

# 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 Aktivitätsfreisetzungsraten durch Permeation $RP$ .....	21
8.3 Schritt 5: Bestimmen der maximal zulässigen Aktivitätsfreisetzungsraten 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 unbekanntes 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 in der 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