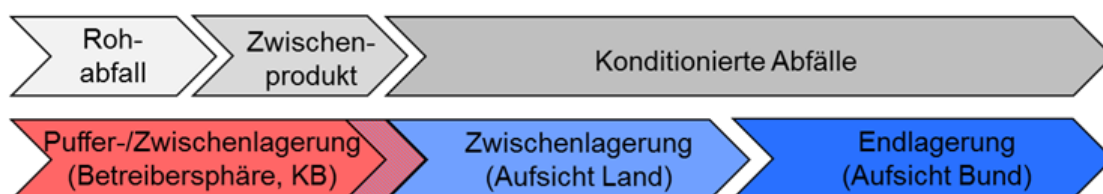


Abbildung 1 Veranschaulichung der verschiedenen Zuständigkeiten in Abhängigkeit des Status der Abfälle wie es sich bisher darstellt

Abfälle, die bereits konditioniert bzw. teilkonditioniert sind aber noch im Kontrollbereich (KB) puffer- bzw. zwischengelagert werden, sind ebenfalls berücksichtigt und hier den Zwischenprodukten zugeordnet (violetter Bereich).

2.3 Endlagerperspektive als zentraler Faktor

Die Entwicklung bei der Endlagerung nicht Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle war geprägt von Zufälligkeiten, Unwägbarkeiten und Verschiebungen. Bis heute steht kein annahmefähiges Endlager für nicht Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle zur Verfügung, die Endlagerungsbedingungen sind aber mittlerweile seit Jahren fixiert.

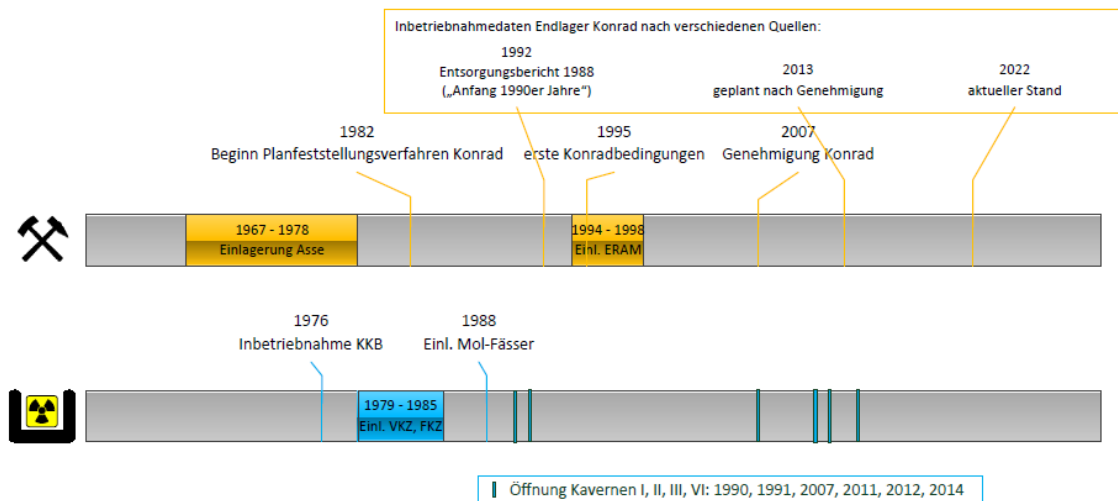


Abbildung 2 Zeitstrahl Gegenüberstellung Kavernennutzung KKW Brunsbüttel zu Endlagerprojekten

Die über Jahrzehnte aufrecht erhaltene vermeintliche Perspektive auf ein zeitnahe Endlager für nicht Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle führte zu Fehleinschätzungen hinsichtlich des Problempotentials von Fasskorrosion und unzulänglichen Trocknungsverfahren.

Unkonditionierte Abfälle (Rohabfälle und Zwischenprodukte) verblieben und verbleiben in Folge dessen meist deutlich länger in den Lager- bzw. Aufbewahrungsstätten (Pufferlagern) als ursprünglich geplant. Damit war eine zentrale Grundannahme für die tatsächliche, ehemals kurzfristig geplante Lagerung und die aufsichtlichen Maßnahmen unzutreffend.

Das sukzessive Entstehen dieser kumulativen Verzögerungen sowie die Schwerpunktsetzung auf andere Themen verhinderten den (rechtzeitigen) Blick auf die Notwendigkeit von Neubewertungen und von Überprüfungen der Grundannahmen; es fehlte an einer echten Zäsur.

2.4 Fasskorrosion in Schleswig-Holstein

Korrosion an Stahlbehältern, insbesondere an Fässern, kann nie vollständig ausgeschlossen werden. Ihr Auftreten wird beeinflusst durch die eingelagerten Abfälle, die Behälter selbst und die Umgebung in der Lagerstätte. Diese Faktoren führen insbesondere im Zusammenspiel mit weiten zeitlichen Spannweiten bei der Entstehung von Korrosion. Mit zunehmender Lagerungsdauer steigt die Wahrscheinlichkeit von Korrosionsschäden.

Die Korrosion von Stahlfässern mit radioaktiven Abfallstoffen ist seit Beginn der Produktion von radioaktiven Abfällen bekannt. Der erste für Schleswig-Holstein bislang ermittelte Fall mit Konzentrataustritt datiert aus dem Mai 1979 (Kernkraftwerk Brunsbüttel).

Ein bis heute weit verbreitetes, akzeptiertes und für Schleswig-Holstein bereits ab 1972 nachgewiesenes Verfahren zum Umgang mit Fasskorrosion besteht darin, Fässer, die äußere Korrosionsspuren zeigen, in Überfässer einzustellen.

3 Ursachen der Fasskorrosion in den Kavernen des KKB

Die in den Jahren 2012 bis 2014 in den Kavernen des KKB festgestellte Situation übertrifft in quantitativer und qualitativer Hinsicht die sonst anzutreffenden Korrosionserscheinungen signifikant und ist als Auslöser der vorliegenden Untersuchungen von zentraler Bedeutung.

Jeweils erste Hinweise auf die Korrosionsproblematik in den Kavernen ergaben sich, soweit dies noch festzustellen war

- für die Betreiberin in 2004
- für die Atomaufsicht in 2007.

Hinweise auf eine Gefahr für die Fassintegrität ergaben sich in 2012 (Schäden erst nach ungewöhnlich langem Umsaugvorgang), auf bereits eingetretene schwere Schäden (wanddurchdringende Korrosion) in 2014.

Das Ergebnis einer seitens der Atomaufsicht Schleswig-Holstein angeordneten und im Jahr 2014 durchgeführten Inspektion ist, dass 145 von 573 untersuchten Fässern schwere Schäden wie wanddurchdringende Korrosion und den Austritt von Fassinhalt aufweisen.

3.1 Chronologie der Kavernennutzung

Hinsichtlich der Nutzung der Kavernen im Kernkraftwerk Brunsbüttel sind folgende Phasen zu unterscheiden.

1976 bis 1978 Nach Inbetriebnahme des Kernkraftwerks konnten Konzentratfässer in die Asse verbracht und eingelagert werden. Die Kavernen hatte man für Konzentratfässer noch nicht im Blick. Die Möglichkeit der Einlagerung in die Asse endete im Jahr 1978.

1979 bis 1985 Es stand kein Endlager für Konzentratfässer – wie auch für sonstige nicht Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle – zur Verfügung. Die Konzentratfässer wurden mit unklarer weiterer Perspektive in die Kavernen eingelagert.

- 1986 bis 2003 Es wurden die Kavernen geschlossen und nur noch vereinzelt (z.B. zur Einlagerung der sogenannten Mol-Fässer) geöffnet. Visuelle Inspektionen fanden nicht statt. In Übertragbarkeitsbetrachtungen der Betreiberin aufgrund von Korrosionsereignissen an Atommüllfässern an anderen Standorten wurden die Kavernen nicht einbezogen.
- 2004 bis 2012 Man begann 2004 im KKB mit der Planung und Durchführung von Kampagnen zur endlagergerechten Konditionierung der Fässer aus den Kavernen. In diesem Zuge wurden erste Korrosionserscheinungen festgestellt. Anfang 2012 wurde das Fass F 1324 mit Korrosionsschäden und im Zuge eines Umsaugverfahrens zerstörter Außenwand entdeckt. Die Konditionierungskampagnen wurden abgebrochen.
- 2013 bis 2014 Im Anschluss erfolgten Planung und Durchführung der von der Atomaufsicht angeordneten Kaverneninspektion, Anmeldung einer Konditionierungskampagne.
- ab 2015 Mit der Zustimmung der Atomaufsicht zum Bergungskonzept der Betreiberin hat Anfang 2015 die Bergungsphase begonnen.

3.2 Einfluss der Abfallbehandlung auf die Korrosionsentwicklung

Für die Behandlung von unkonditionierten Abfällen (Rohabfällen und Zwischenprodukten) und den Umgang mit diesen gab es im Betriebsreglement keine präzisen, abdeckenden Vorgaben, wie z.B. einen zwingenden Trocknungsgrad oder eine Höchstlagerdauer.

Die Konzentrataufbereitungsanlage im KKB war von Anfang an problembehaftet: Auch nach der In-fasstrocknung konnten noch hohe Restfeuchte und freie Flüssigkeit in den Konzentratfässern vorhanden sein. In später errichteten KKW wurden andere Trocknungseinrichtungen eingebaut (z.B. Walzentrocknung in Krümmel).

Das Problem wurde von KKB nicht gelöst. Da der gesamte Bereich der unkonditionierten Abfälle der Betreibersphäre zugeordnet ist, wurde die Trocknung offensichtlich nicht bzw. unzureichend kontrolliert.

Kampagnen zur endlagergerechten Konditionierung, die ein höheres Maß an Langzeitstabilität bewirkt hätten, fanden nicht statt.

3.3 Einfluss der Lagerung auf die Korrosionsentwicklung

Die Kavernen waren ursprünglich nicht für die Lagerung von Konzentratfässern vorgesehen sondern für Festkomponenten. Wohl auch deshalb gab es kein entsprechendes, auch Feuchtigkeitsschäden unterstellendes, Kontrollregularium.

Die Kavernen wurden von der Betreiberin nach dem Einlagerungsstopp in der Asse (1978) ab 1979 zum Lager für Konzentratfässer umfunktioniert, bis sie 1985 gefüllt waren und verschlossen wurden. Letztlich handelt es sich dabei also um ein Provisorium, das bis heute anhält.

Sowohl der Lagerbereich innerhalb des Kontrollbereichs als auch der Umgang mit den teilbehandelten Abfällen war der Betreibersphäre zugeordnet und aufsichtlich nur eingeschränkt überwacht. Die Einlagerung in die Kavernen war von der allgemeinen Umgangsgenehmigung für „sonstige radioaktive Stoffe“ im Kontrollbereich gedeckt. Visuelle Inspektionen waren nicht vorgesehen.

3.4 Zeitliche Aspekte

Der Aspekt der Langzeitstabilität spielte ursprünglich eine stark vernachlässigte Rolle. Fässer, wie sie sich in den Kavernen befinden, konnten bis 1978 in die Asse eingelagert werden.

In der Folgezeit wurde es im KKB versäumt, die Behandlung und Lagerung der Konzentrate an die Erfordernisse einer langfristigen Zwischenlagerung anzupassen. Maßgebliche Faktoren, die dabei – mit unterschiedlichem Einfluss auf die handelnden Personen – eine Rolle gespielt haben, waren:

- die sukzessive und kumulative Verschiebung einer Endlagermöglichkeit / das Fehlen einer klaren Zäsur
- die vorrangige Befassung mit Aufgaben aus dem Leistungsbetrieb und den hochradioaktiven bzw. Wärme entwickelnden Stoffen
- das Fehlen einer systematischen Bewertung von anderen Korrosionsfällen (soweit Ansätze vorhanden waren, erfolgte keine Erstreckung auf die Kavernen)
- Wissensverlust aufgrund langer Zeiträume und insbesondere von Personalwechseln
- fehlende Mechanismen zur Neubewertung bestehender Erkenntnisse, Auffassungen und Systeme
- Spielräume im Regelwerk, die unterschiedliches Vorgehen abhängig von Sicherheitskultur, Personalausstattung, Personalqualität, Personalmotivation und Arbeitsanfall zuließen (Anpassung der einschlägigen Regularien an die Langfristigkeit der Zwischenlagerung erfolgte ebenfalls erst nach 2002).
- eine verengte Sichtweise auf das Schutzziel Strahlenschutz - die Bedeutung von Gesichtspunkten wie Gebindeintegrität, Handhabbarkeit und Transportierbarkeit wurde unterschätzt.

Diese Faktoren haben auch auf Seite der Atomaufsicht eine Rolle gespielt. Anfang der 2000er Jahre in KKB eingeleitete Übertragbarkeitsprüfungen liefen ins Leere, weil sie keine ausreichend konkrete Betrachtung der konkreten Situation in den Kavernen beinhalteten. Dazu hat auch beigetragen, dass die Antwortschreiben des Betreibers z.T. den gegenteiligen Eindruck erweckten.

Hohe Restfeuchte bis hin zu freier Flüssigkeit in einigen Fällen führte dort im Laufe der Jahre zu Innenkorrosion bis hin zum flächigen Durchrosten und auch zu Lochfraß. Ausgetretenes Konzentrat führte in den geschlossenen Kavernen zu hoher Luftfeuchtigkeit und in der Folge auch zu Außenkorrosion an benachbarten Fässern.

4 Handlungsempfehlungen

Aufgrund dieser Ursachen und ihres Zusammenwirkens empfiehlt die Arbeitsgruppe folgende Maßnahmen, die sich an der Situation im Kernkraftwerk Brunsbüttel orientieren, grundsätzlich aber hinsichtlich aller kerntechnischen Anlagen – soweit dort nicht bereits umgesetzt – empfehlenswert sind.

4.1 Vorgaben für Betreiber kerntechnischer Anlagen

Zunächst bedarf es der Einbeziehung auch von Rohabfällen und vorbehandelten Abfällen (Zwischenprodukten) in die Abfall- und Reststoffordnungen und in die Produktkontrollverfahren einschließlich der daraus resultierenden Überwachung durch die Atomaufsicht. Die Abfall- und Reststoffordnungen sind regelmäßig daraufhin zu überprüfen, ob sie noch dem Stand von Wissenschaft und Technik genügen.

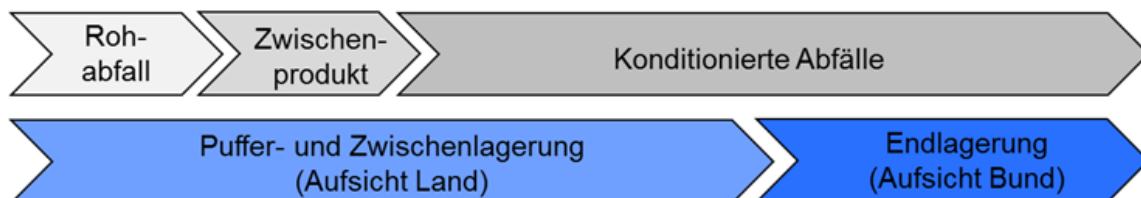


Abbildung 3 Darstellung der verschiedenen Zuständigkeiten in Abhängigkeit des Status der Abfälle wie es sich zukünftig darstellen sollte

Es muss ein Alterungsmanagement gemäß der ESK-Leitlinien etabliert werden. Darin sollen die systematischen Untersuchungen, insbesondere die Erfassung der Schädigungsmechanismen und die Erfahrungen mit verschiedenen Abfallarten, Konditionierungsmethoden, Lagerungsbedingungen und Abfallbehältern sowie verschiedene Kombinationen davon erfasst und ausgewertet werden. Erfahrungen in der eigenen sowie anderen Anlagen sollen den Erkenntnisstand ständig erweitern. Entsprechende Erweiterungen und Berichterstattungen sind in der Betriebsorganisation vorzusehen.

Erforderlich sind ferner differenzierte Regelungen für alle Lagerstätten im Kontrollbereich. Bei bereits genutzten Lagerstätten sind die zulässigen Nutzungen konkret festzuschreiben. Neue Lagerstätten

sollen nur noch mit Zustimmung der Atomaufsicht eingerichtet werden und nicht mehr unter dem Regime der allgemeinen Umgangsgenehmigung. Für alle Lagerstätten sind regelmäßige visuelle Inspektionen vorzusehen. Vorzugsweise sind jährlich alle gelagerten Gebinde zu inspizieren, z.B. mittels einer Begehung oder einer Kamerainspektion. Zusätzlich sollte jedes Gebinde in festen Intervallen – z.B. dünnwandige Gebinde, wie Fässer, alle 4 Jahre – mit dem vorgesehenen Greifwerkzeug angehoben und einer vollständigen visuellen Inspektion von allen Seiten einschließlich der Unterseite unterzogen werden. Für unkonditionierte Abfälle ist eine Höchstlagerdauer vorzusehen. Über Lagerstätten, eingelagerte Abfallgebände und deren Zustand ist der Aufsichtsbehörde regelmäßig zu berichten und die Daten sind der Behörde zur Verfügung zu stellen.

4.2 Organisatorische Vorkehrungen der Atomaufsicht

Die Atomaufsicht muss ebenfalls immer wieder an neue Erfordernisse bei den technischen Anlagen angepasst werden. Neben der Stilllegung der Kernkraftwerke ist das vor allem die stetig zunehmende Bedeutung von Entsorgungsfragen aufgrund der bis auf weiteres immer länger werdenden Zwischenlagerungszeiten und ungelöster Endlagerungsfragen.

Als Basis bedarf es der Schaffung und Fortführung eines Lagerstättenkatasters, in welchem alle Lagerstätten Schleswig-Holsteins enthalten sind. Daraus sollen sich neben einer räumlichen Beschreibung und einer Beschreibung bestehender Überwachungseinrichtungen und -regularien das Ergebnis der letzten Inspektionen, die Charakterisierung und das Alter des aktuellen Inhalts und etwaige festgestellte Befunde ergeben. Es sollte sich nach Möglichkeit mittelfristig aufgrund einer Verknüpfung mit EDV-gestützten Reststoff- und Abfallverfolgungs- und -kontrollsystemen der Betreiber jederzeit ohne Aufwand eine automatisierte Abfrage erstellen lassen.

Die Aufsicht über die Lagerung von radioaktiven Abfällen und die Umsetzung und Kontrolle übergeordneter Aspekte der Behandlungs- und Konditionierungsverfahren sollte durch ein übergreifendes Referat wahrgenommen werden, damit sie nicht mit etwaigen Aufgaben aus dem Betrieb und auch der Durchführung der Stilllegung und des Abbaus des Kernkraftwerks um Arbeitskraft und Aufmerksamkeit konkurriert. Soweit eine Kontrolle auch durch das jeweilige Kraftwerksreferat unabdingbar ist (Lagerstätten und Verfahren im Kontrollbereich des KKW) sollte diese Aufsicht daneben bestehen und so eine doppelte Kontrolle (Vier-Augen-Prinzip) etabliert werden. Selbstständige (externe) Lagerstätten sollten gänzlich dem Entsorgungsreferat unterstellt werden, in welchem besonderes Know-How hinsichtlich der Atommülllagerung vorgehalten und fortentwickelt werden sollte. Dazu bedarf es einer insbesondere personellen Stärkung der Aufsicht im Entsorgungsbereich.

Die Fokussierung der Atomaufsicht hinsichtlich ihrer Ziele und Schwerpunkte sollte künftig regelmäßig in einem institutionalisierten Verfahren überprüft und evaluiert werden, damit insbesondere schleichende Veränderungen bei der zu beaufsichtigenden Materie nicht unbemerkt bleiben und ggf. nachgesteuert werden kann.

4.3 Sachverständige, Regelwerk, Übergeordnete systematische Verbesserungen

Um die vorgenannten zusätzlichen Aufgaben bewältigen zu können, bedarf es des verstärkten Einsatzes von Sachverständigen. Abgedeckt werden sollten auf diese Weise insbesondere:

- das gesamte Kontrollverfahren, einschließlich des Umgangs mit Rohabfällen und lediglich vorkonditionierten Abfällen und einschließlich der Dokumentation,
- die Überwachung aller innerbetrieblichen Lagerstätten (zusätzliche Inspektionen),
- die Einhaltung der künftig vorzuschreibenden Lagerhöchstdauer, insbesondere für nicht endlagergerecht konditionierte Abfälle.

Das bereits etablierte Auffälligkeitenmeldesystem sollte weiter ausgebaut werden.

Das KTA-Regelwerk, insbesondere die KTA 3604, sollte hinsichtlich der Lagerung von radioaktiven Abfällen an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden. Nach Auswertung des Erfahrungsrückflusses in den nächsten Jahren, der z.B. im Rahmen der vorgeschlagenen Koordinierungsstelle erfasst und gebündelt werden kann, sollten evtl. noch bestehende Interpretationsspielräume bei der nächsten Überarbeitung der ESK-Leitlinien geschlossen werden.

Das Atomgesetz sollte ergänzt werden um eine Vorschrift, die eine umfassende Informationspflicht der Betreiber zu den Abfällen festschreibt. Weiterhin sollte im Atomgesetz eine einheitliche Rechtsgrundlage für die Überprüfung und Bewertung der nuklearen Sicherheit von Zwischenlagern geschaffen werden.

Mittelfristig sind darüber hinaus auf der Behördenseite (Bund/Länder) umfassende Informations- und Datenverwaltungssysteme zu den Abfällen und Abfallkampagnen aufzubauen, da nicht klar ist, ob die Betreiber in der Zeitperspektive der nächsten zwei Jahrzehnte ihr eigenes Informations- und Datenverwaltungssystem noch weiterbetreiben werden. Der länderübergreifende Erfahrungsaustausch sollte mit speziellem Fokus auf Korrosionsschäden und sonstige Folgen langfristiger Lagerung von Atommüll intensiviert werden. Wünschenswert wäre ein bundesweiter Austausch zu Konditionierungsvorschriften, Regelungen zur Aufbewahrung etc. einschließlich Informationen zu Auffälligkeiten bei der Konditionierung, der Handhabung, dem Transport und der Zwischenlagerung. Dieser Austausch sollte durch eine entsprechende Datenbank, auf der alle relevanten Informationen und Dokumente für alle Aufsichtsbehörden und Sachverständigen online verfügbar sind, unterstützt werden.

Es sollte vertieft und systematisch untersucht werden, ob für eine längerfristige Zwischenlagerung zusätzliche Kriterien und Aspekte in das Konditionierungsverfahren aufgenommen werden müssten („bundesweite Zwischenlagerbedingungen“).