



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK
Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires
Divisione principale della Sicurezza degli Impianti Nucleari
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate

Transport- und Lagerbehälter für die Zwischenlagerung

April 2008

Erläuterungsbericht zur Richtlinie

G05

Inhalt:

Erläuterungsbericht zur Richtlinie

G05/d

1	Ausgangslage	1
2	Aufbau der Richtlinie	1
3	Verweise aus Gesetzen und Verordnungen	3
4	Internationale Anforderungen	3

1 Ausgangslage

In einem Zwischenlager für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente, das als Trockenlager bzw. Behälterlager konzipiert ist, übernehmen die Behälter die Schutzfunktionen im Normalbetrieb und bei Störfällen. Die grundlegenden Anforderungen an diese Behälter wurden deshalb in den Gutachten der HSK zu den Zwischenlagerprojekten ZWIBEZ und ZWILAG definiert, indem so genannte Referenzanforderungen vorgeschlagen wurden. Der Nachweis, dass eine ausreichende Schutzwirkung sowohl für die Umgebung als auch für das Lagergut gewährleistet ist, gilt als erbracht, wenn diese Referenzanforderungen erfüllt sind. Diese Referenzanforderungen wurden (mit kleineren, durch die Berücksichtigung des neuesten Stands der Technik bedingten Änderungen) nach Fertigstellung des Lagers für hochaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente der ZWILAG in einer Richtlinie der HSK, der Richtlinie HSK-R-52 (Transport- und Lagerbehälter für die Zwischenlagerung), eingebaut. Diese Richtlinie wurde 2003 verabschiedet.

Durch die Inkraftsetzung des Kernenergiegesetzes und der Kernenergieverordnung ist aus formalen Gründen bereits eine Anpassung aller HSK-Richtlinien nötig.

Bei der Überarbeitung der bisherigen Richtlinie HSK-R-52 wurden ausserdem strukturelle Änderungen vorgenommen, die der besseren Lesbarkeit dienen. Ebenfalls wurde das Verfahren zur unabhängigen Kontrolle der Behälterfertigung unter Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen modifiziert und die Verantwortung des Behältereigentümers gegenüber der alten Richtlinie verstärkt.

2 Aufbau der Richtlinie

Die ersten drei Kapitel der Richtlinie umfassen

- eine Einleitung, die für alle neuen Richtlinien einheitlich ist,
- eine Darlegung des Gegenstandes und des Geltungsbereichs sowie
- die rechtlichen Grundlagen.

Im daran anschliessenden Kapitel 4 werden sämtliche Anforderungen an die Transport- und Lagerbehälter sowie Anforderungen an die entsprechenden Nachweise aufgelistet. Dieses Kapitel entspricht inhaltlich dem Kapitel 5 (Referenzanforderungen) und den zugehörigen Passagen aus dem Anhang aus der Richtlinie HSK-R-52. Die technisch nahezu unveränderten Anforderungen wurden dabei neu sortiert, so dass ihre Ordnung möglichst der chronologischen Reihenfolge entspricht. Die wenigen inhaltlichen Änderungen gegenüber der bisherigen Richtlinie HSK-R-52, die im Anhang diesem Erläuterungsbericht beigefügt ist, sind:

- Neu wird nicht mehr verlangt, dass die gefahrgutrechtliche Zulassung der Behälter während der gesamten Zwischenlagerung aufrechterhalten wird. Eine solche Forderung ist bei den zu erwartenden Zwischenlagerungszeiten von mehreren Jahrzehnten

und unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Entwicklungen im internationalen Gefahrgutrecht nicht mehr realistisch. Falls die verkehrsrechtlichen Zulassungen der eingelagerten Behälter nicht weiter gepflegt werden, sind der Aufsichtsbehörde alternative Abtransportkonzepte zu unterbreiten. Da diese Konzepte auch stark von den Gegebenheiten im jeweiligen Zwischenlager abhängig sind, wird diese Anforderung zukünftig in der Richtlinie für Zwischenlager (HSK-G04) behandelt, die die Richtlinie HSK-R-29 ablösen wird.

- Die Anforderung an die absolute Dichtheit der Umschliessung wurde vereinfacht, indem wie international üblich für jede Dichtung eine maximale Standard-He-Leckrate von 10^{-8} Pa m³/s spezifiziert wird. Das abgeleitete relative Kriterium wurde dagegen nicht angepasst, da die Auswirkungen aus den veränderten Anforderungen an die absolute Dichtheit gering sind. Dichte Behälter unterschreiten den erstgenannten Grenzwert üblicherweise deutlich.

Kapitel 5 regelt die Verfahren zur Sicherstellung der Qualitätsanforderungen, einerseits mittels der Begleitung durch den Behältereigentümer, andererseits mittels der Überwachung durch die Aufsichtsbehörde einschliesslich allfälliger beauftragter Sachverständiger. Die wesentlichen Änderungen gegenüber dem entsprechenden Kapitel 7 (Aufsichtsverfahren) der Richtlinie HSK-R-52 sind wie folgt zusammengefasst:

- Das 4-stufige Freigabekonzept (H1 bis H4) der HSK wird durch ein 2-stufiges Konzept ersetzt. Zukünftig sind entsprechend zwei HSK-Stellungnahmen erforderlich, jeweils vor Beginn der Fertigung und vor der tatsächlichen Verwendung des Behälters.
- Die Ausschreibungsunterlagen, die Bewertung der Offerten und die Auswahl des Lieferanten erfolgt ohne Beteiligung der HSK in der Eigenverantwortlichkeit des zukünftigen Behältereigentümers.
- Die Aufgaben von beauftragten Inspektionsorganisationen sind in der Richtlinie nicht mehr spezifiziert. Die HSK wird zukünftig diese Festlegungen im Zusammenhang mit ihrer Stellungnahme zum Qualitätssicherungsprogramm vor Beginn der Fertigung treffen. Art und Umfang der Beauftragung wird dabei zunächst weitgehend unverändert beibehalten. Die neue Regelung gestattet jedoch in einfacher Weise angepasste Festlegungen, falls neue Erkenntnisse vorliegen oder die HSK hier verstärkt eigene Kapazitäten einsetzen möchte.

Bei grundsätzlichen Änderungen von Behälterkonzepten, die auch Auswirkungen auf das Entsorgungsprogramm haben können, empfiehlt sich eine Vorabklärung ausserhalb der Detailregelungen der Richtlinie HSK-G05.

Im Kapitel 6 werden die zur Erfüllung der Anforderungen (Kap. 4) und für die Verfahren gemäss Kapitel 5 mindestens erforderlichen Unterlagen spezifiziert.

Kapitel 7 bezieht sich auf die zukünftige Verwendungszeit der Behälter.

In Kapitel 8 sind die zitierten Dokumente spezifiziert.

3 Verweise aus Gesetzen und Verordnungen

Folgende Zitate aus dem juristischen Regelwerk «Rechtliche Grundlage» werden zitiert:

- a. Erfordernis der Freigabe für die Einlagerung eines Transport- und Lagerbehälters mit abgebrannten Brennelementen oder hochaktiven Abfällen gemäss Art. 29 Abs. 1 Bst. f der Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11): zitiert in Kap. 5.2.f.
- b. Unterlagen für Bewilligungen und Freigaben sowie sicherheitstechnische Klassierungen gemäss Anhang 4 KEV: zitiert in Kap. 6.

4 Internationale Anforderungen

Neue internationale Anforderungen zum Thema liegen nicht vor.



**Transport- und Lagerbehälter
(T/L-Behälter)
für die Zwischenlagerung**



zu beziehen bei:

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK)

CH-5232 Villigen-HSK/Schweiz

<input checked="" type="checkbox"/>	Datum	Unterschrift	<input checked="" type="checkbox"/>	Datum	Unterschrift	<input checked="" type="checkbox"/>	Datum	Unterschrift
	23.7.2003	W. Pauli		23.7.03	f. Knecht		25.7.03	M. Schumacher

Verteiler

HSK: Direktor, Abteilungsleiter, Sektionschefs, Anlagekoordinatoren
KSA: Mitglieder, Experten, Sekretariat
KSR: Präsident
BFE: Direktor, Abteilung ARK, Sektion KE
BAG: Abteilung Strahlenschutz
Anlagen: ATEL, BKW, EGL, KKB, KKG, KKL, KKM, NOK, PSI, ZWILAG
Firmen: NAGRA, SVTI-Nuklearinspektorat

bearbeitende Sektion: Sektion MBT

Diese Richtlinie ist auch auf der HSK-Homepage <http://www.hsk.psi.ch> verfügbar

INHALT

1	Einleitung	1
2	Zielsetzung	1
3	Rechtliche Grundlagen	1
4	Geltungsbereich	2
5	Referenzanforderungen	2
6	Mitgeltende Unterlagen	3
7	Aufsichtsverfahren	4
7.1	Verfahrensschritt H1 (Ausschreibungsunterlagen)	4
7.2	Verfahrensschritt H2 (Sicherheitsbericht)	4
7.3	Verfahrensschritt H3 (Herstellungsunterlagen)	5
7.4	Verfahrensschritt H4 (Abschlussdokumentation)	5
8	Reparaturen, Änderungen und Ersatz	6
9	Begriffsbestimmungen und Abkürzungen	6
	Anhang 1 Anforderungen an die T/L-Behälter	A1-1

Einleitung

Die Richtlinien der schweizerischen Sicherheitsbehörden legen dar, wie diese ihre gesetzlichen Aufträge konkretisieren. Den Projektanten und Betreibern von Kernanlagen, sowie den Bewilligungsinhabern soll damit aufgezeigt werden, nach welchen Kriterien die zuständigen Behörden die Gesuche beurteilen und die Aufsicht durchführen. Die Richtlinie R-52 liegt in deutscher und englischer Sprache vor. In Zweifelsfällen ist die deutsche Version verbindlich.

Zielsetzung

Die Zielsetzung dieser Richtlinie ist, die technischen Anforderungen an T/L-Behälter für den Transport und die Zwischenlagerung in der Schweiz, sowie den Ablauf und Umfang der behördlichen Aufsicht bei der Projektierung und Beschaffung einheitlich zu regeln.

Rechtliche Grundlagen

Das Atomgesetz vom 23. Dezember 1959 (SR 732.0) beschreibt, insbesondere in Art. 8, die Aufsichtspflicht des Bundes über die schweizerischen Atomanlagen und erteilt den ausführenden Stellen die notwendigen Befugnisse zum Erlass von Anordnungen.

Die Verordnung vom 14. März 1983 (SR 732.22), betreffend die Aufsicht über Kernanlagen, beauftragt die HSK mit dem Vollzug der Aufsicht in Bezug auf die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz von Kernanlagen.

Die Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (SR814.501), insbesondere die für den Transport und die Zwischenlagerung gültigen Artikel, ist verbindlich.

Die Verordnung vom 29. November 2002 (SR 741.621) über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR), insbesondere Art. 25 Abs. b bezeichnet die HSK als zuständige Behörde für die für Versandstückmuster und den Versand radioaktiver Stoffe.

Die Verordnung vom 3. Dezember 1996 (SR 742.401.6) über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (RSD), insbesondere Art. 2, Abs. a, bezeichnet die HSK als zuständige Behörde für die Klasse 7 und den Anhang VII.

Die Bewilligungen des Bundesrates für den Betrieb der Zwischenlager in der Schweiz, insbesondere die für die T/L-Behälter gültigen Festlegungen, sind verbindlich.

Geltungsbereich

Diese Richtlinie betrifft alle T/L-Behälter, die für den Transport und die Zwischenlagerung von verglasten, hochaktiven Abfällen (HAA-Behälter) und abgebrannten Brennelementen (BE-Behälter) in der Schweiz eingesetzt werden. Die Aufsicht erstreckt sich auf alle Aspekte des Transports und der Zwischenlagerung, soweit sie für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz relevant sind.

Die vorliegende Richtlinie regelt die Anforderungen an die T/L-Behälter für die Zwischenlagerung. Die Anforderungen an die T/L-Behälter für die Transporte richten sich nach den internationalen Transportvorschriften, welche in SDR und RSD festgelegt sind. Diese müssen erfüllt sein, sind jedoch nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Von dieser Richtlinie kann abgewichen werden, falls nachgewiesen wird, dass ein gleicher Sicherheitsgrad gewährleistet ist. Abweichungen sind der HSK zur Genehmigung vorzulegen.

Referenzanforderungen

Bei der Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen und verglasten, hochaktiven Abfällen sind die Schutzziele der Richtlinie HSK-R-14, ergänzend zu den gesetzlichen Vorgaben, zu erfüllen. Dazu müssen die Transport- und Lagerbehälter (T/L-Behälter) die folgenden Referenzanforderungen über die gesamte Einsatzdauer erfüllen:

- R1 Die Anforderungen an die T/L-Behälter, die sich aus dem Transportrecht (SDR/RSD bzw. ADR/RID) für Behälter des Typs B(U)F ergeben, sind verbindlich. Der Eigentümer hat dafür zu sorgen, dass für jeden T/L-Behälter eine gültige verkehrsrechtliche Zulassung während der ganzen Einsatzdauer (Transport- und Lagerzeit) vorliegt. In Ausnahmefällen (insbesondere dann, wenn eine verkehrsrechtliche Zulassungsbehörde aus rechtlichen oder administrativen Gründen die Verlängerung nicht erteilen kann) kann die HSK auf Antrag ALARA-konforme Abweichungen akzeptieren. Solche Anträge haben darzustellen, wie das betroffene Lagergut den weiteren Entsorgungsschritten zugeführt werden soll.
- R2 Die maximale Dosisleistung von 0.1 mSv/h ($\gamma+n$) in 2m Abstand von einem T/L-Behälter darf nicht überschritten werden. Die mittlere Oberflächendosisleistung an dem T/L-Behälter darf 0.5 mSv/h ($\gamma+n$) nicht überschreiten. An einzelnen Punkten ist mit Zustimmung der HSK eine maximale Oberflächendosisleistung von 10 mSv/h ($\gamma+n$) zulässig, sofern die maximale Dosisleistung in 2m Abstand nicht überschritten wird.
- R3 Für verglaste HAA muss die Maximaltemperatur kleiner oder gleich 450°C sein.

Für abgebrannte Brennelemente müssen Hüllrohrschäden verhindert werden. Gemäss dieser Forderung sind die vom jeweiligen Hersteller der Hüllrohre spezifizierten und von der HSK freigegebenen Kriterien zur Gewährleistung der Hüllrohrintegrität bei der Lagerung von Brennelementen im Trockenlager einzuhalten. Wird zur Einhaltung dieser Kriterien eine maximale Hüllrohrtemperatur spezifiziert, so ist der Nachweis für deren Einhaltung zu erbringen.

Der Nachweis der Maximaltemperatur muss für das von der HSK genehmigte Aufstellungskonzept und die darin beschriebene Vollbelegung des Zwischenlagers unter Berücksichtigung einer Kühllufttemperatur von 32°C am Gebäudeeintritt erbracht werden.

- R4 Die maximale Oberflächentemperatur der Gebäudeteile des Zwischenlagers, die mit Teilen des T/L-Behälters oder dessen Abstützkonstruktion in Berührung kommen, ist auf 100°C begrenzt. Die Oberflächentemperatur der restlichen Behälteroberflächen ist auf 120°C begrenzt. Es gelten die Nachweisbedingungen der Referenzanforderung R3.
- R5 Die Dichtheit des Behälters muss anlässlich der Einlagerung durch geeignete Messungen nachgewiesen und während des Betriebs überwacht werden. Für jeden Behälterabschluss darf die Summe der Standard-He-Leckraten aller Dichtungen mit Barrierenfunktion den Wert von 10^{-8} Pa m³/s nicht übersteigen. Das Verhältnis der Summe der Standard-He-Leckraten aller Dichtungen mit Barrierenfunktion des Behälterabschlusses zum Volumen des Überwachungsraumes darf den Wert von 10^{-6} (Pa m³/s)/m³ nicht übersteigen. Falls die Leckraten nicht unter Standardbedingungen gemessen werden können, dürfen zur Ermittlung der Standard-He-Leckraten nachweislich konservative Extrapolationsverfahren verwendet werden. Solche Extrapolationsverfahren bedürfen der vorigen Zustimmung der HSK. Sofern ein Sekundärabschluss vorhanden ist, dürfen die Messungen der Standard-He-Leckraten erst durchgeführt werden, nachdem der Zwischenraum auf Betriebsdruck gebracht und anschliessend wieder entlastet worden ist.
- R6 Die Unterkritikalität des Lagergutes muss bei beliebiger Aufstellung der T/L-Behälter und bei unterstellter Überflutung durch Wasser nachgewiesen sein.
- R7 Die T/L-Behälter werden in Gebäuden gelagert, die nicht gegen Flugzeugabsturz ausgelegt sind. Durch eine geeignete Konstruktion der T/L-Behälter ist sicherzustellen, dass nach einem Flugzeugabsturz mit anschliessendem Kerosinbrand (gemäss den Anforderungen der Richtlinie HSK-R-102) die Individualdosis an einzelne Personen der Bevölkerung den Wert von 100 mSv nicht übersteigt.
- R8 Für BE-Behälter wird ein doppeltes Deckelsystem verlangt, für HAA-Behälter ein solches empfohlen.

Mitgeltende Unterlagen

- Richtlinie HSK-R-14, Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle;
- Richtlinie HSK-R-18, Aufsichtsverfahren bei Reparaturen, Änderungen und Ersatz von mechanischen Ausrüstungen für Kernanlagen;
- Richtlinie HSK-R-102, Auslegungskriterien für den Schutz von sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in Kernkraftwerken gegen die Folgen von Flugzeugabsturz;
- Empfehlung IAEA TS-R-1, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material;
- Empfehlung IAEA TS-G-1.1, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material;

- ASME Code, Section III, Division 3, Containment Systems for Storage and Transport Packaging for Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Material and Waste;
- ASME Code, Section II, Materials oder gleichwertige Vorschriften;
- ANSI N14.5-1997, Leakage Tests on Packages for Shipment oder ISO 12807:1996, Safe Transport of radioactive materials – leakage testing on packages

Aufsichtsverfahren

Bei der Aufsicht durch die HSK wird sinngemäss nach dem Ablauf der Richtlinie R-05, d.h. in vier Verfahrensschritten H1 bis H4 vorgegangen. Die T/L-Behälter werden gemäss den Vorgaben für Ausrüstungen der Sicherheitsklasse 2 behandelt. Die spezifischen Abweichungen sind hier aufgezeigt.

Verfahrensschritt H1 (Ausschreibungsunterlagen)

Die Ausschreibungsunterlagen des Eigentümers für neue T/L-Behälter sind der HSK zur Stellungnahme einzureichen. Grundsätzlich gelten die Empfehlungen der IAEA für den sicheren Transport von radioaktivem Material, die Richtlinien der HSK, die Referenzanforderungen R1 bis R8 für die Zwischenlagerung, sowie die Anforderungen an die Behälterkonstruktion gemäss Anhang 1. Die Ausschreibungsunterlagen sollen das Konzept für die geplante Qualitätssicherung während der Projektierung, Herstellung und Prüfung der Behälter enthalten.

Die HSK nimmt zu den Ausschreibungsunterlagen und zum Qualitätssicherungskonzept schriftlich Stellung, üblicherweise innerhalb von 2 Monaten nach Vorliegen der gültigen Dokumente. Sie legt gleichzeitig den Umfang der Überwachung und der Berichterstattung fest und bezeichnet die Inspektionsorganisation.

Verfahrensschritt H2 (Sicherheitsbericht)

Für jeden neuen Behältertyp hat der Eigentümer einen Sicherheitsbericht (SB) für die Zwischenlagerung der T/L-Behälter an die HSK einzureichen. Der SB hat sämtliche Belastungen welche bei Normalbetrieb und bei den spezifizierten Störfällen während der Zwischenlagerung auftreten können zu beschreiben. Es ist der Nachweis zu erbringen, dass alle Referenzanforderungen R1 – R8 und die Anforderungen des Anhangs 1 erfüllt werden. Zusammen mit dem SB ist der HSK das Qualitätssicherungsprogramm für die Herstellung und Prüfung der T/L-Behälter vorzulegen.

Der SB und das Qualitätssicherungsprogramm werden von der HSK geprüft. Nach erfolgreicher Prüfung erteilt die HSK die Freigabe für die Bestellung eines T/L-Behälters oder einer Serie des gleichen Behältertyps. Diese Freigabe erfolgt üblicherweise innerhalb von 6 Monaten nach Vorliegen der gültigen Unterlagen.

Gleichzeitig zur Erstellung des SB hat der Behälterkonstrukteur die verkehrsrechtliche Zulassung bei der zuständigen Behörde des Landes des Behälterkonstruktors zu beantragen. Nach Vorliegen der Zulassung ist durch den Behälterkonstrukteur die Validierung der Zulassung zwecks Einsatzes des Behälters in der Schweiz seitens der HSK zu beantragen.

Verfahrensschritt H3 (Herstellungsunterlagen)

Die Herstellung und Prüfung der T/L-Behälter wird durch die HSK überwacht. Die HSK kann die Überwachung an ausgewählte, akkreditierte Inspektionsorganisationen übertragen.

Vor der Aufnahme der Herstellung eines T/L-Behältertyps sind die Herstellungszeichnungen, die geforderten Nachweise gemäss Anhang 1, die Spezifikationen für Material, Herstellung, zerstörungsfreie Prüfmethode und die dazugehörigen Bauprüfpläne (VPU) der durch die HSK beauftragten Inspektionsorganisation zur Prüfung vorzulegen. Die Herstellung der überwachten Bauteile unterliegt der Freigabe der durch die HSK beauftragten Inspektionsorganisation. Sie legt fest, welche Herstellungs- und Prüfschritte überwacht werden sollen.

Während der Herstellung eines T/L-Behälters führt die von der HSK beauftragte Inspektionsorganisation Inspektionen bei ausgewählten Fertigungsstufen, zerstörungsfreien Prüfungen und bei der Montage durch.

Nach Abschluss der Herstellung sind im Herstellerwerk an jedem T/L-Behälter Dichtheitsprüfungen zum Nachweis der zulässigen Leckraten gemäss Referenzanforderung R5 durchzuführen. Die durch die HSK beauftragte Inspektionsorganisation, überwacht diese Prüfungen und überzeugt sich von der spezifikationskonformen Durchführung und der Einhaltung der geforderten Dichtheit. Sie ist zur Teilnahme an den Prüfungen rechtzeitig (mind. 5 Arbeitstage im Voraus) einzuladen.

Verfahrensschritt H4 (Abschlussdokumentation)

Die HSK gibt auf Antrag und nach Vorliegen der vollständigen Dokumentation jeden einzelnen T/L-Behälter für dessen Einsatz frei. Dazu sind die folgenden Unterlagen an die HSK einzureichen:

- Der Bericht des Antragstellers über die durchgeführte Überwachung der Herstellung
- Der Nachweis der geprüften Enddokumentation gemäss Anhang 1
- Der Nachweis der Erfüllung der Referenzanforderungen
- Die Ergebnisse der Funktionsprüfungen
- Der Nachweis der Prüf-, Reparatur- und Handhabungsspezifikationen für den Einsatz
- Eine gültige verkehrsrechtliche Zulassung

Reparaturen, Änderungen und Ersatz

Bei Reparaturen und Änderungen an T/L-Behältern sowie Ersatz von sicherheitsrelevanten Teilen während dem Einsatz ist sinngemäss nach der Richtlinie HSK-R-18 vorzugehen. Die T/L-Behälter sind dazu gemäss den Vorgaben für Ausrüstungen der Sicherheitsklasse 2 zu behandeln.

Begriffsbestimmungen und Abkürzungen

ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse
BE-Behälter	T/L-Behälter für abgebrannte Brennelemente
Eigentümer	Besitzer des T/L-Behälters und dessen Inhalt
Einsatz	Nutzung des T/L-Behälters mit aktivem Inhalt für Transporte, Zwischenlagerung und der Handhabungen im Zusammenhang mit Vorbereitungen für eine Endlagerung des Inhalts
Einsatzdauer	Zeit zwischen Freigabe der HSK für den Einsatz bis zur endgültigen Ausserbetriebnahme des T/L-Behälters
HAA-Behälter	T/L-Behälter für verglaste hochaktive Abfälle
RID	Vorschriften der Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
SB	Sicherheitsbericht
SSE	Sicherheitserdbeben
T/L-Behälter	Transport- und Lagerbehälter
VPU	Vorprüfunterlagen

Anhang

Anforderungen an die T/L-Behälter

1

Anhang 1 regelt die Anforderungen an die T/L-Behälterkonstruktion in Bezug auf Konstruktion, Nachweise, Prüfungen und Dokumentation für die Zwischenlagerung. Die Anforderungen an die T/L-Behälter für die Transporte richten sich nach den international geregelten Bedingungen für den Transport.

A1.1 Werkstoffe

Die Werkstoffe haben vorzugsweise die Anforderungen des ASME Code, Section III, Division 3, und ASME Code, Section II, zu erfüllen. Dies betrifft insbesondere die Werkstoffe für die Behälterabschlüsse (Primär- und Sekundärdeckel), den Behältermantel, den Boden, die Tragzapfen und die Schrauben. Ausnahmen zum ASME Code sind zu begründen.

Für sämtliche verwendete Werkstoffe ist der Nachweis einer ausreichenden Alterungsbeständigkeit über die vorgesehene Einsatzdauer zu erbringen.

A1.2 Konstruktive Gestaltung

Für BE-Behälter wird ein doppeltes Deckelsystem verlangt, für HAA-Behälter ein solches empfohlen. Die Dichtheit der T/L-Behälter muss im Zwischenlager überwacht werden können. Die Druckverhältnisse im Behälter und/oder im Zwischenraum zwischen den beiden Deckeln, resp. im Überwachungssystem sind so zu wählen, dass bei Verlust der Dichtheit keine radioaktiven Stoffe unmittelbar nach aussen dringen können.

T/L-Behälter, die mehrmals beladen werden, sollen innen und aussen dekontaminierbar sein. Für T/L-Behälter die nur einmal beladen werden, reicht eine dekontaminierbare Aussenfläche.

Die Schweissnähte der drucktragenden Barrieren sollen vorzugsweise durchgeschweisst werden. Deren Oberflächen sind prüfgerecht zu gestalten.

Durchdringungen und Öffnungen mit Barrierefunktion sind so zu gestalten, dass sie einfach auf ihre Dichtheit geprüft werden können.

A1.3 Geforderte Nachweise

Anhand von Berechnungen oder experimentellen Nachweisen ist nachvollziehbar aufzuzeigen, dass alle an die Behälter gestellten Anforderungen erfüllt werden können.

Thermische Nachweise

Für jeden Behältertyp ist die maximal zulässige thermische Leistung der abgebrannten Brennelemente (BE) oder der verglasten, hochaktiven Abfälle (HAA) zu bestimmen. Dabei sind die Referenzanforderungen R3 und R4 zu berücksichtigen. Es ist der Nachweis zu führen, dass die maximale thermische Leistung des Lagergutes durch natürliche Konvektion an den freien Oberflächen der T/L-Behälter, durch Strahlung im Deckelbereich und evtl. durch Wärmeleitung in den Lagerboden abgeführt werden kann.

Die Nachweise der Temperaturen müssen für das von der HSK genehmigte Aufstellungskonzept und die darin beschriebene Vollbelegung des Zwischenlagers unter Berücksichtigung einer Kühllufttemperatur von 32°C am Gebäudeeintritt erbracht werden.

Es sind die Temperaturen mindestens an den folgenden Orten nachzuweisen:

- Max. Hüllrohrtemperatur bei Brennstoffelementen, resp. max. Temperatur im Zentrum der Glasmatrix von verglasten, hochaktiven Abfällen;
- An der Innenoberfläche und Aussenoberfläche des Behälters;
- An der Innen- und Aussenseite des Moderatormaterials;
- An den Behälterdeckeln und am Behälterboden, resp. den Teilen die mit dem Lagerboden in Berührung kommen;
- An den Hauptdichtungen der Behälterabschlüsse.

Bei Verschüttung der Behälter durch Gebäudeteile und Kerosinbrand (nach Flugzeugabsturz) ist die Zeit bis zum Erreichen der maximal zulässigen HAA- resp. BE-Temperatur zu bestimmen.

Dosisnachweis

Ausgehend von der Referenzanforderung R2 ist die maximale Dosisleistung der T/L-Behälter für die grösste geplante Beladung zu bestimmen.

Festigkeitsnachweise

Die Spannungsnachweise für T/L-Behälter sind nach ASME Code, Section III, Division 3, "Containment Systems for Storage and Transport Packaging for Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Material and Waste" durchzuführen. Die Nachweise sind für alle im Sicherheitsbericht spezifizierten Betriebszustände, insbesondere für die beiden Betriebszustände "Normal Conditions" und "Hypothetical Accident Conditions" zu führen.

Normal Conditions

Die Spannungen aus Innendruck plus Temperatur im Behältermantel, den Behälterabschlüssen und an Diskontinuitäten, sowie die Spannungen in den Deckelschrauben sind nachzuweisen und zu bewerten.

Ein Nachweis der Ermüdung, sofern der T/L-Behälter vor der Einlagerung im Zwischenlager mindestens 10-mal zum Transport von abgebrannten Brennelementen benutzt wurde, ist zu erbringen.

Die Spannungskategorien und -grenzen der "Stress Intensity" für den normalen Betrieb (Normal Operation) nach ASME Code Section III, Division 3, sind einzuhalten.

Hypothetical Accident Conditions

Die Spannungen aus Innendruck bei erhöhter Behältertemperatur plus Belastungen und Folgen eines Flugzeugabsturzes, im Behältermantel, den Behälterabschlüssen und an Diskontinuitäten, sowie die Spannungen in den Deckelschrauben sind nachzuweisen und zu bewerten.

Die Spannungskategorien und -grenzen der "Stress Intensity" für den Lastfall "Hypothetical Accident Conditions" nach ASME Codes Section III, Division 3, sind einzuhalten.

Standicherheit

Es ist ein Standsicherheitsnachweis der beladenen Behälter für den Lastfall Sicherheitserdbeben (SSE) zu führen. Die Behälter dürfen nicht umkippen. Die Abstände zwischen benachbarten T/L-Behältern im Lager dürfen während und nach einem SSE-Erdbeben nur soweit verändert sein, dass die Referenzanforderungen R3 und R4 erfüllt sind.

Versuche

Von jedem Typ ist ein T/L-Behälter oder ein skaliertes repräsentatives Modell davon sind auf die Folgen eines Flugzeugabsturzes zu prüfen. Der Nachweis hat durch einen Versuch zu erfolgen. Grundlage für die Belastungen beim Versuch ist die Richtlinie HSK-R-102. Nach dem Versuch ist die Dichtheit des T/L-Behälters nachzuweisen und gemäss Referenzanforderung R7 zu bewerten.

Bestehende Resultate von durchgeführten Versuchen an ähnlichen T/L-Behältern oder Modellen können übertragen werden. Es ist ein schlüssiger Nachweis der Übertragbarkeit zu erbringen.

A1.4 Prüfungen

Zerstörungsfreie Prüfungen

Es sind alle Prüfungen vorzusehen, damit die zugesicherten und geforderten Eigenschaften der T/L-Behälter nachgewiesen werden können. Insbesondere sind die Schweißnähte mit Barrierenfunktion auf Risse und Einschlüsse sowie die Dichtflächen auf Rissfreiheit zu prüfen.

Druckprüfung

Bei Behältern mit einem Doppeldeckelsystem ist der Raum zwischen Primärdeckel und Sekundärdeckel nach ASME Code Section III, WB-6000 zu prüfen.

Dichtheitsprüfung

Nach der Herstellung sind alle Abschlüsse der T/L-Behälter im Herstellerwerk auf Dichtheit zu prüfen. Die gemessenen Leckageraten dürfen die in der Referenzanforderung R5 spezifizierten Werte nicht überschreiten.

Funktionsprüfungen

Die erforderlichen Funktionsprüfungen sind im Sicherheitsbericht festzulegen. Sie sollen alle geplanten sicherheitsrelevanten Funktionen und Handhabungen an den T/L-Behältern während der Einsatzdauer umfassen.

A1.5 Enddokumentation

Für jeden T/L-Behälter ist eine vollständige Enddokumentation zu erstellen, die mindestens aus den folgenden Dokumenten besteht:

- Aktueller Sicherheitsbericht
- Herstellungsdokumente (Herstellungs-Zeichnungen, -Prüfspezifikationen, -Spezifikationen)
- Fertigungs- und Prüffolgepläne mit den zugehörigen Zeugnissen
- Nachweisdokumente der Prüfungen

Die Enddokumentation ist über die gesamte Einsatzdauer des T/L-Behälters sicher aufzubewahren und wenn erforderlich nachzuführen.