DIN EN ISO 12807:2021-05 (D)

Kernbrennstofftechnologie - Sicherer Transport von radioaktivem Material - Dichtheitsprüfung der Verpackung (ISO 12807:2018); Deutsche Fassung EN ISO 12807:2021

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 6

Vorwort 7

Einleitung 8

1 Anwendungsbereich 9

2 Normative Verweisungen 9

3 Begriffe 10

4 Symbole und Einheiten 13

5 Behördliche Anforderungen 16
5.1 Relevante Vorschriften 16
5.2 Behördliche Anforderungen an die Umschließung 16

6 Vorgehensweise zur Erfüllung der Anforderungen dieses Dokuments 16
6.1 Allgemeines 16
6.2 Qualitätsmanagementsystem 17
6.3 Vorgehensweise 17
6.3.1 Allgemeines 17
6.3.2 Bestimmung der zulässigen Aktivitätsfreisetzungsraten 18
6.3.3 Bestimmung der standardisierten Leckageraten 19
6.3.4 Bestimmung der zulässigen Prüfleckageraten für jedes Verifizierungsstadium 19
6.3.5 Auswahl der geeigneten Prüfverfahren 19
6.3.6 Durchführung der Prüfungen und Aufzeichnung der Ergebnisse 19

7 Bestimmung der zulässigen Aktivitätsfreisetzungsraten 19
7.1 Schritt 1: Erstellen einer Liste des radioaktiven Inhalts A_i 19
7.2 Schritt 2: Bestimmung der insgesamt freisetzbaren Aktivität RI_T 19
7.3 Schritt 3: Bestimmung der maximal zulässigen Aktivitätsfreisetzungsraten R 20

8 Bestimmung der standardisierten Leckageraten 20
8.1 Allgemeines 20
8.2 Schritt 4: Bestimmen der Aktivitätsfreisetzungsrate durch Permeation RP 21
8.3 Schritt 5: Bestimmen der maximal zulässigen Aktivitätsfreisetzungsrate durch Lecks RG 21
8.4 Schritt 6: Bestimmen der Aktivitätskonzentration des Mediums im Umschließungssystem C 21
8.5 Schritt 7: Bestimmen der maximal zulässigen volumetrischen Leckagerate des Mediums L 22
8.6 Schritt 8: Bestimmen des maximal zulässigen äquivalenten Kapillarleckdurchmessers D 22
8.7 Schritt 9: Bestimmen der zulässigen standardisierten Leckagerate Q_{SLR} 22

9 Anforderungen an die Verifizierung des Umschließungssystems 23
9.1 Verifizierungsstadien des Umschließungssystems 23
9.1.1 Allgemeines 23
9.1.2 Designverifizierung 23
9.1.3 Verifizierung bei der Fertigung 24
9.1.4 Verifizierung vor Versand 24
9.1.5 Regelmäßige Verifizierung 24

9.1.6 Verifizierung bei Wartung 25
9.2 Anforderungen an die Verifizierung 25
9.2.1 Allgemeines 25
9.2.2 Schritt 10: Bestimmen der zulässigen Prüfleckagerate für jedes Verifizierungsstadium Q_{TDA}, Q_{TDN}, Q_{TF}, Q_{TS}, Q_{TP} und Q_{TM} 25
9.2.3 Schritt 11: Auswahl der geeigneten Prüfverfahren 25

10 Anforderungen an Dichtheitsprüfverfahren 26
10.1 Allgemeines 26
10.2 Schritt 12: Durchführen der Prüfung und Aufzeichnen der Ergebnisse 26
10.3 Prüfempfindlichkeit 26
10.4 Anforderungen an Prüfverfahren 26
10.4.1 Allgemeines 26
10.4.2 Prüfung 26

Anhang A (informativ) Bevorzugte Dichtheitsprüfverfahren 27
A.1 Allgemeines 27
A.2 Kommentare und Vorsichtsmaßnahmen 27
A.2.1 Explosionsrisiken 27
A.2.2 Tracerstoffe 31
A.2.3 Leckageraten 31
A.2.4 Prüfling nicht benetzen 32
A.2.5 Partialdruck 32
A.2.6 Vakuumbedingungen 32
A.2.7 Durchführung der Leckageprüfung 32
A.3 Quantitative Verfahren 32
A.3.1 Druckabfallprüfung 32
A.3.2 Druckanstiegsprüfung 33
A.3.3 Vakuumverfahren (integral) 34
A.3.4 Überdruckverfahren 35
A.3.5 Drucklagerungsverfahren (Bombing) 36
A.4 Qualitative Verfahren 37
A.4.1 Blasenprüfverfahren 37
A.4.2 Blasenprüfung durch Auftragen von Flüssigkeit 39
A.4.3 Prüfgas (Schnüffelverfahren) 40
A.4.4 Prüfgas (Sprühverfahren) 41

Anhang B (informativ) Berechnungsverfahren 42
B.1 Allgemeines 42
B.2 Gasleckage 42
B.3 Korrelation zwischen Gas-Leckageraten unter verschiedenen Bedingungen 43
B.4 Gasgemisch 43
B.5 Korrelation auf Standardbedingungen 43
B.6 Flüssigkeitsleckage 44
B.7 Korrelation zwischen Flüssigkeitsleckageraten bei unterschiedlichen Bedingungen 44
B.8 Korrelation zwischen Gas- und Flüssigkeitsleckageraten 44
B.9 Aerosol-Leckage 44
B.10 Korrelation zwischen Gas- und Aerosol-Leckageraten 44
B.11 Vorsicht bei der Verwendung von Korrelationen 45
B.12 Oberflächenspannung 45
B.13 Permeation 45
B.14 Dichtheitsprüfung für Druckabfall und Druckanstieg 46
B.15 Korrektur für den Partialdruck des Prüfgases 46
B.16 Empfindlichkeit des Dichtheitsprüfverfahrens 46

Anhang C (informativ) Umrechnungstabellen 47

Anhang D (informativ) Arbeitsbeispiele 49
D.1 Allgemeines 49
D.2 Prüfleckageraten für Transportbehälter mit trockenem abgebranntem Brennstoff 50

D.2.1 Allgemeines **50**
D.2.2 Schritt 1 ..... **50**
D.2.3 Schritt 2 ..... **50**
D.2.4 Schritt 3 ..... **50**
D.2.5 Schritt 4 und Schritt 5 ..... **51**
D.2.6 Schritt 6 ..... **51**
D.2.7 Schritt 7 ..... **52**
D.3 Prüfleckageraten für Transportbehälter mit nassem abgebranntem Brennstoff **52**
D.3.1 Allgemeines **52**
D.3.2 Schritt 1 und Schritt 6 ..... **52**
D.3.3 Schritt 2 ..... **52**
D.3.4 Schritt 3 ..... **53**
D.3.5 Schritt 6 ..... **53**
D.3.6 Schritt 7 ..... **53**
D.3.7 Schritt 8 ..... **54**
D.3.8 Schritt 9 ..... **54**
D.3.9 Schritt 10 ..... **55**
D.4 Druckanstiegsprüfung an einem Verschluss mit doppelten O-Ring-Dichtungen **55**
D.4.1 Allgemeines **55**
D.4.2 Schritt 11 ..... **55**
D.5 Prüfung des Druckabfalls an einem Verschluss mit doppelten O-Ring-Dichtungen **57**
D.5.1 Allgemeines **57**
D.5.2 Prüfdaten **58**
D.5.3 Prüfergebnisse **58**
D.5.4 Bestimmung der Leckagerate **58**
D.5.5 Bestimmung der standardisierten Leckagerate **58**
D.5.6 Einfluss von Temperaturänderungen **59**
D.6 Vergleich zwischen Druckanstiegs- und Druckabfallprüfung **59**
D.7 Bestimmung eines unbekannten Prüfvolumens für die Druckanstiegs- oder Druckabfallprüfung **61**
D.7.1 Allgemeines **61**
D.7.2 Vorgehensweise **61**
D.8 Gaspermeation **62**
D.8.1 Allgemeines **62**
D.8.2 Beispiel 1: Aktivitätsfreisetzung durch Permeation (Krypton) **63**
D.8.3 Beispiel 2: Permeation des Prüfgases (Helium) **65**
D.9 Aerosol-Leckage **66**
D.9.1 Fall 1 ..... **66**
D.9.2 Fall 2 ..... **66**
D.10 Korrelation zwischen Gas- und Flüssigkeitsleckageraten **67**
D.10.1 Allgemeines **67**
D.10.2 Schritt 1 ..... **67**
D.10.3 Schritt 2 ..... **67**
D.10.4 Schritt 3 ..... **67**
D.10.5 Schritt 6 ..... **68**
D.10.6 Schritt 7 ..... **68**
D.10.7 Schritt 8 ..... **68**
D.10.8 Schritt 9 ..... **69**
D.10.9 Schritt 10 ..... **69**
D.11 Korrelation zwischen Leckageraten verschiedener Gase **70**
D.11.1 Allgemeines **70**
D.11.2 Schritt 1 ..... **70**
D.11.3 Schritt 2 ..... **70**
D.11.4 Schritt 3 ..... **70**
D.11.5 Schritt 4 und Schritt 5 ..... **70**
D.11.6 Schritt 6 ..... **70**
D.11.7 Schritt 7 ..... **70**
D.11.8 Schritt 8 ..... **71**

D.11.9 Schritt 9 ..... **71**
D.11.10 Schritt 10 ..... **72**
D.12 Empfindlichkeit der Blasenprüfung (Eintauchen) **73**
D.13 Umschließung für tritiumhaltiges Wasser **75**
D.13.1 Allgemeines **75**
D.13.2 Schritt 1 ..... **75**
D.13.3 Schritt 2 ..... **75**
D.13.4 Schritt 3 ..... **75**
D.13.5 Schritt 6 ..... **75**
D.13.6 Schritt 7 ..... **75**
D.13.7 Schritt 8 ..... **76**
D.13.8 Schritt 9 ..... **76**
D.13.9 Schritt 10 ..... **76**
D.13.10 Schritt 11 ..... **77**
D.13.11 Schritt 12 ..... **77**
D.14 Umschließung von Flüssigkeiten mit doppelter Umschließung und Berücksichtigung der Radiolyse **78**
D.14.1 Allgemeines **78**
D.14.2 Umschließungssystem **78**
D.14.3 Rückhaltevermögen von Flüssigkeitsbehältern **79**
D.14.4 Bestimmung der Gasbildungsrate durch Radiolyse **80**
D.14.5 Bestimmung des Drucks inder inneren dichten Umschließung **80**
D.14.6 Bestimmung des Leckdurchmessers **81**
D.14.7 Bestimmung der Gesamtleckagemenge einer Flüssigkeit in einem Jahr **81**
D.14.8 Bestimmung der Menge absorbierenden Materials, die erforderlich ist, um den Austritt von Flüssigkeiten aus dem Innenbehälter zu verhindern **82**
D.15 Umschließung von Transportbehältern mit trockenem abgebranntem Brennstoff mit dem subatmosphärischen Druckverfahren **82**
D.15.1 Allgemeines **82**
D.15.2 Berechnungsdaten **83**
D.15.3 Bewertung des Partialdrucks des Gasgemischs nach einem Brennstabversagen **83**
D.15.4 Bewertung des internen Druckanstiegs im Transportbehälter in einem Jahr auf Grund interner Leckage **84**
D.15.5 Bewertung des gesamten Innendruckanstiegs im Transportbehälter in 1 Jahr **84**

Anhang E (informativ) Begründung **85**
E.1 Allgemeines **85**

Literaturhinweise **100**