

DIN EN ISO 20486



ICS 19.100

Ersatz für
DIN EN 13192:2002-03

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Dichtheitsprüfung –
Kalibrieren von Referenzlecks für Gase (ISO 20486:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 20486:2018**

Non-destructive testing –
Leak testing –
Calibration of reference leaks for gases (ISO 20486:2017);
German version EN ISO 20486:2018

Essais non destructifs –
Contrôle d'étanchéité –
Étalonnage des fuites de référence des gaz (ISO 20486:2017);
Version allemande EN ISO 20486:2018

Gesamtumfang 41 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 20486:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“, dessen Sekretariat von 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).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 20484 siehe DIN EN ISO 20484

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13192:2002-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Definitionen „Referenzleck“, „kalibrierte Leckagerate“ und „Nennleckagerate“ ergänzt;
- b) Abschnitt 4 „Nennleckageraten“ ergänzt;
- c) Struktur und Beschreibung der Kalibrierverfahren überarbeitet;
- d) redaktionelle Anpassungen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13192: 2002-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 20484, *Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Begriffe*

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung —
Dichtheitsprüfung —
Kalibrieren von Referenzlecks für Gase
(ISO 20486:2017)

Non-destructive testing —
Leak testing —
Calibration of reference leaks for gases
(ISO 20486:2017)

Essais non destructifs —
Contrôle d'étanchéité —
Étalonnage des fuites de référence des gaz
(ISO 20486:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Dezember 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Nennleckageraten	9
5 Klassifizierung der Lecks	9
5.1 Permeationsleck	9
5.2 Leitwertlecks	9
5.2.1 Kapillarleck	9
5.2.2 Blendenleck (Öffnung)	9
5.2.3 Lecks mit komprimiertem Pulver	9
6 Kalibrierung durch Vergleich	9
6.1 Verfahren A, A _S , B und B _S	9
6.2 Anwendbarkeit der Vergleichsverfahren	10
6.3 Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung	11
6.3.1 Leckdetektor	11
6.3.2 Anschluss an den Leckdetektor	11
6.3.3 Temperaturanpassung	12
6.4 Messung	12
6.4.1 Einrichtung	12
6.4.2 Allgemeine Messreihenfolge	12
6.5 Bewertung für Verfahren A, A _S , B und B _S (Vergleich)	13
6.5.1 Bestimmung der Leckagerate	13
6.5.2 Einflussfaktoren der Messunsicherheit	14
7 Volumetrische Kalibrierung	15
7.1 Direktfluss (Verfahren C)	15
7.1.1 Allgemeines	15
7.1.2 Prüfeinrichtungen	15
7.1.3 Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung	15
7.1.4 Messung	16
7.1.5 Bewertung für Verfahren C (Direktflussmessung)	18
7.2 Leckmessung unter Wasser (Verfahren D)	19
7.2.1 Allgemeines	19
7.2.2 Prüfeinrichtungen	19
7.2.3 Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung	20
7.2.4 Messung	20
7.2.5 Bewertung für Verfahren D	22
7.2.6 Einflussfaktoren der Messunsicherheit	22
7.3 Kalibrierung durch (volumetrische) Gaszähler (Verfahren E)	23
7.3.1 Allgemeines	23
7.3.2 Prüfeinrichtungen	23
7.3.3 Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung	23
7.3.4 Messung	23
7.3.5 Bewertung für Verfahren E (Gaszähler)	24
7.3.6 Einflussfaktoren der Messunsicherheit	24
7.4 Kalibrierung durch Druckänderung in einem bekannten Volumen (Verfahren F)	25

7.4.1	Allgemeines	25
7.4.2	Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung.....	25
7.4.3	Messung	28
7.4.4	Sondersituation in Vakuumräumen.....	29
7.4.5	Bewertung für Verfahren F (Druckänderung).....	30
7.4.6	Einflussfaktoren der Messunsicherheit.....	31
7.5	Kalibrierung durch Volumenänderung bei konstantem Druck (Verfahren G)	31
7.5.1	Prüfeinrichtungen.....	31
7.5.2	Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung.....	32
7.5.3	Messung	33
7.5.4	Bewertung für Verfahren G (Volumenänderung bei konstantem Druck).....	34
8	Allgemeine Einflüsse	35
9	Bericht	35
10	Etikettierung der Referenzlecks	36
11	Umgang mit Referenzlecks	36
11.1	Allgemeines	36
11.2	Permeationslecks (normalerweise mit Reservoir am Leckausgang)	36
11.3	Leitwertlecks (normalerweise ohne Reservoir).....	36
Anhang A (informativ) Berechnung der Verminderung der Leckagerate aufgrund der Abreicherung des Tracer-Gases im Reservoir		37
Literaturhinweise.....		39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 20486:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13192:2001.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 20486:2017 wurde von CEN als EN ISO 20486:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde erarbeitet vom Komitee ISO/TC 135, *Non-destructive testing*, Unterkomitee SC 6, *Leak testing*.

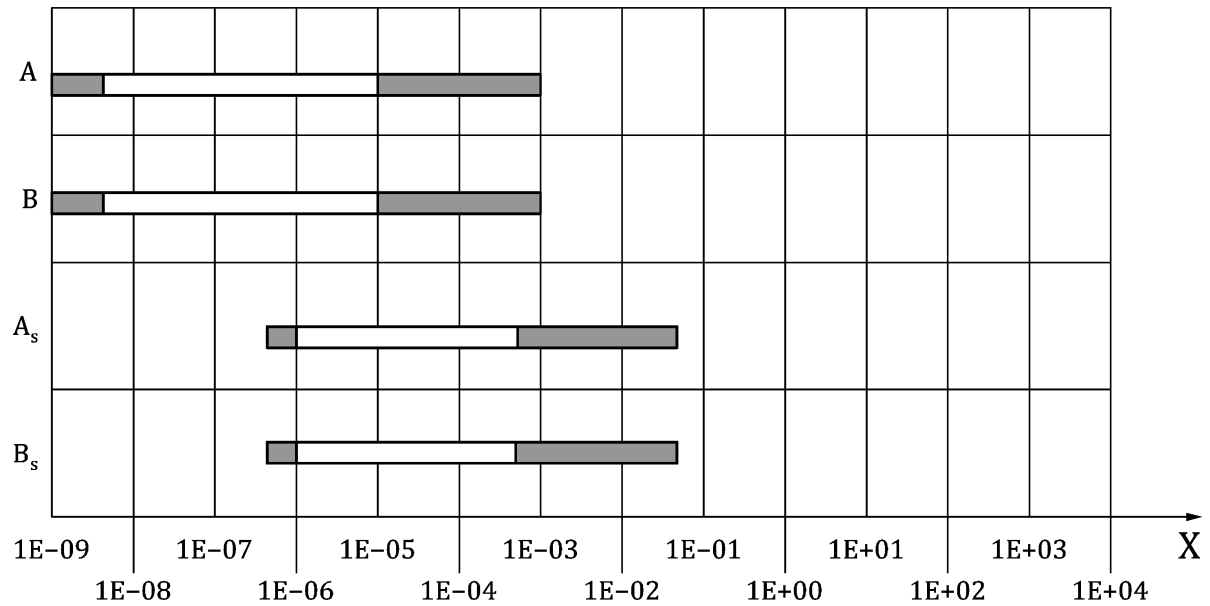
1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Kalibrierung der Lecks fest, die für die Justierung von Leckdetektoren für die Bestimmung von Leckageraten im täglichen Gebrauch verwendet werden. Eine Art des Kalibrierverfahrens ist ein Vergleich mit einem Referenzleck. Auf diese Weise werden die Lecks zur routinemäßigen Verwendung auf eine primäre Norm rückführbar. Bei anderen Kalibrierverfahren wurde der Wert des Dampfdrucks direkt gemessen oder über ein bekanntes Volumen berechnet.

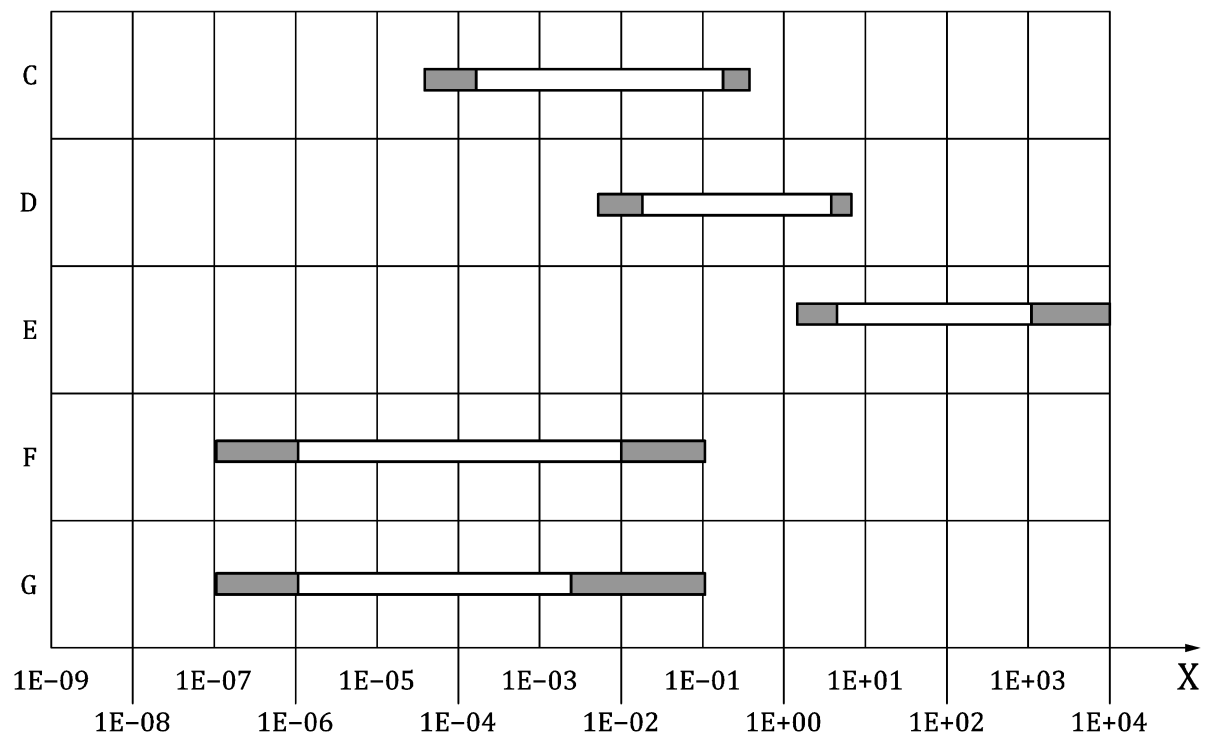
Die Vergleichsverfahren gelten vorzugsweise für Heliumlecks, da dieses Prüfgas selektiv mithilfe eines Massenspektrometerleckdetektors (en: mass spectrometer leak detector, MSLD) gemessen werden kann (die Definition des MSLD wird in ISO 20484 angegeben).

Die Kalibrierung durch Vergleich (siehe Verfahren A, A_s, B und B_s unten) mit bekannten Referenzlecks ist einfach möglich für Lecks mit Reservoir und Leckageraten unter $10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$.

Bild 1 zeigt einen Überblick von verschiedenen empfohlenen Kalibrierverfahren.



a) Kalibrierung durch Vergleich



b) Kalibrierung durch direkte Messung

Legende

X Leckagerate in Pa · m³/s

A Verfahren A

B Verfahren B

A_s Verfahren A_s

B_s Verfahren B_s

□ normaler Bereich

C Verfahren C

D Verfahren D

E Verfahren E

F Verfahren F

G Verfahren G

■ möglicher Bereich

Bild 1 — Kalibrierbereiche

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ISO 20484, *Non-destructive testing — Leak testing — Vocabulary*

3 Begriffe

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

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

3.1.

unbekanntes Leck

Leck mit einer stabilen und wiederholbaren Leckagerate mit bekannter Größenordnung, das durch Kalibrierung bestimmt werden kann

3.2

Referenzleck

kalibriertes Leck, das zur Kalibrierung eines anderen Lecks verwendet werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messunsicherheit des Referenzlecks ist niedriger als die erforderliche Messunsicherheit des zu kalibrierenden Lecks.

3.3

Kalibrierung

Satz an Operationen, die unter bestimmten Bedingungen die Beziehung zwischen Leckageratewerten, die durch ein unbekanntes Leck dargestellt werden, und den zugehörigen anerkannten Werten der Leckagerate etablieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Falle einer Kalibrierung durch Vergleich werden die anerkannten Werte der Leckagerate durch ein Referenzleck dargestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Normalerweise wird das Ergebnis der Kalibrierung als der Leckageratewert für das Referenzleck mit einer Standardunsicherheit angegeben.

3.4

Nennleckagerate

Leckagerate eines Lecks, das für spezifische Referenzbedingungen berechnet wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Beim Lecknachweis werden die Leckageraten häufig in Einheiten des pV -Durchflusses angegeben ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$, mbar l/s , $\text{Std cm}^3/\text{min}$). Diese stellen nur dann eine präzise Messung des Gasflusses dar, wenn die Temperatur gegeben ist und konstant gehalten wird. Flusseinheiten wie Massefluss (g/y) oder Stoffmengenfluss (mol/s) werden manchmal verwendet, um dieses Problem zu lösen.

4 Nennleckageraten

Kalibrierte Lecks sind nur vergleichbar unter den gleichen Referenzbedingungen. Nennleckageraten sind für den Vergleich anzuwenden. Empfohlene Referenzbedingungen sind:

- Umgebungstemperatur: 20 °C
- Atmosphärischer Auspuffdruck: 1 000 mbar
- Vakuum-Auspuffdruck: < 100 mbar

Der Referenzeingangsdruck wird durch den Leckreservoirdruck oder die Anwendungsanforderungen gegeben.

5 Klassifizierung der Lecks

5.1 Permeationsleck

Dieser Lecktyp wird normalerweise mit einem Tracer-Gasreservoir hergestellt. Er verfügt über die beste Langzeitstabilität, aber einen beträchtlichen Temperaturkoeffizienten (ungefähr 3,5 %/K). Typische Leckageraten liegen im Bereich von 10^{-10} Pa · m³/s bis 10^{-4} Pa · m³/s.

5.2 Leitwertlecks

5.2.1 Kapillarleck

Dieser Lecktyp ist mit oder ohne Tracer-Gasreservoir verfügbar. Er verfügt über einen niedrigen Temperaturkoeffizienten (ungefähr 0,3 %/K), aber blockiert leicht, wenn nicht vorsichtig damit umgegangen wird. Typische Leckageraten sind größer als 10^{-7} Pa · m³/s.

5.2.2 Blendenleck (Öffnung)

Blendenlecks werden selten in der Praxis als Referenzlecks verwendet, da sie schwer herzustellen sind und noch mehr für Verstopfungen anfällig sind als Kapillare.

ANMERKUNG Blendenlecks mit kritischem Fluß sind eine Form des Blendenlecks, die allgemein in der Industrie zu finden ist, jedoch außerhalb des Anwendungsbereiches dieses Dokumentes.

5.2.3 Lecks mit komprimiertem Pulver

Dieser Lecktyp nutzt Metallpulver, das in einem Rohr komprimiert wurde. Diese Lecks werden normalerweise ohne Reservoir angeboten. Sie werden für routinemäßige Überprüfungen der Empfindlichkeit von Leckdetektoren verwendet, sind aber nicht stabil genug, um als kalibrierte Lecks genutzt zu werden. Ihre Anwendbarkeit beruht darauf, wie gut kontrolliert die Speicherung und Betriebsbedingungen sind, sowie auf der geforderten Unsicherheit.

6 Kalibrierung durch Vergleich

6.1 Verfahren A, A_s, B und B_s

Es gibt zwei Arten, Lecks durch Vergleich mit bekannten Referenzlecks zu kalibrieren. Beide Methoden erfordern die Kenntnis der Größenordnung der zu messenden Leckagerate. Die Verfahren weichen in der Verwendung eines oder zweier Referenzlecks voneinander ab, was zu verschiedenen Messunsicherheiten führt. Im Folgenden werden die zwei Verfahren als A und B bezeichnet:

- Verfahren A: Vergleich mit einem Referenzleck, normalerweise mit einer Leckagerate derselben Größenordnung, Kalibrierung mit Vakuumverfahren.
- Verfahren A_s: Vergleich mit einem Referenzleck, normalerweise mit einer Leckagerate derselben Größenordnung, Kalibrierung mit Schnüffelfverfahren.
- Verfahren B: Vergleich mit zwei Referenzlecks mit Leckageraten, die normalerweise zu beiden Seiten der unbekannten Leckagerate liegen, Kalibrierung mit Vakuumverfahren.
- Verfahren B_s: Vergleich mit zwei Referenzlecks mit Leckageraten, die normalerweise zu beiden Seiten der unbekannten Leckagerate liegen. Kalibrierung mit Schnüffelfverfahren.

Verfahren A eignet sich am besten zur Verwendung vor Ort, da nur ein Referenzleck verwendet wird. Es ist allgemein anwendbar, aber am zuverlässigsten, wenn die Leckagerate des unbekannten Werts ungefähr so groß ist wie die des Referenzlecks. Dies liegt daran, dass die Messunsicherheit direkt von der Linearität des verwendeten Leckdetektors abhängt. Da der Linearitätsfehler nicht unabhängig gemessen werden kann, muss er geschätzt werden. Um den Linearitätsfehler gering zu halten, sollten die Betriebseigenschaften des Leckdetektors während der Kalibrierung nicht verändert werden (z. B. sollte die automatische Bereichseinstellung deaktiviert werden).

Für präzisere Kalibrierungen, für die eine vertrauenswürdige Messung der Messunsicherheit erforderlich ist, oder, wenn ein Referenzleck mit einer Leckagerate nahe des unbekannten Werts nicht verfügbar ist, sollte Verfahren B verwendet werden. Durch die Verwendung von zwei Referenzlecks wird die Nicht-Linearität des Leckdetektors berücksichtigt.

6.2 Anwendbarkeit der Vergleichsverfahren

Da der Vergleich von Lecks kein fundamentales Messverfahren darstellt, ist er auf die Stabilität des Transferinstruments und die Sauberkeit der Gasumgebungsatmosphäre angewiesen. Außerdem muss die Temperaturabhängigkeit der Referenz- und der unbekannten Lecks berücksichtigt werden.

Die stabilsten und saubersten Bedingungen werden für Lecks mit Auspuff im Vakuum und einem Massenspektrometerleckdetektor („Transferinstrument“) erreicht, der den Partialdruck misst, der von den Lecks im Vakuum erzeugt wird. Unter diesen Bedingungen werden sämtliche störende Hintergrundgase auf ein Minimum reduziert, sodass der Nullpunkt des Transferinstruments definiert und stabil ist.

Bei Lecks mit Auspuff in die Atmosphäre und Messung durch Schnüffelfgas müssen mehr Bedingungen geregelt werden. Diese umfassen:

- das Hintergrundniveau des Tracer-Gases muss so gering und stabil wie möglich sein;
- die Gesamtgasströmungsrate des Schnüfflers muss hoch genug sein, um die gesamte Tracer-Gasströmungsrate des Lecks aufzunehmen;
- die Ansaugung des Schnüfflers (die Verbindung zum Leckauspuff) muss über eine geeignete Geometrie verfügen, um sicherzustellen, dass der Fluss des atmosphärischen Gases durch den Leckauspuff den gesamten Tracer-Gasfluss der Lecköffnung aufnimmt.

Folglich ist die Messunsicherheit für Schnüffellecks deutlich höher als für Vakuumlecks.

Verfahren durch Vergleich sind deshalb für die Kalibrierung von Schnüffellecks anwendbar, aber nicht bevorzugt (mit Auspuff zur Atmosphäre).

6.3 Vorbereitung der Lecks und der Prüfeinrichtung

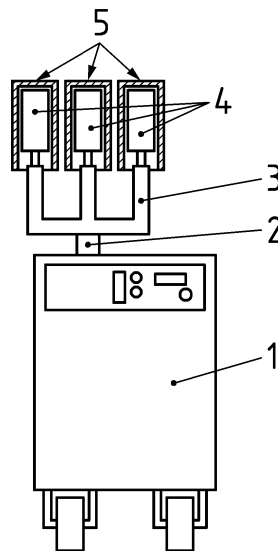
6.3.1 Leckdetektor

Der als Transfergerät verwendete Leckdetektor (LD) muss nach den Anweisungen des Herstellers eingerichtet werden. Die Anlaufzeit muss min. 2 h betragen.

6.3.2 Anschluss an den Leckdetektor

Die Referenzlecks und unbekannten Lecks sind mit dem Leckdetektor verbunden, der als Transferinstrument verwendet wird. Die Verbindung muss kontinuierlich gehalten werden, bis die Messung abgeschlossen ist. Dies betrifft auch die thermische Unterbringung [1].

Im Fall von Vakuumlecks werden sie mit dem Eingangsflansch verbunden und mit offenen Ventilen (falls vorhanden) min. 30 min durchgepumpt, um Tracer-Gas zu entfernen, das sich in Dichtungen oder Ventilen angesammelt haben kann. Für die Kalibrierung von mehr als einem Leck sind ein separates Pumpsystem und ein Satz an Ventilen nützlich, um alle Lecks durchgepumpt zu halten, bis sie gemessen wurden.



Legende

- | | | | |
|---|------------------------------|---|---|
| 1 | Transfergerät (Leckdetektor) | 4 | zu kalibrierende Lecks und Referenzleck |
| 2 | Prüfanschluss | 5 | Warmhaltehauben |
| 3 | Sammelanschluss | | |

Bild 2 — Verbindung von Lecks zum Leckdetektor

Im Falle von Schnüffellecks wird die Verbindung zur Schnüffelspitze des Leckdetektors durch einen Adapter hergestellt, der für eine dichte Verbindung zum Leckausgang sorgt und es der Umgebungsluft ermöglicht, fortlaufend durch den Leckauspuff mittels eines Lufteinlasses (siehe Legende, Pos.-Nr. 3, in Bild 2) gesaugt zu werden, sodass die gesamte Leckgasströmung von der Schnüffelspitze aufgenommen wird. Die Lufteingangsöffnung darf den freien Fluss der Luft nicht drosseln, um den Atmosphärendruck vor der Schnüffelspitze aufrechtzuerhalten. Siehe Bild 3.