



Wichtige Normen
für Lecksuche und
Dichtheitsprüfung

Einheitliche Standards und hohe Qualität in der Dichtheitsprüfung von Materialien und Werkstoffen sind nur mithilfe von international gültigen Normen erreichbar. Um den sich stetig wandelnden und immer strenger werdenden Anforderungen an die Dichtheitsprüfung zu entsprechen, wurden in den vergangenen Jahren viele der bestehenden Normen aktualisiert. Dies betrifft unter anderem die Regularien zur Kalibrierung von Prüflecks, die umfassend erweitert wurden. Auch die europäischen Normen wurden aktualisiert und mit den ISO-Normen in Einklang gebracht (ISO = Internationale Organisation für Normung). Die ISO arbeitet mit dem CEN (Comité Européen de Normalisation, Europäisches Komitee für Normung) zusammen. Die Überführung von ISO-Normen in das nationale Normengefüge ist freiwillig. Im Gegensatz dazu sind die Mitglieder des CEN dazu verpflichtet, europäische Normen auf nationaler Ebene zu übernehmen.

Lecksuche unter Vakuumbedingungen: relevante Normen

DIN EN ISO 20484:2017-07 – Begriffe [2]

Die ISO 20484:2017 ist ein Beispiel für die direkte Überführung einer ISO-Norm in eine europäische Norm: Die CEN übernahm die ISO-Vorlage ohne jede Änderung und implementierte sie im deutschsprachigen Raum als DIN EN ISO 20484:2017-07. Sie ersetzt die Vorgängernorm DIN EN 1330-8:1998-07 [3], in der das Vokabular für die Dichtheitsprüfung zusammengefasst ist. Die Definitionen aus dem Themengebiet der Druck- und Vakuummessung wurden entfernt. Außerdem hat der Herausgeber einige Aktualisierungen vorgenommen und Definitionen wurden überarbeitet. Die Norm ist in verschiedenen Sprachversionen verfügbar und wird in der Praxis zur Erstellung von Arbeitsanweisungen und deren Übersetzung verwendet.

Das allgemeingültige Kürzel „ISO“ leitet sich aus dem griechischen Wort „isos“ ab. Dieses bedeutet „gleich“.

DIN EN 1779:1999-10 mit Berichtigung 1:2005-02 – Auswahl von Prüfmethode und Verfahren [4], [5]

Diese Norm unterteilt die Dichtheitsprüfverfahren nach Strömungsrichtung, Prüfumfang und Anwendung der Dichtheitsprüfung für reines Auffinden (qualitative Lokalisierung) oder Gut-/Schlecht-Entscheidung (quantitative Messung). Tabelle 1 zeigt die definierten Kriterien und die Verfahrenskürzel.

Im Februar 2005 wurden Korrekturen in Anhang B, einer Tabelle mit Umrechnungsfaktoren für Leckagerateneinheiten [5], vorgenommen.

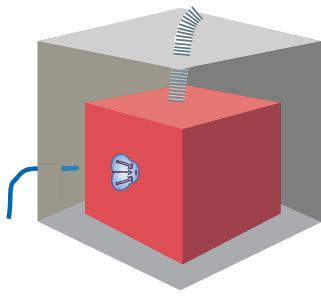
Die Norm beschreibt weiterhin die Umrechnung von unterschiedlichen Leckagerateneinheiten in verschiedenen Industriezweigen und zeigt die Abhängigkeit der Dichtheit – ausgedrückt als Leckagerate für ein bestimmtes Gas – von den Umgebungsbedingungen der Prüfung (Druck und Temperatur). Gerade diese Anleitung ist für den Praktiker von großer Bedeutung. Zudem gibt sie Anwendungsbeispiele und enthält das Formelwerk für das Umrechnen von Leckgeräten unter viskolaminaren und molekularen Strömungsbedingungen für die Einflussgrößen Druck, Temperatur und Gasart. Die Norm gibt außerdem für jedes Verfahren eine kleinste nachweisbare Leckagerate an. Diese Angabe kann für den praktischen Anwender als Indikation dienen, ob die vom Hersteller benannten kleinsten nachweisbaren Leckgeräten auch in der Praxis umsetzbar sind. Durch den immer stärkeren Fortschritt in der Gerätetechnik seit der Veröffentlichung der Norm sind jedoch einige dieser Angaben nicht mehr aktuell. Darüber hinaus wird an einigen Stellen noch Bezug auf Normen genommen, die mittlerweile zurückgezogen wurden, so zum Beispiel DIN EN 1330-8 [3] oder DIN EN 473 [25]. Aus diesem Grund befindet sich die Norm aktuell in Überarbeitung.

Es werden keine Schaubilder für die Verdeutlichung einzelner Verfahren verwendet. Eine anschaulichere Darstellung der unterschiedlichen Prüfverfahren bietet beispielsweise ein Kommentar zur Norm [6] bzw. die Richtlinie DP 1 der DGZfP (Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung) [7].

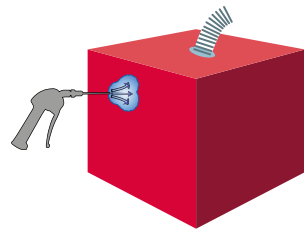
Die DIN EN 1779 fasst zahlreiche Verfahren zusammen, so unter anderem das Prüfgasverfahren, das Druckänderungs- und Durchflussverfahren oder das Blasenprüfverfahren. Ebenfalls wichtig und für Vakuumtechniker relevant ist die Norm ISO 20485:2017-11, die sich ausschließlich auf Testmethoden mit Prüfgas fokussiert.

Strömungsrichtung	Prüfumfang	Anwendbar für	Verfahren
Gasstrom aus dem Objekt	Teilbereich	Lokalisation	B1, B2.2, B4, C3
	Gesamtbereich	Messung	B2.1, B3, D3
Gasstrom in das Objekt		Teilbereich	Lokalisation
	Messung		B5, D1, C1, B3, B6, D3, D4
	Gesamtbereich	Lokalisation	A3
		Messung	A2, D3
		Messung	A1, D2, D3, D4

Tabelle 1: Kriterien zur Auswahl von Methoden und Verfahren nach DIN EN 1779



Integraltest von Gegenständen, im Vakuum
 Vakuumtechnik (ganzheitlich)
 Verfahren A.1



Vakuumtest: Sprühtest
 Vakuumtechnik (lokal)
 Verfahren A.3

Abbildung 1: Ausgewählte Gruppe-A-Verfahren nach ISO 20485: Tracergas, das in den Gegenstand fließt.

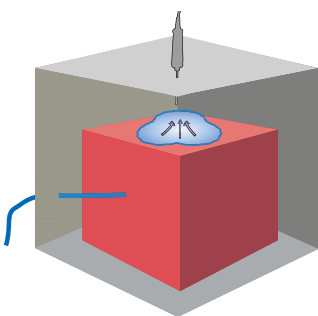
ISO 20485:2017-11 – Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Prüfgasverfahren [8]

Redaktionelle Anpassungen, der Wegfall von Angaben zur Personalqualifikation sowie die Vervollständigung der Methoden um Trägergas-Techniken sind die wesentlichen Neuerungen in dieser Norm. Die Vorgängernorm DIN EN 13185:2001-07 [9] wurde im Mai 2018 zurückgezogen. ISO 20485:2017 legt die Anforderungen an einen Prüfbericht fest. Außerdem beschreibt sie Methoden für Prüfgas, das von außen nach innen in den Prüfgegenstand eindringt. Für den Vakuumtechniker sind dies die wichtigsten Verfahren. Sie sind schematisch in Abbildung 1 dargestellt.

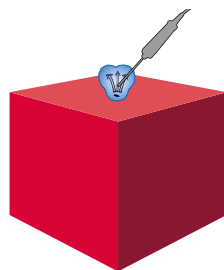
Eine Variante zu den in Abbildung 1 gezeigten Verfahren ist das Verfahren A.2 (Vakuumtechnik (teilweise)). Bei diesem ist der Prüfgegenstand nur teilweise von einer heliumbeaufschlagten Hülle umgeben.

Die Norm stellt außerdem Methoden vor, bei denen das Prüfgas von innen nach außen aus dem Prüfling entweicht. In Ergänzung zu den Hauptverfahren (Abbildung 2) werden folgende Verfahren skizziert:

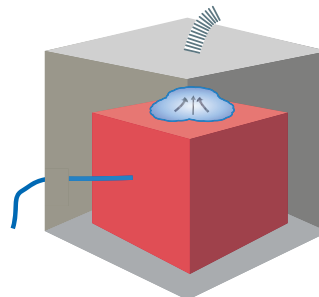
- Verfahren B.1 – Chemische Erkennung mit Ammoniak
 Das Verfahren wird vor allem an mit Ammoniak betriebenen Kälteanlagen eingesetzt
- Verfahren B.2.1 – Vakuumglocke unter Anwendung von internem Tracergas
 Dieses Verfahren findet vorwiegend bei sehr großen Prüfobjekten mit aufgesetzter Vakuumglocke Einsatz.
- Verfahren B.2.2 – Vakuumglocke unter Anwendung von Tracergas auf der Gegenseite
- Verfahren B.2.2 ist vor allem bei Flachmaterial mit aufgesetzter Vakuumglocke in Verwendung. Dies können zum Beispiel zwei aneinandergeschweißte Platten sein, bei denen auf der einen Seite eine Vakuumglocke aufgesetzt und die andere Seite mit Helium besprüht wird.
- Verfahren B.5 – Drucklagerungstechnik
 Das Drucklagerungsverfahren ist auch als „Bombing-Test“ bekannt. Es wird für die Prüfung von kleinen, hermetisch dichten Bauteilen verwendet. In einem ersten Schritt werden diese unter hohem Druck einer Heliumatmosphäre ausgesetzt. Sind Leckkanäle vorhanden, dringt während dieser Phase Helium in den Prüfling ein. In einem zweiten Schritt erfolgt die Prüfung des zu testenden Objekts dann in einer Vakuumkammer, analog zu Verfahren B. 6.
- Verfahren B.7 – Trägergas-Technik
 Dieses Verfahren wurde neu in die Norm integriert. Bei ihm wird der Prüfling mit Tracergas gefüllt und von einer Glocke beziehungsweise Einhausung umgeben. Diese wird – im besten Fall mit einem tracergasfreien – Trägergas umspült. Dieses Trägergas trägt austretendes Tracergas weg und kann am Auslass des Trägergases mit einem geeigneten Sensor nachgewiesen werden. In den meisten Fällen handelt es sich bei diesem Sensor um die Schnüffelsonde eines Helium-Lecksuchers. Bei diesem Verfahren wird einfache Gerätetechnik als Variante des Schnüffelverfahrens genutzt. Es wird unter anderem zur Prüfung an Dichtungen von Ventilen eingesetzt. Bei dieser Anwendung können die Flansche des Ventils abgeklebt werden. Das zwischen Flansch und Dichtung eingeschlossene Volumen wird mit einem Trägergas gespült. So kann die Dichtungsprüfung in eingebautem Zustand durchgeführt werden.



Schnüffelprüfung: Integraltest bei Atmosphärendruck
 Akkumulationstechnik
 Verfahren B.3



Schnüffelprüfung
 Schnüffeltechnik
 Verfahren B.4



Integraler Vakuumtest
 Vakuumkammer-Technik
 Verfahren B.6

Abbildung 2: Gruppe-B-Verfahren nach ISO 20485: Tracergas, das aus dem Gegenstand fließt.



Abbildung 3: Die zerstörungsfreie Dichtheitsprüfung ist vor allem in den Serienproduktionen der Automobilindustrie unverzichtbar.

Zudem kann das Verfahren auch in einer weiteren Variante durchgeführt werden, die jedoch nicht ausdrücklich Bestandteil der Norm ist: Bei dieser wird das Prüfobjekt mit einem Trägergas durchspült (Druckbereich ca. 0,1 ... 25 mbar) und das Prüfgas von außen aufgebracht. Diese Variante ist vor allem für Objekte geeignet, die einen hohen Strömungswiderstand im Hochvakuum besitzen. Dies sind beispielsweise Gasversorgungsleitungen oder Rohre eines Rohrbündelwärmetauschers.

Die Norm ISO 20485 zeigt auf, welche Apparaturen und Geräte notwendig sind. Zudem verweist sie auf die bereits aktualisierten Normen für Gerätetechnik und Kalibrierung.

ISO 20486:2017-12 – Non-destructive testing – Leak testing – Calibration of reference leaks for gases [10]

Diese Norm ist der Nachfolger der DIN EN 13192 [11]. Sie beschreibt die Kalibrierung von Prüflecks. In der aktuellen Fassung wurden verschiedene Definitionen ergänzt und auch die Umgebungsbedingungen für Nennleckageraten definiert. Zudem finden sich eine grafische Aufbereitung des Anwendungsbereichs der Norm sowie Empfehlungen, welches Verfahren für die verschiedenen Leckageratenbereiche angewendet werden sollte.

Die Methoden A und B, welche bereits in den Vorgängernormen enthalten waren, beschreiben die Kalibrierung durch den Vergleich mit Referenzlecks – entweder mit einem oder zwei Vergleichslecks im Vakuum- und Schnüffelbetrieb. Auch Methode C wurde bereits in der Vorgängernorm berücksichtigt. Bei ihr handelt es sich um eine volumetrische Kalibrierung. Die Methode D wurde für Prüflecks im Leckageratenbereich zwischen 0,2 Pa m³/s und 8 Pa m³/s ergänzt; bei ihr handelt es sich um eine Kalibrierung durch Wasserverdrängung. Für sehr große Lecks im Bereich zwischen 2000 sccm und 100.000 sccm wurde Methode E ergänzt. Hierbei erfolgt die Kalibrierung durch volumetrische Gaszähler. Methode F

beschreibt die Kalibrierung durch Druckänderung in einem bekannten Volumen für den klassischen Empfindlichkeitsbereich von Helium-Leckuchgeräten. Die Kalibrierung durch Volumenänderung bei konstantem Druck ist als Methode G in der Norm enthalten. Durch die Ergänzung dieser zahlreichen Prüfverfahren auch für große Leckageraten hat sich der Umfang der Norm etwa verdoppelt. Für die Vakuumtechnik sind die Verfahren für große Leckageraten weniger relevant, in der industriellen Dichtheitsprüfung sind sie jedoch von großer Bedeutung.

DIN EN 1518:1998-06 – Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Charakterisierung von massenspektrometrischen Leckdetektoren [12]

Die DIN EN 1518 legt das Handwerkszeug für Dichtheitspersonal fest. Sie beschreibt die massenspektrometrischen Helium-Lecksuchgeräte, definiert das benötigte Zubehör für die charakterisierenden Messungen und präsentiert Prüfverfahren für die kleinste nachweisbare Leckagerate und die kleinste nachweisbare Konzentration. Darüber hinaus legt sie auch die Referenzbedingungen und den Inhalt eines Prüfberichts fest.

DIN EN 13625:2002-03 – Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Anleitung zur Auswahl von Geräten zur Messung von Gasleckagen [13]

Die DIN EN 13625 bietet eine Anleitung zur Auswahl von Dichtheitsprüfgeräten, dem entsprechenden Zubehör sowie zur Durchführung der verschiedenen Prüfverfahren. Berücksichtigt werden in dieser Norm die Prüfgasmethoden nach Verfahren der Gruppen A (Gasströmung in das Objekt) und B (Gasströmung aus dem Objekt) sowie Blasenprüfmethoden und Druckänderungsverfahren.

Normen für die Dichtheitsprüfung außerhalb der Vakuumtechnik

Bei der Dichtheitsprüfung unter Vakuum werden für die Prüfung von Vakuumbehältern oder Gasleitungen in den meisten Fällen klassische Helium-Lecksucher verwendet. Diese Geräte sind mit massenspektrometrischen Detektoren ausgestattet, die im Hochvakuum arbeiten. Zum Großteil liegt die Expertise zur Gerätetechnik und den Anwendungen bei den Herstellern der Geräte. Die Verwendung von Dichtheitsprüfung in industriellen Prozessen, meist in Form einer produktionsbegleitenden



Abbildung 4: Kalibrierstation von Pfeiffer Vacuum

Titel alt	Titel neu
DIN EN 1330-8:1998-07 Zerstörungsfreie Prüfung – Terminologie – Teil 8: Begriffe der Dichtheitsprüfung; Dreisprachige Fassung EN 1330-8:1998 (zurückgezogen)	DIN EN ISO 20484:2017-07 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Begriffe (ISO 20484:2017); Deutsche Fassung EN ISO 20484:2017
DIN EN 1779:1999-10 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Kriterien zur Auswahl von Prüfmethoden und -verfahren; Deutsche Fassung EN 1779:1999 Berichtigung 1:2005-02 Berichtigungen zu DIN EN 1779:1999-10	Noch gültig, aktuell in Überarbeitung Für weitere Informationen siehe [6], [7].
DIN EN 13185:2001-07 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Prüfgasverfahren; Deutsche Fassung EN 13185:2001 Beabsichtigte Zurückziehung mit Ersatz zum 2018-05 durch: DIN EN ISO 20485, Ausgabe:2018-05	ISO 20485:2017-11 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Prüfgasverfahren [8]
DIN EN 13192:2002-03 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Kalibrieren von Referenzlecks für Gase; Deutsche Fassung EN 13192:2001	ISO 20486:2017-12 Non-destructive testing – Leak testing – Calibration of reference leaks for gases DIN EN ISO 20486:2018-05 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Kalibrieren von Referenzlecks für Gase (ISO 20486:2017); Deutsche Fassung EN ISO 20486:2018
DIN EN 13625:2002-03 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Anleitung zur Auswahl von Geräten zur Messung von Gasleckagen; Deutsche Fassung EN 13625:2001	Noch gültig
DIN EN 1518:1998-06 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Charakterisierung von massenspektro- metrischen Leckdetektoren; Deutsche Fassung EN 1518:1998	Noch gültig
DIN EN 1593:1999-11 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Blasenprüfverfahren; Deutsche Fassung EN 1593:1999	Noch gültig
DIN EN 13184:2001-07 Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Druckänderungs- verfahren; Deutsche Fassung EN 13184:2001 [15]	Noch gültig

Tabelle 2: Gegenüberstellung von aktuellen Normen und ihren Vorgängern

den Prüfung, stellt weitere Anforderungen an Einsatz und Quantifizierung der Messergebnisse von Helium-Lecksuchern sowie zahlreichen anderen Detektortypen und Verfahren. Beispiele für solche Verfahren sind die Blasenprüfung oder Druckänderungs- und Durchflussverfahren.

DIN EN 1593:1999-11 – Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Blasenprüfverfahren; Deutsche Fassung EN 1593:1999 [14]

Blasenprüfverfahren werden in der DIN EN 1593:1999-11 beschrieben. Diese Norm umfasst dabei das Eintauchen eines Prüfobjekts unter (Gas-)Überdruck in eine Flüssigkeit sowie das Auftragen einer Prüfflüssigkeit auf das Testobjekt. Es wurde bereits vorgeschlagen, die Ultraschall-Gasblasenprüfung in die Norm zu integrieren. Dies wurde jedoch noch nicht umgesetzt. Generell werden Blasenprüfverfahren vor allem zur Lokalisierung von Leckagen eingesetzt.

DIN EN 13184:2001-07- Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Druckänderungsverfahren; Deutsche Fassung EN 13184:2001 [15]

Die Dichtheitsprüfung mit Druckänderungsverfahren dient vor allem der quantitativen Messung einer Leckagerate als Grundlage für eine Gut-/Schlecht-Entscheidung. In industriellen Serienproduktionen wie zum Beispiel in der Automobilindustrie sind diese Verfahren von höchster technischer Bedeutung. In der Vakuumtechnik werden diese Dichtheitsprüfmethoden beispielsweise nach Wartungsarbeiten an Beschichtungsanlagen eingesetzt, um eine integrale Leckageprüfung zu definieren. Diese dient als Kriterium für die Freigabe der Anlage für den nachfolgenden Vakuumprozess. Wichtig ist, dass hierbei auch Gasströme aufgrund von Desorption und Permeation berücksichtigt werden. Wird das definierte Freigabekriterium knapp überschritten, kann es hilfreich sein, die Desorptionsgaslast durch Druckwechselspülung zu verringern.

Zusammenfassung

Die Präsentation aktuell gültiger Normen und Vorschriften ist immer nur eine Momentaufnahme. Tabelle 2 stellt die aktuell relevanten Normen für die Lecksuche und Dichtheitsprüfung dar.

Darüber hinaus werden einige Normen in spezifischen Industriezweigen angewendet. Dies sind zum Beispiel

- Umweltprüfungen für elektronische Bauelemente [16]
- Dichtheitsprüfung von Kälteanlagen [17], [18]
- Dichtheitsprüfung von Industriearmaturen [19], [20]
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft samt Änderungen [21], [22], [23], [24]

Ausblick

Die technische und wirtschaftliche Relevanz von Lecksuche und Dichtheitsprüfung ist enorm. Dies wird an Beispielen wie der Explosion des Space Shuttles „Challenger“ und der größten Rückrufaktion der Automobilgeschichte deutlich: beide Vorfälle wurden von Dichtheitsproblemen verursacht. Trotzdem wird dieses Themengebiet in den meisten universitären und betrieblichen Ausbildungen nicht berücksichtigt. Entsprechend wichtig ist es, dass die vorliegenden Informationen und Normen durch speziell geschultes Personal korrekt angewendet werden. Entsprechende Schulungsmaßnahmen sind im Trainingsangebot von Pfeiffer Vacuum enthalten. Zudem bieten anerkannte Ausbildungsstätten umfassende zertifizierte Schulungen an. Die DGZfP führt zum Beispiel Zertifikatskurse in den Stufen LT 1, 2 oder 3 nach DIN EN ISO 9712 [26], [27] durch. Zudem sind derzeit Zwischenstufen für zahlreiche Prüfverfahren in Vorbereitung, die zertifizierte Ausbildungen für Prüfer bieten.

Literatur

- [1] Europäische Normen in der Lecksuchtechnik, Hans Rottländer, Vakuum in Forschung und Praxis Vol. 26/2, S. 23-26.
- [2] DIN EN ISO 20484:2017-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Begriffe (ISO 20484:2017); Deutsche Fassung EN ISO 20484:2017
- [3] DIN EN 1330-8:1998-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Terminologie - Teil 8: Begriffe der Dichtheitsprüfung; Dreisprachige Fassung EN 1330-8:1998 (zurückgezogen)
- [4] DIN EN 1779:1999-10
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Kriterien zur Auswahl von Prüfmethode und -verfahren; Deutsche Fassung EN 1779:1999
- [5] DIN EN 1779 Berichtigung 1:2005-02
Berichtigungen zu DIN EN 1779:1999-10
- [6] Neue Norm zur Auswahl eines geeigneten Verfahrens zur Lecksuche und Dichtheitsprüfung
Gerald Schröder, Forschungszentrum Jülich, ZfP-Zeitung 74, April 2001, S. 31 bis 39
- [7] DGZfP Richtlinie DP 01; Richtlinie über die Auswahl eines geeigneten Prüfgas für die Dichtheitsprüfung nach DIN EN 13185 (mit Anhang zur Auswahl eines Dichtheitsprüfverfahrens nach DIN EN 1779)
August 2010, 30 S.
- [8] ISO 20485:2017-11
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Prüfgasverfahren
- [9] DIN EN 13185:2001-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Prüfgasverfahren;
Deutsche Fassung EN 13185:2001
- [10] ISO 20486:2017-12
Non-destructive testing — Leak testing — Calibration of reference leaks for gases
- [11] DIN EN 13192
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Kalibrieren von Referenzlecks für Gase;
Deutsche Fassung EN 13192:2001
- [12] DIN EN 1518:1998-06
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Charakterisierung von massenspektrometrischen Leckdetektoren
- [13] DIN EN 13625:2002-03
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Anleitung zur Auswahl von Geräten zur Messung von Gasleckagen
- [14] DIN EN 1593:1999-11
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Blasenprüfverfahren;
Deutsche Fassung EN 1593:1999
- [15] DIN EN 13184:2001-07
Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Druckänderungsverfahren;
Deutsche Fassung EN 13184:2001
- [16] DIN EN 60068-2-17:1995-05
Umweltprüfungen - Teil 2: Prüfungen - Prüfung Q: Dichtheit (IEC 60068-2-17:1994);
Deutsche Fassung EN 60068-2-17:1994
- [17] DIN EN 378-1:2018-04
Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien; Deutsche Fassung EN 378-1:2018
- [18] DIN EN 378-2:2018-04
Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen - Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation; Deutsche Fassung EN 378-2:2018
- [19] DIN EN ISO 15848-1:2017-07
Industriearmaturen - Mess-, Prüf- und Qualifikationsverfahren für flüchtige Emissionen - Teil 1: Klassifizierungssystem und Qualifikationsverfahren für die Bauartprüfung von Armaturen (ISO 15848-1:2015 + Amd.1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 15848-1:2015 + A1:2017
- [20] DIN EN ISO 15848-2:2015-11
Industriearmaturen - Mess-, Prüf- und Qualifikationsverfahren für flüchtige Emissionen - Teil 2: Fertigungsbegleitende Abnahmeprüfung von Armaturen (ISO 15848-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 15848-2:2015
- [21] TA Luft:2002-07-24
Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft)
- [22] TA Luft Fortsch:2011-10-14
- [23] TA Luft Fortsch 2013:2013-12-16
- [24] TA Luft Fortsch 2015:2015-04-27
- [25] DIN EN 473:2008-09
Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung - Allgemeine Grundlagen; Deutsche Fassung EN 473:2008
- [26] DIN EN ISO 9712:2012-12
Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712:2012); Deutsche Fassung EN ISO 9712:2012
- [27] DIN EN ISO 9712 Beiblatt 1:2014-05
Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung; Beiblatt 1: Empfehlungen zur Anwendung von DIN EN ISO 9712:2012-12

Irrtümer und/oder Änderungen vorbehalten. PL0020PDE (Juni 2019/0)