

DIN EN 1591-2

ICS 23.040.60

Ersatz für
DIN V ENV 1591-2:2001-10

**Flansche und ihre Verbindungen –
Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden
Flanschen und Dichtung –
Teil 2: Dichtungskennwerte;
Deutsche Fassung EN 1591-2:2008**

Flanges and their joints –
Design rules for gasketed circular flange connections –
Part 2: Gasket parameters;
German version EN 1591-2:2008

Brides et leurs assemblages –
Règles de calcul des assemblages à brides circulaires avec joint –
Partie 2: Paramètres de joint;
Version allemande EN 1591-2:2008

Gesamtumfang 47 Seiten

Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1591-2:2008) ist vom Technischen Komitee CEN/TC 74 „Flansche und ihre Verbindungen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter deutscher Mitwirkung ausgearbeitet worden.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 082-00-16 AA „Flansche und ihre Verbindungen“ im Normenausschuss „Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD)“ verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1591-2:2001-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die in dieser Europäischen Norm enthaltenen Daten wurden nach den in EN 13555:2004 festgelegten Prüfverfahren ermittelt. Diese Daten wurden auf der Grundlage des PERL-Projektes¹⁾ erzielt, in dem die Prüfverfahren der EN 13555 auf ihre Eignung und Wiederholbarkeit bewertet wurden. Die im Rahmen dieses Projektes betrachteten Werkstoffe wurden von den am PERL-Projekt teilnehmenden Organisationen vorgeschlagen.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1591-2: 2001-10
DIN 2505:1927-01, 1964-10
DIN 2506: 1927-01
DIN 2507: 1927-07
DIN V 2505: 1986-01

1) PERL, Druckgeräte, Reduzierung der Leckrate: Messung der Dichtungskennwerte, RTD-Projekt im Rahmen des Programms „Competitive & Sustainable Growth“.

Deutsche Fassung

**Flansche und ihre Verbindungen —
Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden
Flanschen und Dichtung —
Teil 2: Dichtungskennwerte**

Flanges and their joints —
Design rules for gasketed circular flange connections —
Part 2: Gasket parameters

Brides et leurs assemblages —
Règles de calcul des assemblages à brides circulaires
avec joint —
Partie 2: Paramètres de joint

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. Mai 2008 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 Management-Zentrum des CEN 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Symbole und Begriffe	4
4 Typische Dichtungskennwerte für verschiedene Dichtungsausführungen	4
4.1 Allgemeines	4
4.2 $Q_{\min[L]}$, $Q_{\min[L]}$	6
4.3 $Q_{\max}$ und P_{QR}	21
4.4 E_G	24
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen den Dichtungsarten und den in den Tabellen angewendeten Kurzzeichen	40
Anhang B (informativ) Veröffentlichte Quellen zuverlässiger Daten	43
Anhang C (informativ) Darstellung eines Vorberechnungsverfahrens der Dichtungsauswahl	44
Literaturhinweise	45

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1591-2:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 74 „Flansche und Flanschverbindungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. CEN [und/oder] CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1591-2:2001.

EN 1591 „*Flansche und ihre Verbindungen — Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Dichtungen*“ besteht aus den folgenden drei Teilen:

- Teil 1: *Berechnungsmethode*
- Teil 2: *Dichtungskennwerte*
- Teil 3: *Berechnungsmethode für Flanschverbindungen mit Dichtungen im Kraft-Nebenschluss (CEN/TS)*

Die in dieser Europäischen Norm enthaltenen Daten wurden nach den in EN 13555 festgelegten Prüfverfahren ermittelt. Diese Daten wurden auf der Grundlage des PERL-Projektes¹⁾ erzielt, in dem die Prüfverfahren der EN 13555 auf ihre Eignung und Wiederholbarkeit durch die Prüflabore der MPA und CETIM bewertet wurden, siehe Tabelle A.1, Fußnoten a und b. Die im Rahmen dieses Projektes für die Evaluierung ausgewählten Materialien wurden von den am PERL-Projekt teilnehmenden Organisationen vorgeschlagen. Die in diesem Projekt geprüften Materialien und somit die in diesem Dokument enthaltenen Daten sind daher nur als eine Auswahl aus dem Gesamtbereich der handelsüblichen Dichtungsangebote zu sehen, die bei den verschiedenen Dichtungsherstellern und Lieferanten erhältlich sind. Die in diesem Dokument angegebenen Daten sollen den Ingenieuren, die die Norm EN 1591-1 anwenden, bei ihren vorausgehenden Berechnungen als Hilfestellung dienen. Andere veröffentlichte Quellen zuverlässiger Daten sind im Anhang B enthalten. In allen Fällen wird davon ausgegangen, dass die Ingenieure vom Hersteller ihrer Wahl die Daten für diejenige Dichtung bekommen, die für den jeweiligen Anwendungsfall vorgesehen ist. Die Website der European Sealing Association, www.europeansealing.com, enthält Netzverweise zu ihren Mitgliedern in ganz Europa.

Die Streuung der Ergebnisse zwischen den Dichtungsausführungen einer Bauart und Dicke in diesem Dokument zeigt, wie wichtig es ist, die Daten für genau die Bauart, Ausführung und Dicke der Dichtung zugrunde zu legen, die für den Anwendungsfall vorgesehen ist.

ANMERKUNG Der Grund für die Veröffentlichung dieser Version von EN 1591-2 besteht darin, Wertetabellen vorzustellen und für die Normungsarbeit von CEN/TC 54/TC 74/TC 267/TC 69/TC 269/JWG verfügbar zu machen, die zuverlässiger sind als diejenigen in der experimentellen Norm ENV 1591-2:2001. Diese EN 1591-2 soll durch die Joint Working Group in Abhängigkeit von der in Revision befindlichen EN 1591-1 geändert werden.

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

1) PERL, Druckgeräte, Reduzierung der Leckrate: Messung der Dichtungskennwerte, RTD-Projekt im Rahmen des Programms „Competitive & Sustainable Growth“.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Dichtungskennwerte für vorausgehende Berechnungen von Flanschverbindungen nach EN 1591-1 fest. Sobald dieser Dichtungstyp ausgewählt wurde, sollten die Parameter für Dichtungen dieses Typs von den unterschiedlichen möglichen Lieferanten für weitere Berechnungen angewendet werden, weil es innerhalb eines Dichtungstyps Unterschiede geben wird, die herstellerabhängig sind.

WARNHINWEIS — Für die endgültigen Berechnungen nach dem in EN 1591-1 festgelegten Verfahren ist der Anwender gehalten, die Dichtungskennwerte für den ausgewählten Typ vom Dichtungshersteller zu beziehen. Dies ist notwendig, da die Dichtungskennwerte zwischen Herstellern variieren können. Diese Abweichungen können aus den Tabellen dieses Dokuments entnommen werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 1591-1:2001, *Flansche und ihre Verbindungen — Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung — Teil 1: Berechnungsverfahren*

EN 13555:2004, *Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungskennwerte und Prüfverfahren für die Anwendung der Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtungen*

3 Symbole und Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Begriffe nach EN 1591-1:2001 und EN 13555:2004.

4 Typische Dichtungskennwerte für verschiedene Dichtungs Ausführungen

4.1 Allgemeines

Es ist zu beachten, dass die in den folgenden Tabellen enthaltenen Daten nur für vorausgehende Berechnungen nach EN 1591-1 bestimmt sind. Die Daten wurden mit den in EN 13555 festgelegten Prüfverfahren bei der Prüfung an einer kleinen Auswahl der vielen Bauarten und Ausführungen handelsüblicher Dichtungen erzielt, die in Europa im Angebot sind. Für die endgültigen Berechnungen muss der Anwender der EN 1591-1 mit dem Dichtungslieferanten seiner Wahl Verbindung aufnehmen, um die Daten für die für die Anwendung vorgesehene Ausführung und Dicke der Dichtung zu erhalten.

Eine Gruppe von Endanwendern hat ein Vorkalkulationsverfahren für die Anwendung von EN 1591-1 abgeleitet, die eine Dichtungsauswahl ohne weitere Berechnung erlaubt. Diese ist in Anhang C angegeben.

EN 13555 erlaubt die Prüfung von Dichtungsgrößen für DN40/PN40- oder NPS 4 CLASS 300-Flansche. Alle in diesem Dokument angegebenen Datenwerte stammen von DN40/PN40-Dichtungen.

Ferner sollte beachtet werden, dass die Regeln der EN 13555 insoweit übernommen wurden, als dass – falls bei der Q_{Smax} -Prüfung kein Versagen der Dichtung festgestellt wurde – der Wert für Q_{Smax} mit dem bei der P_{QR} -Prüfung mit dem höchsten Tabellenwert eingesetzten Wert für die Flächenpressung Q_i gleichgesetzt wird.

Die Daten in den folgenden Tabellen werden in drei Dichtungsparametergruppen angegeben, $Q_{min[L]}$, $Q_{Smin[L]}$ in den Tabellen in 4.2, Q_{Smax} und P_{QR} in 4.3 und E_G in 4.4, um eine einfache Beurteilung treffen zu können, wie sich die Parameter mit den Dichtungstypen verändern. Eine kurze Erklärung in den Gruppen wird am Beginn jedes Abschnitts gegeben. Für mehr Informationen über die Dichtungskennwerte oder Prüfverfahren sollte EN 13555 herangezogen werden.

Die nach EN 13555 ermittelten Daten sollten zusammen mit EN 1591-1 angewendet werden, um sicherzustellen, dass eine Flanschverbindung genauso sicher wie dicht ist, wie gefordert. Es wird niemals möglich sein, für Dichtungskennwerte alle Werte der Kontrollparameter tabellarisch darzustellen, daher sollten Ergebnisse um die nächst „schlechteren“ Werte dieser Kontrollparameter angewendet werden, um sicherzustellen, dass es sich bei dem Ergebnis um herkömmliche Werte handelt.

Die durch die in EN 13555 festgelegten Prüfungen von Dichtungen ermittelten unterschiedlichen Parameter stehen auf vielschichtiger Art und Weise in gegenseitiger Beziehung und die nachfolgend angegebene Anleitung ist unter bestimmten Umständen in Hinblick auf diese Zusammenhänge stark vereinfacht. Falls eine weitere Anleitung erforderlich ist, wird empfohlen, dass die bevorzugten Lieferanten oder Hersteller konsultiert werden, da sie kompetent sind, die gesamte erforderliche Anleitung bereitzustellen, um die Auswahl eines optimierten Lösungskonzepts für jede Anwendung von Dichtungen zu unterstützen.

$Q_{Smin[L]}$ wird beeinflusst durch Q_A , das bei der Montage erreichte höhere Niveau von Q_A ist das Bessere.

Q_A wird entweder durch die verfügbare Schraubenkraft, die maximale Flanschbeanspruchung, die zulässig sein kann oder durch die maximale Dichtungsbelastung Q_{Smax} begrenzt, der standgehalten werden kann.

Hohe Q_{Smax} -Werte sind wünschenswert. Wenn der Q_{Smax} -Wert nicht bei der interessierenden Temperatur und der Dichtungsdicke tabellarisch dargestellt ist, dann sollte der Q_{Smax} -Wert bei den nächsthöheren Werten angewendet werden.

Für eine sichere Ausführung eines vorgegebenen Niveaus der Dichte L ist der niedrigere Wert von $Q_{min[L]}$ und $Q_{Smin[L]}$ der bessere. Falls Daten für mehr als einen Heliumdruck tabellarisch dargestellt sind, dann ist eine Interpolation zur Ableitung eines Wertes für den interessierenden Druck erlaubt. Wenn für die interessierende Dicke keine Daten vorhanden sind, dann sollten die Daten von der nächsthöheren vorhandenen Dicke angewendet werden.

Niedrige Werte von $Q_{min[L]}$ und $Q_{Smin[L]}$ sind wünschenswert. Eine geringe Differenz zwischen den $Q_{Smin[L]}$ -Werten bei aufeinander folgenden L -Werten ist ebenfalls wünschenswert, weil das eine geringe Empfindlichkeit auf Entlastung im Betrieb anzeigt.

Innerhalb der Dichtungsart sind hohe P_{QR} -Werte wünschenswert. Wenn ein P_{QR} -Wert nicht bei genau der geforderten Temperatur, Steifigkeit und Flächenpressung tabellarisch dargestellt ist, dann sollte der P_{QR} -Wert bei dem nächsten Niveau oberhalb des geforderten angewendet werden.

Niedrige Werte von E_G sind wünschenswert. Wenn ein E_G -Wert nicht bei genau der geforderten Temperatur, Flächenpressung und Dicke tabellarisch dargestellt ist, dann sollte der E_G -Wert bei dem nächsten Niveau oberhalb des geforderten angewendet werden.

Die Daten in den folgenden Reihen der Tabellen wurden ermittelt, als die Prüfverfahren von EN 13555 entwickelt wurden. Demzufolge stimmen die Daten für einige geprüfte Dichtungen nicht in jeder Hinsicht mit den nachträglich abgeleiteten und in EN 13555 angegebenen Regeln überein. Ein Beispiel dafür gibt P_{QR} in den Tabellen in 4.3, weil die Werte nur für eine Steifigkeit von 500 kN/mm angegeben sind, obwohl die Norm für P_{QR} -Werte einen Bereich fordert, der noch nicht festgelegt ist.

Die Anmerkungen am Ende der Tabellen in 4.3 von Q_{Smax} und P_{QR} geben eine wichtige Anleitung für die Anwendung der Daten in dieser Tabellenreihe.

Siehe Anhang A für den Zusammenhang zwischen den Dichtungsarten und den in den Tabellen angewendeten Kurzzeichen.

4.2 $Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$

$Q_{\min[L]}$ ist die erforderliche Mindest-Flächenpressung auf der Dichtung bei Montage bei Raumtemperatur, damit durch Anpassung der Dichtung an die Rauheit der Flanschdichtflächen und Abdichten der inneren Leckagewege die geforderte Dichtheitsklasse L für den gegebenen Innendruck erreicht wird.

$Q_{S\min[L]}$ ist die 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. Im Fall der Daten in den Tabellen 2 bis 15 ist folglich nur die Umgebungstemperatur angegeben.

L wird in Tabelle 1 in Form von spezifischen Leckageraten festgelegt. Weitere, bessere Dichtungsklassen als gefordert, werden durch Fortsetzung der Reihen eingesetzt.

Tabelle 1 — Dichtungsklassen

Dichtungsklasse	Spezifische Leckagerate mg/(s·m)
$L_{1,0}$	$\leq 1,0$
$L_{0,1}$	$\leq 0,1$
$L_{0,01}$	$\leq 0,01$

Bei den Tabellen 2 bis 15 gilt folgende Kennzeichnung:

$Q_{\min[L]}$ oder $Q_{S\min[L]}$ -Werte für 40 bar ohne Unterstreichung;

$Q_{\min[L]}$ oder $Q_{S\min[L]}$ -Werte für 10 bar sind durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet;

$Q_{\min[L]}$ oder $Q_{S\min[L]}$ -Werte für 80 bar sind unterstrichen;

$Q_{\min[L]}$ oder $Q_{S\min[L]}$ -Werte für 160 bar sind doppelt unterstrichen.

Tabelle 2 — Spiraldichtung mit Graphitfüllstoff, mit Außenring

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.
Kurzzeichen 3-3-100-1, 4,5 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160
		–	$Q_{S\min[L]}$ MPa					
		Werkstoff- Kurzzeichen						
10^1	–	–	–	–	–	–	–	–
10^0	<u>10</u> <u>30</u> <u>35</u>	3-3-100-1	–	<u>10</u> <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u> <u>11</u>
10^{-1}	<u>49</u> <u>37</u> <u>57</u>	3-3-100-1	–	–	<u>10</u> <u>43</u>	<u>10</u> <u>11</u>	<u>10</u> <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u> <u>12</u>
10^{-2}	<u>63</u> <u>62</u> <u>71</u>	3-3-100-1	–	–	–	<u>19</u> <u>25</u>	<u>10</u> <u>17</u>	<u>10</u> <u>10</u> <u>15</u>
10^{-3}	<u>74</u> <u>80</u> <u>87</u>	3-3-100-1	–	–	–	80	<u>28</u> <u>32</u>	<u>10</u> <u>19</u> <u>28</u>
10^{-4}	<u>98</u> <u>126</u> <u>104</u>	3-3-100-1	–	–	–	–	–	<u>24</u> <u>71</u> <u>40</u>
10^{-5}	–	–	–	–	–	–	–	–
10^{-7}	–	–	–	–	–	–	–	–
10^{-8}	–	–	–	–	–	–	–	–
10^{-9}	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 3 — Spiraldichtung mit Graphitfüllstoff, mit Innen- und Außenring

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.
Kurzzeichen 3-4-104-1, 4,5 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160	320
		–	$Q_{S\min[L]}$ MPa						
		Werkstoff- Kurzzeichen							
10^1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10^0	<u>10</u> <u>10</u> <u>10</u>	3-4-104-1	10	10	10	10	10	<u>10</u> – <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u>
10^{-1}	<u>16</u> <u>32</u> <u>20</u>	3-4-104-1	–	10	10	10	10	<u>10</u> – <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u>
10^{-2}	<u>25</u> <u>48</u> <u>45</u>	3-4-104-1	–	10	10	10	10	<u>10</u> – <u>10</u>	<u>10</u> <u>10</u>
10^{-3}	<u>42</u> <u>81</u> <u>83</u>	3-4-104-1	–	–	16	18	17	<u>10</u> – <u>31</u>	<u>10</u> <u>15</u>
10^{-4}	<u>81</u> <u>143</u> <u>159</u>	3-4-104-1	–	–	–	–	62	<u>35</u> – <u>157</u>	<u>26</u> <u>51</u>
10^{-5}	<u>181</u> <u>281</u>	3-4-104-1	–	–	–	–	–	–	<u>83</u> <u>198</u>
10^{-6}	314	3-4-104-1	–	–	–	–	–	–	298
10^{-7}	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10^{-8}	–	–	–	–	–	–	–	–	–

**Tabelle 4 — Spiraldichtung mit Graphitfüllstoff, mit Innen- und Außenring,
für geringe Flächenpressung**

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.
Kurzzeichen 3-5-102-1, 4,5 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160	320
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa						
		Werkstoff- Kurzzeichen							
10^1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^0	<u>10</u> – <u>10</u>	—	—	—	—	<u>10</u> –	—	—	– <u>10</u>
10^{-1}	<u>10</u> <u>10</u> <u>12</u>	3-5-102-1	10	10	10	<u>10</u> <u>10</u>	10	10	<u>10</u> <u>10</u>
10^{-2}	<u>10</u> <u>19</u> <u>33</u>	3-5-102-1	10	10	10	<u>10</u> <u>10</u>	10	10	<u>10</u> <u>10</u>
10^{-3}	<u>29</u> <u>70</u> <u>174</u>	3-5-102-1	—	—	—	<u>10</u> <u>20</u>	10	14	<u>26</u> <u>168</u>
10^{-4}	<u>140</u> <u>231</u>	3-5-102-1	—	—	—	—	—	82	<u>88</u> <u>230</u>
10^{-5}	<u>154</u> <u>290</u>	3-5-102-1	—	—	—	—	—	101	<u>123</u> <u>288</u>
10^{-6}	167	3-5-102-1	—	—	—	—	—	—	157
10^{-7}	180	3-5-102-1	—	—	—	—	—	—	192
10^{-8}	194	3-5-102-1	—	—	—	—	—	—	258

Tabelle 5 — Spiraldichtung mit PTFE-Füllstoff, mit Innen- und Außenring

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.
Kurzzeichen G03, 5,1 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	60	120	180	240	300	480
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa					
		Werkstoff- Kurzzeichen						
10^1	—	—	—	—	—	—	—	—
10^0	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-1}	<u>30</u> 58	G03	30	30	30	30	30	<u>30</u> 30
10^{-2}	<u>39</u> 74	G03	—	30	30	30	30	<u>30</u> 30
10^{-3}	<u>52</u> 90	G03	—	30	30	30	30	<u>30</u> 30
10^{-4}	<u>69</u> 105	G03	—	43	30	30	30	<u>30</u> 30
10^{-5}	<u>101</u> 125	G03	—	—	30	30	30	<u>30</u> 30
10^{-6}	<u>149</u> 166	G03	—	—	97	47	48	<u>35</u> 34
10^{-7}	<u>353</u> 428	G03	—	—	—	—	—	<u>132</u> 372
10^{-8}	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 6 — Wellringdichtung mit Metallkern und mit Graphitauflage

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.

Kurzzeichen 7-01-104-1, 3,2 mm
Kurzzeichen K04, 2,3 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160	320
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa						
		Werkstoff- Kurzzeichen							
10^1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-1}	10	7-01-104-1	10	10	10	10	10	10	10
	10	K04	—	—	—	—	—	—	—
10^{-2}	11	7-01-104-1	10	10	10	10	10	10	17
	11	K04	10	10	10	10	10	10	—
10^{-3}	17 <u>10</u> <u>20</u>	7-01-104-1	10	10	10	10	10	10 – <u>10</u>	24 <u>10</u>
	<u>10</u> 22	K04	10	10	10	10	10	<u>10</u> 10	—
10^{-4}	21 <u>75</u> <u>30</u>	7-01-104-1	—	33	13	17	27	24 – <u>20</u>	32 <u>10</u>
	<u>14</u> 28	K04	—	10	10	10	10	<u>11</u> 10	10
10^{-5}	45 <u>104</u> <u>40</u>	7-01-104-1	—		18	27	46	36 – <u>28</u>	37 <u>33</u>
	<u>41</u> 35	K04	—	25	10	10	10	<u>20</u> 10	
10^{-6}	52 <u>165</u> <u>95</u>	7-01-104-1	—	—	32	36	66	68 – <u>35</u>	116 <u>74</u>
	<u>84</u> 68	K04	—	—	—	10	10	10	—
10^{-7}	57 <u>295</u> <u>152</u>	7-01-104-1	—	—	—	73	86	159 – <u>95</u>	165 <u>243</u>
	<u>100</u> 80	K04	—	—	—	—	44	10	—
10^{-8}	306	7-01-104-1	—	—	—	—	—	—	305

Tabelle 7 — Metallummantelte Dichtung mit Graphitfüllstoff

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.

Kurzzeichen 6-4-103-1, 3,2 mm

Keine Dichtungsdaten für H₂

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160	320
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa						
		Werkstoff- Kurzzeichen							
10^1	34	6-4-103-1	—	10	10	10	10	10	10 <u>20</u>
10^0	55 <u>63</u> <u>120</u>	6-4-103-1	—	—	26	23	21	10	10 <u>20</u>
10^{-1}	96 <u>187</u> —	6-4-103-1	—	—	—	—	—	56	14 <u>20</u>
10^{-2}	171 <u>287</u> —	6-4-103-1	—	—	—	—	—	—	35 <u>40</u>
10^{-3}	253	6-4-103-1	—	—	—	—	—	—	133 —
10^{-4}	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-5}	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-6}	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-7}	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-8}	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 8 — Metallummantelte Dichtung mit Graphitauflage, Graphitfüllstoff und Außenring

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.

Kurzzeichen 5-5-103-1, 4,5 mm
Kurzzeichen H01, 4,8 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160	320
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa						
		Werkstoff- Kurzzeichen							
10^1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-1}	— <u>13</u> <u>28</u>	5-5-103-1	10	10	10	10	10	10 – <u>20</u>	10 <u>10</u>
10^{-2}	14 <u>32</u> <u>73</u>	5-5-103-1	10	10	10	10	10	10 – <u>32</u>	10 <u>10</u>
10^{-3}	10	H01	10	10	10	10	10	10	—
	60 <u>69</u>	5-5-103-1	—	—	—	33	25	24	22 <u>34</u>
10^{-4}	<u>10</u> 15	H01	10	10	10	10	10	10	—
	218	5-5-103-1	—	—	—	—	—	—	131
10^{-5}	<u>14</u> 23	H01	—	10	10	10	10	10	—
10^{-6}	<u>20</u> 33	H01	—	15	10	10	10	10 <u>10</u>	—
10^{-7}	<u>31</u> 60	H01	—	—	—	38	32	14 28	—
10^{-8}	<u>50</u> —	—	—	—	—	—	—	<u>127</u> —	—

Tabelle 9 — Graphitplatte mit mehreren dünnen Metalleinlagen

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.
Kurzzeichen A01, 2,1 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa					
		Werkstoff- Kurzzeichen						
10^1	—	—	—	—	—	—	—	—
10^0	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-1}	10	A01	10	10	10	10	10	10
10^{-2}	10 30	A01	—	10	10	10	10	10
10^{-3}	38 72	A01	—	—	—	37	17	10
10^{-4}	83 120	A01	—	—	—	—	—	10 38
10^{-5}	123 157	A01	—	—	—	—	—	52 150
10^{-6}	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-7}	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-8}	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 10 — Graphitplatte mit Spießblecheinlage aus nichtrostendem Stahl

$Q_{\min[L]}$, $Q_{S\min[L]}$ für 40 bar Helium, zuzüglich einiger Daten für andere Drücke, bei Umgebungstemperatur.

Kurzzeichen 1-5-101-1, 2 mm
Kurzzeichen E02, 2,1 mm

L mg/(s·m)	$Q_{\min[L]}$ MPa	Q_A MPa	20	40	60	80	100	160
		—	$Q_{S\min[L]}$ MPa					
		Werkstoff- Kurzzeichen						
10^1	—	—	—	—	—	—	—	—
10^0	10	1-5-101-1	10	10	10	10	10	10
10^{-1}	<u>10</u> 10 —	E02	10	10	10	10	10	10
	<u>10</u> 15 <u>27</u>	1-5-101-1	10	10	10	10	10	<u>10</u> 10
10^{-2}	<u>28</u> 47 —	E02	—	—	11	10	10	10
	<u>23</u> 41 <u>60</u>	1-5-101-1	—	—	10	10	10	<u>10</u> 10
10^{-3}	<u>62</u> 88 —	E02	—	—	—	—	36	10
	<u>49</u> 84 <u>96</u>	1-5-101-1	—	—	—	—	39	<u>10</u> 12
10^{-4}	<u>94</u> 122 —	E02	—	—	—	—	—	<u>10</u> 29
	<u>93</u> 139 —	1-5-101-1	—	—	—	—	—	<u>16</u> 95
10^{-5}	<u>124</u> 149	E02	—	—	—	—	—	<u>33</u> 117
	<u>135</u> 200	1-5-101-1	—	—	—	—	—	<u>130</u> —
10^{-6}	<u>151</u> —	—	—	—	—	—	—	<u>125</u> —
10^{-7}	—	—	—	—	—	—	—	—
10^{-8}	—	—	—	—	—	—	—	—