

DIN EN 13555

ICS 23.040.60; 23.040.80

EntwurfEinsprüche bis 2020-01-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13555:2014-07

**Flansche und ihre Verbindungen –
Dichtungskennwerte und Prüfverfahren für die Anwendung der Regeln für
die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und
Dichtungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13555:2019**

Flanges and their joints –

Gasket parameters and test procedures relevant to the design rules for gasketed circular
flange connections;

German and English version prEN 13555:2019

Brides et leurs assemblages –

Paramètres de joints et procédures d'essai relatives aux règles de calcul des assemblages à
brides circulaires avec joint;

Version allemande et anglaise prEN 13555:2019

AnwendungswarnvermerkDieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-11-08 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 von 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 nard@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 Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD),
10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 82 Seiten

DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13555:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 74 „Flansche und Flanschverbindungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 082-00-16 AA „Flansche und ihre Verbindungen; Spiegelausschuss zu CEN/TC 74“ im DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD).

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13555:2014-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in Abschnitt 3 wurde die Liste der Definitionen überarbeitet;
- b) in Abschnitt 4 wurde die Liste der Symbole überarbeitet;
- c) ein neuer Unterabschnitt 6.3 mit Prüfanforderungen für Metallfolien wurde hinzugefügt;
- d) Abschnitt 6.4 über die Oberflächenbeschaffenheit wurde überarbeitet;
- e) die Unterabschnitte 7.2 und 7.3 über Prüfdichtungen wurden überarbeitet;
- f) Abschnitt 8 einschließlich Bild 1 bis Bild 8 über Prüfverfahren wurde vollständig überarbeitet;
- g) in Abschnitt 9 wurden die Berichtsdetails überarbeitet;
- h) Anhang F über die Beziehung der Dichtungsparameter in EN 13555 zu denen der PVRC-Methode wurde überarbeitet;
- i) ein neuer informativer Anhang G zur Bestimmung der Dichtungseigenschaften von Banddichtungsmaterialien, die in Rollenform erhältlich sind, wurde hinzugefügt;
- j) ein neuer informativer Anhang H über die vorgeschlagene Methode zur Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten von Dichtungen wurde hinzugefügt.

Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungskennwerte und Prüfverfahren für die Anwendung der Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtungen

Brides et leurs assemblages — Paramètres de joints et procédures d'essai relatives aux règles de calcul des assemblages à brides circulaires avec joint

Flanges and their joints — Gasket parameters and test procedures relevant to the design rules for gasketed circular flange connections

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole	8
5 Liste der Dichtungskennwerte.....	9
6 Prüfgeräte.....	9
6.1 Ausführung.....	9
6.2 Prüfplatten	10
6.3 Metallfolien	10
6.4 Oberflächenbeschaffenheit.....	10
6.5 Messung der Dichtungsdicke.....	11
6.6 Belastung	11
6.7 Temperatur	11
6.8 Leckagemessung.....	11
7 Prüfdichtungen	11
7.1 Anzahl der Dichtungen	11
7.2 Probenahme und Kennzeichnung der Dichtungen	11
7.3 Vorkonditionierung der Dichtungen	12
7.4 Abmessungen der Prüfdichtungen	12
7.5 Messung der Prüfdichtungen im Lieferzustand	12
7.6 Einfluss der Abmessungen der Dichtung.....	13
8 Prüfverfahren.....	13
8.1 Allgemeines.....	13
8.2 Prüfkonzept	14
8.3 Bezugsdicke der Dichtung.....	14
8.4 Stauchkurve	14
8.5 Ermittlung von Q_{smax}	14
8.5.1 Bestimmung von Q_{smax}	14
8.6 Bestimmung der Werte für E_G	18
8.6.1 Ermittlung der Werte für E_G aus den bei der Q_{smax} -Ermittlung bestimmten Daten.....	18
8.7 Ermittlung von P_{QR} und Δe_{Gc}	20
8.8 Ermittlung von $Q_{min(L)}$ und $Q_{smin(L)}$	21
8.8.1 Allgemeines.....	21
8.8.2 Dichtheitsdiagramm.....	24
8.9 Ermittlung von $Q_{smin(L)}$ bei erhöhten Temperaturen	24
8.10 Ermittlung des axialen Wärmeausdehnungskoeffizienten	24
8.11 Ermittlung des Haftreibungskoeffizienten	25
9 Einzelheiten zu den Angaben im Prüfbericht.....	25
Anhang A (informativ) Verallgemeinerte schematische Darstellung einer Prüfeinrichtung.....	26

Anhang B (informativ) Schematische Darstellung einer Prüfeinrichtung für Stauch- und Druck-Kriech-Prüfungen	27
Anhang C (informativ) Schematische Darstellung einer Prüfeinrichtung für die Leckagemessung bei Umgebungstemperatur	28
Anhang D (informativ) Schematische Darstellung einer Prüfeinrichtung für die Leckagemessung mit austauschbaren Druckprüfplatten	29
Anhang E (informativ) Übertragbarkeit der gemessenen Leckageraten auf Betriebsbedingungen.....	30
Anhang F (informativ) Ermittlung des Dichtungskennwertes $Q_{smin(L)}$ nach Langzeitbetrieb unter simulierten Betriebsbedingungen bei erhöhter Temperatur.....	31
Anhang G (informativ) Bestimmung der Dichtungseigenschaften von Werkstoffen für Dichtungsbänder auf Rolle.....	33
Anhang H (informativ) Vorschlag eines Verfahrens zur Ermittlung des Haftreibungskoeffizienten μ_G von Dichtungen	34
Anhang I (informativ) Leitfaden für die Auswertung der Prüfergebnisse und die zulässige Änderung von gemessenen Eigenschaften	36
Literaturhinweise	40

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13555:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 74 „Flansche und Flanschverbindungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13555:2014 ersetzen.

Im Vergleich zur vorherigen Ausgabe wurden die folgenden technischen Änderungen vorgenommen:

- a) in Abschnitt 3 wurde die Auflistung der Definitionen überarbeitet;
- b) in Abschnitt 4 wurde die Auflistung der Symbole überarbeitet;
- c) ein neuer Unterabschnitt 6.3 mit Prüfanforderungen an Metallfolien wurde hinzugefügt;
- d) der Unterabschnitt 6.4 über die Oberflächenbeschaffenheit wurde überarbeitet;
- e) Unterabschnitt 7.2 und Unterabschnitt 7.3 über Prüfdichtungen wurden überarbeitet;
- f) Abschnitt 8, einschließlich Bild 1 bis Bild 8, über Prüfverfahren wurde vollständig überarbeitet;
- g) in Abschnitt 9 wurden die Einzelheiten zum Prüfbericht überarbeitet;
- h) Anhang F über das Verhältnis der Dichtungskennwerte in EN 13555 zu den Kennwerten nach dem PVRC-Verfahren wurde überarbeitet;
- i) ein neuer informativer Anhang G über die Bestimmung der Dichtungseigenschaften von Werkstoffen für Dichtungsbänder auf Rolle wurde hinzugefügt;
- j) ein neuer informativer Anhang H über das empfohlene Verfahren zur Ermittlung des Haftreibungskoeffizienten von Dichtungen wurde hinzugefügt.

Einleitung

Dieses Dokument legt die Prüfverfahren zur Ermittlung der Dichtungskennwerte fest, damit die in EN 1591-1 festgelegten Gleichungen für die Auslegung angewendet werden können. Die gleichen Prüfverfahren dürfen für die „Typprüfung“ von Dichtungen und Dichtungswerkstoffen angewendet werden. Diese Verfahren gelten nicht für Zwecke der routinemäßigen Qualitätslenkung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die nach EN 1591-1 geforderten Dichtungskennwerte fest und enthält die Prüfverfahren zur Ermittlung der Zahlenwerte dieser Kennwerte.

Dichtungen, die gänzlich auf Elastomeren basieren oder die auf Elastomeren mit lediglich dem Einschluss feinteiliger Füllstoffe oder feinteiliger Verstärkungen basieren, liegen im Gegensatz zu Dichtungen, in denen Elastomere, Füllstoffe und Faserverstärkungen miteinander kombiniert werden, nicht im Anwendungsbereich dieses Dokumentes.

ANMERKUNG Die enthaltenen Prüfverfahren können auch für andere Dichtungsformen und -maße angewendet werden.

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).

EN 1092 (alle Teile), *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet*

EN 1514-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen*

EN 1514-2, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 2: Spiraldichtungen für Stahlflansche*

EN 1514-3, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 3: Nichtmetallische Weichstoffdichtungen mit PTFE-Mantel*

EN 1514-4, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 4: Dichtungen aus Metall mit gewelltem, flachem oder gekerbtem Profil für Stahlflansche*

EN 1514-6, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 6: Kammprofildichtungen für Stahlflansche*

EN 1514-7, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung — Teil 7: Metallummantelte Dichtungen mit Auflage für Stahlflansche*

EN 1591-1:2013, *Flansche und ihre Verbindungen — Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung — Teil 1: Berechnung*

EN 1759 (alle Teile), *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach Class bezeichnet*

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

EN 12560-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen*

EN 12560-2, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße von Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 2: Spiraldichtungen für Stahlflansche*

EN 12560-3, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 3: Nichtmetallische Weichstoffdichtungen mit PTFE-Mantel*

EN 12560-4, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 4: Dichtungen aus Metall mit gewelltem, flachem oder gekerbtem Profil für Stahlflansche*

EN 12560-5, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 5: RTJ-Dichtungen aus Metall für Stahlflansche*

EN 12560-6, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 6: Kammprofildichtungen für Stahlflansche*

EN 12560-7, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 7: Metallummantelte Dichtungen mit Auflage für Stahlflansche*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1

Q_{smax}

maximale Flächenpressung, mit der die Dichtung bei den angegebenen Temperaturen belastet werden darf, ohne dass ein Kollaps oder „mechanisches Versagen“, eine Bruchstauchung, ein unzulässiges Eindringen der Dichtung in die Bohrung oder eine Beschädigung der verpressten Dichtungsfläche auftritt, so dass die Dichtung zu versagen droht

3.2

$Q_{\text{min}(L)}$

erforderliche Mindest-Flächenpressung auf der Dichtung bei Montage bei der Umgebungstemperatur, damit durch Anpassung der Dichtung an die Rauheit der Flanschdichtflächen und Abdichten der inneren Leckage- wege die geforderte Dichtheitsklasse L für den gegebenen Innendruck erreicht wird

3.3

$Q_{\text{smin}(L)}$

erforderliche Mindest-Flächenpressung auf der Dichtung unter Betriebsbedingungen, d. h. nach Entlastung im Betrieb bei Betriebstemperatur, damit die erforderliche Dichtheitsklasse L für den gegebenen Innendruck gehalten wird

3.4

L_N

Dichtheitsklassen sind in Tabelle 1 in Form von spezifischen Leckageraten festgelegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Höhere Dichtheitsklassen können, falls erforderlich, durch Fortsetzen der Reihe zusätzlich angegeben werden.

Tabelle 1 — Dichtheitsklassen

Dichtheitsklasse L_N	$L_{1,0}$	$L_{0,1}$	$L_{0,01}$
Spezifische Leckagerate [$\text{mg s}^{-1} \text{m}^{-1}$]	$\leq 1,0$	$\leq 0,1$	$\leq 0,01$

3.5

P_{QR}

Faktor, der den Relaxationseinfluss auf die Dichtungsbelastung zwischen dem Anziehen der Schrauben und der Langzeiteinwirkung der Betriebstemperatur berücksichtigt

3.6

E_G

Elastizitätsmodul bei Entlastung, der anhand der Rückverformung der Dicke der Dichtung zwischen Anfangsflächenpressung und der Entlastung auf ein Drittel der ursprünglichen Flächenpressung ermittelt wird

3.7

α_G

Wärmeausdehnungskoeffizient der Dichtung in axialer Richtung unter Betriebsbedingungen (Temperatur und Flächenpressung)

3.8

Δe_{Gc}

zusätzliche Dickenänderung der Dichtung oder des Dichtelements, die durch Kriechen zwischen dem Erreichen der Belastung und dem Ende der Prüfdauer hervorgerufen wird

3.9

μ_G

Haftreibungskoeffizient zwischen Dichtung und Flanschdichtfläche unter Betriebsbedingungen und bei äußerer Belastung

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Symbole.

Wenn Einheiten gelten, sind diese in Klammern angegeben. Sind keine Einheiten anwendbar, ist nichts angegeben.

α_G	axialer Wärmeausdehnungskoeffizient der Dichtung	[K ⁻¹]
μ_G	Haftreibungskoeffizient zwischen Dichtung und Flanschdichtfläche	–
e_G	Dicke der Dichtung oder des Dichtelementes	[mm]
Δe_{Gc}	Dickenänderung der Dichtung oder des Dichtelementes aufgrund des Kriechens	[mm]
A_G	verpresste Dichtungsfläche	[mm ²]
d	Innendurchmesser der Dichtung	[mm]
d_s	Innendurchmesser der verpressten Dichtungsfläche	[mm]
D	Außendurchmesser der Dichtung	[mm]
D_s	Außendurchmesser der verpressten Dichtungsfläche	[mm]
E_G	Elastizitätsmodul der Dichtung bei Entlastung	[MPa]
L_N	Dichtheitsklasse entsprechend der Leckagerate — N im Index bezeichnet die maximale spezifische Leckagerate für die entsprechende Dichtheitsklasse	[mg s ⁻¹ m ⁻¹]

P_{QR}	Kriechrelaxationsfaktor, Verhältnis von Rest- und ursprünglicher Flächenpressung der Dichtung	–
Q	Flächenpressung	[MPa]
Q_A	Flächenpressung der Dichtung bei Montage vor der Entlastung	[MPa]
$Q_{\min(L)}$	erforderliche Mindest-Flächenpressung für Dichtheitsklasse L bei Montage	[MPa]
$Q_{\min(L)}$	erforderliche Mindest-Flächenpressung für Dichtheitsklasse L nach Entlastung (Betrieb)	[MPa]
$Q_{\max}$	maximale Flächenpressung, mit der die Dichtung bei Betriebstemperatur belastet werden kann, ohne dass eine Beschädigung erfolgt	[MPa]

Übereinstimmung mit EN 1591-1:

Q_A , die Flächenpressung der Dichtung bei Montage, ist die Flächenpressung im Belastungszustand 0 und ist in EN 1591-1 als Q_A festgelegt.

5 Liste der Dichtungskennwerte

Die Dichtungskennwerte für die Berechnungsverfahren für die Auslegung von verschraubten Flanschverbindungen nach EN 1591-1 sind zusammen mit den Prüfverfahren zur Ermittlung des Zahlenwertes für den jeweiligen Kennwert in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 — Dichtungskennwerte und Prüfverfahren

Dichtungskennwert	Definition Unterabschnitt	Prüfverfahren Unterabschnitt
$Q_{\max}$	3.1	8.5
$Q_{\min(L)}$	3.2	8.8
$Q_{\min(L)}$	3.3	8.8 und 8.9
L_N	3.4	8.8 und 8.9
P_{QR}	3.5	8.7
E_G	3.6	8.6
α_G	3.7	8.10
Δe_{Gc}	3.8	8.7
μ_G	3.9	8.11

6 Prüfgeräte

6.1 Ausführung

Schematische Darstellungen der Prüfvorrichtungen für Stauchprüfungen, Kriech-/Relaxationsprüfungen und Leckagemessungen werden im informativen Anhang A bis informativen Anhang D, Bild A.1, Bild B.1, Bild C.1

und Bild D.1, gezeigt. Anhang A ist eine verallgemeinerte Darstellung, während in den anderen Bildern nähere Einzelheiten zu besonderen Aspekten der einzelnen Prüfungen dargelegt sind.

6.2 Prüfplatten

Die Prüfplatten und gegebenenfalls die Heizplatten müssen hinreichend formsteif sein, damit sie jeder auf die Dichtung ausgeübten Beanspruchung standhalten kann und keine Verformung der Platten auftritt, die zu einer Variation in der Flächenpressung der Dichtung führt. Diese Formsteifigkeit kann für die Untersuchung der elastischen Rückverformung der Dichtung ebenfalls von Bedeutung sein.

Die Abmessungen der Dichtleisten der Prüfplatten müssen denen nach EN 1092-1 für eine Dichtung DN 40/PN 40 und denen nach EN 1759-1 für eine Dichtung NPS 4 CLASS 300 entsprechen.

Für Prüfungen mit Nut-und-Feder-Geometrien sollten Prüfplatten nach EN 1092-1, Form C und Form D oder nach EN 1759-1 verwendet werden.

6.3 Metallfolien

Erfahrungen haben gezeigt, dass einige Dichtungswerkstoffe bei Stauchprüfungen bei hohen Temperaturen, d. h. den Dichtheitsprüfungen bei P_{QR} , Q_{smax} und bei erhöhter Temperatur, während der Prüfung mit hoher Wahrscheinlichkeit stark an den Prüfplatten haften, wodurch es zu Schwierigkeiten bei der Entfernung der Dichtung nach Abschluss der Prüfung und zur Beschädigung der Oberfläche der Platten kommt.

Um eine solche Beschädigung zu verhindern, dürfen bei den P_{QR} - und Q_{smax} -Prüfungen Folien oder Scheiben aus nichtrostendem Stahl mit einer Dicke von 0,05 mm, angeordnet zwischen der Prüfdichtung und den Platten, verwendet werden.

Die Anwendung von Folien oder Scheiben ist im Prüfbericht anzugeben.

Folien oder Scheiben dürfen weder erneut verwendet oder bei Dichtheitsprüfungen bei beliebiger Temperatur eingesetzt, noch bei der in 8.11 festgelegten und vorläufig in Anhang H detailliert beschriebenen Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten angewendet werden.

ANMERKUNG Es ist geplant, eine formale Untersuchung der Auswirkungen der Anwendung von Folien bei P_{QR} - und Q_{smax} -Prüfungen durchzuführen, weshalb es bei der nächsten Überarbeitung dieses Dokumentes möglich sein könnte, dass dann die Verwendung von Folien oder Scheiben nicht mehr zulässig ist.

6.4 Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenbeschaffenheit der Prüfplatten muss innerhalb des Bereichs liegen, der in den maßgeblichen Normen über Flansche der Normenreihe EN 1092 und der Normenreihe EN 1759 festgelegt ist. Die Oberflächenbeschaffenheit von Plattenwerkstoffen, für die die Normen EN 1092-1 und EN 1759-1 gelten, sollte wie nachstehend beschrieben sein.

Für die Oberflächenbeschaffenheit der Prüfplatten gelten folgende Festlegungen:

$$3,2 \mu\text{m} < R_a < 6,3 \mu\text{m}$$

Ausnahmen zu diesem Bereich sind zulässig, wenn die Dichtung für eine Oberflächenbeschaffenheit verwendet werden soll, die nicht in diesem Bereich liegt. In diesem Fall ist die verwendete Oberflächenbeschaffenheit zu dokumentieren.

Vor jeder Prüfung muss durch eine Sichtprüfung sichergestellt werden, dass die Oberflächen der Prüfplatten frei sind von Partikeln der vorherigen Prüfung und Beschädigungen wie Kratzern und Vertiefungen.

6.5 Messung der Dichtungsdicke

Bei den Prüfverfahren, bei denen die Dichtungsdicke während der Prüfung überwacht werden muss, müssen entweder drei Wegaufnehmer im Abstand von jeweils 120° am Kreisumfang der Platten, oder es muss ein Wegaufnehmer zentral in der Mittellinie vorhanden sein.

Für die Leckageprüfung wird jedoch die Verwendung eines axialen Aufnehmers nicht empfohlen, da sich dadurch für die Prüfeinrichtung Probleme bei der Abdichtung ergeben.

6.6 Belastung

Es darf jede Belastungsvorrichtung verwendet werden, die ein Belasten und Entlasten der Dichtung mit einer geforderten und konstanten Geschwindigkeit erlaubt. Die anzuwendende Belastungs- und Entlastungsgeschwindigkeit ist wie folgt festgelegt:

0,5 MPa/s für alle Dichtungstypen mit Ausnahme von Dichtungen auf PTFE-Basis, für die 0,1 MPa/s gelten.

Die Belastung ist in Abhängigkeit von der Zeit aufzuzeichnen.

6.7 Temperatur

Bei allen Prüfungen bei erhöhter Temperatur muss der Temperaturanstieg mit einer Geschwindigkeit von 2 K/min erfolgen.

6.8 Leckagemessung

EN 1779 enthält die Grenzwerte, die bei den verschiedenen Verfahren zur Messung der Leckagerate erreicht werden können. Die in diesem Dokument enthaltenen Angaben sind bei der Auswahl eines Messsystems zu berücksichtigen.

Bei den modernen, leistungsstarken Dichtungswerkstoffen und -ausführungen dürfte das am besten geeignete Messverfahren die Massenspektrometrie sein.

7 Prüfdichtungen

7.1 Anzahl der Dichtungen

Für jede Prüfungsart müssen mindestens zwei Dichtungen geprüft werden.

ANMERKUNG Genauere Festlegungen zur Anzahl der für jede Prüfungsart erforderlichen Wiederholungsprüfungen werden bei der nächsten Überarbeitung dieses Dokumentes zur Verfügung stehen.

7.2 Probenahme und Kennzeichnung der Dichtungen

Die Dichtungen für die Prüfung müssen stichprobenweise während der Fertigung der Dichtungen ausgewählt werden oder aus Dichtungsplatten geschnitten werden, die für die übliche Herstellung repräsentativ sind. Vor der Auswahl für die Prüfung müssen die Dichtungen oder Dichtungsplatten nach den Empfehlungen des Herstellers gelagert worden sein und die Zeit seit ihrer Herstellung sollte innerhalb der vom Hersteller festgelegten zeitlichen Grenzen liegen.

Es müssen einige grundlegende Überprüfungen vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass die Dichtungen oder die Dichtungsplatte nach den üblichen Qualitätssicherungskriterien zulässig sind, bevor die Prüfungen nach dieser Norm durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen sind aufzuzeichnen.

In allen Fällen muss eine vollständige Rückverfolgbarkeit bis zur Fertigung gegeben sein.

7.3 Vorkonditionierung der Dichtungen

Bei jeder Dichtungsart, bei der das Dichtelement nicht aus massivem Metall besteht, muss die Dichtung vor Durchführung der Prüfungen nach dieser Norm wie nachstehend angegeben konditioniert werden.

Die Prüfdichtung muss mindestens 48 h in Luft mit einer relativen Feuchte von $(50 \pm 6) \%$ bei Umgebungstemperatur gelagert werden.

Die erforderliche relative Luftfeuchte kann erzeugt und aufrechterhalten werden, indem z. B. eine gesättigte Lösung von Magnesiumnitrat-Hexahydrat, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, verwendet wird. Die Prüfdichtungen, die bei der erforderlichen relativen Luftfeuchte zu lagern sind, sollten in einem Glasbehälter mit Mattglasdeckel in einem Bereich bei Umgebungstemperatur über einer gesättigten Lösung des Salzes gelagert werden, die einen Überschuss an festem Salz enthält.

Die Prüfdichtungen dürfen frühestens 30 min vor der Durchführung der Prüfung aus der Konditionierungsatmosphäre entnommen werden.

7.4 Abmessungen der Prüfdichtungen

Die Abmessungen der Prüfdichtungen müssen den in Tabelle 3 festgelegten Abmessungen entsprechen.

Tabelle 3 — Abmessungen der Prüfdichtungen für Flansche mit Dichtleiste

Flanschtyp	Abmessungen der Dichtleiste nach	Abmessungen der Dichtung nach
DN 40/PN 40	EN 1092-1	EN 1514-1 bis EN 1514-7 (je nach Dichtungsart)
NPS 4 CLASS 300	EN 1759-1	EN 12560-1 bis EN 12560-7 (je nach Dichtungsart)

Der Zweckmäßigkeit halber sind nachstehend die Dichtungsabmessungen für Plattenwerkstoffe angegeben:

EN 1514-1	Innendurchmesser 49,0 mm	Außendurchmesser 92,0 mm
EN 12560-1	Innendurchmesser 115,0 mm	Außendurchmesser 148,0 mm

Ist der Einsatz in Flanschen mit Nut und Feder vorgesehen, gelten für die Größe der Prüfdichtung die Festlegungen nach EN 1092-1 bzw. nach EN 1759-1, und sie muss zwischen Prüfplatten mit Nut und Feder geprüft werden.

Die Grenzabmaße der Prüfplatten mit Nut und Feder müssen wie folgt sein:

- Minustoleranz für die Federbreite;
- Plustoleranz für die Nutbreite.

Wird diese Prüfvariante durchgeführt, muss dies im Bericht deutlich angegeben sein.

7.5 Messung der Prüfdichtungen im Lieferzustand

Der Innen- und Außendurchmesser der Dichtung oder Dichtfläche müssen mit einem geeigneten Gerät wie Messschraube, Messschieber oder Circometer (π -Band) bei Umgebungstemperatur gemessen werden.

Falls nicht mit einem Circometer gemessen wird, muss die Messung an mindestens vier Stellen am Umfang der Dichtung durchgeführt und der Mittelwert des Durchmessers im Bericht angegeben werden.

Die Mittelwerte müssen den theoretischen Werten innerhalb der in dem entsprechenden Dokument oder in den Angaben des Lieferanten vorgegebenen Grenzabmaße entsprechen.

Die Dicke der Dichtung oder des Dichtungselementes im Lieferzustand muss mit einer Messschraube oder einem anderen geeigneten Gerät, dessen Anlageflächen breit genug sind, um eine Messung ohne Eindringen zu ermöglichen, gemessen werden. Der Wert für die Bezugsdicke der Dichtung ergibt sich durch Messung der Dicke bei einer Flächenpressung auf die Dichtung von 1 MPa bei Umgebungstemperatur nach einer Stabilisierungsdauer von 1 min. Die Messungen der Dicke müssen an mindestens vier Stellen am Umfang der Dichtung oder des Zentrierrings durchgeführt werden und der Mittelwert muss im Bericht angegeben werden. Die gemessene Dicke muss innerhalb der in dem entsprechenden Dokument oder, falls es kein entsprechendes Dokument gibt, innerhalb der in den Angaben des Lieferanten vorgegebenen Grenzabmaße liegen.

Wenn die Dichtung mit dem Dichtelement verbundene Zentrierringe hat, muss die Dicke der Ringe ebenfalls gemessen und dokumentiert werden.

7.6 Einfluss der Abmessungen der Dichtung

Die für Dichtungen erhaltenen Prüfergebnisse werden durch deren Dicke beeinflusst. Bei Plattenwerkstoffen ist die Dicke der Dichtung in Abhängigkeit von der Flächenpressung aufzuzeichnen. Diese Angabe ergibt sich aus der Stauchprüfung bei Umgebungstemperatur, siehe 8.3.

8 Prüfverfahren

8.1 Allgemeines

Für alle Prüfverfahren, die in diesem Dokument ausführlich beschrieben sind, muss die Laborumgebungstemperatur während der Prüfungen $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ und die Temperatur der Prüfplatten zu Beginn aller Prüfungen $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ betragen.

Wird die Prüfung bei erhöhter Temperatur durchgeführt, wird aus Gründen der Einheitlichkeit empfohlen, die Prüftemperatur aus den in Tabelle 4 angegebenen Werten zu wählen.

Tabelle 4 — Empfohlene erhöhte Temperaturen

$T [^\circ\text{C}]$	50	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600
$T [\text{K}]$	323	373	398	423	448	473	498	523	548	573	623	673	723	773	823	873

Der Temperaturanstieg muss in allen Fällen mit einer Geschwindigkeit von 2 K/min erfolgen.

Die Flächenpressung auf die Dichtungen ist unter Verwendung der nachstehend angegebenen durch Pressung der Flanschdichtleiste beanspruchten Dichtungsfläche zu berechnen:

$$A_G = \frac{\pi}{4} (D_s^2 - d_s^2) \quad (1)$$

Wird die gepresste Dichtungsfläche durch Dichtleisten der Prüfplatten entsprechend der Flanschform bestimmt, oder geht die Dichtung über die Dichtfläche der Prüfplatten hinaus, so wird die gepresste Fläche mit der vorstehend genannten Gleichung errechnet, wobei für D_s der Dichtungsaußendurchmesser D , der Außendurchmesser der Dichtfläche der Prüfplatten oder gegebenenfalls der Außendurchmesser der Dichtleiste eingesetzt wird, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, und für d_s der Dichtungsinnendurchmesser d ,

der Innendurchmesser der Dichtfläche der Prüflatten oder gegebenenfalls der Innendurchmesser der Dichtleiste eingesetzt wird, je nachdem, welcher Wert größer ist.

8.2 Prüfkonzzept

Die beiden wichtigsten Eigenschaften einer Dichtung sind die Fähigkeit, eine Abdichtung zu bewirken und aufrechtzuerhalten. Dies spiegelt sich in der Prüfung wider, da nach dem in EN 1591-1 festgelegten Berechnungsverfahren diese Merkmale berücksichtigt werden. Die entsprechenden Prüfergebnisse sind jedoch nicht nur für die Verwendung in Berechnungsverfahren von Bedeutung, sondern unterstützen auch die Entwicklung optimierter Dichtungen.

In diesem Dokument werden zwei Arten von Prüfungen, bezogen auf diese Eigenschaften, im Einzelnen beschrieben. Im ersten Fall werden Prüfungen zur Ermittlung der Werte für $Q_{\min(L)}$ und $Q_{\min(L)}$ durchgeführt, in letzterem Fall Prüfungen zur Ermittlung von $Q_{\max}$, E_G und P_{QR} , Δe_{Gc} und μ_G .

Die Ermittlung von $Q_{\max}$ an Plattenwerkstoffen kann zu einer Überbewertung der Funktionsfähigkeit der Dichtungsplatte führen und es ist daher wichtig, dass alle Werte für $Q_{\max}$ für diese Dichtungsplatten verifiziert werden, indem eine Ermittlung von P_{QR} und Δe_{Gc} bei gleicher Temperatur und gleicher Flächenpressung wie für den $Q_{\max}$ -Wert durchgeführt wird.

8.3 Bezugsdicke der Dichtung

Die für alle Prüfungen zu verwendende Bezugsdicke der Dichtung entspricht dem Dickenwert nach einer einminütigen Flächenpressung von 1 MPa bei Umgebungstemperatur.

8.4 Stauchkurve

Es ist oft sehr nützlich, wenn die Dicke der Dichtung unter einer vorgegebenen Flächenpressung bei Umgebungstemperatur bekannt ist. Die mit der in 6.6 festgelegten Belastungsrate ermittelte Stauchkurve (Dichtungsdicke in Abhängigkeit von der Flächenpressung) muss im Bericht nach Abschnitt 9 angegeben werden, siehe auch 7.6.

8.5 Ermittlung von $Q_{\max}$

8.5.1 Bestimmung von $Q_{\max}$

Bei einigen weichen Dichtungswerkstoffen wird ein plötzliches Versagen oder ein plötzlicher „Zusammenbruch“ beobachtet, wenn die auf die Dichtung wirkende Belastung einen bestimmten Wert übersteigt, und dieser Wert kann dann eindeutig als Wert für $Q_{\max}$ unter den Bedingungen der Prüfung genommen werden. Bei vielen weichen Dichtungswerkstoffen tritt die Wirkung dagegen nicht so plötzlich ein und unter Belastung bei der Montage erfolgt eine stufenweise Ausdehnung, wobei jedoch die Unversehrtheit der Abdichtung voraussichtlich erhalten bleibt, bis es zum Bruch des Werkstoffes in dem belasteten Bereich kommt.

Bei der Prüfung wird die Temperatur bei einer bestimmten Vorpressung der Dichtung auf den geforderten Wert erhöht, wonach zyklische Belastungen und Entlastungen auf die Dichtung mit stufenweise ansteigenden Flächenpressungen durchgeführt werden, bis die Dichtung versagt oder die maximale Belastungskapazität der Prüfmaschine bzw. die vom Hersteller festgelegte maximale Flächenpressung erreicht ist. Für jeden Lastzyklus wird die Dickenabnahme je Einheit der Flächenpressungszunahme aufgezeichnet.

Die Flächenpressung des Lastzyklus vor dem Versagen gilt als $Q_{\max}$ -Wert für die entsprechende Temperatur. Der Kennwert $Q_{\max}$ für Dichtungsplatten-Werkstoffe hängt in großem Maße von der Dichtungsdicke ab, und die ermittelten Werte sind nur für die Dicken der geprüften Dichtungen relevant.

Im vorstehend genannten Zusammenhang gilt als „Versagen“, wenn die Werte für die Dickenabnahme je Einheit der Flächenpressungszunahme, verglichen mit dem Verlauf der vorherigen Werte, so stark ansteigen, dass nicht mehr davon ausgegangen werden kann, dass es sich um Messwertstreuungen handelt.

Das Prüfverfahren ist in Bild 1 dargestellt und es sollten Dichtungen nach den Festlegungen in 7.4 verwendet werden. Die Prüfung kann entweder bei Umgebungstemperatur oder jeder geforderten erhöhten Temperatur durchgeführt werden. Es wird empfohlen, mindestens drei Temperaturen zu wählen, wobei immer die Umgebungstemperatur sowie eine Temperatur am oberen Ende des möglichen Temperaturanwendungsbereiches der Dichtung verwendet werden müssen. Auf die Dichtung wird mit der Belastungsgeschwindigkeit nach 6.6 eine Anfangsbelastung entsprechend 20 MPa aufgebracht, bezogen auf die ursprüngliche Fläche der Dichtung bei Umgebungstemperatur; die anschließende Haltedauer beträgt 5 min. Die Temperatur wird dann mit der in 6.7 festgelegten Geschwindigkeit auf die erforderliche Temperatur erhöht und 15 min gehalten.

Nach dieser Haltezeit wird die Belastung der Dichtung mit der erforderlichen Geschwindigkeit auf ein Drittel des vorherigen Wertes abgesenkt, siehe 6.6, bezogen auf die ursprüngliche Fläche der Dichtung, und über eine Dauer von 5 min gehalten. Die Belastung wird dann mit der erforderlichen Geschwindigkeit erhöht, siehe 6.6, bezogen auf die ursprüngliche Fläche der Dichtung, bis die nächsthöhere Flächenpressung der Dichtung, bezogen auf die ursprüngliche Fläche der Dichtung, erreicht ist (genaue Werte für die Pressungsstufen siehe nachstehend).

Nach einer Haltezeit von 5 min wird dieser Zyklus wiederholt, bis die Flächenpressung der Dichtung den Wert der maximalen Belastbarkeit der Prüfmaschine bzw. die vom Hersteller festgelegte maximale Flächenpressung erreicht hat oder die Dichtung ein deutliches Versagen aufweist.

Die Dickenabnahme je Einheit der Flächenpressungszunahme, bezogen auf die Dicke am Ende des vorherigen Lastzyklus, wird wie in Bild 2 dargestellt. Bei einigen weichen Dichtungswerkstoffen wird ein plötzlicher „Zusammenbruch“ beobachtet, der anzeigt, dass Q_{smax} überschritten wurde. Der Wert von Q_{smax} ist als der Wert für die Flächenpressung der Dichtung zu verstehen, der verwendet wurde, bevor die schrittweise Dickenänderung eine Zunahme aufwies.

Wird kein eindeutiges Versagen beobachtet und die Dichtung weist keine Anzeichen für eine Beschädigung oder Rissbildung auf, kann für Q_{smax} der Wert der maximalen Belastung angegeben werden. Wenn die Dichtung Anzeichen für eine Beschädigung oder Rissbildung aufweist, sind weitere Prüfungen erforderlich, um einen Wert für Q_{smax} zu ermitteln. Die zusätzlichen Prüfungen erfordern die Durchführung von P_{QR} -Prüfungen nach 8.7 bei 500 kN/mm bei einer DN 40/PN 40-Dichtung oder 1 500 kN/mm bei einer 4"-Class 300-Dichtung, wie in Bild 3 angegeben, sowie die anschließende Untersuchung der Prüfdichtung hinsichtlich eines Eindringens der Dichtung in die Bohrung sowie einer Beschädigung der Dichtung.

Wenn kein Versagen, jedoch eine Beschädigung oder Rissbildung der Prüfdichtung aufgetreten ist, muss zur Bestimmung des Q_{smax} -Wertes die in Bild 3 angegebene P_{QR} -Prüfung mit einer Dichtung der Abmessungen von DN 40/PN 40 oder ASME B16.21 4"-Class 300 durchgeführt werden. Es muss im Datenblatt angegeben werden, wenn sich der Innendurchmesser einer DN 40/PN 40-Dichtung auf einen Wert unter 43,1 mm oder der einer 4"-300 Class-Dichtung auf einen Wert unter 89,6 mm verringert hat. Zur Bewertung, ob der Innendurchmesser der Bohrung weniger als der angegebene Wert beträgt, ist eine Blechlehre zu verwenden. Ein Eindringen liegt vor, wenn die Blechlehre nach der Prüfung nicht ohne Kraftaufwand in die Dichtung passt.

Wenn es bei der Durchführung der Prüfung nach Bild 1 und der P_{QR} -Prüfung nicht zum Versagen gekommen ist, sind die gepressten Flächen der Prüfdichtung auf Rissbildung zu untersuchen. Werden keine Risse beobachtet, so ist davon auszugehen, dass die Dichtung einen Q_{smax} -Wert aufweist, der gleich der Belastbarkeit der Prüfeinrichtung ist. Diese Begrenzung von Q_{smax} muss im Datenblatt angegeben werden. Wird eine Rissbildung beobachtet, muss die P_{QR} -Prüfung mit einer verringerten Flächenpressung der

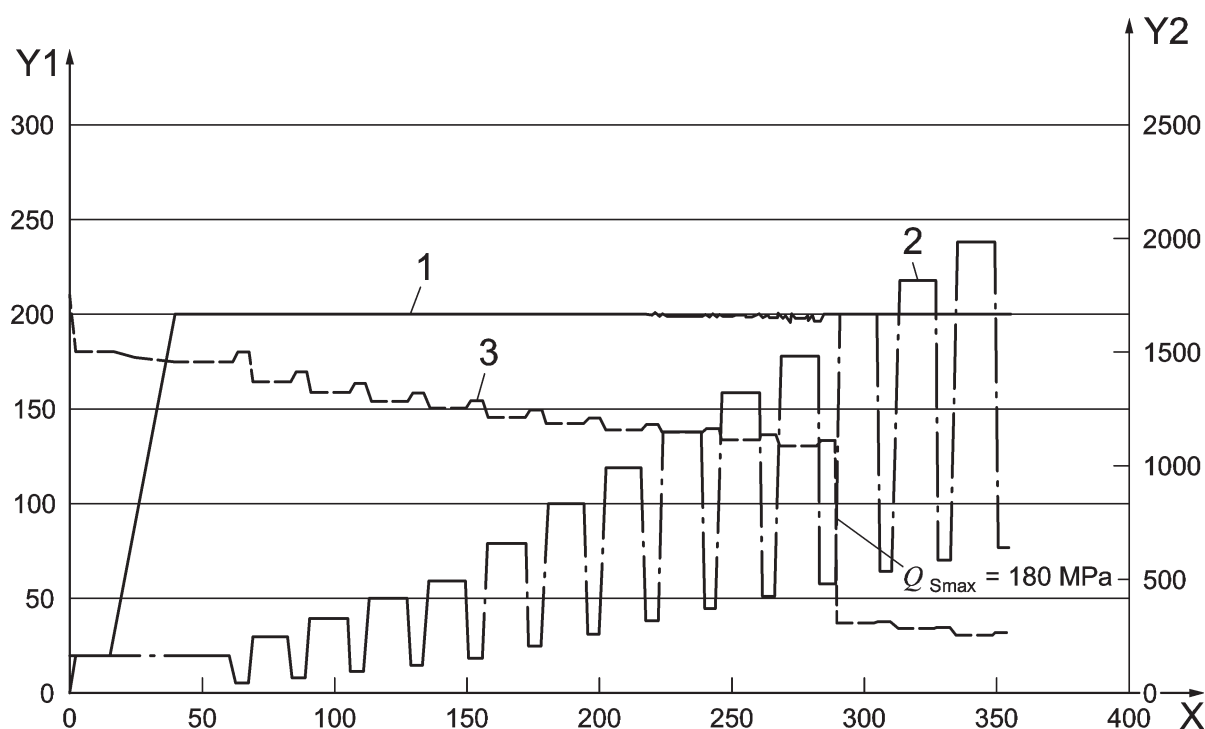
Dichtung wiederholt werden, bis keine Rissbildung mehr festgestellt werden kann. Die entsprechende Flächenpressung bestimmt Q_{smax} .

Für Spiraldichtungen nach EN 1514-2 ist der Q_{smax} -Wert als die Last festgelegt, die nur geringfügig kleiner ist als die Last, die ausreicht, um das Dichtelement auf die Dicke des Führungsrings zu stauchen oder als die Last, bei der entweder der Ring knickt oder das Dichtelement implodiert. Für Spiraldichtungen nach EN 12560-2 ist der Q_{smax} -Wert genau die Last, bei der der Ring knickt oder das Dichtelement implodiert.

Die für dieses Prüfprogramm zu verwendenden Flächenpressungsstufen sind in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 — Flächenpressungsstufen

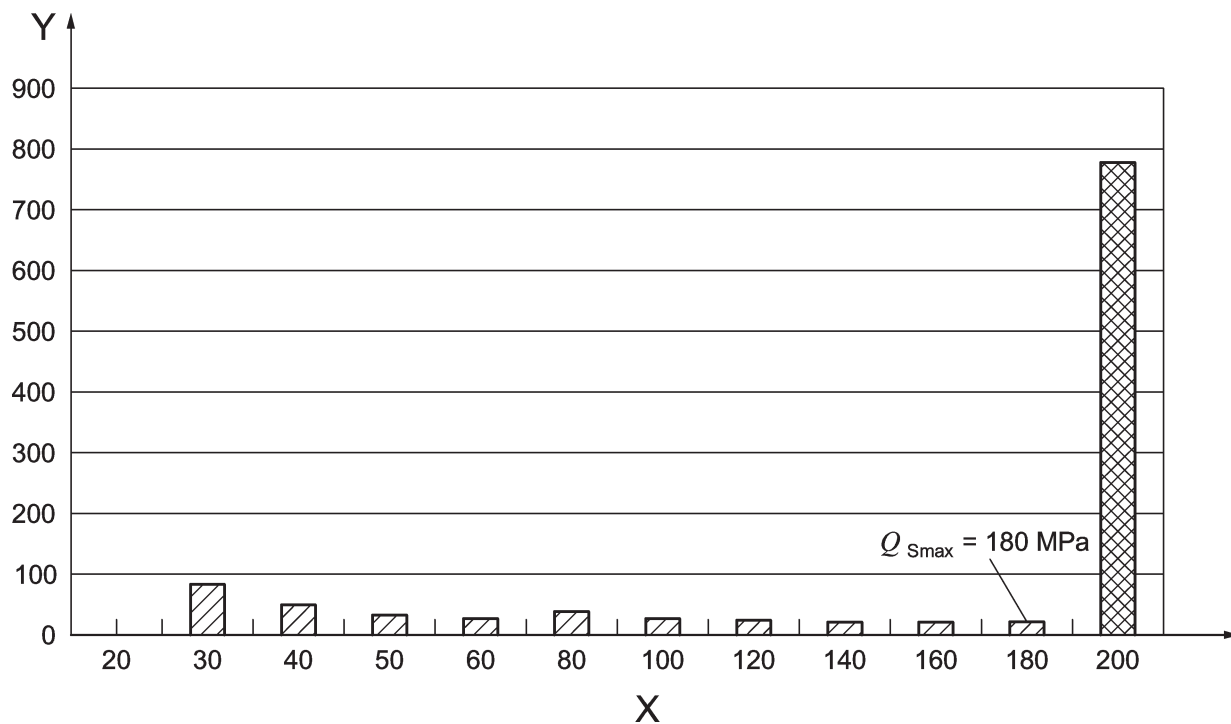
Q_{Ai} [MPa]	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	und so weiter, in Stufen von 20 MPa
$Q_{Ai}/3$ [MPa]	6,7	10	13,3	16,7	20	26,7	33,3	40	46,7	53,3	und so weiter, in Stufen von 6,7 MPa



Legende

- 1 Temperatur [°C];
- 2 Flächenpressung der Dichtung [Pa]
- 3 Dichtungsdicke [μm]
- X Zeit [min]
- Y1 Temperatur [°C]; Flächenpressung der Dichtung [MPa]
- Y2 Dichtungsdicke [μm]

Bild 1 — Prüfverfahren für die Ermittlung von Q_{smax} und die Ermittlung der Werte für E_G



Legende

- X Flächenpressung der Dichtung [MPa]
Y Dickenabnahme je Einheit der Flächenpressungszunahme [$\mu\text{m}/\text{MPa}$]

Bild 2 — Ermittlung von Q_{smax}

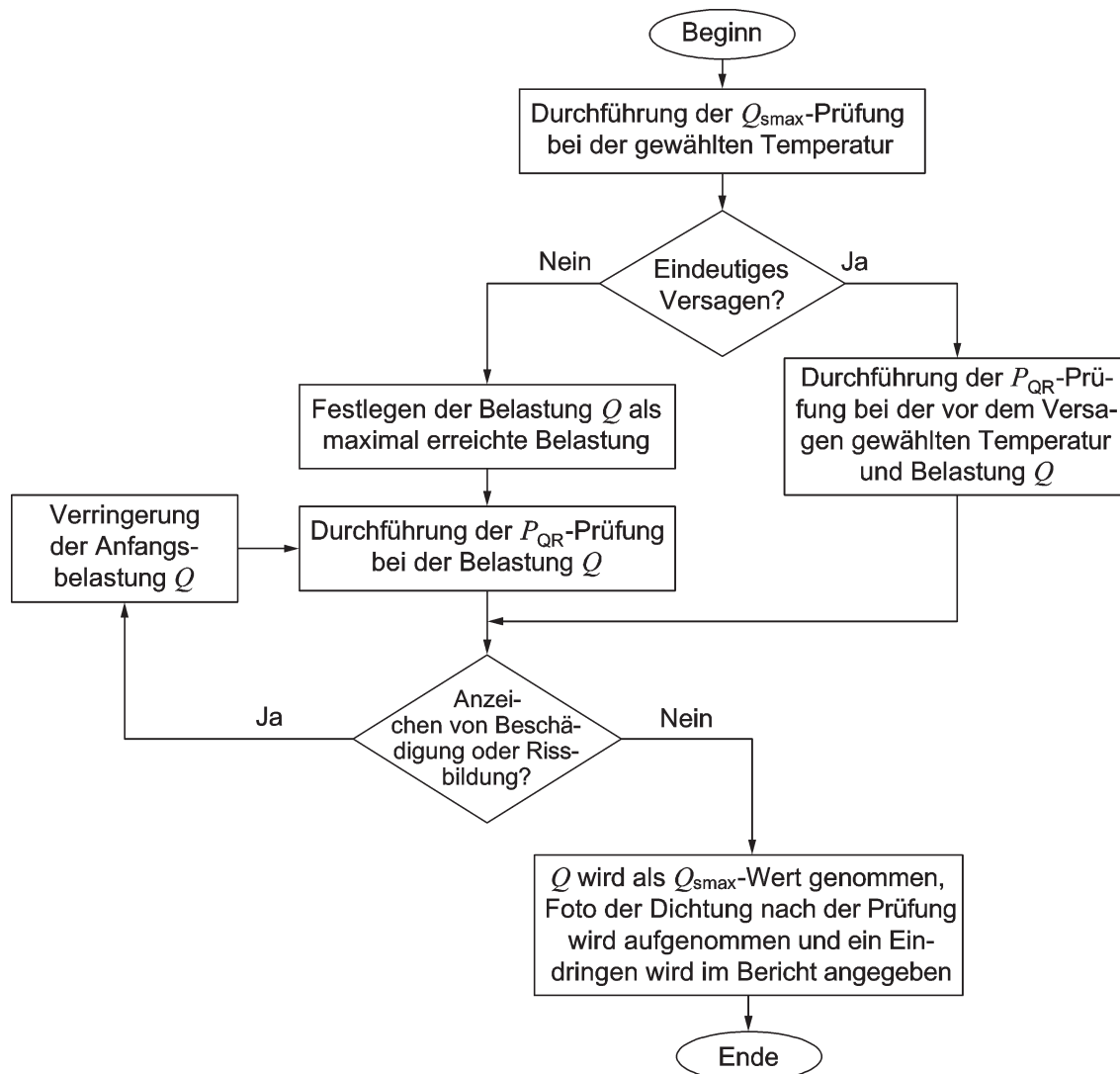


Bild 3 — Prüfverfahren zur Ermittlung von Q_{smax}

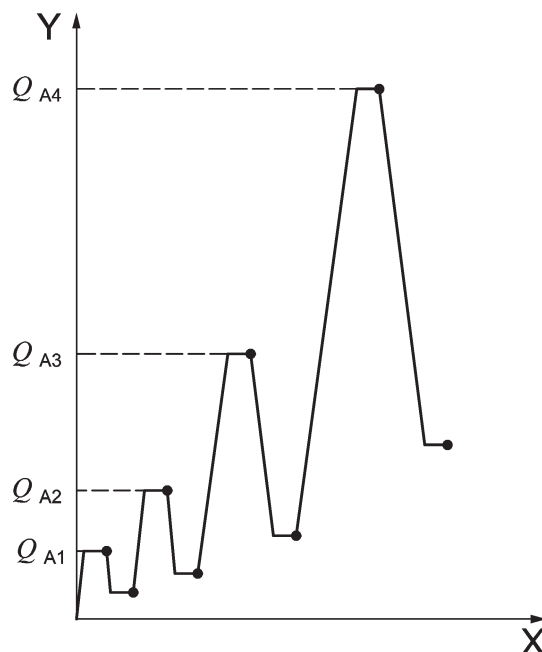
8.6 Bestimmung der Werte für E_G

8.6.1 Ermittlung der Werte für E_G aus den bei der Q_{smax} -Ermittlung bestimmten Daten

Aus den Entlastungszyklen der Q_{smax} -Ermittlung können die Werte für E_G bestimmt werden, wie in Bild 6 dargestellt. Der Wert für E_G ändert sich mit der Flächenpressung auf die Dichtung mit der genauen Form der Beziehung in Abhängigkeit von der Art der zu prüfenden Dichtung.

Bei der Ermittlung von E_{Gi} wird als Dichtungsdicke bei Flächenpressung Q_{Ai} , siehe Bild 5, die bei der Berechnung der Dehnung verwendet wird, die Dicke zu Beginn der Entlastung eingesetzt.

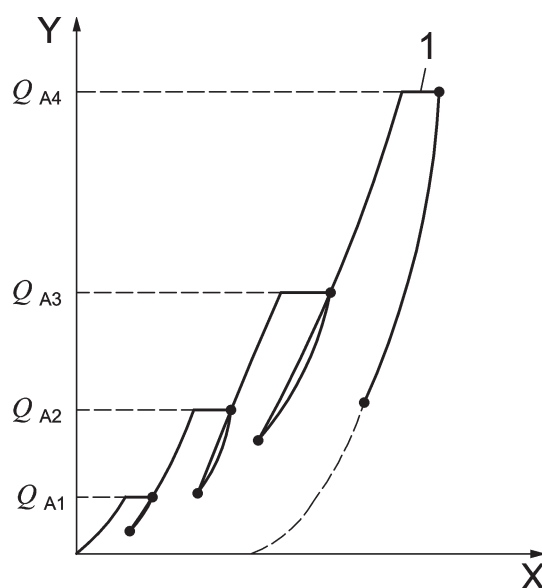
Der Wert der Dicken, die bei der Berechnung des Elastizitätsmoduls verwendet werden, ist zusammen mit dem E_G -Wert anzugeben, wie in Abschnitt 9 gefordert.



Legende

- X Zeit
- Y Dichtungsflächenpressung

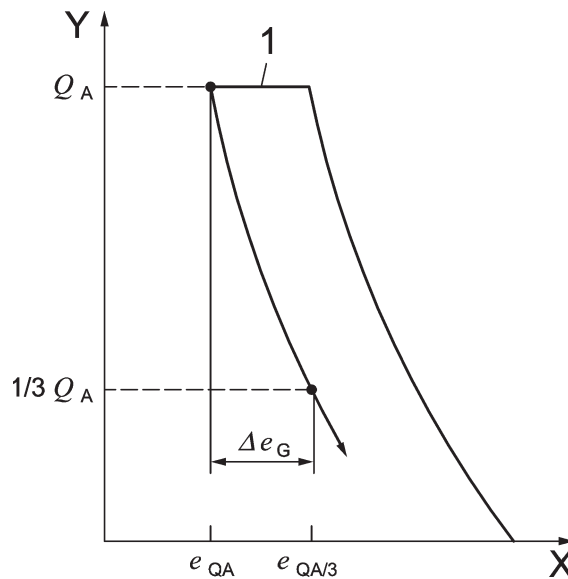
Bild 4 — Belastungsschema



Legende

- 1 Kriechverformung
- X Verformung der Dichtung
- Y Dichtungsflächenpressung

Bild 5 — Kurve der Rückverformung der Dicke



Legende

- 1 Kriechverformung
- X Dicke der Dichtung
- Y Dichtungsflächenpressung

ANMERKUNG $E_G = \frac{2}{3} Q_A \times \frac{e_{QA}}{\Delta e_G}$

Bild 6 — Ermittlung von E_G bei Kriechen der Dichtung

8.7 Ermittlung von P_{QR} und Δe_{Gc}

Der Kennwert P_{QR} ist das Verhältnis von Rest-Flächenpressung und Anfangs-Flächenpressung nach einer Relaxationsprüfung in einer Presse mittels wegkontrollierter Lastregelung für eine bestimmte Steifigkeit. Der Kennwert Δe_{Gc} ist die zusätzliche Durchbiegung der Dichtung im Zusammenhang mit dem Lastrückgang während der Durchführung dieser Relaxationsprüfung mit kontrollierter Steifigkeit. Eine Steifigkeit von 500 kN/mm ist typisch für PN-bezeichnete Flansche und 1 500 kN/mm für Class-bezeichnete Flansche. In dieser Prüfung muss die Steifigkeit der Prüfvorrichtung 500 kN/mm, 1 000 kN/mm oder 1 500 kN/mm betragen.

Bei der Prüfung muss die Prüfdichtung mit der festgelegten Belastungsgeschwindigkeit (siehe 6.6) belastet werden, bis die erforderliche Belastung und Flächenpressung erreicht sind. Die Belastung wird dann 5 min gehalten, die Dichtungsdicke in dieser Phase wird als ursprüngliche Dichtungsdicke aufgezeichnet. Danach wird die Temperatur der Prüfvorrichtung mit der in 6.7 festgelegten Geschwindigkeit erhöht, bis die erforderliche Temperatur erreicht ist. Danach wird die Temperatur für 4 h konstant gehalten. Nach dieser Haltezeit von 4 h werden die von der Presse aufgebrachte Restlast sowie die endgültige Dichtungsdicke aufgezeichnet. Anschließend wird P_{QR} als Verhältnis von Restlast zu Anfangslast berechnet, und Δe_{Gc} ist die Differenz zwischen der ursprünglichen und der endgültigen Dichtungsdicke. Der Zustand der Dichtung nach jeder Prüfung ist im Bericht anzugeben, insbesondere, wenn sich während der Prüfung der Innendurchmesser einer PN 40/DN 40-Dichtung auf einen Wert unter 43,1 mm oder der einer 4"-300 Class-Dichtung auf einen Wert unter 89,6 mm verringert hat.

Bei allen Dichtungsformen müssen die durchgeführten P_{QR} - und Δe_{Gc} -Prüfungen auch Prüfungen mit den aus der zyklischen Belastungsprüfung nach 8.5.1 ermittelten Q_{smax} -Werten beinhalten. Im Allgemeinen müssen Werte für P_{QR} und Δe_{Gc} bei drei Flächenpressungsstufen bei jeweils drei Temperaturen innerhalb des

Temperatur- und Flächenpressungsbereiches der voraussichtlichen Betriebsbedingungen und bei jeder der vorstehend festgelegten Steifigkeitsstufen ermittelt werden.

ANMERKUNG Nachstehend ist das Verhältnis zwischen Δe_{Gc} und P_{QR} angegeben:

$$\Delta e_{Gc[K,Q_l,T]} = \frac{A_G \times Q_l \times (1 - P_{QR[K,Q_l,T]})}{K} \quad (2)$$

Dabei ist

- K die Steifigkeit der für die Prüfung benutzten Prüfvorrichtung [N/mm];
- T die Temperatur (während der Prüfung), die für die Prüfung angewendet wurde [°C];
- Q_l die Anfangs-Flächenpressung der Dichtung [MPa].

8.8 Ermittlung von $Q_{min(L)}$ und $Q_{smin(L)}$

8.8.1 Allgemeines

Als Prüfgas ist Helium zu verwenden.

Bevor $Q_{min(L)}$ oder $Q_{smin(L)}$ ermittelt werden können, muss bei Dichtungsarten, für die eine maximale Flächenpressung festgelegt ist, die nicht überschritten werden darf, der Wert von Q_{smax} bei Umgebungstemperatur bekannt sein. Bei der Prüfung muss die Dichtung zyklisch belastet und entlastet werden, wobei die Leckagerate bei den in Tabelle 6 festgelegten effektiven Flächenpressungen bei einem Gas-Innendruck von 40 bar gemessen wird.

Die spezifische Leckagerate ist zu ermitteln, indem die gemessene Leckagerate durch das arithmetische Mittel aus dem inneren und äußeren Dichtungsumfang bei Beanspruchung durch Pressung der Flanschdichtflächen geteilt wird, $\pi/2 (D_S + d_S)$.

Tabelle 6 — Zu verwendende Flächenpressungsstufen (Be- und Entlastung) für die Ermittlung von $Q_{min(L)}$ und $Q_{smin(L)}$ bei 40 bar

Belastung bis zu dieser effektiven Flächenpressung MPa	Entlastung bis auf diese effektive Flächenpressung MPa
5	keine Entlastung
10	5
20	10, 5
40	20, 10, 5
60	20, 10, 5
80	40, 20, 10, 5
100	40, 20, 10, 5
120	keine Entlastung
140	keine Entlastung
160	80, 40, 20, 10, 5

Das Prüfverfahren umfasst die Belastung mit 5 MPa, Halten der Belastung und Messung der Leckagerate nach Stabilisierung, danach Erhöhung der Belastung auf 10 MPa. Die Belastung wird anschließend gehalten, während die Leckagerate gemessen wird, danach wird die Belastung auf 5 MPa reduziert und die Leckagerate gemessen. Die Messungen werden dann bei 20 MPa, gefolgt von 10 MPa und 5 MPa usw. durchgeführt, bis entweder der 160-MPa-Zyklus Belastung/Entlastung beendet ist oder der Wert für Q_{smax} bei dem nächsten Belastungswert überschritten worden wäre.

Die Messung der Leckagerate ist bis zur Stabilisierung fortzusetzen. Die Stabilisierung der Leckagerate kann als erreicht betrachtet werden, wenn die Änderung der Leckagerate über 20 min 2 % oder weniger beträgt.

Wenigstens bei der Entlastung von 10 MPa auf 5 MPa, idealerweise jedoch zu jeder Zeit, sollte eine Blende um die Prüfplatten herum vorhanden sein. Während der Entlastung sollte die Leckage mit einem Massendurchflussmesser gemessen werden und nur wenn sie stabil ist und weniger als $10^{-3} \text{ mg}/(\text{m}\cdot\text{s})$ beträgt, sollte ein Massenspektrometer verwendet werden.

Die Flächenpressung der Dichtung muss mit der in 6.6 festgelegten Geschwindigkeit erhöht bzw. vermindert, und der Gasdruck muss langsam mit gleich bleibender Geschwindigkeit erhöht werden.

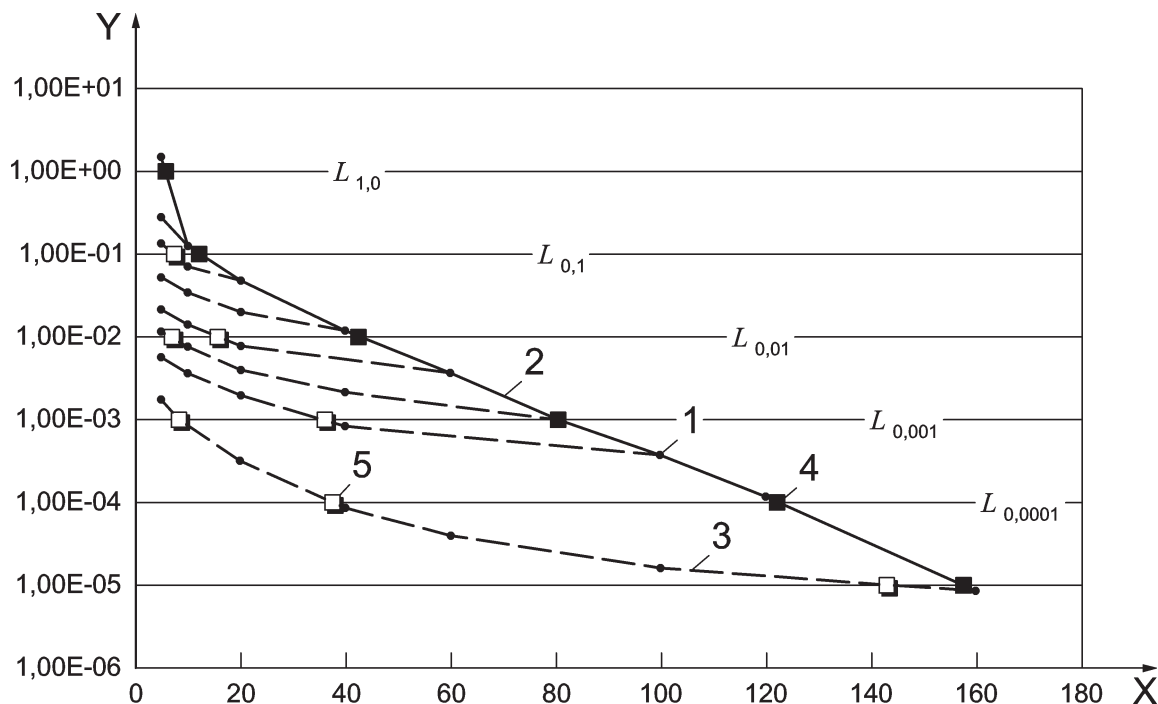
Die effektive Flächenpressungsstufe wird wie folgt berechnet:

$$Q = Q_A - [(p \times (\pi/4) \times d_S^2)/A_G] \quad (3)$$

EN 1779 enthält die Messgrenzen, die unterschiedliche Verfahren zur Messung der Leckagerate erreichen können.

In Bild 7 sind die Daten dargestellt, die bei Prüfung einer Dichtung mit einem Innendruck von 40 bar ermittelt wurden. Die gemessene Leckagerate ist in Abhängigkeit von der effektiven Flächenpressung, d. h. der Flächenpressung unter Berücksichtigung der Entlastung durch den Innendruck, darzustellen. Es ist zu erkennen, dass die Leckageraten der Entlastungszyklen einem anderen Trend folgen als die der Belastungszyklen; das resultiert aus der Flächenpressungsstufe, die vor der Entlastung aufgebracht wurde. Die letztgenannte Situation stellt den tatsächlichen Betrieb nach; deshalb liefern die Entlastungslinien die Werte von $Q_{\text{smin}(L)}$ bei Umgebungstemperatur und die Belastungslinie die Werte für $Q_{\text{min}(L)}$. Aus diesem Bild sind die Werte $Q_{\text{min}(L)}$ und $Q_{\text{smin}(L)}$ bei Umgebungstemperatur für die geforderte Dichtheitsklasse L durch Interpolation zwischen den entsprechenden Punkten beidseits des Wertes L zu entnehmen. Diese Werte sind für die geprüfte Dichtung in Bild 7 als ausgefüllte bzw. nicht ausgefüllte Kästchen dargestellt.

Die Werte $Q_{\text{min}(L)}$ und $Q_{\text{smin}(L)}$ dürfen nicht durch Glättung der Messwerte durch eine Kurvenanpassung oder eine ähnliche Technik ermittelt werden, um dann die Werte für $Q_{\text{min}(L)}$ oder $Q_{\text{smin}(L)}$ aus dieser geglätteten Kurve zu entnehmen.



Legende

- 1 Messstelle
- 2 Belastung
- 3 Entlastung
- 4 $Q_{\min(L)}$
- 5 $Q_{\min(L)}$
- X effektive Flächenpressung der Dichtung [in MPa]
- Y Leckagerate [in $\text{mg}/(\text{m}\cdot\text{s})$]

Bild 7 — Leckagerate in Abhängigkeit von der Dichtungsflächenpressung (hier für einen Innendruck von 40 bar)

Zusätzliche Daten dürfen mit anderen für den Betrieb maßgebenden Gas-Innendrüken ermittelt werden, z. B. mit 10 bar und 80 bar, wobei jedoch die verwendeten Drücke im Prüfbericht anzugeben sind. In diesen Fällen dürfen reduzierte Belastungs- und Entlastungsfolgen verwendet werden, indem einige der in Tabelle 6 angegebenen Laststufen weggelassen werden. Diese Daten ermöglichen die Erzeugung von Kurven zur Darstellung der Änderung der Dichtheitsklasse in Abhängigkeit vom Innendruck, siehe Bild 8.