



**ESK-Empfehlungen für Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (PSÜ-ZL)**

**EMPFEHLUNG**

**Inhaltsverzeichnis**

0	Vorwort.....	2
1	Einleitung.....	2
2	Anwendungsbereich.....	3
3	Ziele der PSÜ-ZL.....	3
4	Grundsätze der PSÜ-ZL.....	5
4.1	Zuständigkeiten.....	5
4.2	Fristen .....	5
4.3	Aufbau .....	5
4.4	Übergeordnete Bewertungsgrundlagen und Nachweisziele.....	6
5	Umfang der PSÜ-ZL.....	6
5.1	Aktuelle Anlagenbeschreibung.....	6
5.2	Zusammenstellung der im Überprüfungszeitraum durchgeführten bzw. eingetretenen sicherheitsrelevanten Änderungen .....	6
5.3	Auswertung von Betriebserfahrungen .....	7
5.4	Störfallanalyse.....	7
5.5	Überprüfung zur technischen Alterung .....	7
5.6	Sicherheitsmanagement .....	8
6	Ergebnisse der PSÜ-ZL .....	8
6.1	Abschließende Einschätzung und Dokumentation durch den Betreiber.....	8
6.2	Bewertung durch die Behörde.....	9
	Literatur .....	10

## **0 Vorwort**

Die ESK wurde vom BMU mit Schreiben vom 25.11.2009 beauftragt, Empfehlungen zum Inhalt, Umfang und Zeitraum für periodische Sicherheitsüberprüfungen für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver verglaste Abfälle in Behältern (PSÜ-ZL) zu erstellen.

Die Notwendigkeit entsprechender Regelungen ergibt sich sowohl aus den sogenannten Safety Reference Levels der WENRA [3], zu deren Umsetzung im Regelwerk und praktischer Implementierung sich Deutschland als WENRA-Mitgliedsstaat verpflichtet hat, als auch durch die Anforderungen an die Zwischenlagerung in der EURATOM-Richtlinie zur nuklearen Sicherheit [5].

Hinsichtlich der Umsetzung der vorliegenden Empfehlungen ist nach Auskunft des BMU vorgesehen, zunächst eine zweijährige Überprüfungsphase durchzuführen, in der die Durchführung einer PSÜ-ZL für ausgewählte Zwischenlager erprobt wird.

Die ESK empfiehlt, innerhalb dieser zweijährigen Überprüfungsphase diese Empfehlungen einem Diskussionsprozess mit den beteiligten/betroffenen Institutionen unter Federführung der ESK zu unterziehen. Die Ergebnisse dieses Diskussionsprozesses sollten bei der abschließenden Erstellung von Leitlinien berücksichtigt werden.

Bei der Erarbeitung der vorliegenden Leitlinien-Empfehlungen wurden verschiedene Punkte identifiziert, die bei der abschließenden Erstellung von Leitlinien zur PSÜ-ZL und bei einer zukünftigen Überarbeitung der RSK-Leitlinien [1] aus Sicht der ESK berücksichtigt werden sollten. Diese sind in einer Merkpostenliste zusammengestellt.

Die ESK hält es für sinnvoll, die Leitlinien für die Durchführung der PSÜ-ZL bzw. für die trockene Zwischenlagerung in Behältern auch zukünftig in angemessenen Abständen (z. B. alle 5 Jahre) zu prüfen und ggf. anzupassen.

## **1 Einleitung**

Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und sonstige Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle werden in Deutschland auf Grundlage einer nach § 6 Atomgesetz erteilten und in der Regel auf derzeit 40 Jahre befristeten Aufbewahrungsgenehmigung betrieben. Sie unterliegen während der Errichtung, des Betriebes und der Stilllegung sowie bei Veränderungen an dem Zwischenlager und seiner Betriebsweise in allen sicherheitsrelevanten Bereichen der staatlichen Aufsicht. Ggf. sind Wechselwirkungen durch eine kombinierte oder gemischte Lagerung mit nicht Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen in Verbindung mit Genehmigungen nach § 7 StrlSchV zu berücksichtigen.

Zentrales Sicherheitselement der trockenen Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und sonstigen Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen sind unfallsichere Transport- und Lagerbehälter, die zum Zeitpunkt der Einlagerung über eine verkehrsrechtliche Zulassung verfügen<sup>1</sup> und deren Transportfähigkeit auch für den späteren Abtransport gewährleistet sein muss. Mit der Genehmigungs-

---

<sup>1</sup> Zur Frage der Transportfähigkeit der Behälter während der Einlagerungsdauer sind Ausführungen in der Merkpostenliste enthalten.

erteilung werden als wesentliche Schutzziele der sichere Einschluss des radioaktiven Inventars, die hinreichende Abschirmung der radioaktiven Strahlung, die Einhaltung der Unterkritikalität sowie die sichere Abfuhr der Zerfallswärme nach Stand von Wissenschaft und Technik beurteilt und bestätigt.

Die Einhaltung der mit der Aufbewahrungsgenehmigung verbindlich gemachten Anforderungen an den sicheren Betrieb des Zwischenlagers ist durch das Sicherheitsmanagement des Betreibers sicherzustellen. Durch die Behälterherstellung, –beladung und –abfertigung ergeben sich für die nachfolgende Zwischenlagerung wesentliche betriebliche Randbedingungen. Für den anlagenübergreifenden Austausch von Erfahrungen bestehen auf Betreiber- sowie auf Behörden- und Gutachterseite geeignete Instrumentarien wie z. B. die „Koordinierungsstelle für Informationen zur Behälterabfertigung“ (KOBAB) und der „VGB-Arbeitskreis Behälterabfertigung und –lagerung“ (BAL).

Im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht werden der Zustand des Zwischenlagers und seine Betriebsweise auf Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Genehmigungsbescheide kontrolliert. In diesem Zusammenhang erfolgt auch die Prüfung der Notwendigkeit der Umsetzung neuer sicherheitstechnischer Erkenntnisse aus Betriebserfahrungen durch Betreiber und Behörden.

## **2 Anwendungsbereich**

Die vorliegenden Leitlinien sind anzuwenden auf Zwischenlager zur trockenen Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern.<sup>2</sup>

Die Periodische Sicherheitsüberprüfung der Zwischenlagerung (PSÜ-ZL) erfolgt – auch im Falle von Standortzwischenlagern – unabhängig von der PSÜ in den Kernkraftwerken.

Die vorliegenden Ausführungen zur PSÜ-ZL beziehen sich auf die deterministische Sicherheitsstatusanalyse im Sinne des PSÜ-Leitfadens für Kernkraftwerke [2]. Eine probabilistische Sicherheitsanalyse ist nicht erforderlich, da im Wesentlichen passive Sicherheitsfunktionen zu betrachten sind. Aktive Maßnahmen dienen ausschließlich der Überwachung des Zustands (z. B. des Deckeldichtsystems) und der Randbedingungen (z. B. Belüftung, Umgebungseinflüsse).

Die vorliegenden Leitlinien enthalten keine Vorgaben bezüglich der Bewertung der Sicherung der Zwischenlager.

Soweit dies aus fachlicher Sicht begründet ist, enthalten die Leitlinien auch Anforderungen an die Prüfung der PSÜ-ZL und die daraus resultierenden Anforderungen an die Behörden.

---

<sup>2</sup> Zum Anwendungsbereich siehe auch Ausführungen in der Merkpostenliste

### 3 Ziele der PSÜ-ZL

Im Laufe einer längeren Betriebsphase erweitern sich die sicherheitstechnischen Erkenntnisse; die Methoden und die Instrumentarien für Sicherheitsanalysen werden weiterentwickelt. Dies soll zu einer Fortentwicklung des Sicherheitsstatus des Zwischenlagers und dessen Betriebssicherheit führen. Es ist daher zweckmäßig, für jedes in Betrieb befindliche Zwischenlager in angemessenen Zeitabständen eine ganzheitliche Sicherheitsüberprüfung durchzuführen. Zu diesem Zweck stellt die PSÜ-ZL ein Element des Sicherheitsmanagements des Betreibers sowie deren Überprüfung ein Instrument der laufenden Aufsichtstätigkeit der Behörden dar. Sie soll ab der Inbetriebnahme in regelmäßigen Zeitabständen für jedes in Betrieb befindliche Zwischenlager durchgeführt werden. Hierbei sind die anlagenspezifischen Betriebserfahrungen seit der letzten PSÜ-ZL auszuwerten und relevante Betriebserfahrungen anderer Zwischenlager einzubeziehen.

Mit der PSÜ-ZL werden in Anlehnung an die Verfahrensweisen in Kernkraftwerken im Einzelnen die folgenden Zielstellungen verfolgt:

- Zusammenfassende Dokumentation und Beurteilung der im Überprüfungszeitraum aufgetretenen Ereignisse und gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf das Sicherheitsniveau und die Betriebszuverlässigkeit des Zwischenlagers sowie die Minimierung der Strahlenexposition.
- Aktualisierte Sicherheitsbewertung unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik im Hinblick auf
  - den sicheren und zuverlässigen Weiterbetrieb des Zwischenlagers,
  - die Auswirkungen von Alterungsmechanismen auf den Zustand des Zwischenlagers und dessen Einrichtungen sowie auf die Transport- und Lagerbehälter und deren Inventare,
  - die Einhaltung der sicherheitstechnischen Anforderungen im Hinblick auf die Handhabung und den späteren Abtransport der Transport- und Lagerbehälter,
- Ableitung von Erkenntnissen und Maßnahmen für den weiteren Betrieb.

Im Ergebnis der PSÜ-ZL sind die Einhaltung der Schutzziele

- Einschluss der radioaktiven Stoffe
- Strahlenabschirmung
- Einhaltung der Unterkritikalität
- Abfuhr der Zerfallswärme

sowie der daraus abgeleiteten Anforderungen an

- die betriebs- und instandhaltungsgerechte Auslegung, Ausführung und Qualitätssicherung,
- die sicherheitsgerichtete Organisation und Durchführung des Betriebes,
- die Auslegung gegen Störfälle (Verfügbarkeit und Wirksamkeit der erforderlichen Sicherheitsfunktionen) und an die bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen vorgesehenen Maßnahmen,
- den sicheren Abtransport der radioaktiven Stoffe

für die verbleibende genehmigte Betriebsdauer aufzuzeigen.

## **4 Grundsätze der PSÜ-ZL**

### **4.1 Zuständigkeiten**

Für die Durchführung der PSÜ-ZL ist der Betreiber des Zwischenlagers verantwortlich. Die PSÜ-ZL und ihre Ergebnisse sowie abgeleitete Maßnahmen sind vom Betreiber in nachvollziehbarer Weise zu dokumentieren und der Aufsichtsbehörde vorzulegen.

Für die Beurteilung der vom Betreiber durchgeführten PSÜ-ZL ist die atomrechtliche Aufsichtsbehörde zuständig. Die Aufsichtsbehörde nutzt die Periodische Sicherheitsüberprüfung als Ergänzung ihrer ständigen Aufsichtstätigkeit und stellt die Ergebnisse ihrer Überprüfung in einem zusammenfassenden Bericht dar, den sie der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde zur Verfügung stellt. So weit erforderlich legt die Aufsichtsbehörde notwendige Maßnahmen für den weiteren Betrieb des überprüften Zwischenlagers fest und überwacht im Rahmen ihrer Aufsichtstätigkeit deren frist- und sachgerechte Realisierung.

Die atomrechtliche Genehmigungsbehörde nimmt Kenntnis von den Ergebnissen der Periodischen Sicherheitsüberprüfungen der Zwischenlager sowie deren Beurteilung durch die Aufsichtsbehörden und kann hieraus - soweit erforderlich - aktualisierte oder zusätzliche Anforderungen für laufende und zukünftige Genehmigungsverfahren ableiten.

### **4.2 Fristen**

Die periodische Sicherheitsüberprüfung ist für jedes Zwischenlager nach Betriebsbeginn, d.h. nach der Einlagerung des ersten beladenen Behälters, erstmals nach 10 Jahren und dann im Abstand von jeweils 10 Jahren durchzuführen.

Etwa 6 Monate nach Abschluss der periodischen Sicherheitsüberprüfung und Vorlage des Berichts durch den Betreiber sollte die Aufsichtsbehörde den zusammenfassenden Ergebnisbericht ihrer Überprüfung vorlegen.

### **4.3 Aufbau**

Der Aufbau der PSÜ-ZL soll sich am bestehenden Sicherheitskonzept für Zwischenlager anlehnen (vgl. [1]).

Die mit der PSÜ-ZL durchzuführende deterministische Sicherheitsstatusanalyse umfasst eine schutzzielorientierte Überprüfung des Sicherheitsstatus des Zwischenlagers mit Darlegung und Auswertung der Betriebsführung (Sicherheitsmanagement) und Auswertung der Betriebserfahrung.

Die Ergebnisse sind im Rahmen der abschließenden Einschätzung des Sicherheitsstatus des Zwischenlagers zusammenzuführen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der schutzzielorientierten Bewertung, indem aufgezeigt wird, dass die im Kapitel 3 genannten Schutzziele im Normalbetrieb sowie bei Auslegungsstörfällen eingehalten werden und für auslegungsüberschreitende Ereignisse Vorkehrungen getroffen sind. Ausgehend von diesem Aufbau werden in Kapitel 5 die Inhalte der PSÜ-ZL konkretisiert.

#### **4.4 Übergeordnete Bewertungsgrundlagen und Nachweisziele**

Die Bewertungsgrundlagen für die PSÜ-ZL sind Gesetze, Verordnungen und das geltende technische Regelwerk in der Bundesrepublik Deutschland, Betriebserfahrungen sowie der Stand von Wissenschaft und Technik. Internationale Regelwerke sind als Orientierungshilfe zu verwenden, soweit vorgesehen ist, sie in nationale Regelwerke zu überführen z. B. WENRA Safety Reference Levels [3].

### **5 Umfang der PSÜ-ZL**

#### **5.1 Aktuelle Anlagenbeschreibung**

Der deterministischen Sicherheitsstatusanalyse ist eine Beschreibung des Zwischenlagers voranzustellen. Sie dient dazu, einen aktuellen Überblick über das Sicherheitskonzept, die Auslegungsmerkmale des Zwischenlagers und über alle wesentlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen zu geben.

Die Gliederung der Anlagenbeschreibung orientiert sich an dem Sicherheitsbericht, der der Genehmigung des Lagers zugrunde liegt.

#### **5.2 Zusammenstellung der im Überprüfungszeitraum durchgeführten bzw. eingetretenen sicherheitsrelevanten Änderungen**

Bei der Zusammenstellung der im Überprüfungszeitraum durchgeführten bzw. eingetretenen sicherheitsrelevanten Änderungen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen.

- Änderungen im Genehmigungsstatus: Erteilte Änderungsgenehmigungen; nachträglich erteilte Auflagen
- Geänderte regulatorische Anforderungen
- Organisatorische Änderungen
- Änderungen des Zwischenlagers: Umrüstungen; Reparaturen und Nachrüstungen; Änderungen beim Betriebs-, Wartungs- und Prüfrelement
- Änderungen im Betriebszustand des Zwischenlagers: Änderungen beim eingelagerten Inventar, der Wärmeleistung, des Belegungszustands
- Veränderungen bei den Standortbedingungen
- Wechselwirkungen mit benachbarten Einrichtungen und Anlagen

Die Zusammenstellung der im Überprüfungszeitraum durchgeführten bzw. eingetretenen sicherheitsrelevanten Änderungen dient der Ergänzung der aktuellen Anlagenbeschreibung und stellt die Grundlage für die gesamtheitliche Bewertung des Sicherheitsstatus des Zwischenlagers (entsprechend Kapitel 6.1) dar.

### **5.3 Auswertung von Betriebserfahrungen**

Die Auswertung der sicherheitsrelevanten Betriebserfahrungen soll folgende Bereiche eigener und externer Erfahrungen umfassen:

- Betriebserfahrungen im Zwischenlager (Erfahrungen bei der Betriebsführung, Auswertung der Ergebnisse von Wiederkehrenden Prüfungen und sonstigen Prüfergebnissen, Erkenntnisse aus Routine- und Einzelüberprüfungen, Abweichungen bei Prüfungen, Ereignisse)
- Zuverlässigkeit von Komponenten
- Strahlenexposition des Personals (gesamt, bei bestimmten Tätigkeiten)
- Erfahrungen aus Weiterleitungsnachrichten
- Betriebserfahrungen in vergleichbaren Zwischenlagern (Auswertung von Betriebsberichten, Informationen aus Fachgremien, sonstige Erkenntnisse)

Die Auswertung der Betriebserfahrung dient der Überprüfung der betrieblichen Bewährung der sicherheitstechnischen Anlagenauslegung, der Überprüfung der Zuverlässigkeit der sicherheitstechnisch relevanten Systeme sowie der Einhaltung der Schutzziele.

### **5.4 Störfallanalyse**

In der Störfallanalyse soll überprüft werden, inwieweit die relevanten Sicherheitsfunktionen (vgl. [2]) verfügbar und wirksam sind. Dabei ist von dem der Genehmigung zugrunde liegenden Störfallspektrum auszugehen und zunächst zu prüfen, ob weitere relevante Ereignisabläufe aufgrund von Erfahrungen aus vergleichbaren Zwischenlagern bzw. Weiterentwicklungen im Regelwerk zu betrachten sind. Die vorliegenden Störfallanalysen sind dahingehend zu überprüfen, ob für die abdeckenden Ereignisse auch unter den aktuellen Randbedingungen unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik die sicherheitstechnischen Anforderungen eingehalten werden.

Die für auslegungsüberschreitende Ereignisse im Betriebshandbuch vorgesehenen Maßnahmen sind zu überprüfen.

### **5.5 Überprüfung zur technischen Alterung**

Im Hinblick auf die technische Alterung sind Überprüfungen vorzunehmen, auszuwerten und die Ergebnisse darzustellen.

Im Rahmen der PSÜ-ZL sind die für das Zwischenlager bestehenden Maßnahmen im Hinblick auf die technische Alterung (Alterungsmanagement) zu überprüfen.

## **5.6 Sicherheitsmanagement**

Im Rahmen der PSÜ-ZL sind folgende Aspekte des Sicherheitsmanagements einer Überprüfung zu unterziehen:

- Betriebsorganisation des Betreibers und Zuordnung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten hinsichtlich der sicherheitsrelevanten Funktionen des Zwischenlagers
- Definition und Dokumentation der sicherheitsrelevanten Prozesse und Verfolgung der Qualität der Prozesse z. B. anhand von Kennzahlen, Ergebnissen von Audits
- Aktualität der Betriebsanweisungen und der Maßnahmen bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen
- Maßnahmen zum Erhalt der erforderlichen Fachkunde des für die Aufbewahrung verantwortlichen Betriebspersonals und zur Gewährleistung der erforderlichen Ressourcen und Kompetenzen
- Maßnahmen zur Auswertung von Betriebserfahrungen (entsprechend Kapitel 5.3)
- Aktualität und Vollständigkeit der atomrechtlich relevanten Managementsysteme

Ergebnisse aus den regelmäßigen Überprüfungen des Sicherheitsmanagements, die im Überprüfungszeitraum durchgeführt wurden, sind ebenfalls in die Überprüfung einzubeziehen.

Die Überprüfung des Sicherheitsmanagements dient dem Nachweis der Verfügbarkeit geeigneter organisatorischer und personeller Maßnahmen und ihres sicherheitsgerichteten Zusammenwirkens mit den technischen Sicherheitsvorkehrungen.

## **6 Ergebnisse der PSÜ-ZL**

### **6.1 Abschließende Einschätzung und Dokumentation durch den Betreiber**

Zum Abschluss einer PSÜ-ZL soll der Genehmigungsinhaber den Sicherheitsstatus des Zwischenlagers einschätzen. Dazu sind die Ergebnisse der Einzelanalysen zu einem aussagefähigen Gesamtbild zusammenzuführen. Bewertungsmaßstab ist die Erfüllung der Schutzziele gemäß Kapitel 3. Sofern erforderlich, werden sicherheitstechnische Verbesserungsmaßnahmen dargestellt und in einem Maßnahmenplan erfasst.

Die Einzelanalysen und Ergebnisse sollen in Berichtsform zusammengestellt und der zuständigen Aufsichtsbehörde als Dokumentation zur PSÜ-ZL vorgelegt werden.

Die Inhalte des Berichts sollen nachvollziehbar und prüffähig sein; verwendete Unterlagen sind aufzuführen. Er soll analog zu den PSÜ-Leitfäden [2] folgende Schwerpunkte enthalten:

- Aktuelle Anlagenbeschreibung,
- Bericht zur Betriebsführung und Betriebserfahrung,
- Beschreibung und Ergebnisse der deterministischen schutzzielorientierten Überprüfung,
- Abschließende Einschätzung des Sicherheitsstatus unter Einbeziehung der Einzelergebnisse der Teilbereiche der PSÜ-ZL.

## **6.2 Bewertung durch die Behörde**

Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde beurteilt die mit der Dokumentation zur PSÜ-ZL vorgelegte Darlegung des Sicherheitsstatus des Zwischenlagers.

Für die Beurteilung der sicherheitstechnischen Bedeutung dieser Ergebnisse sollten (in Anlehnung an [2]) folgende Kriterien verwendet werden:

- Die Auswertung der Betriebserfahrung zeigt eine ausreichende Zuverlässigkeit der jeweiligen Komponenten und Einrichtungen.
- Die zu betrachtenden abdeckenden Störfälle werden mit den vorhandenen Sicherheitseinrichtungen, entsprechend den schutzzielorientierten Anforderungen, mit der geforderten Wirksamkeit und Zuverlässigkeit beherrscht.
- Schwachstellen im Sicherheitskonzept werden festgestellt.
- Der im Fall sicherheitsrelevanter Abweichungen vorgeschlagene Maßnahmenplan ist geeignet den Sicherheitsstatus des Zwischenlagers zu verbessern.

Die zu treffenden Verbesserungsmaßnahmen werden in Abstimmung mit der zuständigen Behörde vom Betreiber festgelegt.

## Literatur

- [1] Reaktor-Sicherheitskommission: Sicherheitstechnische Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente in Behältern, Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission, 05.04.2001
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bekanntmachung der Leitfäden zur Durchführung der periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn, 18. August 1997
- [3] WENRA Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD): Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels Report - Version 2.0, Draft, To be published
- [4] Reaktor-Sicherheitskommission: Sicherheitsanforderungen an die längerfristige Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, RSK-Empfehlung vom 05.12.2002 mit Neuformulierung in Abschnitt 2.7.1 (dritter Spiegelstrich) vom 16.10.2003
- [5] Richtlinie 2009/71/EURATOM des Rates vom 25. Juni 2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen, Amtsblatt der Europäischen Union L 172/18 vom 2.7.2009