

Schleswig-Holsteinischer Landtag
Umdruck 18/4340

Vermeidung von Korrosionsschäden an Behältern mit nicht Wärme entwickelnden radioaktiven Abfallstoffen

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

Untersuchungsrahmen

Auslöser: die „Rostfässer“ aus den Kavernen des Kernkraftwerks Brunsbüttel

Fass F1324 im Januar 2012

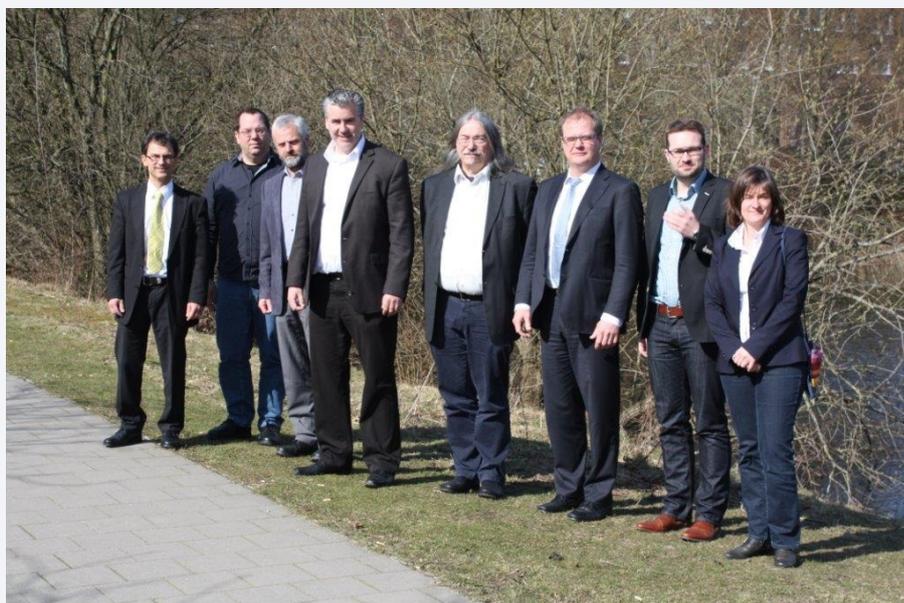


- Wie konnte das passieren?
- Wie können wir verhindern, dass sich das wiederholt?

Auftrag: Übergreifende, zukunftsgerichtete Problemanalyse für Schleswig-Holstein

- Aufarbeitung der **Historie**, insbesondere der Kavernenlagerung in Brunsbüttel
- Zusammenstellung der **Grundlagen** (Abfallarten, Konditionierungsverfahren, Produktkontrolle, Lagerarten, Korrosionsmechanismen, Regularien...)
- Bewertung unter **Sicherheitsaspekten**
- **Lagerstättenkataster**: Erfassung aller Lagerstätten für Atommüll in Schleswig-Holstein
- **Problemanalyse**: Ursachen der Korrosion und ihrer ungehinderten Entwicklung
- **Handlungsempfehlungen!**

Arbeitsgemeinschaft: Atomaufsicht und unabhängige Experten



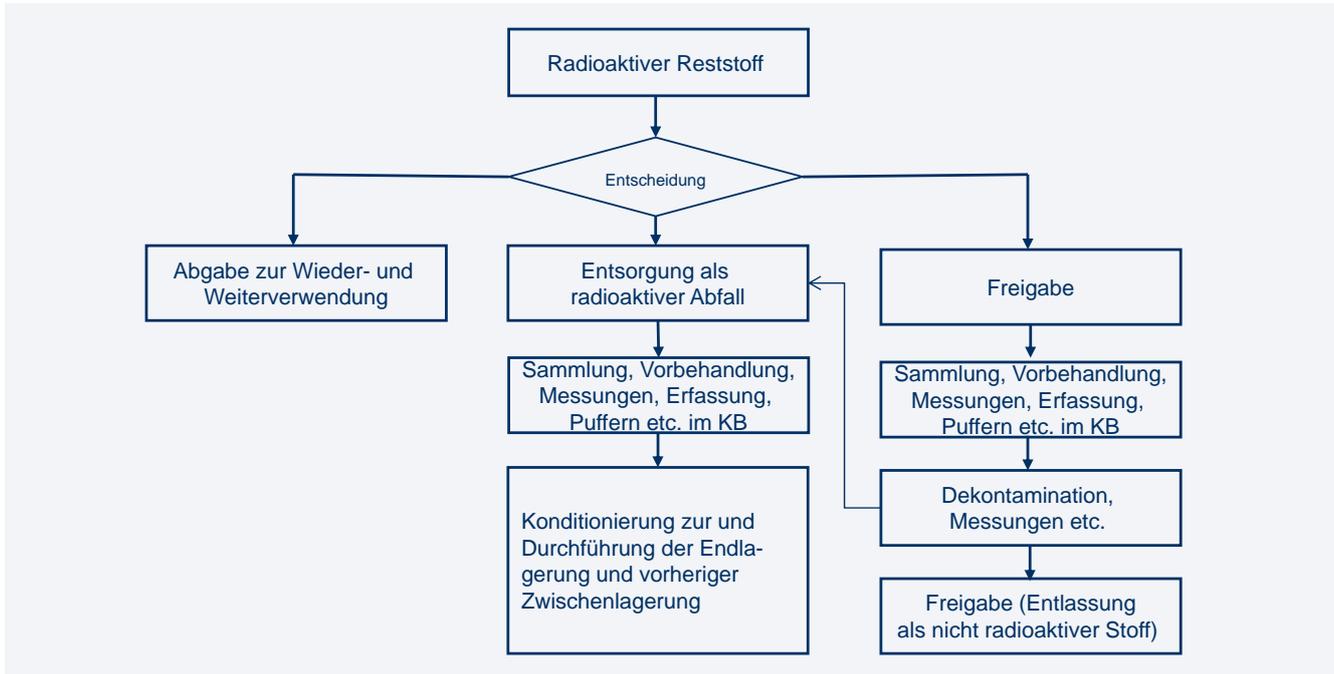
von links nach rechts:

*Oliver Karschnick
Wolfgang Botsch
Peter Scheumann
Jan Backmann
Michael Sailer
Heinz Drotleff
Jörg Otte
Julia Neles*

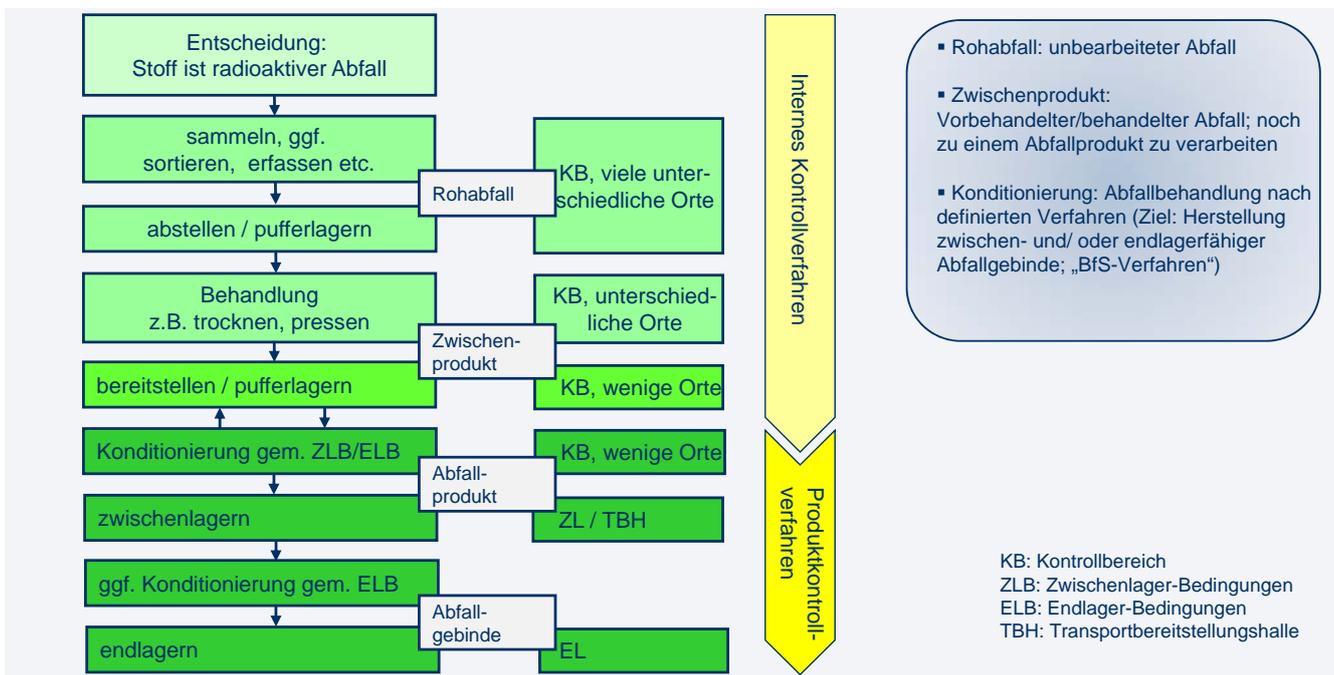
nicht im Bild:
Wolfgang Wolter

Grundlagen

Reststoffe im Kernkraftwerk



Abfallarten und Verfahren



- Korrosion = Oxidation von Eisen oder Stahl mit Sauerstoff in **Gegenwart von Wasser**

- **Innenkorrosion**
 - viele Abfälle sind per se feucht (z.B. Verdampferkonzentrat)
 - trockene Abfälle wirken oft hygroskopisch (z.B. Filterstaub, Asche)

- **Außenkorrosion**
 - Kondenswasser an schlecht abtrocknenden Stellen (insbes. Spaltkorrosion)
 - Einfluss der Umgebungsatmosphäre / Lagerstätte

- Feuchtegehalte können zwar technisch reduziert aber **nie ganz ausgeschlossen** werden.

- Auf lange Sicht nehmen die Auswirkungen von **Korrosion an Abfallbinden zu**.

- Fasskorrosion mit Integritätsverlust hat zwei **sicherheitsrelevante Konsequenzen**:
 - umschlossene radioaktive Stoffe werden zu offenen radioaktiven Stoffen
 - Beeinträchtigung der Handhabbarkeit

- Umgang mit **offenen radioaktiven Stoffen**:
 - im Kontrollbereich zulässig und nicht ungewöhnlich
 - aber Minimierungsgebot verletzt: Umgang so gering wie möglich zu halten
 - Freisetzung in die Umgebung ausgeschlossen!

- **Handhabbarkeit** der Gebinde:
 - abgeleitete Anforderung aus den Schutzzielen *Vermeidung und Minimierung von Strahlenexposition und Kontamination von Mensch und Umwelt*
 - intakte Gebinde erfordern geringere Handhabungszeiten

Erkenntnisse aus der Historie



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 Atomaufsicht und der Betreiber standen zunächst über viele Jahre der Umgang mit Kernbrennstoff und die Kettenreaktion als **Hauptgefahrenquellen** der Kernenergienutzung.
- Die Konzeption der Kernkraftwerke und die Aufteilung der Verantwortlichkeiten geht von **kontinuierlichem Abfluss** der nicht Wärme entwickelnden Abfälle aus mit nur kurzer Zeitspanne zwischen Anfall der Rohabfälle und endlagergerechter Konditionierung.

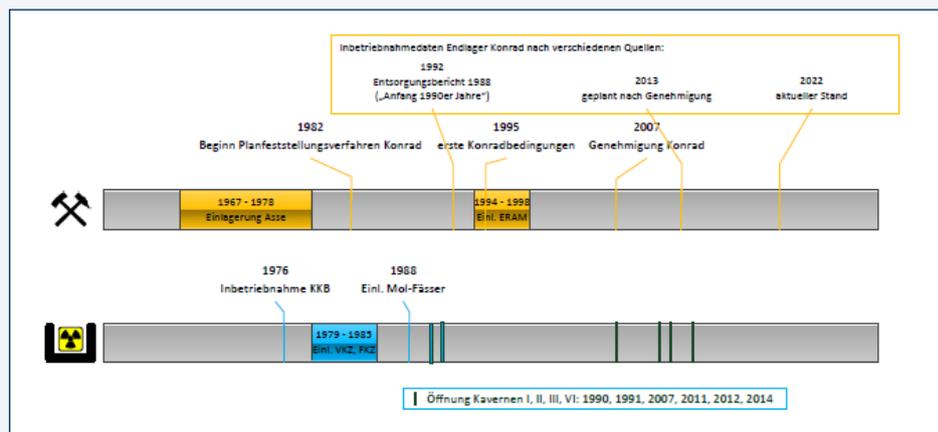
Entsorgung und Verantwortungssphären

- 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 setzt bislang mit Beginn der **Konditionierungskampagnen** ein. Unter der Verfahrensherrschaft des BfS werden die Rohabfälle behandelt (z.B. getrocknet) und in Endlagerbehälter eingebracht, die den Kontrollbereich des KKW verlassen und unter aufsichtlicher Kontrolle in externen Zwischenlagern aufbewahrt werden. (Sonderfall: Lagerung im Kontrollbereich (KB) von teilkonditionierten Abfällen)



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.



Folgen des Fehlens einer belastbaren Endlagerungsperspektive

- Die über Jahrzehnte aufrecht erhaltene vermeintliche Perspektive auf ein zeitnahes Endlager für nicht Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle führte zu **Fehleinschätzungen** hinsichtlich des Problempotentials von Fasskorrosion und unzulänglichen Trocknungsverfahren.
- Unkonditionierte Abfälle (Rohabfälle und Zwischenprodukte) verbleiben meist **deutlich länger** in den Lager- bzw. Aufbewahrungsstätten (Pufferlagern) als ursprünglich geplant. Damit war eine zentrale Grundannahme für die tatsächliche und aufsichtliche Behandlung unzutreffend.
- Das **sukzessive Entstehen** dieser Verzögerungen verhinderte den (rechtzeitigen) Blick auf die Notwendigkeit von Neubewertungen und von Überprüfungen der Grundannahmen. Es fehlte an einer echten Zäsur.

Fasskorrosion in Schleswig-Holstein

- Korrosion an Stahlbehältern, insbesondere Fässern, kann **nie vollständig ausgeschlossen** werden. Ihr Auftreten wird beeinflusst durch die eingelagerten Abfälle, die Behälter und die Umgebung in der Lagerstätte. Diese Faktoren führen insbesondere im Zusammenspiel zu weiten zeitlichen Spannbreiten 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.

Lagerstätten in Schleswig-Holstein



Standort Brunsbüttel Kapazität ca. 15.000 m³



- **Fasslager** im KKW: 23 Stahlfässer (Verdampfer- und Filterkonzentrate)
- **Feststofflager** im KKW: Mischabfälle in Stahlfässern und Ballen
- **6 Kavernen** im KKW: 630 Konzentratfässer (VKZ und FKZ), Festkomponenten
- **Transportbereitstellungshalle 1**: Rohabfälle und konditionierte Abfälle, 1000 Gebinde
- **Transportbereitstellungshalle 2**: Konditionierte Abfälle, 147 Gebinde
- **Standortzwischenlager**: 9 Castor-Behälter, Genehmigung aufgehoben
- geplant: **Lasma**, Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (ca. 27.000 m³)

Standort Krümmel

Kapazität ca. 1.700 m³

- **Fasslager** im KKW: 1.003 Stahlfässer (VKZ und FKZ)
- **2 Kavernen** im KKW: 189 Konzentratfässer (VKZ und FKZ)
- keine Transportbereitstellungshalle, kein Zwischenlager für nicht Wärme entwickelnde Abfälle vor Ort, Kapazität in der TBH II im KKB genehmigt
- **Standortzwischenlager**: 19 Castor-Behälter

Standort Brokdorf

Kapazität 560 m³

- **Lager ZC103/104** im KKW: 326 Presstrommeln, 75 Stahlfässer, 3 Mosaikbehälter
- **Lager ZC 115** im KKW: 9 Presstrommeln
- **Fasslager ZC 101** im KKW: 3 Presstrommeln, 141 Stahlfässer, 2 Mosaikbehälter
- **Lager ZC 207** im KKW: 22 Presstrommeln, 121 Stahlfässer
- keine TBH, kein Zwischenlager für nicht Wärme entwickelnde Abfälle
- Abgabe zur **externen Konditionierung und Lagerung** ohne längere Verweilzeiten im KKW
- **Standortzwischenlager**: 26 Castor-Behälter

- **Landessammelstelle** (ideeller Anteil Sammelstelle HZG): 166 Stahlfässer (68 m²)
- **Sammelstelle HZG**: 366 Stahlfässer, 3 Sondergebäude (112 m²)
- **Bereitstellungshalle** (gemeinsames Gebäude mit HAKONA): 379 Stahlfässer,
6 Konrad-Container (229 m²)
- **HAKONA** (Halle für Komponenten Nachuntersuchungen): 384 Stahlfässer (145 m²)
- **Betonschacht** (zur HAKONA gehörend): Reaktordruckbehälter der Otto Hahn (850 m³)

Ursachen der Fasskorrosion in den Kavernen des KKB

Kavernen Brunsbüttel - eine besondere Dimension

- 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.

- Jeweils erste **Hinweise** auf die Korrosionsproblematik ergaben sich, soweit dies noch festzustellen war
 - für die Betreiberin in 2004
 - für die Atomaufsicht in 2007
 - auf eine Gefahr für die Fassintegrität in 2012 (Schäden erst nach langem Umsaugen)
 - auf bereits eingetretene schwere Schäden (wanddurchdringende Korrosion) in 2014.

- **Ergebnis der Inspektion:** 145 von 573 untersuchten Fässern weisen schwere Schäden wie wanddurchdringende Korrosion und Austritt von Fassinhalt auf.

Chronologie der Kavernennutzung

1976 bis 1978	Einlagerung in die Asse / keine Nutzung der Kavernen für Fässer
1979 bis 1985	Einlagerung in die Kavernen
1986 bis 2003	Kavernen im Wesentlichen geschlossen
2004 bis 2012	Konditionierungskampagnen / Unterbrechung durch Fund des Fasses F1324
2013 bis 2014	Inspektion
ab 2015	Bergung

Ursachen betreffend die Abfallbehandlung

- Für die Behandlung von unkonditionierten Abfällen (Rohabfällen und Zwischenprodukten) und den Umgang mit diesen gab es im KKB wie andernorts **keine harten, abdeckenden Vorgaben**, wie z.B. einen zwingenden Trocknungsgrad oder eine Höchstlagerdauer.
- Unzureichende **Konzentrataufbereitungsanlage**: Auch nach der Infasstrocknung konnten noch hohe Restfeuchte und Flüssigkeit in den Fässern vorhanden sein. In später errichteten KKW wurden andere Trocknungseinrichtungen eingebaut (z.B. Walzentrocknung in KKK).
- Das Problem wurde von KKB nicht gelöst. Da der gesamte Bereich der unkonditionierten Abfälle der **Betreibersphäre** zugeordnet ist, wurde die Trocknung nicht kontrolliert.
- Kampagnen zur endlagergerechten Konditionierung, die ein höheres Maß an Langzeitstabilität bewirkt hätten, fanden u.a. wegen **unklarer Endlagerbedingungen** lange nicht statt.

Ursachen betreffend die Lagerung

- Die Kavernen waren **nicht für die Lagerung von Konzentratfässern vorgesehen** sondern für Festkomponenten – wohl deshalb gab es auch kein entsprechendes Kontrollregularium.
- Die Kavernen wurden von der Betreiberin nach dem abrupten Einlagerungsstopp in der Asse (1978) **ab 1979 zum Lager für Konzentratfässer umfunktioniert**, bis sie 1985 verschlossen wurden. Letztlich handelt es sich dabei also um ein Provisorium, das bis heute anhält.
- Auch dieser Bereich 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.

Zeitliche Aspekte

- Der Aspekt der **Langzeitstabilität spielte ursprünglich eine stark unterentwickelte 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 (mit unterschiedlichem Einfluss auf die handelnden Personen):
 - sukzessive Verschiebung einer Endlagermöglichkeit / Fehlen einer klaren Zäsur
 - vorrangige Befassung mit Aufgaben aus dem Leistungsbetrieb / hochradioaktiven Stoffen
 - keine systematische Bewertung von anderen Korrosionsfällen / keine Erstreckung auf die Kavernen
 - Wissensverlust / Personalwechsel

Zeitliche Aspekte (Fortsetzung)

- fehlende Mechanismen zur Neubewertung bestehender Auffassungen und Systeme
- Spielräume im Regelwerk
- verengte Sichtweise auf Schutzziel Strahlenschutz: Bedeutung von Gebindeintegrität, Handhabbarkeit und Transportierbarkeit 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 Betrachtung der konkreten Situation in den Kavernen beinhalteten, obwohl die Antwortschreiben z.T. den gegenteiligen Eindruck erweckten.
- Hohe Restfeuchte bis hin zu freier Flüssigkeit in vielen Fässern führte **im Laufe der Jahre zu Innenkorrosion** bis hin zum Integritätsverlust. Ausgetretenes Konzentrat führte in den geschlossenen Kavernen zu hoher Luftfeuchtigkeit und in der Folge zu Außenkorrosion.

Handlungsempfehlungen

Vorgaben für KKW-Betreiber

- Systematisierte, umfängliche Darstellungen bzgl. **Rohabfällen und vorbehandelten Abfällen**
 - in den einzuführenden **Abfall- und Reststoffordnungen**
 - zu **Produktkontrollverfahren** (Spezifizierung und Überwachung von Parametern)
 - Einbindung der radioaktiven Reststoffe und Abfälle in das **Alterungsmanagement**

- Ausdifferenzierte Regelungen für die **Lagerstätten im Kontrollbereich**
 - zulässige Nutzungen für bestehende Lagerstätten konkret festschreiben
 - neue Lagerstätten nur noch mit Zustimmung der Atomaufsicht (nicht unter dem Regime der allgemeinen Umgangsgenehmigung)
 - regelmäßige visuelle Inspektionen aller Lagerstätten
 - ✓ jährliche visuelle Lagerstätteninspektion (Begehung, Öffnung)
 - ✓ zusätzlich jedes Gebinde alle 4 Jahre mit Unterseite (25 % der Lagerstätte/Jahr)

- **Höchstlagerdauer** für unkonditionierte Abfälle!

▪ Ausweitung der Atomaufsicht



- Schaffung und Fortführung eines **Lagerstättenkatasters**
- **Übergreifende Aufsicht** bei Atommülllagerung im KKW
 - Vier-Augen-Prinzip bei Lagerstätten im Kontrollbereich
 - Entsorgungsreferat für eigenständige Lagerstätten
- **Stärkung der Aufsicht** im Entsorgungsbereich
- Regelmäßige **Überprüfung der Fokussierung** der Atomaufsicht
- Bundesweite **Atommülldatenbank**
- **Koordinierungsstelle** für Zwischenlagerinformationen

Sachverständige, Regelwerk

- **Erweiterter Einsatz von Sachverständigen**
 - Produktkontrolle
 - zusätzliche Inspektionen
- **Auffälligkeitenmeldesystem** ausbauen
- **Regelwerk** ausdifferenzieren und fortentwickeln
 - alle Aspekte betreffende umfassende Informationspflicht der Betreiber ins AtG
 - zeitliche Vorgaben zu Inspektionen an eingelagerten Gebinden
 - Anwendungsbereich des **Alterungsmanagementsystems** auf radioaktive Abfälle erstrecken
 - bundesweite Zwischenlagerbedingungen

Zusammenfassung

