

| | | |
|---|--|-------------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE |
| Dok.-Art | ZP | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | |
| Stand | 05.12.2025 | |

Zertifizierungsprogramm ZP 5101 der DVGW CERT GmbH, Bonn

**Ergänzungsprüfungen an
Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u.
Membranen in Gasgeräten u. -anlagen
gegenüber einem Wasserstoffgehalt von
bis zu 100 Vol. %**

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE |
| | Dok.-Art | ZP |
| | Verfasser | DVGW CERT GmbH |
| | Stand | 05.12.2025 |

| | | |
|--------|---|----|
| 0 | Zweck | 3 |
| 1 | Zertifizierungsverfahren | 5 |
| 2 | Akkreditierungen | 5 |
| 3 | Zeichen | 5 |
| 3.1 | Zertifizierungszeichen | 5 |
| 3.2 | Verwendungshinweis | 5 |
| 4 | Art des Zertifikats und des Prüfverfahrens | 6 |
| 5 | Geltungsbereich | 6 |
| 6 | Prüfstellen | 6 |
| 7 | Anforderungen und Prüfungen | 7 |
| 7.1 | Allgemeine Anforderungen | 7 |
| 7.2 | Permeabilität | 7 |
| 7.3 | Rapid Gas Decompression (RGD) | 7 |
| 8 | Mitgeltende Dokumente | 7 |
| 9 | Geltungsdauer | 8 |
| 10 | Anhang A: Permeabilität | 9 |
| 10.1 | Anforderungen hinsichtlich Verwendung mit bis zu 100 Vol.-% Wasserstoff | 9 |
| 10.2 | Prüfungen | 9 |
| 11 | Anhang B: Rapid Gas Decompression | 10 |
| 11.1 | Prüfbedingungen | 10 |
| 11.2 | Prüfequipment | 12 |
| 11.3 | Prüfverfahren | 12 |
| 11.4 | Auswertung des Schädigungsgrad | 13 |
| 11.4.1 | Vorbereitung der Prüfkörper | 13 |
| 11.4.2 | Bewertung der Schädigung | 14 |
| 11.5 | Klassifizierung | 15 |

| | | | | | | | | |
|--|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

0 Zweck

In dieser Zertifizierungs- und Prüfgrundlage werden die Voraussetzungen, Motivation und Prüfungen beschrieben, um Elastomerwerkstoffe für Dichtungen und Membranen in Gasgeräten und -anlagen hinsichtlich der Permeation von Wasserstoff und dem Verhalten gegenüber Rapid Gas Decompression (RGD) zu charakterisieren. Bestehende (DIN-)DVGW-Zertifizierungen von Elastomerwerkstoffen nach DIN EN 549 oder DIN EN 682 können um den Zusatz „**H₂ geprüft**“ erweitert werden, wenn die Permeationsprüfungen nach diesem ZP durchgeführt wurden. Außerdem kann die Klassifizierung der Elastomerwerkstoffe um das Verhalten gegenüber RGD erweitert werden, wenn die entsprechenden Prüfungen nach diesem ZP durchgeführt wurden. Die Erweiterungen für Permeation und RGD können getrennt voneinander erfolgen.

Die grundsätzliche Materialverträglichkeit von Elastomerwerkstoffen gegenüber Wasserstoff wird anhand der Werkstofftabelle in DIN EN ISO 11114-2 nachgewiesen. Auch das DVGW-Forschungsprojekt G 201615 [2] hat diese Norm neben anderen Quellen zur Verträglichkeitseinstufung herangezogen. In der DIN EN ISO 11114-2 sind Erkenntnisse hinsichtlich Lebensdauer, Haltbarkeit und Langzeitverhalten von verschiedenen Werkstoffgruppen von Kunststoffen und Elastomeren eingeflossen. Die darin enthaltenen Verträglichkeitsdaten beziehen sich auf Einzelgase, können jedoch in gewissem Umfang auch für Gasgemische verwendet werden. Dies gilt damit auch für die nach DIN EN 549 bzw. nach DIN EN 682 geprüften und zertifizierten Elastomere hinsichtlich der im DVGW Arbeitsblatt G 260 definierten Gase der 2. und 5. Gasfamilie.

Das Thema **Permeation** wird in DIN EN ISO 11114-2 nur qualitativ behandelt. Diese Norm kann somit nur als Hilfestellung zur Bewertung der Verträglichkeit von Gas/Werkstoffkombinationen dienen, da ausschließlich die Auswirkung des Gases auf Änderungen der Werkstoffeigenschaften (z. B. durch eine chemische Reaktion oder Änderungen des physikalischen Zustandes) berücksichtigt wird. Die für Auslegungszwecke notwendigen grundsätzlichen Werkstoffeigenschaften, wie z. B. mechanische Eigenschaften, werden üblicherweise vom Werkstofflieferanten bereitgestellt und sind in DIN EN ISO 11114-2 nicht berücksichtigt.

Rapid Gas Decompression (RGD) bezeichnet nach DIN EN ISO 23936-2 den schnellen Druckabfall in einem System, das unter hohem Gasdruck steht. Dadurch wird das Gleichgewicht zwischen dem äußeren Gasdruck und der Konzentration des im Polymer gelösten Gases gestört. Infolge dieses Ungleichgewichts versucht das überschüssige Gas, an verschiedenen Stellen im Material zu entweichen und führt zu einer Ausdehnung. Wenn der Druckabfall schnell genug erfolgt – schneller als das Gas auf natürliche Weise aus dem Polymer diffundieren kann – kann dies zur Blasenbildung oder zum Aufreißen des Polymers führen.

ISO 19880-7 und NORSO M-710 beschreiben RGD ebenfalls. Das Auftreten von RGD-Schädigungen innerhalb der Gasinfrastruktur wurde im Forschungsprojekt G 202208 [6] untersucht und die dabei entwickelte Prüfmethode ist in dieses ZP aufgenommen wurden.

Die Basis für dieses Zertifizierungs- und Prüfprogramm sind durchgeführte DVGW-Forschungsprojekte (z.B. G 201205 [1], G 201615 [2], G 201824 [3], G 202138 [4], G 202021 [5], G 202208 [6]), Industrieforschung und auch die vielfältige Literatur zur Wasserstoffverwendung in der Chemie und Industrie (z.B. Marchi et al. [7], NASA-Schriftenreihe [8]).

| | | | | | | | | |
|--|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

Änderungshistorie

Version 0 – 55101-00-N-DE vom 19.11.2021

- Ursprungsversion mit Permeationsprüfung

Version 1 – 55101-01-N-DE vom 07.12.2021

- Redaktionelle Ergänzung des DIN-DVGW-Zeichens

Version 2 – 55101-02-N-DE vom 12.03.2024

- Redaktionelle Überarbeitung des Gesamtdokuments
- Aktualisierung der Verweise und Literaturangaben

Version 3 – 55101-03-N-DE vom 06.09.2024

- Aktualisierung der zitierten Forschungsprojekte

Version 4 – 55101-04-N-DE vom 05.12.2025

- Aufnahme der RGD-Prüfungen
- und dadurch bedingte Neustrukturierung des Gesamtdokuments.

Literaturverzeichnis

- [1] Dörr, H., Kröger, P., Nitschke-Kowsky, P., Senner, J., Tali, E., Feldpausch-Jägers, S., „Untersuchungen zur Einspeisung von Wasserstoff in ein Erdgasnetz - Auswirkungen auf den Betrieb von Anwendungen im Be-stand, auf Gas-Plus-Technologien und auf Verbrennungsregelungsstrategien“, DVGW G 201205, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn, 2016.
- [2] Scholten, F., Dörr, H., Werschy, M., „Mögliche Beeinflussung von Bauteilen der Gasinstallation durch Wasserstoffanteile im Erdgas unter Berücksichtigung der TRGI“, DVGW 201615, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn, 2018.
- [3] Köppel, W., Mörs, F., Hüttenrauch, J., Burmeister, F., „Entwicklung einer Roadmap zur Umsetzung des DVGW-Energie-Impulses bis zum Jahr 2050“, DVGW G 201824, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn, 2023.
- [4] Anghilante, R., Bhagwan, R., Dörr, H., Burmeister, F., Joormann, N., Oberschelp, L., Tali, E., „Experimentelle Charakterisierung der Leckraten von Prüflecks mit Wasserstoff und/oder Methan-Gasmischungen gegenüber Luft“, DVGW G 202138, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn, 2023.
- [5] Erler, F., Knorr, C., Wiersig, M., Strauß, A., Anghilante, R., Dörr, H., Elhami, O., Janßen, N., Burmeister, F., Kinnen, W., „F&E als Grundlage für den Einsatz von Wasserstoff in der Gasversorgung und der Umsetzung in Prüfgrundlagen – F&E für H₂“, DVGW G 202021, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn, 2024.
- [6] Strauß, A., Lutz, S., Domnick, C., Stoermer, M., „Ermittlung von wissenschaftlichen Grundlagen für Wasserstoffanwendungen von Elastomeren, Kunststoffen, Schmier- und Dichtmitteln in der Gasinfrastruktur“, DVGW G 202208, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Bonn, 2025.
- [7] C. S. Marchi, B. P. Somerday, Technical Reference for Hydrogen Compatibility of Materials, Sandia Report SAND2012-7321 (unlimited release), (2012)
- [8] NASA, SAFETY STANDARD FOR HYDROGEN AND HYDROGEN SYSTEMS, Guidelines for Hydrogen System Design, Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation, Report NSS 1740.16 (1997)

| | | | | | | | | |
|---|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

1 Zertifizierungsverfahren

Produkte Gas Konformitätszeichen national (europäisch nicht harmonisierter Bereich)

Die Einsatzmöglichkeit der Elastomerwerkstoffe mit Erdgas-H₂-Gemischen bzw. reinem Wasserstoff wird ausgewiesen und in einem Verzeichnis der H₂-Zertifizierungsprogramme der DVGW CERT GmbH geführt.

2 Akkreditierungen

Für das Verfahren besteht eine Akkreditierung Nr. D-ZE-16028-01 bei der „Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH“ (DAkkS), Berlin.

3 Zeichen

3.1 Zertifizierungszeichen

DVGW- bzw. DIN-DVGW-Zertifizierungszeichen Produkte



Registriernummernschema:

DG-5001DQ0001 bzw. NG-5001DQ0001

DG = DVGW-Zertifizierungszeichen Gas,
 NG = DIN-DVGW-Zertifizierungszeichen Gas,
 5001 = Produktcode, DQ = 2025, 0001 = lfd. Nr.

3.2 Verwendungshinweis



Anmerkung: Das H₂-Ready-Zeichen der DVGW CERT GmbH hat keinen direkten Bezug zu den in diesem ZP beschriebenen Prüfungen. Es ist ein Hinweis auf die Einsatzmöglichkeit des Materials mit Erdgas-H₂-Gemischen bzw. reinem Wasserstoff.

| | | |
|---|--|--|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE Dok.-Art ZP Verfasser DVGW CERT GmbH Stand 05.12.2025 |
|---|--|--|

4 Art des Zertifikats und des Prüfverfahrens

Gegenstand der Zertifizierung sind Materialprüfungen an Elastomerwerkstoffen, die bereits nach DIN EN 549 beziehungsweise DIN EN 682 eine (DIN-)DVGW-Zertifizierung erhalten haben.

Die Laufzeit der Konformitätsbestätigung nach diesem Zertifizierungsprogramm wird an das bestehende (DIN-)DVGW-Zertifikat nach DIN EN 549 bzw. DIN EN 682 gekoppelt.

5 Geltungsbereich

| Produktgruppe | Produktcode | Produktart |
|--|-------------|---|
| Elastomerwerkstoffe für Dichtungen und Membranen | 5101 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen in Gasgeräten und -anlagen mit Lebensdauerbeurteilung |
| | 5102 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen/ Membranen in Gasgeräten,-anlagen mit Lebensdauerbeurteilung |
| | 5104 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen in Gasversorgungs-/ -fernleitungen mit Lebensdauerbeurteilung |
| | 5105 | Membranwerkstoff in Gasgeräten und Gasanlagen, unverstärkt, mit Lebensdauerbeurteilung |
| | 5106 | Membranwerkstoff in Gasgeräten und Gasanlagen, verstärkt, mit Lebensdauerbeurteilung |
| | 5111 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen in der Gasinstallation |
| | 5112 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen in Gasgeräten und -anlagen |
| | 5113 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen in Gasversorgungs- und Gasfernleitungen |
| | 5131 | Membranwerkstoff für Gasgeräte und Gasanlagen, unverstärkt |
| | 5132 | Membranwerkstoff für Gasgeräte und Gasanlagen, verstärkt |
| | 5133 | Membranwerkstoff für Gasanlagen |
| | 5134 | Membranwerkstoff für Gaszähler/-anlagen |
| | 5139 | Elastomerwerkstoff für Dichtungen und Membranen in Gasgeräten und -anlagen |

6 Prüfstellen

Nach EN ISO/IEC 17025 für die betreffenden Prüfgrundlagen akkreditierte und an die DVGW CERT GmbH vertraglich gebundene Prüfstellen.

| | | | | | | | | |
|---|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

7 Anforderungen und Prüfungen

7.1 Allgemeine Anforderungen

Für die Elastomerwerkstoffe muss eine Zertifizierung durch die DVGW CERT GmbH gemäß DVGW-Regelwerk für den Einsatz mit Erdgas vorliegen.

Die nach ZP 5101 geprüften und zertifizierten Werkstoffe werden in einem Verzeichnis der DVGW CERT GmbH geführt.

7.2 Permeabilität

Die Anforderungen und Prüfung sind in Anhang A beschrieben.

7.3 Rapid Gas Decompression (RGD)

Die Anforderungen und Prüfung sind in Anhang B beschrieben.

8 Mitgeltende Dokumente

Bei nichtdatierten Verweisen gilt jeweils die aktuelle Ausgabe der nachfolgenden Dokumente:

- DVGW CERT GmbH <40014> Geschäftsordnung der DVGW CERT GmbH zur Zertifizierung von Produkten im nicht harmonisierten Bereich
- DVGW Arbeitsblatt G 260:2021-09
Gasbeschaffенheit
- DIN EN 549:2024-07
Elastomer-Werkstoffe für Dichtungen und Membranen in Gasgeräten und Gasanlagen
- DIN EN 682:2006-10
Elastomer-Dichtungen - Werkstoff-Anforderungen für Dichtungen in Versorgungsleitungen und Bauteilen für Gas und flüssige Kohlenwasserstoffe
- DIN EN ISO 11114-2:2022-02
Gasflaschen - Verträglichkeit von Flaschen- und Ventilwerkstoffen mit den in Berührung kommenden Gasen - Teil 2: Nichtmetallische Werkstoffe
- DIN EN ISO 23936-2:2012-03
Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie – Nichtmetallische Werkstoffe mit Medienkontakt bei der Öl- und Gasproduktion – Teil 2: Elastomere
- EN ISO/IEC 17025
Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- ISO 14687:2025-02
Wasserstoffbeschaffенheit - Produktspezifikation
- ISO 15105-1:2007-10
Kunststoffe - Folien und Flächengebilde - Bestimmung der Gasdurchlässigkeit - Teil 1: Differentialdruck-Verfahren
- ISO 19880-7:2025-08
Gasförmiger Wasserstoff - Befüllungsanlagen - Teil 7: O-Ringe

| | | | | | | | | |
|---|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

- DIN ISO 23529:2020-10
Elastomere – Allgemeine Bedingungen für die Vorbereitung und Konditionierung von Prüfkörpern für physikalische Prüfverfahren
- NORSOK M-710:2014
Qualification of non-metallic materials and manufacturers — Polymers

Es gilt der jeweils gültige Ausgabestand.

9 Geltungsdauer

Dieses Zertifizierungsprogramm gilt ab dem 05.12.2025.

| | | | | | | | | |
|--|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

10 Anhang A: Permeabilität

10.1 Anforderungen hinsichtlich Verwendung mit bis zu 100 Vol.-% Wasserstoff

Das dargestellte Verfahren liefert mit der H₂-Permeabilität als Materialeigenschaft einen zusätzlichen technischen Kennwert, der es erlaubt, verschiedene Werkstoffe bezüglich der Permeation von Wasserstoff miteinander zu vergleichen. Dieser Werkstoffkennwert wird ohne Festlegung eines Grenzwertes ermittelt und dient als Hilfestellung für den Anwender bezüglich der Auswahl von Elastomerwerkstoffen hinsichtlich ihres spezifischen Verhaltens für Wasserstoff-Anwendungen und der Dimensionierung der daraus herzustellenden Formteile.

Es wird somit keine Aussage hinsichtlich der Permeation oder Dichtheit von Formteilen getroffen, da hier konstruktive Aspekte eine wesentliche Rolle spielen. Dieses ZP trifft somit für den Elastomerwerkstoff die Aussage „H₂ geprüft“.

Da Elastomerwerkstoffe als Dichtungen und Membranen in Produkten und Systemen eingesetzt werden, ist die Dichtheitsprüfung im System weiterhin entscheidend und wird durch die Permeabilitätsangabe nicht ersetzt.

10.2 Prüfungen

| | |
|------------------------|--|
| Prüfbedingungen | In Anlehnung an ISO 15105-1, „Kunststoffe - Folien und Flächengebilde - Bestimmung der Gasdurchlässigkeit - Teil 1: Differentialdruck-Verfahren“ Methode mit einer Druckmessung gemäß Anhang A der ISO 15105-1 (manometrisches Verfahren) Partialdruckdifferenz ($1 \pm 0,1$) bar (1 Atmosphäre = 1,01325 bar) Probendicke d ($2 \pm 0,2$) mm => Bestimmung der tatsächlichen Dicke nach DIN ISO 23529 Medium H ₂ (Reinheit mindestens 99,9 Vol.-%) Prüftemperatur (23 ± 2) °C Die Gasdurchlässigkeitsrate (gas transmission rate) GTR wird nach ISO 15105-1 ermittelt. Aus Praktikabilitätsgründen ist die GTR in der Einheit [cm ³ / (m ² (24 h) bar)] zu bestimmen. Entsprechend wird die Gaspermeabilität $P = GTR \times d$ in der Einheit [(cm ³ mm) / (m ² 24 h bar)] als relevante Materialkenngröße ausgewiesen. |
| Auswertung | Zur Bestimmung der Gaspermeabilität ist die Gasdurchlässigkeitsrate auf die tatsächliche Dicke zu beziehen. |

| | | | |
|---|--|-------------------|--|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE | |
| | Dok.-Art | ZP | |
| | Verfasser | DVGW CERT GmbH | |
| | Stand | 05.12.2025 | |

11 Anhang B: Rapid Gas Decompression

RGD-Prüfungen von Elastomeren werden bereits in mehreren internationalen Regelwerken betrachtet. Beispielsweise sind die EN ISO 23936-2 für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie, die ISO 19880-7 für Befüllungsanlagen mit gasförmigem Wasserstoff oder NORSO M-710 für die norwegische Öl- und Gasindustrie im Bereich der Förderung zu nennen. Die im Rahmen des Forschungsprojekts HydEKuS entwickelte und in diesem Zertifizierungsprogramm dargestellte Prüf- und Zertifizierungsgrundlage basiert zunächst auf den hier genannten Regelwerken. Weiter wurde die Prüf- und Zertifizierungsgrundlage innerhalb des Forschungsprojekts auf Basis der Ergebnisse und Erkenntnisse für den hier relevanten Anwendungsbereich angepasst. Zur Vergleichbarkeit sind die Angaben aus den Regelwerken mit angegeben.

Wie bei der Permeabilitätsprüfung wird für RGD kein Grenzwert für den Schädigungsgrad festgelegt. Die Werkstoffe werden je nach auftretendem Schädigungsgrad klassifiziert. Die erfolgte Klassifizierung ist dabei nicht so zu verstehen, dass der Werkstoff unter allen Umständen den dargestellten Schädigungsgrad erreicht. Vielmehr gibt die Klassifizierung, bei einer einheitlichen standardisierten Prüfung, dem Anwender eine Hilfestellung bezüglich der grundsätzlichen Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber RGD-Schädigungen und ermöglicht somit einen Vergleich verschiedener Werkstoffe.

11.1 Prüfbedingungen

Prüfgas

Der Fokus dieses Zertifizierungsprogramm liegt auf der Prüfung mit Wasserstoff und Erdgas. Für Wasserstoff muss eine Mindestreinheit von 99,9 Vol.-% (in Anlehnung an ISO 14687, Grade B) vorliegen. Für Methan muss das Normprüfgas G20 mit 100 Vol.-% CH₄ verwendet werden.

Die Prüfungen können optional mit weiteren Reingasen durchgeführt werden und dies kann entsprechend der Klassifizierung auf dem Zertifikat dargestellt werden. Dadurch erweitert sich der Geltungsbereich der Zertifizierung nicht auf diese weiteren Gase. Der Geltungsbereich der Zertifikate bleibt unabhängig der Prüfungen nach Anhang B bei Erdgas mit der zusätzlichen Kennzeichnung „H₂-geprüft“ sofern die Wasserstoff-Permeabilitätsprüfungen nach Anhang A durchgeführt wurden.

Anmerkung: ISO 19880-7 nutzt als Prüfgas Wasserstoff. NORSO M-710 nutzt neben Methan auch Gemische von Methan, die Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff enthalten, da diese bei der Erdgasförderung mitauftreten können und nicht aufbereitet sind. EN ISO 23936-2 sieht ein Gemisch aus Kohlenstoffdioxid und Methan oder Stickstoff vor, ermöglicht aber auch die Nutzung anderer Gase.

Prüftemperatur

Die Prüfungen müssen bei einer Temperatur von 23 ± 2 °C durchgeführt werden.

Anmerkung: ISO 19880-7, NORSO M-710 und EN ISO 23936-2 sehen höhere Prüftemperaturen im Bereich zwischen 30 °C und bis zu 240 °C vor. Teilweise werden hier aber auch andere Prüftemperaturen zugelassen. Für dieses Zertifizierungsprogramm ist eine niedrigere Temperatur gewählt, da Werkstoffe miteinander verglichen werden und kein Grenzwert definiert wird, welcher Werkstoffe aussortieren soll, welche keine bestimmte Resistenz gegen RGD-Schädigungen aufweisen. Durch die niedrigere Prüftemperatur wird eine praktikablere Prüfung ermöglicht, welche sich im hier relevanten Anwendungsbereich befindet.

| | | | | | | | | |
|--|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

Prüfdruck

Es werden die für den Anwendungsbereich relevanten maximalen Betriebsdrücke von 10 MPa (Fernleitungen) und 3 MPa (Gasanlagen) betrachtet. Bei einem Sicherheitsfaktor von $\approx 1,3$ ergeben sich daraus Prüfdrücke von 13 MPa und 4 MPa.

Der Hersteller muss wählen mit welchem Prüfdruck der Werkstoff geprüft werden soll. Je nach Anwendungsgebiet kann eine Druckstufe sinnvoller sein. Entsprechend der geprüften Druckstufe muss der Schädigungsgrad klassifiziert werden. Ein bei einer Druckstufe erreichter Schädigungsgrad gilt ohne weitere Prüfungen auch für niedrigere Druckstufen. Es können aber auch beide Druckstufen geprüft und zwei verschiedene Schädigungsgrade ausgewiesen werden.

Anmerkung: ISO 19880-7, NORSO M-710 und EN ISO 23936-2 sehen höhere Prüfdrücke im Bereich zwischen 10 MPa und 90 MPa oder mehr vor. Dies ist den entsprechenden Anwendungsbereichen geschuldet. Der Sicherheitsfaktor resultiert aus der ISO 19880-7. Diese gilt für PKW-Drucktanks, die üblicherweise bei 70 MPa betrieben werden. Bei einem vorgeschriebenen Prüfdruck von 90 MPa ergibt sich ein Sicherheitsfaktor von 1,28.

Auslagerung und Zyklen

Die Auslagerung muss für 24 ± 1 h bei Prüfdruck erfolgen. Nach Entspannung muss ein Halten bei Umgebungsdruck für 1 h und eine erneute Auslagerung für $24^\circ \pm 1$ h bei Prüfdruck erfolgen.

Anmerkung: ISO 19880-7 sieht einen Zyklus mit einer Auslagerungszeit von 24^0_2 h vor. EN ISO 23936-2 sieht acht Zyklen vor, wobei der erste Zyklus einen Zeitraum von mindestens 68 h hat und alle weiteren Zyklen abwechselnd 6 h oder 12 h Auslagerungszeit mit einer zwischenzeitlichen Haltezeit von 1 h bei Umgebungsdruck haben. NORSO M-710 schreibt eine variable Zyklenzahl von 1 bis 10 vor, wobei im ersten Zyklus für einen Zeitraum von 72 ± 4 h und in allen weiteren Zyklen für 23 ± 1 h bei einer zwischenzeitlichen Haltezeit von 1 h bei Umgebungsdruck ausgelagert wird.

Entspannungszeit

Die Entspannung muss in maximal 5 s vom Prüfdruck auf Umgebungsdruck erfolgen. Das entspricht bei einem Prüfdruck von 13 MPa einem mittleren Entspannungsgradienten von über 2,6 MPa/s und bei einem Prüfdruck von 4 MPa einem mittleren Entspannungsgradienten von über 0,8 MPa/s. Dabei ist der Entspannungsgradient nicht linear.

Anmerkung: ISO 19880-7 sieht in den ersten 10 s eine Entspannung um mindestens die Hälfte des Prüfdrucks, also mindestens 45 MPa vor. Entsprechend ergibt sich ein mittlerer Entspannungsgradient von über 4,5 MPa/s. Dahingegen sind die Entspannungsgradienten der EN ISO 23936-2 mit primären $2 \pm 0,2$ MPa/min und der NORSO M-710 mit $7 \pm 0,7$ MPa/min deutlich geringer.

| | | | | | | | | |
|---|--|---|----------|----|-----------|----------------|-------|------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | 55101.100-04-N-DE <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Dok.-Art</td><td style="padding: 2px;">ZP</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Verfasser</td><td style="padding: 2px;">DVGW CERT GmbH</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Stand</td><td style="padding: 2px;">05.12.2025</td></tr> </table> | Dok.-Art | ZP | Verfasser | DVGW CERT GmbH | Stand | 05.12.2025 |
| Dok.-Art | ZP | | | | | | | |
| Verfasser | DVGW CERT GmbH | | | | | | | |
| Stand | 05.12.2025 | | | | | | | |

Prüfkörper

Die Prüfung muss an drei zylindrischen Testscheiben mit einem Durchmesser von $(13 \pm 0,5)$ mm und einer Dicke von $(6,3 \pm 0,3)$ mm, welche aus Werkstoffplatten herausgeschnitten werden, erfolgen. Die zylindrischen Testscheiben müssen frei von sichtbaren Beschädigungen an der Oberfläche sein.

Anmerkung: EN ISO 23936-2 und NORSO M-710 sehen eine Prüfung am O-Ring vor. Da die beiden Normen EN 549 und EN 682, auf welche dieses ZP Bezug nimmt, Materialnormen sind, erfolgt hier keine Formteilprüfung. ISO 19880-7 sieht die Prüfungen ebenfalls an kreisförmigen Proben vor, welche bei gleichem Durchmesser eine Dicke von $2 \pm 0,2$ mm haben.

11.2 Prüfequipment

Für die Durchführung der Prüfungen ist geeignetes Prüfequipment zu nutzen, welches die nachfolgenden Anforderungen erfüllt:

- Für den gewählten Druckbereich geeigneter druckfester Behälter (z.B. Autoklav) mit geeignetem Ventil zur schnellen Entspannung.
- Prüfvorrichtung, welche ein Ausdehnen der Prüfkörper in alle Richtungen ermöglicht.
- Sensorik zur Temperatur- und Druckmessung
- Vorrichtung zur konstanten Temperierung (z.B. Wasserbad)
- Digitalkamera, Mikroskop sowie geeignetes Messmittel für die Dokumentation

11.3 Prüfverfahren

- 1) Inspektion der Prüfkörper hinsichtlich der Maße und möglicher Beschädigungen
- 2) Platzieren der Prüfkörper in der Prüfvorrichtung.
- 3) Platzieren der Prüfvorrichtung in geeignetem Druckbehälter.
- 4) Dreifaches Spülen des Druckbehälters mit Inertgas bei 1 MPa, um Luft zu entfernen. Dabei Dichtheitsprüfung des Druckbehälters mit einem geeigneten Lecksuchspray. Ein Halten bei 1 MPa mit Inertgas ist zu vermeiden, um eine Sättigung der Prüfkörper mit dem Inertgas zu vermeiden.
- 5) Beaufschlagung des Druckbehälters mit Prüfgas und dem Prüfdruck.
- 6) Halten des Prüfdrucks für die Zeit der Auslagerung mit Aufzeichnung von Temperatur und Druck in regelmäßigen Intervallen.
- 7) Entspannen auf Umgebungsdruck innerhalb der maximalen Entspannungszeit und halten des Umgebungsdrucks für 1 h
- 8) Erneute Beaufschlagung des Druckbehälters mit Prüfdruck und halten des Prüfdrucks für die Zeit der Auslagerung mit Aufzeichnung der Temperatur und Druck mit abschließender Entspannung auf Umgebungsdruck innerhalb der maximalen Entspannungszeit.
- 9) Dreifaches Spülen des Druckbehälters mit Inertgas bei 1 MPa, um Wasserstoff zu entfernen.
- 10) Öffnen des Druckbehälters und herausholen der Prüfkörper.
- 11) Sichtprüfung und Dokumentation von aufgetretenen Schäden.
- 12) Auswertung des Schädigungsgrad nach Kapitel 11.4.

11.4 Auswertung des Schädigungsgrad

Die Auswertung der Schädigungen verursacht durch RGD erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 23936-2, da NORSO M-710 auf die DIN EN ISO 23936-2 verweist und die ISO 19880-7 abweichend davon nur an der Oberfläche auftretende Risse und Blasen betrachtet. Die im Forschungsprojekt durchgeföhrten Untersuchungen zeigen jedoch, dass ein Aufschneiden notwendig ist, weswegen die ISO 19880-7 für die Auswertung nicht weiter herangezogen wird.

11.4.1 Vorbereitung der Prüfkörper

Für die Auswertung des hier betrachteten zylindrischen Testscheiben müssen diese, wie nachfolgend beschrieben, vorbereitet werden. Das Forschungsprojekt hat gezeigt, dass praktisch lediglich ein Schnitt nach Abbildung 11-1 möglich ist. Dafür wird der Prüfkörper mit einer scharfen Klinge, z.B. einem Skalpell, aufgeschnitten. Wenn Blasen oder Beschädigungen an der Oberfläche sichtbar sind, ist der Schnitt durch einen solchen Bereich zu legen.

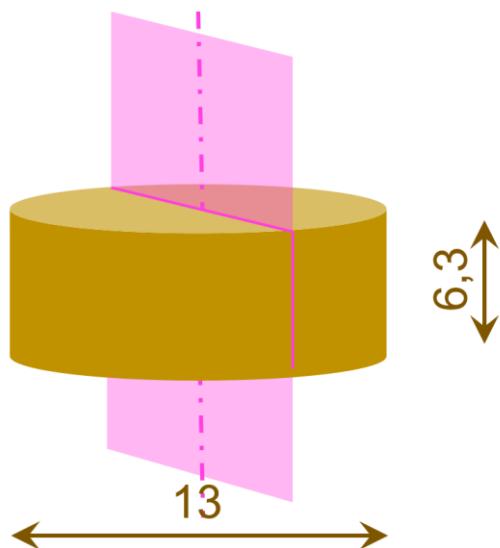


Abbildung 11-1: Schnittebene der zylindrischen Testscheiben [Quelle: OGE]

Anmerkung: Das Vorgehen der DIN EN ISO 23936-2 gilt für die Verwendung eines Formteils in Form eines O-Rings. Es sieht ein axiales Aufschneiden des O-Rings vor. Dabei variiert die Anzahl der Schnitte in Abhängigkeit von der O-Ring-Größe. Dieses Vorgehen kann auf Grund der geänderten Geometrie des Prüfkörpers nicht direkt übernommen werden.

| | | | |
|---|--|----------------|-------------------|
|  | Zertifizierungsprogramm ZP 5101 Ergänzungsprüfungen an Elastomerwerkstoffen für Dichtungen u. Membranen in Gasgeräten u. -anlagen gegenüber einem Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol. % | | 55101.100-04-N-DE |
| | Dok.-Art | ZP | |
| | Verfasser | DVGW CERT GmbH | |
| | Stand | 05.12.2025 | |

11.4.2 Bewertung der Schädigung

Die Anzahl und die Länge der aufgetretenen Risse werden erfasst. Die Anzahl der Risse muss auf der gesamten Schnittfläche gezählt werden. Außerdem muss die Länge der einzelnen Risse bestimmt werden. Die Summe aller Risslängen und die Einzelrisslänge müssen ins Verhältnis zum Durchmesser des Prüfkörpers gesetzt werden. Die Bestimmung der Risslänge erfolgt direkt vom Anfangs- bis Endpunkt. Bei kurvigen Rissen kann die Länge entlang des Weges bestimmt werden. Die Bewertung erfolgt nach Tabelle 11-1. Um eine Bewertungsstufe zu erhalten, muss der Werkstoff alle Kriterien der jeweiligen Stufe erfüllen.

Die Einzelwerte der drei Prüfkörper sind im Prüfbericht auszuweisen. Liegen zwischen höchster und niedrigster Bewertung zwei oder mehr Stufen, ist die Prüfung zu wiederholen. Bei geringeren Abweichungen wird der Mittelwert gebildet und zur nächsthöheren Stufe aufgerundet.

Tabelle 11-1: Auswertung nach ISO 23936-2

| Bewertung | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|---|----------------|----------------|---|----------|----------|
| n_{max} | 0 | 2 | 3 | 5 | Beliebig | Beliebig |
| ΣL | 0 | $\leq 0,6 * D$ | $\leq 1,6 * D$ | Beliebig | | |
| L_{max} | 0 | $\leq 0,5 * D$ | $\leq 0,5 * D$ | 2 Stk: $\leq 0,8 * D$ Rest: $\leq 0,5 * D$ | < D | |

n_{max} = maximale Anzahl an Rissen

ΣL = Summe der Risslängen

L_{max} = maximale Risslänge

D = Durchmesser

Anmerkung: Die DIN EN ISO 23936-2 bestimmt ebenfalls die Summe aller Risslängen und die Einzelrisslänge, welche ins Verhältnis zum Durchmesser gesetzt werden. Daraus ist ein Bewertungssystem mit sechs Stufen abgeleitet. Dieses Bewertungssystem kann auf Grund der unterschiedlichen Flächenverhältnisse von O-Ring zu Prüfcoupon nicht direkt in diese Prüfgrundlage überführt werden. Die Kriterien des hier dargestellten Bewertungssystems sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Flächenverhältnisse von dem Bewertungssystem der DIN EN ISO 23936-2 abgeleitet. Für die exakten Berechnungen sei auf den Forschungsbericht des Projekts verwiesen.

11.5 Klassifizierung

Die Werkstoffe müssen, wie in Tabelle 11-2 angegeben, nach Schädigungsgrad in Abhängigkeit der Druckstufe klassifiziert werden.

Tabelle 11-2: Klassifizierung – Schädigungsgrad in Abhängigkeit der Druckstufe

| Klasse | Druckstufe (bar) | Schädigungsgrad |
|--------------|------------------|-----------------|
| RGD-xx-30-0 | 30 | 0 |
| RGD-xx-30-1 | | 1 |
| RGD-xx-30-2 | | 2 |
| RGD-xx-30-3 | | 3 |
| RGD-xx-30-4 | | 4 |
| RGD-xx-30-5 | | 5 |
| RGD-xx-100-0 | 100 | 0 |
| RGD-xx-100-1 | | 1 |
| RGD-xx-100-2 | | 2 |
| RGD-xx-100-3 | | 3 |
| RGD-xx-100-4 | | 4 |
| RGD-xx-100-5 | | 5 |

Anmerkung: „xx“ steht für das verwendete Prüfgas in chemischer Formel. Die Indizes werden hierbei nicht tiefgestellt.

BEISPIEL: Die Klassifizierung eines Elastomer-Werkstoffs, der im Temperaturbereich von -20 °C bis +80 °C mit einer angegebenen Nennhärte von 70 IRHD-M anwendbar ist und bei einer Methan-Druckbeaufschlagung von 100 bar den Schädigungsgrad 5 und bei 30 bar den Schädigungsgrad 2 aufweist, wäre B2/H3/RGD-CH4-100-5/RGD-CH4-30-2.

Anmerkung: Die Klassen für weitere Gase bei einer oder mehreren Druckstufe(n) werden optional nach gezeigtem Schema angefügt.