

## Bericht

über die Prüfung eines nichtmetallischen Materials  
auf Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff

**BAM**

Bundesanstalt für  
Materialforschung  
und -prüfung

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

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aktenzeichen</b>                       | 2-377/2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ausfertigung</b>                       | 1. Ausfertigung von 2 Ausfertigungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Auftraggeber</b>                       | Rich. Klinger Dichtungstechnik GmbH & Co. KG<br>Am Kanal 8 - 10<br>2352 Gumpoldskirchen<br>Österreich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Auftrag vom</b>                        | 3. Februar 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Zeichen</b>                            | Eb                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Eingegangen am</b>                     | 10. Februar 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Prüf-/<br/>Versuchsmaterial</b>        | Dichtungsmaterial Klingsil® C-4430, Charge 20963, für<br>den Einsatz als Flachdichtung in Flanschverbindungen<br>an/in Sauerstoffleitungen/-anlagenteilen und -armaturen<br>für gasförmigen Sauerstoff bei Drücken bis 130 bar und<br>Temperaturen bis 60 °C;<br>BAM-Auftrags-Nr.: 2.1/51 962                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Eingegangen am</b>                     | 7. Februar 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Prüfdatum</b>                          | 4. bis 17. März 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Prüfort</b>                            | BAM - Arbeitsgebiet „Sicherer Umgang mit Sauerstoff“,<br>Haus 41, Raum 073 und Raum 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Prüfung bzw.<br/>Erfordernis gemäß</b> | DIN EN 1797: 2002-02<br>„Kryo-Behälter - Verträglichkeit von Gas/Werkstoffen“<br>ISO 21010: 2004-07<br>„Cryogenic Vessels - Gas/Material Compatibility“<br>Anhang vom Merkblatt M034-1 (BGI 617-1)<br>"Liste der nichtmetallischen Materialien, die von der<br>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zum<br>Einsatz in Anlagenteilen für Sauerstoff als geeignet befunden<br>worden sind.",<br>Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,<br>Stand: März 2013;<br>Berufsgenossenschaftlichen Regel BGR 500<br>Betreiben von Arbeitsmitteln, Teil 2,<br>Kapitel 2.32 "Betreiben von Sauerstoffanlagen",<br>Kapitel 3.17 "Gleitmittel und Dichtwerkstoffe"<br>Stand: April 2008. |

Alle im Bericht angegebenen Drücke sind Überdrücke.  
Dieser Prüfbericht besteht aus Blatt 1 bis 4 und dem Anhang 1.

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

PRÜFBERICHT



## 1 Unterlagen und Prüfmuster

Die Firma hat folgende Unterlagen und Prüfmuster eingereicht:

- 1 Prüfauftrag
- 1 Sicherheitsdatenblatt (6 Seiten, Revision 01, Erstelldatum: 20. Januar 2011)
- 15 Ronden Flachdichtungsmaterial Klingsil® C-4430, Charge 20963
  - Durchmesser: 140 mm; Dicke: 2 mm
  - Farbe: eine Seite grün, andere Seite grau

## 2 Prüfverfahren

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des Dichtungsmaterials Klingsil® C-4430, Charge 20963, als Flachdichtung in Flanschverbindungen an/in Sauerstoffleitungen/-anlagenteilen und -armaturen für gasförmigen Sauerstoff bei Drücken bis 130 bar und Temperaturen bis 60 °C wurde eine Flanschprüfung durchgeführt.

Die Flanschprüfung wurde bei Drücken von 130 bar und einer Temperatur von 80 °C durchgeführt, weil das Dichtungsmaterial ursprünglich auch bei Temperaturen oberhalb von 60 °C eingesetzt werden sollte. Dies wurde jedoch im Verlauf der weiteren Prüfungen nicht weiterverfolgt.

## 3 Prüfergebnisse

### 3.1 Flanschprüfung

Das Prüfverfahren ist im Anhang 1 beschrieben.

Aufgrund einer minimalen Erhebung ( $\leq 0,5$  mm) an der inneren Kante einer Dichtfläche der Flanschrohranlage hat sich gezeigt, dass das Flachdichtungsmaterial KLINGERSIL® C-4430, Charge 20963, bei der Montage extrem empfindlich auf Unebenheiten reagiert. Zwei Flachdichtungen wiesen nach Einleitung des Sauerstoffs und der anschließenden Zündung jeweils einen Riss auf, radial ausgehend von der Stelle der minimalen Erhebung. Diese beiden Flachdichtungen brannten zwischen den Dichtflächen aus (eine großflächig, eine partiell), was zu Undichtigkeiten der Flanschverbindung führte. Nach dem Auffinden und der Beseitigung der minimalen Erhebung sowie der Reinigung der Dichtflächen wurde die Flanschprüfung fortgesetzt.

Ergebnis:

| Versuch<br>Nr. | Druck<br>[bar] | Temperatur<br>[°C] | Bemerkungen                                     |
|----------------|----------------|--------------------|-------------------------------------------------|
| 1              | 130            | 80                 | Dichtung brennt nur innerhalb der lichten Weite |
| 2              | 130            | 80                 | Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1         |
| 3              | 130            | 80                 | Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1         |
| 4              | 130            | 80                 | Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1         |
| 5              | 130            | 80                 | Dichtung reagiert wie bei Versuch Nr. 1         |

Bei fünf Versuchen mit einem Sauerstoffdruck von 130 bar und einer Temperatur von 80 °C verbrennen nur die ins Rohrinne hineinragenden Teile des Flachdichtungsmaterials Klingsil® C-4430, Charge 20963, innerhalb der lichten Weite des Flansches. Der Brand wird weder auf den Stahl übertragen, noch brennt die Dichtung zwischen den Flanschen. Die Flanschverbindung bleibt gasdicht.

#### 4 Zusammenfassung und Beurteilung

Es zeigte sich, dass die Verwendbarkeit der Flachdichtung extrem eingeschränkt wird, wenn bei der Montage nicht auf saubere und glatte Dichtflächen der Flansche geachtet wird.

Aufgrund einer minimalen Erhebung ( $\leq 0,5$  mm) an der inneren Kante einer Dichtfläche der Flanschrohranlage wiesen zwei Flachdichtungen nach Einleitung des Sauerstoffs und der anschließenden Zündung jeweils einen Riss auf, radial ausgehend von der Stelle der minimalen Erhebung. Diese beiden Flachdichtungen brannten zwischen den Dichtflächen aus (eine großflächig, eine partiell), was zu Undichtigkeiten der Flanschverbindung führte. Nach dem Auffinden und der Beseitigung der minimalen Erhebung sowie der Reinigung der Dichtflächen wurde die Flanschprüfung fortgesetzt.

Dieses ungünstige Montageverhalten kann die praktische Verwendung der Flachdichtung einschränken. Es wird daher empfohlen, diesen Umstand durch eine ausführliche Beschreibung in der Einbauanleitung der Flachdichtung darzustellen.

Auf Grund der Ergebnisse der Flanschprüfung und unter der Voraussetzung, dass die sauberen Dichtflächen der Flanschverbindung keine Risse, Grate, Kerben o.ä. aufweisen, bestehen unter Berücksichtigung dieser Einschränkung in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Bedenken gegen eine Verwendung des Flachdichtungsmaterials Klingsil® C-4430, Charge 20963, 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:

| maximaler Sauerstoffdruck<br>[bar] | maximale Temperatur<br>[°C] |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 130                                | 60                          |

Diese Beurteilung gilt nicht für eine Verwendung des Flachdichtungsmaterials Klingsil® C-4430, Charge 20963, in Anlagen oder Anlagenteilen für flüssigen Sauerstoff. Hierfür ist eine besondere Prüfung auf Reaktionsfähigkeit mit flüssigem Sauerstoff erforderlich.

## 5 Hinweise

Der Inhalt des Prüfberichtes bezieht sich ausschließlich auf die untersuchte Charge des Flachdichtungsmaterials Klingersil® C-4430, Charge 20963.

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 z. B. eine regelmäßige Überwachung der Produktion beinhaltet.

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

**BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
12200 Berlin, 3. April 2014**

### Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“

Im Auftrag



Dr. Thomas Kasch

Verteiler:

1. Ausfertigung: Rich. Klinger Dichtungstechnik GmbH & Co. KG
2. Ausfertigung: BAM - Fachbereich 2.1 „Gase, Gasanlagen“

## Anhang 1

### 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.