



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI



Auslegung und Fertigung von Transport- und Lagerbehältern für die Zwischenlagerung

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G05

Auslegung und Fertigung von Transport- und Lagerbehältern für die Zwischenlagerung

Ausgabe Oktober 2021

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G05/deutsch (Original)

Inhalt

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G05/deutsch (Original)

1	Einleitung	1
2	Rechtliche Grundlagen	1
3	Gegenstand und Geltungsbereich	1
4	Auslegungsanforderungen an eine T/L-Behälter-Bauart	2
4.1	Schutzzielefunktionen einer T/L-Behälter-Bauart	2
4.2	Generelle Anforderungen	2
4.3	Anforderungen für den Normalbetrieb und für Betriebsstörungen	6
4.4	Anforderungen für Auslegungsstörfälle	7
4.5	Anforderungen für einen abdeckenden Störfall	9
5	Fertigung von Serienmustern einer Bauart	10
5.1	Generelle Anforderungen	10
5.2	Vorprüfung	10
5.3	Fertigungsbegleitung	11
5.4	Enddokumentation	12
5.5	Änderungen und Abweichungen	12
5.6	Ersatzteile und zusätzliche Komponenten	14
6	Übergreifende Anforderungen	14
6.1	Qualitätsmanagementsystem und Qualitätssicherungsplan	14
6.2	Qualifizierungen	15
6.3	Funktionsprüfungen Bauart	16
6.4	Behälterdokumentation	16
7	Anforderungen an die Gesuchsunterlagen	16
7.1	Auslegungsunterlagen	16
7.2	Fertigungsunterlagen	17
8	Verantwortlichkeiten	18
9	Liste der Verweisungen	18
10	Übergangsbestimmung	18

Anhang 1:	Begriffe (gemäss ENSI-Glossar)	19
Anhang 2:	Dichtheit	21
Anhang 3:	Einzelprüfungen	23
Anhang 4:	Prüfung 3 (Bewegungsprüfung)	25
Anhang 5:	Prüfung 6 (Belastungsprüfung)	27

1 Einleitung

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) ist die Aufsichtsbehörde für die nukleare Sicherheit und Sicherung der Kernanlagen in der Schweiz. In seiner Eigenschaft als Aufsichtsbehörde oder gestützt auf einen Auftrag in einer Verordnung erlässt es Richtlinien. Richtlinien sind Vollzugshilfen, die rechtliche Anforderungen konkretisieren und eine einheitliche Vollzugspraxis erleichtern. Sie konkretisieren zudem den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Das ENSI kann im Einzelfall Abweichungen zulassen, wenn die vorgeschlagene Lösung in Bezug auf die nukleare Sicherheit und Sicherung mindestens gleichwertig ist.

2 Rechtliche Grundlagen

Diese Richtlinie stützt sich auf Art. 29 Abs. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV; SR 732.11) sowie Art. 70 Abs. 1 Bst. a des Kernenergiegesetzes vom 21. März 2003 (KEG; SR 732.1).

3 Gegenstand und Geltungsbereich

Die Richtlinie ENSI-G05 regelt

- die Anforderungen an die Auslegung von Transport- und Lagerbehältern (T/L-Behältern) für die Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen und hochaktiven Abfällen,
- die Anforderungen an die Fertigung von T/L-Behältern,
- die Anforderungen an die Ersatzteilbeschaffung,
- übergreifende Anforderungen und Verfahren zur Qualifikation von Herstellern, Herstellverfahren, Materialien, Komponenten und Bauteilen
- sowie Anforderungen an die Gesuchsunterlagen.

4 Auslegungsanforderungen an eine T/L-Behälter-Bauart

Zur Erlangung einer Freigabe einer T/L-Behälter-Bauart (Bauartfreigabe) für ein spezifisches Zwischenlager sind alle Anforderungen gemäss Kap. 4.1 bis 4.5 zu erfüllen.

4.1 Schutzzielfunktionen einer T/L-Behälter-Bauart

- a. Eine T/L-Behälter-Bauart muss so ausgelegt sein, dass für alle Betriebsbedingungen, Betriebsstörungen und Störfälle das übergeordnete Schutzziel S4 „Begrenzung der Strahlenexposition von Mensch und Umwelt“ sowie die grundlegenden Schutzziele S1 „Kontrolle der Reaktivität“, S2 „Kühlung der Brennelemente“ und S3 „Einschluss radioaktiver Stoffe“ eingehalten werden.
- b. Zur Gewährleistung dieser Schutzziele sind für jede T/L-Behälter-Bauart die folgenden Schutzzielfunktionen sicherzustellen:
 1. Unterkritikalität von Kernmaterialien und hochradioaktiven Abfällen in jedem T/L-Behälter
 2. Wärmeabfuhr aus jedem T/L-Behälter
 3. Dichtheit und Integrität jedes T/L-Behälters
 4. Abschirmung zur Begrenzung der Strahlenexposition durch jeden T/L-Behälter

4.2 Generelle Anforderungen

4.2.1 Transportfähigkeit

Jede T/L-Behälter-Bauart muss eine schweizerische gefahrgutrechtliche Zulassung aufweisen.

4.2.2 Zwischenlagerfähigkeit

Der Nachweis der Zwischenlagerfähigkeit muss die Anforderungen aus dem Sicherheitsbericht des im Gesuch auf Bauartfreigabe genannten Zwischenlagers erfüllen. Dabei sind folgende Regelungen zu beachten:

- a. Falls diese Anforderungen strenger sind als die Anforderungen in Kap. 4.2.4 Bst. b, Kap. 4.3 und 4.4, sind sie in den Nachweisen zu berücksichtigen.

- b. Falls diese Anforderungen weniger streng sind als die Anforderungen in Kap. 4.2.4 Bst. b, Kap. 4.3 und 4.4, ist es zulässig, in den Nachweisen davon Kredit zu nehmen, indem die spezifischen Anforderungen des Zwischenlagers berücksichtigt werden.

4.2.3 Qualitätsmanagementsystem und -sicherungsplan

- a. Der Behältereigentümer muss sicherstellen, dass das Qualitätsmanagementsystem des Behälterkonstruktors die Anforderungen gemäss Kap. 6.1 Bst. a und b erfüllt.
- b. Der Behältereigentümer muss sicherstellen, dass der Qualitätssicherungsplan des Behälterkonstruktors für die T/L-Behälter-Bauart die Anforderungen gemäss Kap. 6.1 Bst. c erfüllt.

4.2.4 Konstruktion

- a. Alle Schweissnähte der dichten Umschliessung sind als voll durchgeschweisste Nähte auszuführen, deren Integrität nachzuweisen ist.
- b. Die Flächenpressung auf den Lagerboden darf 10 N/mm^2 nicht überschreiten.
- c. Alle sicherheitsrelevanten Bauteile (Klassen 1 und 2 gemäss Kap. 4.2.5 Bst. a) sind so zu konstruieren, dass alle in der Auslegung als Kriterien berücksichtigten relevanten Parameter identifiziert und überprüft werden können.
- d. Es ist sicherzustellen, dass der Inhalt jederzeit aus dem T/L-Behälter entnommen werden kann. Die Entnahmefähigkeit nach einem Störfall ist davon ausgenommen.
- e. T/L-Behälter-Bauarten für abgebrannte Brennelemente müssen ein doppeltes Deckelsystem aufweisen.
- f. Die dichte Umschliessung ist so zu gestalten, dass diese auf Dichtheit geprüft werden kann.
- g. Die technische Dichtheit (vgl. Anhang 2) der primären und sekundären Barriere muss im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen gemäss Kap. 4.3 während der Zwischenlagerung kontinuierlich überwachbar sein.
- h. Das Verhältnis der Summe der Standard-Helium-Leckageraten aller Dichtungen der dichten Umschliessung zum Volumen des Überwachungsraums darf den Wert von $2 \cdot 10^{-6} \text{ Pa/s}$ nicht übersteigen.
- i. Behältnisse für defekte Brennstäbe sind so zu gestalten, dass diese auf Dichtheit geprüft werden können.

- j. Zur Handhabung sind geeignete Lastanschlagpunkte vorzusehen und der Klasse 1 gemäss Kap. 4.2.5 Bst. a zuzuordnen.
- k. Die konstruktive Ausführung muss die Strahlenschutzgrundsätze berücksichtigen.

4.2.5 Bauteilklassifizierung

- a. Alle Bauteile beziehungsweise Bauteilkennwerte sind mindestens einer der folgenden drei Klassen zuzuordnen:

Klasse	Bauteil/Bauteilkennwert ist an der Gewährleistung mindestens einer Schutzziel­funktion gemäss Kap. 4.1 Bst. b
1	unmittelbar beteiligt
2	mittelbar beteiligt
3	nicht beteiligt

- b. Die Zuordnung der Bauteile beziehungsweise Bauteilkennwerte zu den Klassen ist zu begründen, wobei insbesondere ergänzende sicherheitstechnische Gründe, die zu einer Höherstufung führen können, zu berücksichtigen sind.
- c. Zusätzlich sind Herstellungsprozesse und Prüfschritte, die unmittelbar der Erfüllung der Anforderungen gemäss Kap. 4.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4, 4.2.6 und 4.3 bis 4.5 dienen, zu identifizieren und den Klassen gemäss Bst. a zuzuordnen.

4.2.6 Langzeitverwendung

Eine T/L-Behälter-Bauart ist so auszulegen, dass die Erfüllung aller Anforderungen gemäss Kap. 4.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4 und 4.3 bis 4.5 über eine Betriebszeit von mindestens 40 Jahren gewährleistet ist.

4.2.7 Prüfmetho­den, Nachweis- und Qualifizierungsverfahren

- a. Die Nachweise auf Einhaltung der Anforderungen gemäss Kap. 4.3 bis 4.5 müssen durch ein oder mehrere der nachstehenden Verfahren erbracht werden:
 1. experimentelle Erprobung oder Qualifizierung an einem 1:1-Muster
 2. Bezugnahme auf frühere zufriedenstellende und ausreichend ähnliche Nachweise oder Qualifizierungen an einem 1:1-Muster

3. experimentelle Erprobung oder Qualifizierung an einem Prüfmuster, bei dem eine ausreichende Übereinstimmung mit der Originalbauart nachgewiesen ist
 4. Alle Berechnungsverfahren und Parameter müssen ausreichend qualifiziert, allgemein als belastbar und nachweislich abdeckend anerkannt sein. Die Sicherheitsfaktoren sind anhand von vom ENSI akzeptierten Normen abzuleiten. Abweichungen sind zu begründen und sicherheitstechnisch zu bewerten.
- b. Die Angaben gemäss Section VII (Test Procedures) des IAEA Safety Standard SSG-26 sind bei der Nachweisführung gemäss Bst. a zu beachten.
 - c. Qualifizierungen sind für alle in Kap. 6.2.1 aufgeführten Materialien, Komponenten und Herstellverfahren gemäss Kap. 6.2.2 durchzuführen.

4.2.8 Bauartdokumentation

Jede T/L-Behälter-Bauart ist in einem Sicherheitsbericht mit folgendem Inhalt zu dokumentieren:

- a. Behälterbeschreibung mit Typenbezeichnung inklusive Festlegung der Konstruktion und Übersichtszeichnung der Zwischenlager- und Handhabungskonfiguration sowie der Dichtbarrieren und, falls zutreffend, der Behältnisse für defekte Brennstäbe
- b. Inventarbeschreibung des zulässigen Inhaltes mit seinen Nukliden, Aktivitäten, Massen, der physikalisch-chemischen Eigenschaften, Abmessungen und Bestrahlungsdaten
- c. Qualitätsmanagementsystem und -sicherungsplan gemäss Kap. 4.2.3
- d. Lizenzierungszeichnungen, Stücklisten und Werkstoffdaten
- e. Klassifizierung gemäss Kap. 4.2.5
- f. Beschreibung sämtlicher auslegungsrelevanter Belastungen
- g. Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen von Kap. 4.2.1 bis 4.2.4, 4.2.6 und 4.3 bis 4.5
- h. Beschreibung der Herstellung inklusive aller Funktionsprüfungen an einem Serienmuster gemäss Kap. 5.3.2
- i. Testpläne für die Funktionsprüfungen an einer T/L-Behälter-Bauart gemäss Kap. 6.3
- j. Handhabungs-, Benutzungs- und Wartungsanweisungen in der schweizerischen Amtssprache desjenigen Landesteils, in dem die Unterlagen verwendet werden sollen

4.3 Anforderungen für den Normalbetrieb und für Betriebsstörungen

4.3.1 Auslegungs- und Nachweiskriterien

Die Nachweise zum Einhalten der Betriebsbedingungen im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen einer T/L-Behälter-Bauart sind auf Basis nachfolgender Kriterien und Bedingungen in Zwischenlager- und Handhabungskonfiguration zu erbringen:

- a. Unterkritikalität (Schutzzielfunktion 1)
Der maximale effektive Neutronenmultiplikationsfaktor unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten muss kleiner als 0,95 sein.
- b. Wärmeabfuhr (Schutzzielfunktion 2)
 1. Die in den Materialspezifikationen festgelegten auslegungsrelevanten Temperaturen müssen definiert und eingehalten werden.
 2. Die zum Nachweis der geforderten Brennstabintegrität abgeleiteten maximal zulässigen Hüllrohrtemperaturen der Brennstäbe, die nicht in einem separaten Behältnis sind, müssen eingehalten werden.
 3. Die maximale Temperatur in der Abfallmatrix von hochaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung darf 450 °C nicht übersteigen.
 4. Die maximale Temperatur an der berührbaren Oberfläche des T/L-Behälters darf 120 °C nicht überschreiten.
 5. Die maximale Bodentemperatur des T/L-Behälters (Aufstellfläche) darf 150 °C nicht überschreiten.
- c. Dichtheit und Integrität (Schutzzielfunktion 3)
 1. Plastische Verformungen und Rissinitiierungen an allen Bauteilen der dichten Umschliessung mit Ausnahme der Dichtungen sind auszuschliessen.
 2. Alle sicherheitsrelevanten mechanischen Kennwerte der verwendeten Materialien, Bauteilen und Komponenten sind zu definieren und einzuhalten.
 3. Die Integrität der Hüllrohre, welche nicht in einem separaten Behältnis sind, ist zu gewährleisten.
 4. Jedes Behältnis für defekte Brennstäbe muss technisch dicht sein.
 5. Die Integrität separat dicht gekapselter Brennstäbe muss vergleichbar zur Integrität der Hüllrohre sein und ist zu gewährleisten.

6. Jede Dichtung, die Teil der primären oder sekundären Barriere ist, muss technisch dicht sein.
- d. Abschirmung (Schutzzielfunktion 4)
 1. Die maximale Dosisleistung darf an keinem Punkt der Behälteroberfläche 10 mSv/h überschreiten.
 2. Die maximale Dosisleistung in 2 m Abstand von der berührbaren Behälteroberfläche darf 0,1 mSv/h nicht überschreiten.
 3. Die bei der Handhabung von Transport- und Lagerbehälter notwendigen Arbeitsschritte sind aus strahlenschutztechnischer Sicht gemäss dem ALARA-Prinzip zu optimieren.

4.3.2 Annahmen und Randbedingungen

Beim Nachweis auf Einhaltung der unter Kap. 4.3.1 aufgeführten Kriterien sind folgende Randbedingungen anzuwenden:

- a. maximaler radioaktiver Inhalt
- b. maximaler Betriebsdruck in der primären Dichtbarriere
- c. maximaler Betriebsdruck im Sperrraum zwischen primärer und sekundärer Dichtbarriere
- d. Verwendung von Bauteilkennwerten, die unter Berücksichtigung bekannter Alterungsmechanismen im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen abdeckend sind
- e. Verwendung von für den Normalbetrieb und Betriebsstörungen abdeckenden Bauteiltemperaturen
- f. Berücksichtigung der Neutronenreflexion durch das Fundament des Lagers
- g. maximale Beschleunigungen gemäss den vom ENSI akzeptierten Normen oder mindestens 2 g bei der Kranhandhabung
- h. ungestörte passive Wärmeabfuhr
- i. Umgebungstemperatur von 38 °C

4.4 Anforderungen für Auslegungsstörfälle

4.4.1 Störfallkategorie 1

Die Auslegungs- und Nachweiskriterien gemäss Kap. 4.3.1 gelten auch für Auslegungsstörfälle der Störfallkategorie 1.

4.4.2 Störfallkategorie 2

4.4.2.1 Auslegungs- und Nachweiskriterien

- a. Der maximale effektive Neutronenmultiplikationsfaktor unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten muss kleiner als 0,95 sein.
- b. Die in den Materialspezifikationen festgelegten auslegungsrelevanten Temperaturen dürfen nicht überschritten werden.
- c. Für mindestens eine Barriere der dichten Umschliessung muss die technische Dichtheit eingehalten werden.
- d. Die Standsicherheit muss gewährleistet sein.
- e. Die Aussenkontur des Behälters muss innerhalb eines rechteckigen Feldes mit Kantenlänge 2,800 m bleiben.

4.4.2.2 Prüfungen

- a. Das Erfüllen der unter Kap. 4.4.2.1 Bst. a bis c aufgeführten Auslegungs- und Nachweiskriterien ist für die Handhabungskonfiguration ausgehend von den Bedingungen von Kap. 4.3.2 für die Prüfung 1 (Absturzprüfung) gemäss Einzelprüfungen des Anhangs 3 nachzuweisen.
- b. Das Erfüllen der unter Kap. 4.4.2.1 Bst. a bis e aufgeführten Auslegungs- und Nachweiskriterien ist für die Zwischenlagerkonfiguration ausgehend von den Bedingungen von Kap. 4.3.2 für die Prüfung 2 (Bewegungsprüfung) gemäss Einzelprüfungen des Anhangs 3 nachzuweisen.

4.4.3 Störfallkategorie 3

4.4.3.1 Auslegungs- und Nachweiskriterien

- a. Der maximale effektive Neutronenmultiplikationsfaktor unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten muss kleiner als 0,95 sein.
- b. Die in den Materialspezifikationen festgelegten maximal zulässigen Temperaturen der Bauteile der dichten Umschliessung dürfen nicht überschritten werden.
- c. Für mindestens eine Barriere der dichten Umschliessung muss die Störfalldichtheit (vgl. Anhang 2) eingehalten werden.

4.4.3.2 Prüfungen

- a. Das Erfüllen der unter Kap. 4.4.3.1 aufgeführten Auslegungs- und Nachweiskriterien ist für die Zwischenlagerkonfiguration ausgehend von den

Bedingungen von Kap. 4.3.2 für die nachfolgenden Prüfsequenzen gemäss Einzelprüfungen des Anhangs 3 nachzuweisen.

1. Prüfung 3 (Kippprüfung) gefolgt von Prüfung 4 (Isolationsprüfung)
 2. Prüfung 3 (Kippprüfung) gefolgt von Prüfung 5 (Wassereindringprüfung)
- b. Das Erfüllen der unter Kap. 4.4.3.1 aufgeführten Auslegungs- und Nachweiskriterien ist für die Handhabungskonfiguration ausgehend von den Bedingungen von Kap. 4.3.2 für die Prüfsequenz Prüfung 1 (Absturzprüfung) gefolgt von Prüfung 3 (Kippprüfung) gemäss Einzelprüfungen des Anhangs 3 nachzuweisen.

4.5 Anforderungen für einen abdeckenden Störfall

4.5.1 Störfallszenario

Als abdeckende Störfallrandbedingungen sind die Vorgaben unter Prüfung 6 (Belastungsprüfung) und unter Prüfung 7 (Erhitzungsprüfung) gemäss Einzelprüfungen des Anhangs 3 zu unterstellen.

4.5.2 Auslegungs- und Nachweiskriterien

- a. Der maximale effektive Neutronenmultiplikationsfaktor unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten muss kleiner als 0,95 sein.
- b. Die in den Materialspezifikationen festgelegten maximal zulässigen Temperaturen der Bauteile der dichten Umschliessung dürfen nicht überschritten werden.
- c. Für mindestens eine Barriere der dichten Umschliessung muss die Störfalldichtheit eingehalten werden.

4.5.3 Prüfung

Das Erfüllen der unter Kap. 4.5.2 aufgeführten Auslegungs- und Nachweiskriterien ist für die Zwischenlagerkonfiguration ausgehend von den Bedingungen von Kap. 4.3.2 für die Prüfsequenz Prüfung 6 (Belastungsprüfung) gefolgt von Prüfung 7 (Erhitzungsprüfung) gemäss Einzelprüfungen des Anhangs 3 nachzuweisen.

5 Fertigung von Serienmustern einer Bauart

Zur Erlangung einer Verwendungsfreigabe (Konformitätsbescheinigung) für ein Serienmuster einer freigegebenen T/L-Behälter-Bauart sind alle Anforderungen gemäss Kap. 5.1 bis 5.5 zu erfüllen.

5.1 Generelle Anforderungen

- a. Vor Beginn jeder Fertigung einer Bauserie einer freigegebenen T/L-Behälter-Bauart hat der Behältereigentümer eine Bewertung des Qualitätsmanagementsystems und Qualitätssicherungsplans des Behälterkonstruktors gemäss Kap. 6.1 zu erstellen und dem ENSI zur Stellungnahme einzureichen.
- b. Die Begleitung der Fertigung muss produktbezogen für jedes einzelne Serienmuster erfolgen.
- c. Die Überwachungstätigkeit des von der Behörde zugezogenen Sachverständigen muss im Qualitätssicherungsplan für alle Anforderungen der Kap. 5.2 bis 5.5 berücksichtigt werden.

5.2 Vorprüfung

- a. Folgende Dokumentenprüfungen sind durchzuführen:

Klasse gemäss Kap. 4.2.5	Dokumentenprüfung
Klassen 1 und 2 sowie relevante Herstellungsprozesse- und Prüfschritte	Vor der Fertigung sind alle Bestell- und Herstdokumente, insbesondere alle Fertigungs- und Prüffolgepläne, auf Konformität mit dem Sicherheitsbericht zu prüfen. Die Prüffolgepläne müssen für jede neue Bauserie erneut geprüft werden.
Klasse 3	gemäss Qualitätssicherungsplan des Behältereigentümers

- b. Folgende Bescheinigungen und Prüfbeteiligungen sind zu erstellen:

Klasse gemäss Kap. 4.2.5	Art der Bescheinigung	Prüfbeteiligung
Klasse 1 sowie relevante Herstellungsprozesse- und Prüfschritte	Bescheinigung des Herstellers, dass die gelieferten Bauteile und die Bauteilkennwerte die Anforderungen gemäss Sicherheitsbericht erfüllen, mit Angabe der Prüfergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • von der Fertigung unabhängiger Abnahmebeauftragter des Herstellers • Abnahmebeauftragter des Behälterkonstruktors oder externer Abnahmebeauftragter
Klasse 2		<ul style="list-style-type: none"> • von der Fertigung unabhängiger Abnahmebeauftragter des Herstellers
Klasse 3	gemäss Stückliste	

- c. Die Prüfbeteiligung für Funktionsprüfungen gemäss Kap. 4.2.8 Bst. h erfolgt wie für Bauteile der Klasse 1 gemäss Kap. 4.2.5.

5.3 Fertigungsbegleitung

5.3.1 Generelle Anforderungen

- a. Durch die Fertigungsbegleitung ist sicherzustellen, dass jedes Serienmuster ausschliesslich nach den Vorgaben der Vorprüfunterlagen gefertigt und geprüft wird.
- b. Die Ergebnisse aller Prüfungen sind in Form von Prüfberichten, Zertifikaten oder Prüfprotokollen zu dokumentieren.

5.3.2 Funktionsprüfungen, Serienmuster und Komponenten

- a. Folgende Funktionsprüfungen sind an jedem gefertigten Serienmuster durchzuführen:
1. Dichtheitsprüfungen aller Verschlüsse der dichten Barrieren unter normalen Betriebsdruck, aber mit mindestens 1 bar Prüfdruck
 2. Überlastprüfungen an allen Lastanschlagspunkten

3. Kaliberprüfungen an jedem Schacht des Tragkorbs nach Einbau des Tragkorbs in die dichte Umschliessung
 4. Druckprüfung der primären und sekundären Barriere
- b. An allen Behältnissen für defekte Brennstäbe sind Dichtheitsprüfungen aller Verschlüsse unter normalem Betriebsdruck durchzuführen, aber mit mindestens 1 bar Prüfdruck.

5.4 Enddokumentation

- a. Die Enddokumentation muss die Fertigung eines Serienmusters nachvollziehbar abbilden und dazu mindestens die nachfolgenden Fertigungsdokumente umfassen:
1. Vorprüfunterlagen inkl. ausgefüllte Fertigungs- und Prüffolgepläne
 2. Spezifikationen
 3. Herstdokumente
 4. Zeichnungen
 5. Werkstoffdatenblätter
 6. as-built-Dokumentation
 7. Änderungen und Abweichungen
- b. Die Enddokumentation ist auf Erfüllung der Anforderungen von Kap. 5.2 und 5.3, auf Vollständigkeit, Lesbarkeit sowie Archivierbarkeit zu prüfen.

5.5 Änderungen und Abweichungen

5.5.1 Generelle Anforderungen

Alle Änderungen und Abweichungen sind vom Behältereigentümer zu bewerten, in eine der nachfolgend aufgeführten Klassen einzustufen und dem Sachverständigen des ENSI zur Bestätigung vorzulegen.

Klasse	Art der Änderung oder Abweichung
A	Abweichung oder Änderung von Vorgaben, welche in den sicherheitstechnischen Nachweisen des Sicherheitsberichts verwendet werden
B	Abweichung oder Änderung von Vorgaben aus den Bestell- und Herstellunterlagen

C	Wiederherstellung des spezifizierten Zustands durch Reparatur oder Ersatz
---	---

5.5.2 Änderungen

- a. Folgende Punkte müssen bei einer Änderung adressiert werden:
 1. Geltungsbeginn: Serienmuster einer T/L-Behälter-Bauart, ab welchem die Änderung gilt
 2. Beschreibung der Änderung und zusätzlich für die Klassen A und B die Auswirkungen auf die sicherheitstechnischen Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen gemäss Sicherheitsbericht, eingeschlossen einer sicherheitstechnischen Bewertung
- b. Änderungen der Klasse A müssen dem ENSI zur Freigabe eingereicht werden.
- c. Änderungen der Klassen B und C für Bauteile und Herstellverfahren der Klassen 1 und 2 gemäss Kap. 4.2.5 müssen dem Sachverständigen des ENSI zur Stellungnahme vorgelegt werden.

5.5.3 Abweichungen

- a. Folgende Punkte müssen bei einer Abweichung adressiert werden:
 1. betroffenes Serienmuster einer T/L-Behälter-Bauart oder Chargennummer der Komponente beziehungsweise des Bauteils
 2. Ursache der Abweichung
 3. Beschreibung der Abweichung und zusätzlich für die Klassen A und B die Auswirkungen auf die sicherheitstechnischen Nachweise zur Erfüllung der Anforderung des Sicherheitsberichts, eingeschlossen einer sicherheitstechnischen Bewertung
 4. Beschreibung und Bewertung der vorgesehenen Reparatur- oder Ersatzmassnahmen
 5. Massnahmen gegen ein Wiederauftreten sowie, falls zutreffend, Anpassungen am Qualitätssicherungsplan beziehungsweise am Qualitätsmanagementsystem
- b. Abweichungen der Klasse A müssen dem ENSI zur Stellungnahme vorgelegt werden, bevor die Fertigung weitergeführt wird.
- c. Abweichungen der Klassen B und C für Bauteile und Herstellverfahren der Klassen 1 und 2 gemäss Kap. 4.2.5 müssen dem Sachverständigen des

ENSI zur Stellungnahme vorgelegt werden, bevor die Fertigung weitergeführt wird.

5.6 Ersatzteile und zusätzliche Komponenten

- a. Sämtlich Anforderungen und Regelungen der Kap. 5.1 bis 5.5 gelten für die Fertigung von Ersatzteilen
- b. Zur Erlangung einer T/L-Behälter-Komponentenfreigabe (Konformitätsbescheinigung) für eine zusätzliche Komponente sind alle Anforderungen gemäss Kap. 5.1 bis 5.5 zu erfüllen.
- c. Die Fertigung von Ersatzteilen und zusätzlichen Komponenten ist dem ENSI vor Fertigungsbeginn gemäss Kap. 7.2 Bst. b anzuzeigen.

6 Übergreifende Anforderungen

6.1 Qualitätsmanagementsystem und Qualitätssicherungsplan

- a. Das Qualitätsmanagementsystem des Behältereigentümers und Behälterkonstruktors muss den internationalen Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem in der Nukleartechnik entsprechen. Alle an der Fertigung von Behältern Beteiligten müssen ein der Herstellaufgabe entsprechendes Qualitätsmanagementsystem aufweisen.
- b. Im Qualitätsmanagementsystem sind unter anderem folgende Angaben erforderlich:
 1. unternehmensspezifische Aufbau- und Ablauforganisation
 2. Zuständigkeiten und Abgrenzungen, Verfahren, Prozesse und Mittel für die Ausführung des Qualitätsmanagements
 3. Zusammenwirken aller Akteure (Behältereigentümer, Behälterkonstrukteur, Hersteller) sowie das Zusammenwirken mit dem ENSI und dessen Sachverständigen
 4. Qualifizierungen und Auditierungen von Unterbeauftragten, Herstellern und Lieferanten
- c. Im Qualitätssicherungsplan des Behälterkonstruktors sind unter anderem folgende Angaben erforderlich:
 1. Auslegungsbasis (Bauartfreigabe respektive Sicherheitsbericht)
 2. Management von Herstellungsunterlagen

3. Beschaffung und Qualifizierung von Materialien, Bauteilen und Komponenten
4. Fertigung und Qualifizierung von Fertigungsprozessen
5. Inhalt und Definition von Änderungen und Abweichungen
6. Qualitätskontrollen, Massnahmen bei Änderungen und Abweichungen
7. Funktionsprüfungen und deren Dokumentation, Ausstellen von Bescheinigungen
8. Ausstellung der Dokumente zur Übergabe an den Behältereigentümer
9. Umfang der Behälterdokumentation gemäss Kap. 6.4 inklusive der anwendbaren Bauvorschriften, Normen und Richtlinien

6.2 Qualifizierungen

6.2.1 Qualifizierungsumfang

- a. Es sind Qualifizierungen durchzuführen, wenn die Anforderungen des Sicherheitsberichts nicht durch einschlägige Industrienormen abgedeckt sind.
- b. Qualifizierungen sind in folgenden Fällen durchzuführen, wenn Bauteile beziehungsweise Bauteilkennwerte der Klasse 1 oder der Klasse 2 gemäss Kap. 4.2.5 betroffen sind:
 1. für Dichtungen, die Teil einer dichten Umschliessung sind
 2. für Materialien oder Komponenten, die nicht normgerecht sind oder nicht normgerecht hergestellt werden
 3. für sicherheitsrelevante Herstellverfahren
- c. Erneute Qualifizierungen sind in folgenden Fällen erforderlich:
 1. bei Änderungen an den Dichtungsparametern
 2. bei Änderungen an den Material- oder Bauteilkennwerten
 3. bei Änderungen an den Herstellparametern
 4. bei einem Herstellerwechsel

6.2.2 Anforderungen an die Durchführung

- a. Der Behältereigentümer muss sicherstellen, dass der Behälterkonstrukteur zusammen mit dem Hersteller vorgängig eine eigenständige Qualifizierung auf Basis der Anforderungen gemäss des Sicherheitsberichts durchführt und diese in einem Erfahrungsbericht dokumentiert.

- b. Im Rahmen der vom Sachverständigen des ENSI begleiteten Qualifizierung ist ein gegenüber der Serienfertigung erweitertes Überwachungsprogramm vorzusehen.
- c. Die Ergebnisse der begleiteten Qualifizierung sind vom Behältereigentümer in einem Abschlussbericht zu dokumentieren.

6.3 Funktionsprüfungen Bauart

Am ersten Serienmuster einer T/L-Behälter-Bauart sind durch Prüfungen folgende Nachweise und die dabei verwendeten Berechnungsmethoden zu verifizieren:

- a. Nachweis der Kriterien zur Wärmeabfuhr gemäss Kap. 4.3.1 Bst. b
- b. Nachweis der Abschirmkriterien gemäss Kap. 4.3.1 Bst. d
- c. Nachweis, dass die Kriterien von Kap. 4.3.1 und Kap. 4.3.2 Bst. g bei der Handhabung eingehalten werden

6.4 Behälterdokumentation

Die Behälterdokumentation muss die Enddokumentation gemäss Kap. 5.4 und die Dokumentation gemäss Kap. 4.2.8 umfassen und ist dem Zwischenlagerbetreiber zu übergeben.

7 Anforderungen an die Gesuchsunterlagen

7.1 Auslegungsunterlagen

- a. Vor dem Gesuch auf Bauartfreigabe ist durch den Behältereigentümer dem ENSI ein Nachweiskonzept des Behälterkonstruktors samt eigener Beurteilung vorzulegen, das mindestens folgende Punkte umfassen muss:
 - 1. geplante Methoden gemäss Kap. 4.2.7 zur Erfüllung jeder einzelnen Anforderung gemäss Kap. 4.3 bis 4.5
 - 2. Anwendbarkeit der gewählten Methoden
- b. Das Gesuch auf Bauartfreigabe gemäss Kap. 4 ist durch den Behältereigentümer zu stellen und muss unter anderem folgende Punkte umfassen:
 - 1. Bauartdokumentation gemäss Kap. 4.2.8
 - 2. Beurteilung der Bauartdokumentation gemäss Kap. 4.2.8 durch den Behältereigentümer

3. schweizerische gefahrgutrechtliche Zulassung oder Verweis auf ein entsprechendes Gesuch
4. Zwischenlagerbescheinigung des Lagerbetreibers in dessen Lager die Behälterbauart gemäss Gesuch eingelagert werden soll

Die Zwischenlagerbescheinigung muss die Prüfung der Berücksichtigung der geltenden Annahmebedingungen, des Stellplatzkonzepts sowie die Prüfung auf Eignung der Handhabungseinrichtungen umfassen.

7.2 Fertigungsunterlagen

- a. Das Gesuch auf Verwendungsfreigabe gemäss Kap. 5 ist durch den Behältereigentümer zu stellen.
- b. Die Bestellung von Serienmustern einer freigegebenen T/L-Behälter-Bauart ist dem ENSI frühzeitig unter Angabe der nachfolgenden Punkte anzuzeigen:
 1. bestellte T/L-Behälter-Bauart und Seriennummern
 2. anzuwendende Bauartfreigabe und gefahrgutrechtliche Zulassung
 3. Liste der Hersteller und Unterlieferanten für Bauteile der Klasse 1 und 2
 4. Prüfung des Qualitätsmanagementsystems und Qualitätssicherungsplans des Behälterkonstruktors und allfälliger Hersteller inklusive Darstellung der durchgeführten Audits beim Behälterkonstrukteur und Herstellern für Bauteile der Klassen 1 und 2
- c. Vor der Inbetriebnahme eines bestellten T/L-Behälters ist dem ENSI ein Bericht über die Begleitung der Fertigung jedes einzelnen Serienmusters einzureichen, der folgende Punkte umfassen muss:
 1. Prüfung der Enddokumentation gemäss Kap. 5.4 mit Benennung der Hersteller aller Bauteilkomponenten und Beschreibung der Enddokumentation
 2. Bewertung der Fertigung mit Auflistung der begleiteten Inspektionen und Prüfungen sowie gegebenenfalls Darstellung des Unterschieds zwischen dem Soll- und dem Istzustand des Behälters samt Auflistung aller aufgetretenen Änderungen und Abweichungen inklusive Klassifizierung und Beurteilung unter Berücksichtigung allfälliger vorangegangenen Benutzung.
 3. Konformitätserklärung des Behältereigentümers zur Bauartfreigabe, unter der das Serienmuster gefertigt wurde und verwendet werden soll.

8 Verantwortlichkeiten

Verantwortlich für die Einhaltung aller in der Richtlinie aufgeführten Anforderungen ist die Kernanlage, die auch für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle verantwortlich ist und somit der Behältereigentümer.

9 Liste der Verweisungen

IAEA Safety Standard SSG-26, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2012 Edition

10 Übergangsbestimmung

Bis zum 30. September 2022 bleibt die Ausgabe April 2008 der Richtlinie ENSI-G05 für folgende laufenden Bauartprüfverfahren anwendbar:

- CASTOR V/19 (CH), Bauartfreigabe der Revision 2
- CASTOR V/52 (CH), Bauartfreigabe der Revision 0
- TN24BH, Bauartfreigabe der Revision 1
- HI-STAR 180 (CH), Bauartfreigabe der Revision 0

Diese Richtlinie wurde am 1. Oktober 2021 vom ENSI verabschiedet.

Der Direktor des ENSI: sig. M. Kenzelmann

Anhang 1: Begriffe (gemäss ENSI-Glossar)

Abnahmebeauftragter eines T/L-Behälters

Der Abnahmebeauftragte für einen T/L-Behälter ist jeweils eine vom Hersteller, vom Behälterkonstrukteur beziehungsweise vom Behältereigentümer beauftragte Person mit nachgewiesener Sachkunde und Unabhängigkeit. Sachkunde bedeutet in diesem Fall, dass ausreichende Kenntnisse bezüglich der betreffenden Bauteile oder der Herstellungsprozesse in Verbindung mit den zur Anwendung kommenden Prüfanweisungen respektive Herstellspezifikationen vorhanden sind. Dies schliesst die Kenntnis und Anwendung der relevanten Normen und Regelwerke ein.

Bauserie eines T/L-Behälters

Eine Bauserie umfasst die zum Umfang einer einzelnen Bestellung gehörende Anzahl an Serienmustern.

Bauteilkennwert eines T/L-Behälters

Bauteilkennwerte sind spezifische Kenngrössen, welche die mechanisch-technologischen, die physikalischen, die chemischen und die geometrischen Eigenschaften eines Bauteils charakterisieren, beziehungsweise sich aus diesen Eigenschaften ableiten.

Behälterkonstrukteur

Der Behälterkonstrukteur ist jener Akteur, der die Konstruktion einer T/L-Behälter-Bauart bestimmt.

Behältnis für defekte Brennstäbe

Behältnisse für defekte Brennstäbe sind Konstruktionen jeglicher Form und Art, die zur Aufnahme von mehreren defekten Brennstäben dienen, die anschliessend in die dichte Umschliessung eines T/L-Behälters eingestellt werden.

Bestelldokumente eines T/L-Behälters

Bestelldokumente sind technische Unterlagen, in denen die Anforderungen zur Erfüllung der sicherheitstechnischen Nachweise gegenüber Unterbeauftragten definiert sind.

Betriebsdruck, maximal

Als maximaler Betriebsdruck wird der vom Behälterkonstrukteur definierte maximale Druck in einem T/L-Behälter unter normalen Betriebsbedingungen bezeichnet.

Dichte Umschliessung eines T/L-Behälters

Die dichte Umschliessung ist die Anordnung aller Komponenten eines T/L-Behälters, deren Zweck der Einschluss des radioaktiven Materials ist.

Handhabungskonfiguration eines T/L-Behälters

Die gemäss Sicherheitsbericht definierte Anordnung aller Komponenten eines T/L-Behälters bei der Handhabung im Zwischenlager zur Erfüllung der relevanten Anforderungen. Dazu gehören neben geometrischen Abmessungen auch Gewicht und beteiligte Komponenten.

Herstelldokumente eines T/L-Behälters

Herstelldokumente sind technische Unterlagen, in denen die Ausführung der Herstellungs- und Prüfschritte beschrieben sind, um die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweise sicherzustellen.

Inbetriebnahme eines T/L-Behälters

Als Inbetriebnahme eines T/L-Behälters gilt die Ankunft des beladenen T/L-Behälters im Zwischenlager.

Inhalt eines T/L-Behälters

Als Inhalt eines T/L-Behälters gilt das vom Behälterkonstrukteur spezifizierte radioaktive Material, mit dem ein T/L-Behälter beladen werden darf, meistens abgebrannte Brennelemente oder hochradioaktiver Abfall.

Sperrraum eines T/L-Behälters

Als Sperrraum wird der abgeschlossene Bereich zwischen zwei Dichtungsbarrieren eines T/L-Behälters bezeichnet.

Transport- und Lagerbehälter (T/L-Behälter)

Ein T/L-Behälter ist ein Behälter zur Aufnahme von abgebrannten Brennelementen oder hochaktiven Abfällen.

Vorprüfunterlagen eines T/L-Behälters

Vorprüfunterlagen sind Bestell- und Herstelldokumente, bei denen vor Beginn der Fertigung die Konformität zur Bauartfreigabe geprüft und bestätigt wird.

Zwischenlagerkonfiguration eines T/L-Behälters

Die Zwischenlagerkonfiguration eines T/L-Behälters ist die gemäss Sicherheitsbericht definierte Anordnung aller Komponenten eines T/L-Behälters bei der Zwischenlagerung im Zwischenlager zur Erfüllung der relevanten Anforderungen. Dazu gehören neben geometrischen Abmessungen auch Gewicht und beteiligte Komponenten.

Anhang 2: Dichtheit

Technische Dichtheit

Die technische Dichtheit darf eine Standard-Helium-Leckagerate von 10^{-8} Pa m³/s nicht übersteigen.

Störfalldichtheit

Die Störfalldichtheit darf eine Standard-Helium-Leckagerate von 10^{-4} Pa m³/s nicht übersteigen.

Anhang 3: Einzelprüfungen

Prüfung 1: Absturzprüfung

- Aufprall, so dass der grösstmögliche Schaden entsteht (Ort und Winkel)
- Höhe: 0,5 m
- Aufprallfundament: Materialkenngrössen gemäss Auslegung des Zwischenlagers oder ein starres Fundament gemäss Gefahrgutrecht

Prüfung 2: Bewegungsprüfung

- Antwortspektrum gemäss Anhang 4
- Reibungskoeffizient zwischen Behälter und Boden von 0,2 bis 0,75

Prüfung 3: Kippprüfung

- Kippen des T/L-Behälters
- Aufprall, so dass der grösstmögliche Schaden entsteht (Ort und Winkel)
- Aufprallfundament: Materialkenngrössen gemäss Auslegung des Zwischenlagers oder ein starres Fundament gemäss Gefahrgutrecht

Prüfung 4: Isolationsprüfung

- adiabater Zustand des T/L-Behälters
- Dauer: 72 h

Prüfung 5: Wassereindringprüfung

- Wasserüberdeckung 0,9 m
- Dauer 8 h

Prüfung 6: Belastungsprüfung

- Belastungskurve gemäss Anhang 5
- Projektilaufprall, so dass der grösstmögliche Schaden entsteht (Ort und Winkel)
- Masse: 20 Mg
- Geschwindigkeit: 215 m/s
- Aufprallfläche: 7 m² kreisförmig

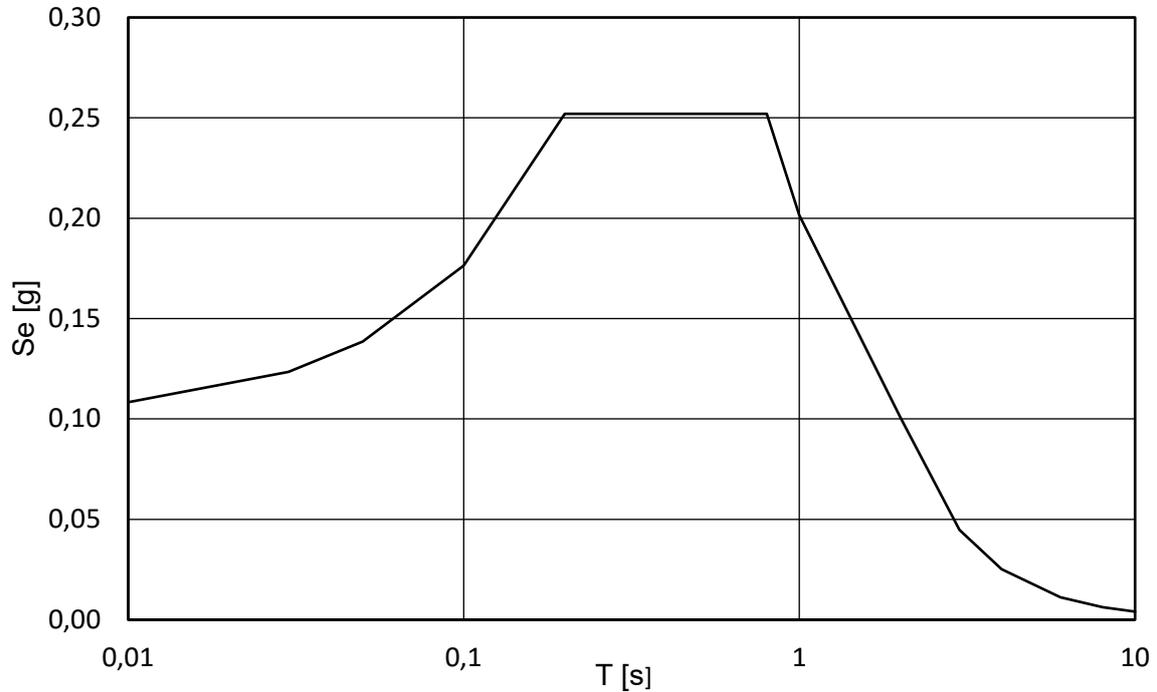
Prüfung 7: Erhitzungsprüfung

- Umgebungstemperatur: 800 °C
- Dauer: 30 min oder gemäss Kapitel 4.2.2

- durchschnittlicher Strahlungskoeffizient des Feuers von 0,9 und Oberflächenabsorptionskoeffizient von 0,8

Anhang 4: Prüfung 3 (Bewegungsprüfung)

Elastisches Antwortspektrum



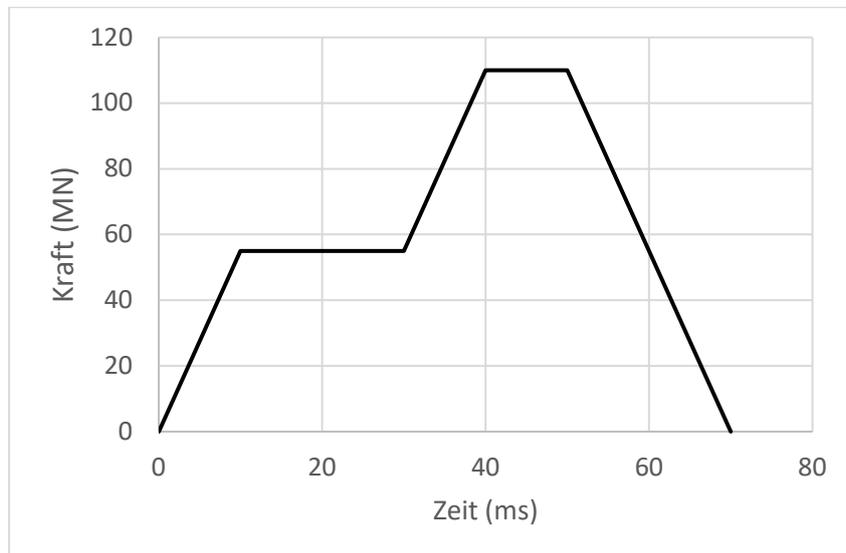
Elastisches Antwortspektrum der Bodenbewegung an der Geländeoberfläche für 5% Dämpfung

Schwingzeit [s]	0,01	0,10	0,20	0,80	1,00	2,00	4,00	10,00
Frequenz [Hz]	100,00	10,00	5,00	1,25	1,00	0,50	0,25	0,10
S_e [g]	0,108	0,176	0,252	0,252	0,202	0,101	0,025	0,004

Anhang 5: Prüfung 6 (Belastungsprüfung)

Last-Zeit-Diagramm

Zeit (ms)	Last (MN)
0	0
10	55
30	55
40	110
50	110
70	0



ENSI, Industriestrasse 19, 5201 Brugg, Schweiz, Telefon +41 56 460 84 00, info@ensi.ch, www.ensi.ch