

Bericht

über die Prüfung eines nichtmetallischen Materials
auf Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff



**Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung**

12200 Berlin
Telefon: 030 8104-0
Telefax: 030 8112029

Aktenzeichen	2-1690/2014 II
Ausfertigung	1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen
Auftraggeber	SGL CARBON GmbH Werner-von-Siemens-Straße 18 86405 Meitingen
Auftrag vom	15. Juli 2014
Zeichen	Bestellnummer: 114-10-45767390
Eingegangen am	15. Juli 2014
Prüf-/ Versuchsmaterial	Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge, für den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen an/in Sauerstoffleitungen, -anlagenteilen und -armaturen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 300 °C und Drücken bis 160 bar sowie für den Einsatz in flüssigem Sauerstoff; BAM Auftrags-Nr.: 2.1/52 204
Eingegangen am	22. Juli 2014
Prüfdatum	21. August 2014 bis 6. März 2015
Prüfort	Arbeitsgebiet „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“, Haus 41, Raum 073 und Raum 120
Prüfung bzw. Erfordernis gemäß	DIN EN 1797:2002-02 „Kryo-Behälter - Verträglichkeit von Gas/Werkstoffen“ ISO 21010:2004-14 „Cryogenic Vessels - Gas/Material Compatibility“ Anhang vom Merkblatt M034-1 (BGI 617-1) „Liste der nichtmetallischen Materialien, die von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zum Einsatz in Anlagenteilen für Sauerstoff als geeignet befunden worden sind.“ Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Stand: März 2014 TRGS 407 Technische Regeln für Gefahrstoffe „Tätigkeiten mit Gasen - Gefährdungsbeurteilung“ Kapitel 3 „Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung“ und Kapitel 4 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gasen“, Stand: Juni 2013

Alle im Bericht angegebenen Drücke sind Überdrücke.
Dieser Prüfbericht besteht aus Blatt 1 bis 5 und den Anhängen 1 bis 4.

Prüfberichte dürfen nur in vollem Wortlaut und ohne Zusätze veröffentlicht werden. Für veränderte Wiedergabe und Auszüge ist vorher die widerrufliche Einwilligung der BAM einzuholen. Der Inhalt des Prüfberichtes bezieht sich ausschließlich auf die untersuchten Gegenstände.



1 Unterlagen und Prüfmuster

Die Firma hat folgende Unterlagen und Prüfmuster eingereicht:

- 1 Prüfauftrag
- 1 Materialdatenblatt
(2 Seiten, Erstelldatum: Juni 2014)
- 1 Sicherheitsdatenblatt
(5 Seiten, Version: 1.01, Erstelldatum: 25. Juli 2014)
- 15 Ronden Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge,
einseitig bedruckt mit Sigraflex® APX2 Hochdruck
Außendurchmesser: 150 mm; Dicke: 2 mm
Farbe: Hellgrau

2 Prüfverfahren

Für die sicherheitstechnische Beurteilung von Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge, für den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen an/in Sauerstoffleitungen, -anlagenteilen und -armaturen für gasförmigen Sauerstoff bei Temperaturen bis 300 °C und Drücken bis 160 bar wurden eine Zündtemperaturbestimmung und eine Alterung mit anschließender erneuter Zündtemperaturbestimmung des gealterten Materials sowie eine Flanschprüfung bei 300 °C und bei 160 bar durchgeführt.

Die sicherheitstechnische Eignung des nichtmetallischen Materials für die Verwendung in flüssigem Sauerstoff wurde durch Prüfung auf Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff bei mechanischer Einwirkung untersucht.

3 Prüfergebnisse

3.1 Zündtemperatur

Auf Grund der vom Auftraggeber vorgegebenen maximalen Betriebsbedingungen wurde die Bestimmung der Zündtemperatur bei einem Sauerstoffenddruck p_e von etwa 160 bar durchgeführt. Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffanfangedruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	62	163	> 500
2	62	165	> 500
3	62	165	> 500
4	62	163	> 500
5	62	166	> 500

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangedruck $p_a = 62$ bar wurde bis 500 °C keine Entzündung der Probe festgestellt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 164 bar.

3.2 Verhalten bei künstlicher Alterung

Üblicherweise wird die Bestimmung der Alterungsbeständigkeit beim maximalen Betriebsdruck und einer Temperatur durchgeführt, die 25 °C oberhalb der maximalen Betriebstemperatur liegt. In diesem Fall wurde die Prüfung bei 325 °C und 160 bar durchgeführt. Das Prüfverfahren ist im Anhang 2 beschrieben.

Ergebnis:

Zeit [h]	Temperatur [°C]	Sauerstoffdruck [bar]	Massenänderung [%]
100	325	160	- 0,6

Nach der Alterung bei 325 °C und 160 bar Sauerstoffdruck war die Probe augenscheinlich unverändert. Die Probenmasse nahm um 0,6 % ab.

3.2.1 Zündtemperatur nach Alterung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Sauerstoffanfangsdruck p_a [bar]	Sauerstoffenddruck p_e [bar]	Zündtemperatur [°C]
1	62	164	> 500
2	62	164	> 500
3	62	165	> 500
4	62	165	> 500
5	62	163	> 500

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffanfangsdruck $p_a = 62$ bar wurde keine Entzündung der gealterten Probe bis 500 °C festgestellt. Der zugehörige Sauerstoffenddruck p_e beträgt etwa 164 bar. Dies zeigt, dass die gealterte Probe wie die nicht gealterte Probe bis 500 °C keine Entzündung aufweist.

3.3 Flanschprüfung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 3 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Druck [bar]	Temperatur [°C]	Bemerkungen
1	160	300	Dichtung brennt nur innerhalb der lichten Weite
2	160	300	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1
3	160	300	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1
4	160	300	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1
5	160	300	Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffdruck von 160 bar und einer Temperatur von 300 °C verbrennen nur die ins Rohrinne hineintragenden Teile des nichtmetallischen Materials innerhalb der lichten Weite des Flansches. Der Brand wird weder auf den Stahl übertragen, noch brennt das nichtmetallische Material zwischen den Flanschen. Die Flanschverbindung bleibt gasdicht.

3.4 Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff bei Schlagbeanspruchung

Falls bei einer Fallhöhe von 0,17 m (Schlagenergie 125 Nm) oder weniger Reaktionen mit dem flüssigen Sauerstoff beobachtet werden, gilt ein nichtmetallisches Material grundsätzlich als ungeeignet für den Einsatz in Sauerstoffarmaturen und -anlagenteilen für flüssigen Sauerstoff. Das Prüfverfahren ist im Anhang 4 beschrieben.

Ergebnis:

Versuch Nr.	Fallhöhe [m]	Schlagenergie [Nm]	Reaktionen
1	0,83	625	keine
2	1,00	750	keine
3	1,00	750	keine
4	1,00	750	keine
5	1,00	750	keine
6	1,00	750	keine
7	1,00	750	keine
8	1,00	750	keine
9	1,00	750	keine
10	1,00	750	keine
11	1,00	750	keine

Bei 1,00 m Fallhöhe des Hammers (Schlagenergie 750 Nm) konnten bei zehn Einzelversuchen weder Explosionen noch sonstige Reaktionen von Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge, mit dem flüssigen Sauerstoff beobachtet werden.

4 Zusammenfassung und Beurteilung

Für das Flachdichtungsmaterial Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge, wurde bei einem Sauerstoffenddruck p_e von 164 bar in zwei Versuchsreihen mit je fünf Versuchen keine Entzündung bis 500 °C festgestellt.

Bei einer Temperatur von 325 °C und einem Sauerstoffdruck von 160 bar erwies sich das Material als alterungsbeständig. Die Probenmasse nahm um 0,6 % ab.

Für das gealterte Flachdichtungsmaterial wurde bei einem Sauerstoffenddruck p_e von 164 bar in zwei Versuchsreihen mit je fünf Versuchen keine Entzündung bis 500 °C festgestellt. Dies zeigt, dass die gealterte Probe wie die nicht gealterte Probe bis 500 °C keine Entzündung aufweist.

Grundsätzlich wird bei der sicherheitstechnischen Beurteilung nichtmetallischer Materialien für den Einsatz in Sauerstoff eine Sicherheitsspanne von 100 °C zwischen der maximalen Betriebstemperatur und der Zündtemperatur berücksichtigt. Da die maximale Betriebstemperatur 300 °C beträgt, erfüllt das Flachdichtungsmaterial Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge, dieses Kriterium.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse und der Ergebnisse der Flanschprüfung sowie unter der Voraussetzung, dass im Betrieb keine Sauerstoffdruckstöße auftreten, bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung der untersuchten Charge des nichtmetallischen Materials Sigraflex® APX2 Hochdruck mit einer maximalen Dicke von 2 mm zum Abdichten von Flanschverbindungen aus Kupfer, Kupferlegierungen oder Stahl für gasförmigen Sauerstoff, und zwar sowohl in Flanschen mit glatter Dichtleiste als auch in Flanschen mit Vor- und Rücksprung oder mit Nut und Feder, bei folgenden Betriebsbedingungen:

maximale Temperatur [°C]	maximaler Sauerstoffdruck [bar]
300	160

Entsprechend der Prüfergebnisse und dem BAM-Standard "Prüfung auf Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff bei Schlagbeanspruchung", beschrieben im Anhang 4, bestehen in sicherheitstechnischer Hinsicht auch keine Bedenken gegen eine Verwendung des Flachdichtungsmaterials Sigraflex® APX2 Hochdruck, unbekannte Charge, in Anlagen und Anlagenteilen für flüssigen Sauerstoff. Da ein auf den flüssigen Sauerstoff ausgeübter Druck keine wesentliche Konzentrationsänderung bewirkt, also auch keinen merklichen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit des nichtmetallischen Materials hat, ist eine Begrenzung auf einen bestimmten Druckbereich nicht erforderlich.

5 Hinweise

Der Inhalt des Prüfberichtes bezieht sich ausschließlich auf die untersuchte Charge des nichtmetallischen Flachdichtungsmaterials Sigraflex® APX2 Hochdruck.

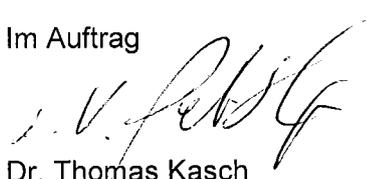
Ein in den Handel gebrachtes Produkt, von dem eine Probe auf Eignung für den Einsatz in Sauerstoff geprüft worden ist und bei dem der Hinweis auf eine BAM-Prüfung erfolgt, muss entsprechend der Beurteilung im BAM-Prüfbericht gekennzeichnet werden. Das Anführen unseres BAM-Aktenzeichens ohne zusätzliche Angabe des Verwendungszwecks und der zulässigen Betriebsbedingungen ist in sicherheitstechnischer Hinsicht nicht zu verantworten.

Es muss eindeutig erkennbar sein, dass das Produkt für den genannten Verwendungszweck nur in gasförmigem und flüssigem Sauerstoff verwendbar ist. Maximal zulässiger Sauerstoffdruck, maximale Betriebstemperatur sowie eventuell andere Einschränkungen beim Gebrauch müssen deutlich angegeben sein.

**BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
12200 Berlin, 17. März 2015**

Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“

Im Auftrag


Dr. Thomas Kasch

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