

DIN EN ISO 20485



ICS 19.100

Entwurf

Einsprüche bis 2016-11-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13185:2001-07

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Dichtheitsprüfung –
Prüfgasverfahren (ISO/DIS 20485:2016);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20485:2016**

Non-destructive testing –
Leak testing –
Tracer gas method (ISO/DIS 20485:2016);
German and English version prEN ISO 20485:2016

Essais non destructifs –
Contrôle d'étanchéité –
Méthode par gaz traceur (ISO/DIS 20485:2016);
Version allemande et anglaise prEN ISO 20485:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-09-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 47 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20485:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-26 AA „Dichtheitsprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 20485 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm- Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 9712 siehe DIN EN ISO 9712

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13185:2001-07 wurde folgende Änderung vorgenommen:

- a) Abschnitt 4 „Personalqualifikation“ gestrichen;
- b) Trägergas-Technik ergänzt;
- c) redaktionelle Anpassungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Prüfgasverfahren (ISO/DIS 20485:2016)

Essais non destructifs — Contrôle d'étanchéité — Méthode par gaz traceur (ISO/DIS 20485:2016)

Non-destructive testing — Leak testing — Tracer gas method (ISO/DIS 20485:2016)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Prinzipien der Erkennung	5
5 Erzeugung und Erkennung des Tracergas-Flusses	6
5.1 Tracergas fließt in den Gegenstand (Gruppe A-Techniken)	6
5.2 Tracergas fließt aus dem Gegenstand (Gruppe B-Techniken)	6
6 Apparatur — siehe EN 13625:2001	6
7 Vorbereitung Prüfgegenstand	7
8 Gruppe A-Verfahren, Tracergas, das in den Gegenstand fließt	7
8.1 Ursprüngliches Systemeinstellungsverfahren	7
8.2 Vakuumtechnik (ganzheitlich) — Prüfverfahren (A.1)	8
8.3 Vakuumtechnik (teilweise) — Prüfverfahren (A.2)	9
8.4 Vakuumtechnik (lokal) — Prüfverfahren (A.3)	10
9 Gruppe B-Verfahren, Tracergas, das aus dem Gegenstand fließt	10
9.1 Allgemeines	10
9.2 Ursprüngliches Systemeinstellungsverfahren	11
9.2.1 Ammoniak-Prüfung mit Farbbänderungsreagenzien (B.1)	11
9.2.2 Tracergas fließt aus dem Gegenstand (B.2, B.3, B.4, B.6)	12
9.2.3 Druckbeaufschlagung — Entleerungsprüfung (B.5)	12
9.3 Ammoniak-Prüfverfahren (B.1)	13
9.3.1 Vorbereitung Prüfgegenstand	13
9.3.2 Reagenz-Anwendung	13
9.3.3 Ammoniak-Druckbeaufschlagung	13
9.3.4 Imprägnierungszeit	14
9.3.5 Sichtprüfung	14
9.3.6 Reinigung nach der Prüfung	14
9.4 Vakuumglocken-Prüfverfahren (B.2.1, B.2.2)	14
9.4.1 Technik B.2.1	15
9.4.2 Technik B.2.2	15
9.5 Akkumulationstechnik-Verfahren (B.3)	15
9.5.1 Drucktechnik durch Akkumulation (B.3.1)	15
9.6 Schnüffelpfung (B.4)	17
9.7 Drucklagerungstechnik (B.5)	18
9.8 Vakuumkammer-Technik (B.6)	20
9.9 Trägergas-Technik (B.7)	20
10 Prüfbericht	21
Anhang A (informativ) Akkumulationstechnik: kalibriertes Leck, angeschlossen an Einschließung unbekannten Volumens	22

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20485:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13185:2001-03 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 20485:2016 wurde vom CEN als prEN ISO 20485:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/ TC 135 “Non-destructive testing”, dessen Sekretariat von JISC gehalten wird.

Anhang A ist informativ.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt die anzuwendenden Verfahren zur Erkennung eines Lecks, durch ein Tracergas und einen Tracergas-spezifischen Leckdetektor.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1779, *Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Kriterien zur Auswahl von Prüfmethoden und -verfahren*

EN 13625:2001, *Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Anleitung zur Auswahl von Geräten zur Messung von Gasleckagen*

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel*

EN 20484, *Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Begriffe*

ISO/DIS 20486, *Non-destructive testing — Leak test — Calibration of gaseous reference leaks*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 20484 und die folgenden Begriffe.

4 Prinzipien der Erkennung

Ein Unterschied beim Partialdruck des Tracergases wird über die Grenzen des zu prüfenden Gegenstands erzeugt. Das Tracergas wird, nachdem es das Leck passiert hat, durch seine physikalischen und chemischen Eigenschaften erkannt. Chemische Erkennung basiert im Allgemeinen auf Reaktionen, die einen lokalen Farbwechsel (daher muss die Oberfläche des Gegenstands sichtbar sein) verursachen.

Erkennung, basierend auf physikalischen Eigenschaften, involviert normalerweise einen Sensor, zum Beispiel:

- ein Massenspektrometer, das auf ein spezifisches, verwendetes Tracergas (im Allgemeinen Helium-4) abgestimmt ist;
- eine Alkali-Ionen-Diode, für Halogengas sowie Elektroneneinfang-Ausrüstung (d. h. für SF₆);
- ein Pirani-Vakuummeter, für Tracergas mit Wärmeleitfähigkeit, die sich von der der Umgebungsatmosphäre unterscheidet;
- ein Photometer mit Bandpassfilter (Bandbreitenfilter) im Frequenzbereich der Tracergas-Absorption oder -Emission.

Diese Arten der Erkennung geben im Allgemeinen ein elektrisches Signal ab, das mit dem Tracergas-Partialdruck variiert.

5 Erzeugung und Erkennung des Tracergas-Flusses

Zwei Grundtechniken werden verwendet - siehe EN 1779.

5.1 Tracergas fließt in den Gegenstand (Gruppe A-Techniken)

Ein Druckunterschied über die Wand wird entweder durch Entleerung des Gegenstands, z. B. durch einen Anschluss an oder Platzierung in einer Druckkammer, erzielt. Normalerweise wird der Prüfgegenstand entleert. Dann wird Tracergas mit einer Sensordüse oder durch Umschließen des Gegenstands (ganz oder teilweise) mit einer Haube oder Kammer, welche mit dem Tracergas gefüllt ist, auf die Außenoberfläche angewendet. Leckage von Tracergas in den Prüfgegenstand hinein wird durch einen Sensor, der sich im Inneren befindet oder an das Innenvolumen angeschlossen ist, ermittelt.

5.2 Tracergas fließt aus dem Gegenstand (Gruppe B-Techniken)

Der Gegenstand ist mit einem Tracergas gefüllt. Ein Druckunterschied über die Wand wird durch Druckbeaufschlagung auf den Gegenstand, z. B. entweder durch einen Anschluss an oder durch Platzierung in einer Vakuumkammer, erzielt. Das Tracergas wird auf der Außenoberfläche gesammelt, durch eine Entnahmesonde, einen Trägergasfluss oder durch Akkumulation in einer Haube oder Kammer. Tracergas kann ebenfalls durch chemische Reaktionen erkannt werden.

Ein besonderes Verfahren (Drucklagerung) darf ebenfalls verwendet werden. Dies beinhaltet Druckbeaufschlagung auf einen abgedichteten Gegenstand, um Tracergas in dessen innere Hohlräume zu zwingen, falls ein Leck existiert. Der Gegenstand wird dann in einer Vakuumkammer platziert und entweichendes Tracergas wird ermittelt (normalerweise wird dieses Verfahren nur mit Helium-4 verwendet).

Dieses Verfahren ist anwendbar auf Proben mit kleinen freien Innenvolumen (in der Größenordnung von einigen Kubikzentimetern).

6 Apparatur — siehe EN 13625:2001

Die Prüfapparatur kann einen Teil oder alle der Folgenden enthalten:

- 6.1 Lecksucher oder chemische Reagenzien, die in der Lage sind, das gewählte Tracergas zu erkennen.
- 6.2 Für kalibrierte Lecks, die zur Entladung in Vakuum und/oder gegen Atmosphärendruck kalibriert sind, Bezug auf ISO/DIS 20486.
- 6.3 Druck- und Temperaturanzeiger.
- 6.4 Tracergas oder zertifiziertes Gasgemisch.
- 6.5 Zusätzliche Vakuumsysteme.
- 6.6 Haube, Vakuum- oder Druckkammer, Düse oder Entnahmesonde.
- 6.7 Spülungs-Trockengas, flüssiger Stickstoff (für Kühlfälle), falls notwendig.
- 6.8 Ausrüstung für Tracergas-Behandlung/Rückgewinnung.
- 6.9 Ausrüstung für Prüfflächen-Belüftung.
- 6.10 Ausrüstung zur Datenaufzeichnung.

7 Vorbereitung Prüfgegenstand

Der zu prüfende Gegenstand muss hinreichend gereinigt, entfettet und getrocknet sein. Öffnungen und Blenden, die nicht in die Prüfung einbezogen sind, müssen mit Prüfdichtungen verschlossen sein, z. B. Pfropf, Schweißung, geeignetes Material und Dichtungen. Wann auch immer möglich, sollte die Prüfung vor dem Plattieren, Streichen oder der Anwendung von Ultraschall-Koppelmittel durchgeführt werden. Falls der Gegenstand entleert werden muss, sollte die Anwesenheit von porösen oder Kunststoff-Werkstoffen vermieden werden. Dies hilft, falsche Anzeigen (virtuelle Lecks) zu vermeiden und verkürzt die Reinigungszeit.

Die verwendeten Anschlüsse zwischen dem Gegenstand, dem Pumpsystem, dem Lecksucher (LD) und den kalibrierten Lecks müssen geeignet sein und auf Dichtheit geprüft werden.

8 Gruppe A-Verfahren, Tracergas, das in den Gegenstand fließt

Diese Verfahren sind auf einen Gegenstand anwendbar, der entleert werden oder einem externen Prüfdruck widerstehen kann. Das Tracergas wird auf die Außenoberfläche des Gegenstands angewendet und der Lecksucher ist an das Innenvolumen angeschlossen. Falls die Lecksucher-Sorte ein Massenspektrometer (MSLD) ist, kann das Pumpsystem des MSLD selbst zur direkten Entleerung kleiner zu prüfender Gegenstände verwendet werden.

Für größere Gegenstände wird ein zusätzliches Pumpsystem benötigt. In diesem Fall muss der Verlust an Empfindlichkeit in Betracht gezogen werden, da nur ein Teil des Tracergases in den Lecksucher eintritt.

Drei Verfahren dürfen verwendet werden - siehe EN 1779:

— Vakuumtechnik (ganzheitlich) — A.1

Der Gegenstand, platziert in einer Einschließung (einer Tasche oder Kammer), wird entleert und an das Suchgerät angeschlossen. Die Einschließung wird dann mit dem Tracergas oder einem Gasgemisch, welches das Tracergas enthält, gefüllt. Diese Technik ermöglicht die Bewertung der Leckagerate, erlaubt aber keine präzise Lokalisierung der Lecks.

Wenn der Zweck der Leckprüfung die Bestimmung der Annehmbarkeit des Prüfgegenstands in Bezug auf eine festgelegte Leckagerate ist, darf nur die ganzheitliche Technik verwendet werden. In diesem Fall müssen die Tracergas-Konzentration sowie Druck und Temperatur gemessen und die Homogenität des Gasgemisches sichergestellt werden. Außerdem muss die Einschließung gasdicht und, vorzugsweise, starr sein.

— Vakuumtechnik (teilweise) — A.2

Der zu prüfende Gegenstand wird entlüftet und an das Suchgerät angeschlossen. Verdächtige Flächen werden dann durch eine geeignete, gasdichte Einschließung, gefüllt mit Tracergas, abgedeckt.

— Vakuumtechnik (lokal) — A.3

Der zu prüfende Gegenstand wird entlüftet und an das Suchgerät angeschlossen. Verdächtige Flächen auf der Außenfläche werden mit Tracergas besprüht. Lecks können mit dieser Technik lokalisiert werden, aber es ist nicht möglich, die Gesamt-Leckagerate zu messen.

8.1 Ursprüngliches Systemeinstellungsverfahren

8.1.1 Der Lecksucher muss in Übereinstimmung mit den Hersteller-Anweisungen eingestellt werden, mittels eines kalibrierten Lecks (falls erforderlich, muss das Leck die „Norm“ sein). Wird ein MSLD verwendet, muss ein Leck zur Entladung in Vakuum direkt an den Einlass des Lecksuchers angeschlossen werden oder ein eingebautes Leck zur Kalibrierung muss verwendet werden.

8.1.2 Der Gegenstand ist an den Lecksucher angeschlossen und wird dann entleert in geeigneten Druck, entweder durch ein Lecksucher-Pumpsystem oder durch ein zusätzliches Pumpsystem. Dies wird durch den maximalen Einlassdruck des Lecksuchers festgelegt.

8.1.3 Das ursprüngliche Hintergrundsignal muss gemessen werden.

8.1.4 Das maximale Signal für das festgelegte kalibrierte Leck, das an den Gegenstand angeschlossen ist, muss aufgezeichnet werden, um die System-Empfindlichkeit nachzuweisen. Das Verhältnis der Pumpgeschwindigkeit des Lecksuchers zur Pumpgeschwindigkeit des Zusatz-Systems darf nicht verändert werden.

8.1.5 Bei großen Gegenständen oder komplexen Systemen muss die „Reaktionszeit“ des Systems, mithilfe eines geeigneten kalibrierten Lecks, dessen Leckagerate möglichst nahe an der zulässigen festgelegten maximalen Leakage liegt, gemessen werden. Sofern nicht anderweitig festgelegt, muss dieses Leck an den zu prüfenden Gegenstand, über ein Absperrventil, an der ungünstigsten Position angeschlossen werden, um die Reaktionszeit zu bestimmen.

Falls möglich, sollte eine Zusatzleitung bereitgestellt werden, um das Volumen zwischen Leckauslass und Absperrventil zu entleeren. In jedem Fall sollte vorsichtig vorgegangen werden, um einen Einlass des akkumulierten Gases in das System zu vermeiden. Die Reaktionszeit ist die Zeit vom Öffnen des Ventils bis 90 % des maximalen stabilen Signals erreicht sind.

Signalamplitude und Reaktionszeit müssen als Referenz für die Prüfung verwendet werden. Die System-Auslegung oder Pumpgeschwindigkeit darf nicht verändert werden.

8.1.6 Das Absperrventil zum Leck, verwendet zur Zeitverhalten-Bestimmung, wird dann geschlossen und die Erholzeit wird gemessen.

8.1.7 Um große Lecks, die das Lecksucher-Signal sättigen, zu beurteilen, kann die Empfindlichkeit der Prüfung reduziert werden. Diese Reduktion kann entweder durch Minderung des Tracergas-Anteils im Gemisch oder durch Erhöhung der Pumpgeschwindigkeit des Zusatz-Systems erzielt werden. Die in 9.1.4 bis 9.1.6 aufgeführten Faktoren müssen für neue Bedingungen bestimmt werden.

8.2 Vakuumtechnik (ganzheitlich) — Prüfverfahren (A.1)

Nachdem die ursprüngliche Konfiguration ausgeführt wurde, müssen die folgenden Schritte unternommen werden:

8.2.1 Der Gegenstand wird in der Zusatz-Einschließung (Tasche oder Kammer) platziert und dann entleert. Wenn die Einschließung eine biegsame Tasche (meist aus Kunststoff) ist, muss sie ausreichend groß sein, um den Umfang des Prüfgegenstandes einzuschließen.

8.2.2 Eine vorausgehende Entleerung der Einschließung kann sinnvoll sein. Wenn die Einschließung eine biegsame Tasche ist, sollte sie sich eng an die Wände des Prüfobjekts anlegen (ohne zu reißen). Nachdem sie entleert wurde, wird das Tracergas eingeführt. Falls die Einschließung nicht entleert wurde, sollte sie ausreichend mit trockenem Tracergas oder einem Gasgemisch, das Tracergas enthält, gespült werden, um sicherzustellen, dass die Tracergas-Konzentration homogen und so wie vorgesehen ist. Die Person, die die Prüfung ausführt, muss den Volumenanteil des Tracergases in der Mischung aufzeichnen, damit bei nachfolgenden Messungen die entsprechende Korrektur gemacht werden kann. Wird eine biegsame Tasche verwendet, muss diese mit Gas befüllt werden, bis sie nicht mehr die Wände des Prüfgegenstandes berührt.

8.2.3 Ist die Einschließung starr, müssen die Drücke, vor und nach Einleitung des Tracergases, aufgezeichnet werden. Es ist möglich, den Volumenanteil des Tracergases, durch Anwendung des Boyle-Mariotte-Gesetzes auf die aufgezeichneten Drücke, zu berechnen.

8.2.4 Die Dauer des Tracergas-Eintritts in die Zusatz-Einschließung muss mindestens das Doppelte der Reaktionszeit oder 10 min betragen, je nach dem, was länger dauert. Überschreitet die Reaktionszeit 20 min, können andere Festlegungen für die Eintrittsdauer vorliegen.

8.2.5 Nach dem Erscheinen eines Signals ist es erforderlich, zu warten bis:

- Entweder die maximale Signalstufe erreicht ist: die Gesamt-Leckagerate kann dann, durch Vergleich mit dem durch das bekannte Leck erzeugten Signal, berechnet werden; oder
- das Signal, entsprechend der maximal zulässigen Leckagerate, erzielt ist: in diesem Fall kann die Prüfung, zur Entscheidungsfindung, unterbrochen werden.

8.2.6 Die Gesamt-Leckagerate des Gegenstands, unter Molekularströmungs-Bedingungen, wird mit der unten angegebenen Formel berechnet:

$$q_G = \frac{q_{CL} \times (S_L - R_L)}{S_{CL} - R_{CL}} \times \frac{1}{c} \times \frac{101\,325}{p} \quad (1)$$

Dabei ist

q_G	die Gesamt-Leckagerate;
q_{CL}	die Leckagerate des kalibrierten Lecks (reines Tracergas);
S_L	das Lecksignal;
S_{CL}	das durch das kalibrierte Leck erzeugte Signal;
R_L, R_{CL}	die Hintergrundsignale, jeweils in Verbindung mit den Signalen S_L und S_{CL} ;
c	der Volumenanteil des Tracergases im Gasgemisch;
p	der Gesamtdruck in der Zusatz-Einschließung.

Wenn die Prüfung mit einem Gasgemisch durchgeführt wird, muss der Volumenanteil des Tracergases bekannt sein (bescheinigt werden, falls erforderlich) und zulässige Verfahren zur Gemischzubereitung müssen verwendet werden.

Ist hohe Genauigkeit erforderlich, muss die System-Kalibrierung, unter Verwendung eines kalibrierten Lecks mit dem Prüfgas-Gemisch, ausgeführt werden.

8.3 Vakuumtechnik (teilweise) — Prüfverfahren (A.2)

8.3.1 Ist nur ein Teil eines Gegenstandes zu prüfen (z. B. Schweißungen, Thermoelement-Wannen, Zugriffs-Abdeckungen, elektrische oder mechanische Durchführungen), darf die Zusatz-Einschließung nur auf diese Fläche begrenzt werden. Die Dauer des Tracergas-Eintritts muss in der Spezifikation angegeben sein, unter Berücksichtigung der Position des zu prüfenden Teils im Verhältnis zu Pumpsystem und Lecksucher.

Nachdem die ursprüngliche Konfiguration ausgeführt wurde, müssen die folgenden Schritte unternommen werden:

8.3.2 Kunststofftaschen oder -Kammern werden, mit Klebeband oder geeigneten Ventilen, an die zu prüfenden Flächen angebracht. Diese sollten wesentliches Entweichen von Trägergas während der Prüfung verhindern.

Dann wird der Prüfgegenstand entleert.

8.3.3 Fortfahren, wie in 9.2.2 bis 9.2.5 aufgeführt.

8.4 Vakuumtechnik (lokal) — Prüfverfahren (A.3)

Nachdem die ursprüngliche Konfiguration ausgeführt wurde, müssen die folgenden Schritte unternommen werden:

8.4.1 Die Wirkung auf das Ergebnis der Prüfungsgeschwindigkeit der Oberfläche des Prüfgegenstands mit der Sprühpistole muss durch Platzierung eines Leitwertlecks, anstelle des in 9.1.4 verwendeten kalibrierten Lecks, erstellt werden. Der Gasstrom aus der Sprühpistole wird angepasst und ihre Spitze wird am Leck, mit der für die Prüfung festgelegten Geschwindigkeit und Abstand, vorbeigeführt. Die Signalamplitude wird aufgezeichnet. Falls das Signal zu gering ist, sollte die Abtastrate reduziert werden.

8.4.2 Falls das Tracergas leichter als Luft ist, sollte das Besprühen mit Tracergas oben am Prüfgegenstand beginnen. Falls die Tracergasdichte höher als die von Luft ist, sollte das Besprühen mit Tracergas am Boden des Prüfgegenstandes beginnen. Das Abtasten der Flächen muss, wie in den Prüf-Spezifikationen angegeben, ausgeführt werden.

8.4.3 Wenn ein Leck entdeckt wird, kann es erforderlich sein, dessen Einfluss zu beurteilen. Das Leck muss möglicherweise zeitweilig abgedichtet werden, um die Prüfung fortzuführen.

8.4.4 Nachdem ein Leck gefunden und abgedichtet wurde, ist es erforderlich zu warten, bis die Ausgangsbedingung im Lecksucher wiederhergestellt ist (Erholzeit). Falls nur Leck-Lokalisierung erforderlich ist, darf das Verfahren die Signalstufe (% des maximalen Signals) angeben, bei der es möglich ist, mit dem Abtasten fortzufahren, um die Prüfzeit zu verkürzen.

8.4.5 Nachdem alle Lecks gefunden wurden, kann es wünschenswert sein, die Gesamt-Leckage des Gegenstands, unter Verwendung anderer geeigneter Techniken (ganzheitlich), zu bestimmen. Dieser Schritt darf am Anfang ausgeführt werden, um Zeit zu sparen, falls kein Leck existiert. Wenn jedoch der Prüfgegenstand Tracergas-durchlässigen Werkstoff enthält, kann das absorbierte Gas die Empfindlichkeit der nachfolgenden Prüfung senken.

9 Gruppe B-Verfahren, Tracergas, das aus dem Gegenstand fließt

9.1 Allgemeines

Diese Verfahren sind im Allgemeinen auf Gegenstände anwendbar, die nicht entleert werden können oder auf offene Gegenstände. Ein Unterschied beim (Partial-) Druck des Tracergases wird über die Wand des Gegenstands erzeugt. Tracergas wird in das Innenvolumen des Gegenstands eingeführt und auf dessen Außenseite gesammelt und ermittelt. Falls der zu prüfende Gegenstand offen ist, wird das Gas auf die eine Seite gesprüht oder mit einer Tasche aufgebracht und es wird auf der anderen Seite mit einer Vakuumglocke gesammelt.

Sieben Techniken dürfen verwendet werden. Diese sind hier kurz beschrieben:

— Chemische Erkennung mit Ammoniak — B.1

Der Gegenstand wird mit wasserfreiem Ammoniak oder einem Ammoniak-Stickstoff-Gemisch auf den festgelegten Überdruck gefüllt. Ein Farbänderungs-Entwickler (im Allgemeinen eine Mischung, die einen pH-Indikator enthält, z. B. Bromphenolblau), aufgetragen auf die Außenfläche, offenbart und lokalisiert Leckagen.

— Vakuumglocke, unter Anwendung von internem Tracergas — B.2.1

Große Gegenstände, die ein Gas oder Gasgemisch enthalten, das als Tracergas geeignet ist, werden mit einer Vakuumglocke geprüft, die entleert und an einen Lecksucher (LD) angeschlossen ist, der an der Außenseite angewendet wird.

— **Vakuumglocke, unter Anwendung von Tracergas auf der Gegenseite — B.2.2**

Offene Gegenstände können mit Teileinschließungen geprüft werden, die entleert werden können, die dicht an die Objektwand angebracht sind (Vakuumglocke, Saugnapf). Tracergas wird auf der Gegenseite (Rückseite) mit einer Sprühpistole (Sensordüse) oder mit Bechern, gefüllt mit Tracergas, aufgebracht.

— **Akkumulationstechnik — B.3**

Der Gegenstand, mit Tracergas unter Druck gesetzt, wird in eine Einschließung platziert. Nach einer festgelegten Dauer wird das akkumulierte Tracergas, mit einem Lecksucher, der an die Einschließung angeschlossen ist, gemessen. Die Leckage-Größe kann dann geschätzt (oder, falls Einschließungsvolumen und Druck bekannt sind, bestimmt) werden.

— **Schnüffeltechnik — B.4**

Der Gegenstand ist mit einem Tracergas (oder Gasgemisch) unter Druck gesetzt. Die Lecksuche wird auf der Atmosphärenseite der Wand des Gegenstands, mit einer Probenahme-Sonde, die an einen Lecksucher angeschlossen ist, durchgeführt. Diese Technik ermittelt Leckage und lokalisiert die Lecks (Direktuntersuchung).

— **Drucklagerungstechnik — B.5**

Der abgedichtete Gegenstand wird hohem Tracergasdruck, normalerweise Helium, ausgesetzt (Drucklagerung), um diesen in den Gegenstand hineinzuzwingen, falls ein Leck existiert. Nach Drucklagerung und Spülung, um absorbiertes Tracergas aus den Außenoberflächen zu entfernen, wird der Gegenstand in eine Vakuumkammer, die, zur Ermittlung des entweichenden Tracergases, an einen Lecksucher angeschlossen ist, platziert.

— **Vakuumkammer-Technik — B.6**

Kleine Gegenstände, die Gas, welches sich zur Verwendung als Tracergas eignet, enthalten, werden in eine Kammer gelegt. Diese wird nachfolgend auf einen Druck entleert, der niedriger ist als der Innendruck des Gegenstands. Der Lecksucher ist an die Vakuumkammer angeschlossen. Der Gesamtstrom des Tracergases aus dem Gegenstand wird mit dem Lecksucher gemessen.

— **Trärgas-Technik — B.7**

Vor der Prüfung ist der Gegenstand mit Tracergas, bei Atmosphärendruck, gefüllt. Der Gegenstand ist von einer Glocke umgeben, in welcher ein Trärgas über die Oberflächen des Gegenstands strömt. Jegliche Tracergas-Leckage aus dem Gegenstand heraus wird vom Trärgas weggetragen und kann, mit einem geeigneten Sensor, am Auslass des Trärgases ermittelt werden.

9.2 Ursprüngliches Systemeinstellungsverfahren

9.2.1 Ammoniak-Prüfung mit Farbbänderungsreagenzien (B.1)

9.2.1.1 Die Reagenzien werden entweder direkt oder gestützt von einem Papier- oder Stoffband auf die Oberfläche aufgebracht.

Die Reaktivität des Reagenzes muss durch Exposition an eine kleine Menge Gas nachgewiesen werden.

9.2.1.2 Eine Probe des Reagenzes muss dann auf die Objektoberfläche (entfernt von den zu prüfenden Flächen) aufgebracht werden und ihre Farbe muss während der gesamten Untersuchungsdauer geprüft werden. Eine Farbbänderung bedeutet die Kontamination mit Ammoniak der Umgebung oder der Objektoberfläche.

9.2.2 Tracergas fließt aus dem Gegenstand (B.2, B.3, B.4, B.6)

9.2.2.1 Der Lecksucher muss, wie in 9.1.1 beschrieben, eingestellt werden.

9.2.2.2 Um das System zu kalibrieren, sind kalibrierte Lecks zur Entladung in die Atmosphäre (oder äquivalente Systeme: z. B. vorgefertigte Gaskonzentration), ausgewählt im geeigneten Bereich, erforderlich. Diese Lecks sollten eine Leckagerate, nahe des maximal Zulässigen bei der Bewertung der Akzeptanz oder nahe des zu ermittelnden Minimums, wenn das Ziel der Prüfung eine Lokalisierung (zur Reparatur) ist, haben.

9.2.2.3 Bei Verwendung der Probenahme-Sonde wird die Nullpunkteinstellung, durch Schließen des Einlassventils oder durch Schnüffeln des Gases über flüssigem Stickstoff, eingestellt. Sind diese Geräte nicht verfügbar, kann die Einstellung im Verhältnis zur sauberen Atmosphäre (bevor die Prüfung beginnt) durchgeführt werden.

Falls die Prüfempfindlichkeit gemessen werden muss, wird die Sonde vor ein kalibriertes Leck gehalten. Nach einer Erholzeit wird die Kalibrierung wiederholt, indem eine Probenahme-Sonde mit der festgelegten Abtastgeschwindigkeit bewegt wird.

Die Kalibrierung sollte so durchgeführt werden, dass die Prüffläche nicht vom Tracergas überflutet wird. Die Kalibrierung muss häufig geprüft werden, da die Probenahme-Sonde mit Staub oder Schmutz verstopft sein kann.

9.2.2.4 Falls eine Einschließung verwendet wird, ist ein bekanntes Leck über ein Absperrventil daran angeschlossen. Die Anzeige aufgrund der Tracergas-Konzentration muss, vor Öffnen des Ventils und in nachfolgenden Zeitintervallen, aufgezeichnet werden. Dieser Schritt muss sorgfältig ausgeführt werden, aufgrund der Schwierigkeit der Spülung des Systems, falls dieses nicht entleert werden kann.

9.2.2.5 Wird die Prüfung in einer Vakuumkammer durchgeführt und das Pumpsystem kann nicht abgekoppelt werden, werden die Reaktionszeit und die maximale Anzeige des kalibrierten Lecks aufgezeichnet. Die Pumpgeschwindigkeit darf in der nachfolgenden Prüfung nicht geändert werden.

9.2.2.6 Der Tracergasfluss ist zu entfernen und das Signal, aufgrund des restlichen Tracergases in der Atmosphäre, ist aufzuzeichnen.

9.2.3 Druckbeaufschlagung — Entleerungsprüfung (B.5)

9.2.3.1 Die Vakuumkammer, mit einem kalibrierten Leck, ist an den MSLD angeschlossen. Nachdem der festgelegte Druck erreicht ist, wird das Restsignal aufgezeichnet. Das kalibrierte Leck wird dann geöffnet und die Erscheinungsdauer und das maximale Signal werden aufgezeichnet.

9.2.3.2 Die Entgasungszeit muss mit einer dichten Probe desselben Werkstoffs, mit denselben Oberflächenbedingungen, geprüft werden. Diese Probe wird in der Vakuumkammer, die an den MSLD angeschlossen ist, platziert. Die Spül- und/oder Entleerungsdauer ist die Mindestzeit, um ein Signal zu erzielen, das klar unter dem maximal zulässigen Leckage-Signal liegt. Eine exzessive Entgasungszeit kann die Prüfempfindlichkeit mindern oder die großen Lecks verbergen.

9.3 Ammoniak-Prüfverfahren (B.1)

Diese Technik ist zur Ermittlung und Lokalisierung von Lecks geeignet.

Nachdem die ursprüngliche Konfiguration ausgeführt wurde, müssen die folgenden Schritte unternommen werden.

9.3.1 Vorbereitung Prüfgegenstand

Der Prüfgegenstand muss mit trockenem heißen Gas gespült werden, um eine trockene Atmosphäre zu erlangen. Falls möglich, ist Entleerung zu bevorzugen, da die Anwesenheit von Feuchtigkeit Korrosionsprobleme hervorrufen kann. Die Oberfläche, an welche das Detektor-Reagenz angewendet wird, sollte mit saurer Lösung neutralisiert werden. Dieser Schritt muss ausgeführt werden, falls die Prüfung aus 10.1.1.2 eine diffuse Farbänderung zeigt.

9.3.2 Reagenz-Anwendung

Das Reagenz muss über die festgelegten Flächen angewendet werden.

Falls das Reagenz in flüssiger Form vorliegt, kann es durch Streichen oder Spritzlackierung einer dünnen, gleichmäßigen Beschichtung aufgebracht werden. Dicke Schichten brauchen länger, um entwickelt zu werden, und können zu Selbstverfärbung führen. Wasserbasierte Entwickler sollten nach der Anwendung mit einer Heißluftpistole (normalerweise zwischen 50 °C und 60° C) getrocknet werden oder auf vorgeheizte Oberflächen angewendet werden, um jegliche Feuchte zu entfernen. Temperaturen über 100° C können den Entwickler beschädigen.

Wenn das Reagenz in einen Träger (Papier oder Stoff) imprägniert wird, muss dieser fest, mit Klebeband, auf der Oberfläche angebracht werden.

Nach der Reagenz-Applikation kann Schutz mit einer transparenten Folie atmosphärische Kontaminationswirkungen verhindern oder reduzieren. Dieser Schutz muss so angewendet werden, dass es keine Störung der Prüfung gibt.

9.3.3 Ammoniak-Druckbeaufschlagung

Ammoniak bildet explosive Gemische in Luft, bei einer Volumenkonzentration im Bereich zwischen 15 % und 28 %.

Bei großen Lecks (größer als $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$) und bei Konzentration von weniger als 15 %, darf ölfreie, trockene Luft zur Druckbeaufschlagung des Gegenstandes verwendet werden.

Bei kleinen Lecks und höherer Ammoniak-Konzentration muss ein Inertgas (normalerweise Stickstoff) für das Gemisch verwendet werden.

Ist kein Mischgerät verfügbar, darf die Konzentration ungefähr, mit dem Daltonschen Gesetz (Verhältnis des Partialdrucks), kalkuliert werden. Die Ladesequenz für den Prüfgegenstand muss wie folgt sein:

- Füllen mit trockener Luft oder Inertgas bis zum Atmosphärendruck;
- Füllen mit Ammoniak bis zum Manometerdruck, der dem mittels Konzentration und Gesamtdruck berechneten Partialdruck entspricht;
- Vervollständigen der Druckbeaufschlagung mit Luft oder Inertgas bis zum, durch die Festlegungen erforderlichen, Druck.