

**BAM**Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung

PRÜFBERICHT

über die Untersuchung eines nichtmetallischen Materials
auf Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff12200 Berlin
T: +49 30 8104-0
F: +49 30 8104-7 2222

Aktenzeichen	17063170
Unser Zeichen	02-3473
Ausfertigung	1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen
Auftraggeber	Frenzelit GmbH Frankenhammer 7 95460 Bad Berneck
Anfrage vom	23. November 2017
Ihr Zeichen	EMP / BWI
Eingang der unterzeichneten Auftragserteilung	3. Januar 2018
Prüfmuster	Flanschdichtungsmaterial novapress® 880, Charge 29114569133
Eingang Prüfmuster	6. Dezember 2017
Prüfzeitraum / Prüfdatum	9. bis 25. Januar 2018
Prüfort	BAM – Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“ Haus 41
Prüfung in Anlehnung an (In der derzeit gültigen Version)	DIN EN 1797 und ISO 21010 „Cryogenic Vessels - Gas/Material Compatibility“; Anhang des Merkblatts M034-1 (BGI 617-1) „Liste der nichtmetallischen Materialien“, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie; TRGS 407 Technische Regeln für Gefahrstoffe „Tätigkeiten mit Gasen - Gefährdungsbeurteilung“ Kapitel 3 „Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung“ und Kapitel 4 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gasen“

Alle im Bericht angegebenen Drücke sind Überdrücke.
Dieser Prüfbericht besteht aus Seite 1 bis 9 und den Anhängen 1 bis 3.

Dieser Prüfbericht darf nur in vollem Wortlaut und ohne Zusätze veröffentlicht werden. Für veränderte Wiedergabe und für Auszüge ist vorher die widerrufliche, schriftliche Einwilligung der BAM einzuholen. Der Inhalt des Prüfberichts bezieht sich ausschließlich auf die untersuchten Gegenstände/Materialien.

2015-05 / 2015-09-17

Sicherheit in Technik und Chemie

PRÜFBERICHT

1 Unterlagen und Prüfmuster

Die Firma hat folgende Unterlagen und Prüfmuster eingereicht:

1 Prüfauftrag

Sicherheitstechnische Untersuchung des nichtmetallischen Materials novapress® 880, Charge 29114569133, für den Einsatz als Flachdichtungsmaterial in Flanschverbindungen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 80 °C und Drücken bis 120 bar

1 Sicherheitsdatenblatt novapress® 280, 805, FLEXIBLE/815, 820, 850, 880, AKTIV, BASIC (6 Seiten, Fa. Frenzelit Werke GmbH, Version 1.5, Erstelldatum: 02.05.2017)

1 Materialdatenblatt novapress® 880 (1 Seite, Version 1, Nr. 01608, Erstelldatum: 13.09.2017)

15 Rundscheiben novapress® 880, Charge 29114569133, einseitig beschriftet mit „Frenzelit, novapress® 880, Made in Germany“ Abmessungen: Durchmesser 140 mm, Dicke 3 mm Farbe: Beige



2 Angewandte Prüfverfahren

Das Produkt novapress® 880, Charge 29114569133, soll als Flachdichtungsmaterial in Flanschverbindungen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 80 °C eingesetzt werden.

Folgende Prüfverfahren wurden angewandt:

2.1 Bestimmung der Zündtemperatur in verdichtetem Sauerstoff

Die Prüfung wird immer dann durchgeführt, wenn das Material bei Temperaturen oberhalb von 60 °C eingesetzt werden soll.

Die Zündtemperatur ist eine sicherheitstechnische Kenngröße und gibt die Temperatur an, bei der sich das Material in Gegenwart von Sauerstoff ohne eine Zündquelle von selbst entzündet. Sie ist daher maßgebend für die maximale Betriebstemperatur, die auf Grund der besonderen Einbausituation bei Flanschverbindungen 50 °C unter der Zündtemperatur festgelegt wird.

2.2 Prüfung der Alterungsbeständigkeit in verdichtetem Sauerstoff

Die Prüfung wird immer dann durchgeführt, wenn das Material bei Temperaturen oberhalb von 60 °C eingesetzt werden soll. Dabei wird der Einsatz des Materials in der Praxis simuliert und untersucht, ob sich die Zündtemperatur oder Eigenschaften des Materials durch Alterung verändern.

2.3 Prüfung von Flanschdichtungen in verdichtetem Sauerstoff

Diese Untersuchung simuliert den in der Praxis nicht auszuschließenden fehlerhaften Einbau einer Dichtung in eine Flanschverbindung, wobei das Dichtungsmaterial in die lichte Weite des Rohres hineinragt. Bei dieser Prüfung wird das Brandverhalten einer Dichtung nach künstlich eingeleiteter Zündung in einem Standardflansch untersucht. Es soll festgestellt werden, ob der Brand der Dichtung auf das Metall der Flanschverbindung übertragen wird oder ob die Flanschverbindung undicht wird.

3 Probenvorbereitung

Da das Dichtungsmaterial elektrisch nichtleitend ist, wurden die Rundscheiben für die Prüfung im Standardflansch gemäß der Mustervorlage in Bild 1 vorbereitet.

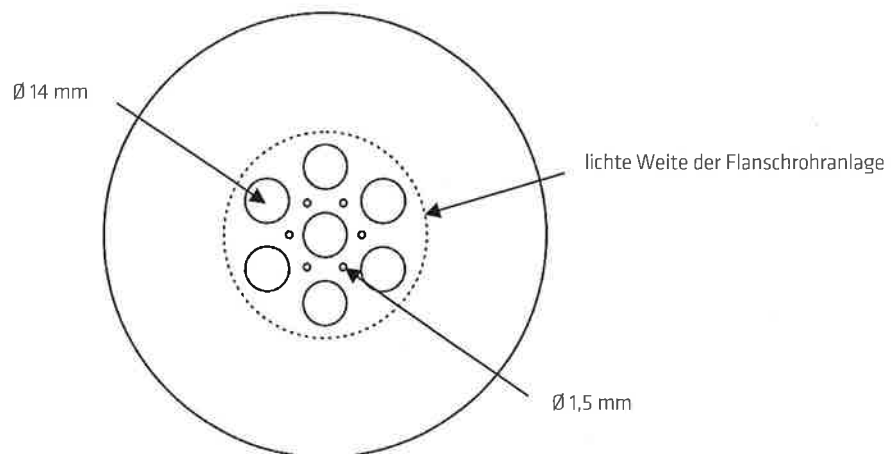


Bild 1: Mustervorlage für elektrisch nichtleitende Flachdichtungsmaterialien

Für die anderen Prüfverfahren wurden die Materialplatten in Teile mit einer Kantenlänge von ca. 1 mm bis 2 mm zerschnitten und in dieser Form verwendet.

4 Prüfungen

4.1 Bestimmung der Zündtemperatur in verdichtetem Sauerstoff

Das Prüfverfahren wird im Anhang 1 beschrieben.

Auf Grund der vom Antragsteller angegebenen Betriebsbedingungen wurde die Bestimmung der Zündtemperatur bei einem Sauerstoffenddruck von etwa 120 bar durchgeführt.

4.1.1 Beurteilungskriterium

Das Kriterium für eine eindeutige Reaktion des Probenmaterials mit Sauerstoff ist ein plötzlicher Druckanstieg und ein mehr oder weniger steiler Temperaturanstieg.

4.1.2 Ergebnisse

Versuch Nr.	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	87	125	147
2	87	127	150
3	87	127	151
4	87	127	147
5	87	126	144

Bei fünf Versuchen konnte für die Probe folgende mittlere Zündtemperatur festgestellt werden:

Mittlerer Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Mittlere Zündtemperatur [°C]	Standardabweichung [°C]
126	148	± 3

4.2 Verhalten bei künstlicher Alterung

Das Prüfverfahren wird im Anhang 2 beschrieben.

Üblicherweise wird das Verhalten bei künstlicher Alterung beim maximalen Betriebsdruck sowie bei erhöhter Temperatur, in der Regel 25 °C oberhalb der vorgesehenen Betriebstemperatur, untersucht. In diesem Fall wurde die Prüfung daher bei einem Sauerstoffenddruck von 120 bar und einer Temperatur von 105 °C durchgeführt.

4.2.1 Beurteilungskriterien

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des Alterungsverhaltens werden drei Kriterien berücksichtigt:

Bei einer Massenänderung $\Delta m \leq 1\%$ gilt die Probe als alterungsbeständig, bei $\Delta m > 1\%$ und $\Delta m \leq 2\%$ gilt die Probe als ausreichend alterungsbeständig, bei $\Delta m > 2\%$ gilt die Probe als nicht alterungsbeständig.

Weist die Probe nach der Prüfung Veränderungen der Farbe, der Konsistenz, der Form oder der Oberflächenbeschaffenheit auf oder werden Ausgasungen festgestellt, wird dies aus sicherheitstechnischer Sicht bei der Beurteilung von der BAM berücksichtigt.

Die Zündtemperatur der gealterten Probe wird bestimmt und mit der der nichtgealterten Probe verglichen. Für den Fall, dass sich die Zündtemperaturen der gealterten und der nichtgealterten Probe unterscheiden, wird aus Sicherheitsgründen der niedrigere Wert berücksichtigt.

4.2.2 Ergebnisse

4.2.2.1 Prüfung auf Änderung der Masse bzw. der äußeren Beschaffenheit

Zeitdauer [h]	Prüftemperatur [°C]	Sauerstoffprüfdruck [bar]	Massenänderung Δm [%]
100	105	120	+ 1,7

Nach der Alterung wurde ein intensiver Geruch festgestellt, die Probe war stark versprödet und die Probenmasse nahm um 1,7 % zu.

4.2.2.2 Bestimmung der Zündtemperatur des gealterten Materials in verdichtetem Sauerstoff

Das Prüfverfahren wird im Anhang 1 beschrieben.

Die Bestimmung der Zündtemperatur des gealterten Materials wurde bei gleichen Prüfbedingungen wie unter 4.1 beschrieben durchgeführt.

Versuch Nr.	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	87	138	190
2	87	139	188
3	87	138	187
4	87	138	191
5	87	136	178

Bei fünf Versuchen konnte für die gealterte Probe folgende mittlere Zündtemperatur festgestellt werden:

Mittlerer Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Mittlere Zündtemperatur [°C]	Standardabweichung [°C]
138	187	± 5

4.3 Prüfung von Flanschdichtungen in verdichtetem Sauerstoff

Das Prüfverfahren wird im Anhang 3 beschrieben.

4.3.1 Beurteilungskriterium

Verbrennen nach der künstlich eingeleiteten Zündung des Prüfmusters bei fünf Einzelversuchen nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile des Dichtungsmaterials, ohne dass sich der Brand zwischen den Flanschflächen fortsetzt, und bleibt die Verbindung gasdicht, bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung des Dichtungsmaterials als Flachdichtung bei diesen Betriebsbedingungen.

Zeigen die Versuche hingegen, dass sich der Brand des Prüfmusters zwischen den Flanschflächen fortsetzt oder dass die Flanschverbindung undicht wird, hat das Material die Prüfung nicht bestanden. In diesem Fall kann die Prüfung nach Rücksprache mit dem Antragsteller gegebenenfalls bei niedrigeren Temperaturen und/oder Sauerstoffdrücken fortgesetzt werden.

4.3.2 Ergebnisse

Versuch Nr.	Temperatur [°C]	Sauerstoffdruck [bar]	Bemerkungen
1	80	120	Das Prüfmuster reagiert innerhalb der lichten Weite vollständig und brennt zwischen den Flanschdichtflächen. Es treten keine Undichtigkeiten auf.

Beim ersten Versuch mit einer Temperatur von 80 °C und einem Sauerstoffenddruck von 120 bar verbrannten nicht nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile des Prüfmusters, das Material brannte zwischen die Flanschflächen.

Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurden die Versuche daher mit einem verringerten Sauerstoffenddruck von 110 bar fortgeführt.

Versuch Nr.	Temperatur [°C]	Sauerstoffdruck [bar]	Bemerkungen
2	80	110	Das Prüfmuster reagiert innerhalb der lichten Weite vollständig. Es treten keine Undichtigkeiten auf.
3	80	110	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 2
4	80	110	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 2
5	80	110	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 2
6	80	110	Probe reagiert wie bei Versuch Nr. 2

Bei fünf Versuchen mit einer Temperatur von 80 °C und einem Sauerstoffenddruck von 110 bar verbrannten nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile des Prüfmusters innerhalb der lichten Weite des Flansches. Dabei wurde der Brand weder auf den Stahl übertragen, noch brannte das Prüfmuster zwischen den Flanschen. Die Flanschverbindung blieb jeweils gasdicht. Die geprüften Prüfmuster wiesen nach den Versuchen im Bereich der Dichtflächen eine Dicke von ca. 2,9 mm auf.

5 Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Das Prüfmuster hat bei einem Sauerstoffenddruck p_e von etwa 126 bar eine Zündtemperatur von 148 ° mit einer Standardabweichung von ± 3 °C.

Bei einer Temperatur von 105 °C und einem Sauerstoffdruck von 120 bar erwies sich das Material als nicht alterungsbeständig, da das Material nach der Alterung stark versprödet war.

Die Untersuchung des Brandverhaltes von Rundscheiben des Materials in einem Standardflansch hat ergeben, dass bei einer Temperatur von 80 °C und einem Sauerstoffdruck von 110 bar nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile des Prüfmusters innerhalb der lichten Weite des Flansches brennen. Die Prüfmuster brannten nicht zwischen den Flanschdichtflächen. In allen Fällen blieb die Flanschverbindung gasdicht.

6 Meinung und Interpretation

Das Produkt novapress® 880, Charge 29114569133, soll als Dichtungsmaterial für Flanschverbindungen an/in Armaturen und Anlagenteilen für gasförmigen Sauerstoff eingesetzt werden.

Basierend auf den Prüfergebnissen sowie unter Berücksichtigung der Anforderungen an Dichtungswerkstoffe, beschrieben im Anhang 1 zu Anlage 2 des Merkblattes M034, sowie des Anhangs 2 des Merkblattes M034-1, der Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 407 und der in der BAM zu Grunde gelegten Sicherheits-Philosophie bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung des nichtmetallischen Flachdichtungsmaterials novapress® 880, Charge 29114569133, mit einer maximalen Dicke von 3,0 mm zum Abdichten von Flanschverbindungen aus Kupfer, Kupferlegierungen oder Stahl für gasförmigen Sauerstoff bei folgenden Betriebsbedingungen:

maximale Temperatur [°C]	maximaler Sauerstoffdruck [bar]
80	110

Dies gilt für Flansche mit glatter Dichtleiste und auch für Flansche mit Vor- und Rücksprung oder mit Nut und Feder.

Wir weisen allerdings darauf hin, dass das ungünstige Alterungsverhalten des Materials einen Einfluss auf die praktische Brauchbarkeit haben kann.

7 Hinweise

Die Untersuchung berücksichtigt, dass beim praktischen Einsatz des nichtmetallischen Materials in Sauerstoffarmaturen und -anlagenteilen schnelle Sauerstoff-Druckänderungen - sogenannte Sauerstoffdruckstöße - mit Sicherheit an dem Material ausgeschlossen werden können.

Der Inhalt des Prüfberichtes bezieht sich ausschließlich auf das geprüfte Muster einer bestimmten Charge.

Die vorliegende Erfahrung zeigt, dass die sicherheitstechnischen Kenngrößen eines Produkts auch von der Produktionscharge eines Herstellers abhängen können. Daher werden heute chargenbezogene Prüfungen von Produkten, die für den Einsatz in Sauerstoff bestimmt sind, empfohlen. In diesem Zusammenhang wird auf die Veröffentlichung aus dem September 2009 verwiesen: „The Importance of Quality Assurance and Batch Testing on Nonmetallic Materials Used for Oxygen Service“, Journal of ASTM International, Vol. 6, No. 8; Paper ID JA102309. Diese Veröffentlichung kann unter www.astm.org kostenpflichtig erworben werden.

Falls bei einem in den Handel gebrachten Produkt der Hinweis auf eine BAM-Prüfung erfolgt, muss ersichtlich sein, dass nur die Probe einer Charge auf Eignung für den Einsatz in Sauerstoff durch die BAM geprüft und sicherheitstechnisch beurteilt worden ist. Der Hinweis darf keine Vermutungswirkung erzeugen, dass es sich hierbei um eine Zertifizierung handelt, die zum Beispiel eine regelmäßige Überwachung der Produktion beinhaltet.

Das Produkt ist für den genannten Verwendungszweck nur in gasförmigem Sauerstoff einsetzbar. Maximal zulässiger Sauerstoffdruck, maximale Betriebstemperatur sowie eventuell andere Einschränkungen beim Gebrauch müssen deutlich angegeben sein.

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) 12200 Berlin

6. Februar 2018

Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“

Im Auftrag



Dr. Thomas Kasch

Verteiler:	1. Ausfertigung:	Frenzelit GmbH
	2. Ausfertigung:	BAM - Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“



Anhang 1

Bestimmung der Zündtemperatur in verdichtetem Sauerstoff

Etwa 0,2 g bis 0,5 g des pastösen oder zerkleinerten festen oder auf Keramikfaser aufgetragenen flüssigen Versuchsmaterials werden in einen mit Chromnickelstahl ausgekleideten Autoklaven mit einem Volumen von 34 cm³ gegeben. Nach dem gasdichten Verschließen wird der Autoklav mit Sauerstoff bis zum Anfangsdruck p_a gefüllt und induktiv aufgeheizt, wobei die Temperatur fast linear um etwa 110 K/min ansteigt.

Der Temperaturverlauf wird mit Hilfe eines Thermoelementes am Ort der Probe gemessen. Gleichzeitig wird auch der Druckverlauf mit Hilfe eines Druckaufnehmers über ein PC-System erfasst. Mit steigender Temperatur erhöht sich kontinuierlich der Sauerstoffdruck im Autoklaven. Die Entzündung der Probe ist an einem plötzlichen Druckanstieg und einem mehr oder weniger steilen Temperaturanstieg erkennbar. Der bei der Zündtemperatur vorliegende Sauerstoffenddruck p_e wird berechnet.

Die Angabe des Sauerstoffdrucks p_e ist insofern von Bedeutung, als die Zündtemperatur eines Stoffes druckabhängig ist. Die Zündtemperatur sinkt mit steigendem Sauerstoffdruck.





BAM

Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung

Anhang 2

Prüfung auf Alterungsbeständigkeit in verdichtetem Sauerstoff

Eine Probe des Versuchsmaterials mit bekannter Masse wird in einem Becherglas in einem Autoklaven 100 Stunden der Einwirkung verdichteten Sauerstoffs ausgesetzt. Die Versuchstemperatur liegt in der Regel 25 °C über der Betriebstemperatur.

Bei dieser künstlichen Alterung wird ermittelt, ob die Probe allmählich mit Sauerstoff reagiert oder sonstige erkennbare Veränderungen auftreten. Kriterien für eine Beständigkeit gegen Sauerstoff unter den jeweiligen Versuchsbedingungen sind - unter Berücksichtigung gewisser Toleranzen - die Beibehaltung der äußeren Beschaffenheit der Probe, der Vergleich der Probenmasse und der Zündtemperaturwerte vor und nach der Alterung.





Anhang 3

Prüfung von Flanschdichtungen für Sauerstoff-Stahlrohrleitungen

Die Prüfapparatur besteht aus zwei je etwa 2 m langen Stahlrohren DN 65 PN 160, an die entsprechende Normflansche angeschweißt sind. Diese werden unter Verwendung der zu prüfenden Dichtung gasdicht geflanscht. Die Dichtung ist so bemessen, dass sie in das Rohrinne hineintragt. Die Prüfapparatur wird durch Heizmanschetten auf die jeweils vorgesehene Versuchstemperatur erwärmt, die mindestens 50 °C niedriger sein muss als die Zündtemperatur des Dichtungswerkstoffes. Die geschlossene Apparatur wird bis zum vorgesehenen Prüfdruck mit Sauerstoff gefüllt und der ins Rohrinne hineinragende Teil der Dichtung dann durch einen elektrischen Glühdraht gezündet. Für den Fall, dass die Dichtung elektrisch leitfähig ist, z. B. bei Spiraldichtungen oder Graphitfolien, wird eine nicht leitfähige Zündpille aus organischem Werkstoff, z. B. PTFE oder Gummi, verwendet, deren Flamme auf die Dichtung einwirkt.

Maßgebend für die Beurteilung der Dichtung ist ihr Verhalten nach Zündeinleitung. Verbrennt die Dichtung mit so heißer Flamme, dass der Brand auf den Stahl übertragen wird, so gilt die Dichtung als ungeeignet. Sofern nur die ins Rohrinne hineinragenden Teile der Dichtung verbrennen, der Brand nicht auf die Rohrleitung bzw. auf die Flansche übertragen wird, die Dichtung auch nicht zwischen den Flanschen weiterbrennt und die Flanschverbindung gasdicht bleibt, gilt die Dichtung als geeignet. Kann dieses positive Prüfergebnis in vier weiteren Versuchen unter den gleichen Prüfbedingungen bestätigt werden, bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung der Dichtung bis zu dem angewendeten Prüfdruck und der vorgegebenen Versuchstemperatur.

Besteht die Flanschdichtung die Prüfung dagegen nicht, so wird die Prüfung bei niedrigeren Temperaturen und Sauerstoffdrücken fortgesetzt, bis bei fünf Versuchen das oben beschriebene günstige Ergebnis erhalten wird.

