

09.10.2019

BEURTEILUNGSMÖGLICHKEITEN NICHTMETALLISCHER MATERIALIEN FÜR DEN EINSATZ IN SAUERSTOFF

Thomas Kasch, Andreas Woitzek

DIAM / DDM in Bochum

Gliederung

Einleitung	3
Prüfverfahren	5
Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM	6
Prüfumfang	11
Chargenprüfung	13
Beurteilungskriterien	16
Zusammenfassung, Ergebnisse	22

Einleitung

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Mit dem Anspruch „Sicherheit in Technik und Chemie“ prüft, forscht und berät die BAM zum Schutz von Mensch, Umwelt und Sachgütern.



Sauerstoff

- Nicht brennbar
- Ermöglicht und fördert Verbrennung.

Forderung:

Alle Materialien sowie sämtliche Anlagenteile dürfen nur dann in Sauerstoffanwendungen eingesetzt werden, wenn sie sicherheitstechnisch für die Betriebsbedingungen geeignet sind.



Prüfverfahren

1. Prüfung des Reaktionsverhaltens des Materials bei Einwirkung von Sauerstoffdruckstößen
2. Bestimmung der Zündtemperatur in verdichtetem Sauerstoff
3. Untersuchung des Alterungsverhaltens in verdichtetem Sauerstoff
4. Flanschprüfung in verdichtetem Sauerstoff
5. Prüfung des Reaktionsverhaltens des Materials mit flüssigem Sauerstoff bei mechanischer Einwirkung

Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM

Sauerstoff- Druckstoßprüfung

Klein:

$$p_{\max} = 280 \text{ bar}, T_{\max, \text{Probe}} = 300 \text{ °C}$$

Groß:

$$p_{\max} = 450 \text{ bar}, T_{\max, \text{Probe}} = 300 \text{ °C}$$

Größe:

$$p_{\max} = 750 \text{ bar}$$



Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM

Zündtemperaturbestimmung

$$p_{\max} = 250 \text{ bar}, T_{\max} = 500 \text{ °C}$$

Induktiv beheizt

Aufheizgeschwindigkeit: $\leq 120 \text{ K/min}$



Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM

Alterungsverhalten in Sauerstoff

$p_{\max} = 250 \text{ bar}$, $T_{\max} = 325 \text{ °C}$

4 Alterungsautoklaven

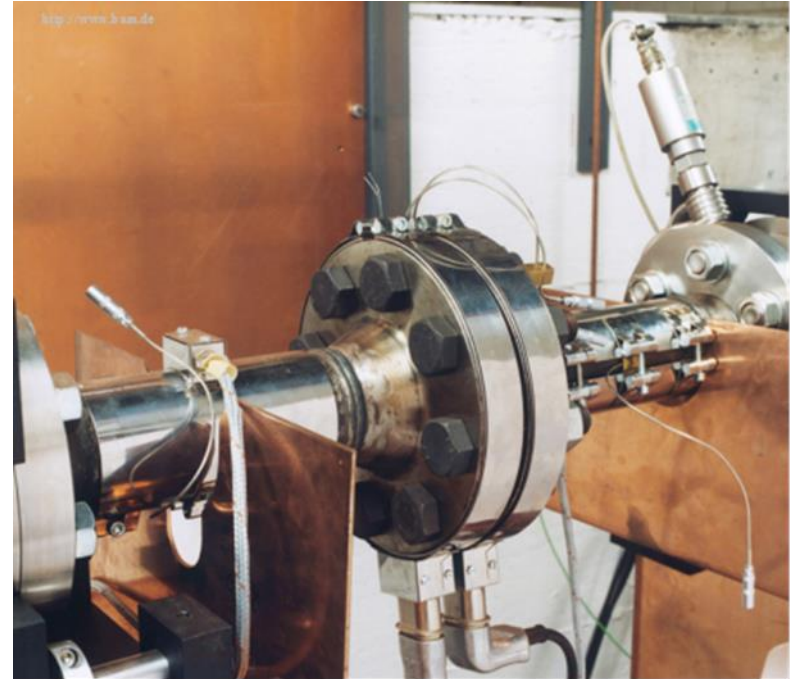
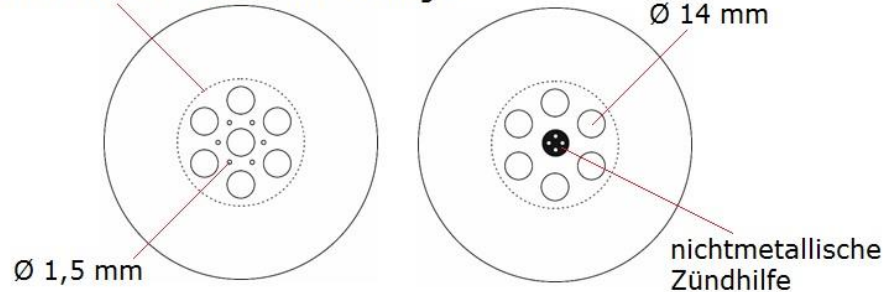


Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM

Flanschprüfung in Sauerstoff

$$p_{\max} = 160 \text{ bar}, T_{\max} = 300 \text{ °C}$$

lichte Weite der Flanschrohranlage



Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM

Prüfung des Reaktionsverhaltens eines Materials mit flüssigem Sauerstoff

Masse des Fallhammers: variabel

Fallhöhe / Schlagenergie: variabel
1,0 m bis < 0,17 m (750 Nm bis < 125 Nm)



Prüfumfang

Anwendungsmöglichkeiten nichtmetallischer Materialien, z.B. als:

- Gleitmittel
- Dichtungsmaterial
- Flanschdichtung
- Füllflüssigkeit



Angedachte Betriebsbedingungen:

- p_{\max}
- T_{\max}

Prüfumfang

Beispiele für Spezialanfragen:

- Druckstöße können im konkreten Fall am Material sicher ausgeschlossen werden



Verzicht auf Sauerstoff- Druckstoßprüfung möglich

- Bei der praktischen Anwendung treten am Material nur Druckanstiegsgeschwindigkeiten auf, die deutlich vom Standard abweichen



Anpassung der Druckanstiegsgeschwindigkeit möglich

Chargenprüfung

Beispiele möglicher Ursachen für Ausbrand eines Sauerstoff-Anlagenteils:

- Konstruktion
- Verschmutzung
- Bedienung
- Einsatz ungeeigneter Materialien
- **Materialherstellung und -verarbeitung**

Chargenprüfung

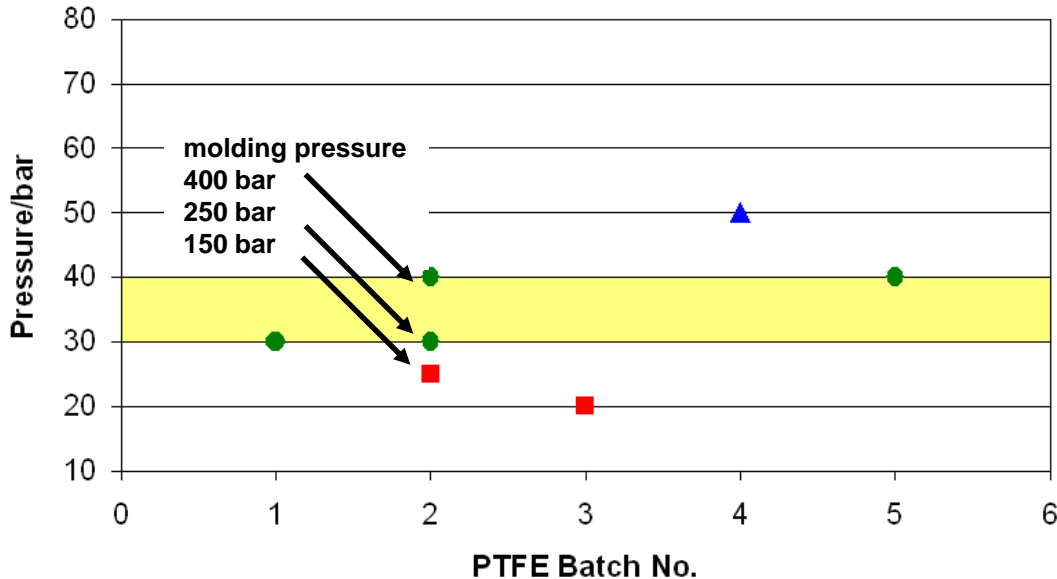
Auswirkungen auf Eignung des Materials in Sauerstoff:

- Änderungen beim Herstellungsprozess
- Änderungen der Materialzusammensetzung
- Änderungen bei Weiterverarbeitungsprozessen

Chargenprüfung

Maximum pressures of non-reaction at 60 °C

of different batches of one PTFE-type of the same producer



The Importance of Quality Assurance and Batch Testing on Nonmetallic Materials Used for Oxygen Service
 Journal of ASTM International, STP 1522, 2009
 ISBN 978-0-8031-7508-2

Beurteilungskriterien

Standard- Prüfungen und Standard- Beurteilungskriterien

- Probleme bei der Übertragbarkeit auf die tatsächliche, praktische Anwendung
- Interpretation von Prüfergebnissen

BAM- Prüfungen und BAM- Beurteilungskriterien

- Individuell angepasster Prüfumfang
- Erweiterte Beurteilungskriterien

Beurteilungskriterien

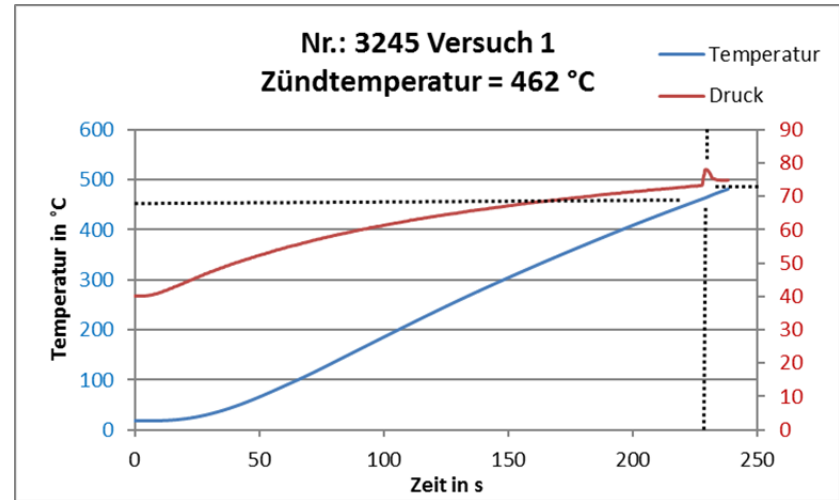
Sauerstoff- Druckstoßprüfung

- Temperaturanstieg > 20 K (z.B. ISO 21010)
- Veränderung der Farbe, Brandspuren
- Veränderung der Konsistenz

Beurteilungskriterien

Zündtemperaturbestimmung

- Plötzlicher Druckanstieg
- Plötzlicher Temperaturanstieg



Beurteilungskriterien

Alterungsverhalten in Sauerstoff

- Massenveränderung
 - $\Delta m \leq 1 \%$ alterungsbeständig
 - $1 \% < \Delta m \leq 2 \%$ bedingt alterungsbeständig
 - $\Delta m > 2 \%$ nicht alterungsbeständig
- Veränderung der Farbe, Brandspuren
- Veränderung der Form, Oberflächenbeschaffenheit
- Veränderung der Konsistenz
- Ausgasungen
- Veränderung der Zündtemperatur des gealterten Materials im Vergleich zur Zündtemperatur des nichtgealterten Materials

Beurteilungskriterien

Flanschprüfung in Sauerstoff

- Nur der ins Rohrinne hineinragende Teil des Dichtungsmaterials darf verbrennen
- Der Brand darf sich nicht zwischen den Flanschflächen fortsetzen
- Die Flanschverbindung muss gasdicht bleiben



Beurteilungskriterien

Prüfung des Reaktionsverhaltens eines Materials mit flüssigem Sauerstoff

Grundsätzlich gilt ein Material als ungeeignet für den Einsatz in flüssigem Sauerstoff, wenn bei einer Fallhöhe von 0,17 m (Schlagenergie 125 Nm) eine Reaktion festgestellt wird.

- Lauter Knall
- Lichtblitz

Zusammenfassung, Ergebnisse

Forderung:

Alle Materialien sowie sämtliche Anlagenteile dürfen nur dann in Sauerstoffanwendungen eingesetzt werden, wenn sie sicherheitstechnisch für die Betriebsbedingungen geeignet sind.

- Prüfverfahren
- Untersuchungsmöglichkeiten in der BAM
- Prüfumfang (Anpassung an Anwendungsbereiche)

Zusammenfassung, Ergebnisse

	Sauerstoff- Druckstoß	Zünd- temperatur- bestimmung	Alterungs- beständigkeit	Flansch- prüfung	Flüssig- sauerstoff
Gleitmittel	+	+ ¹			+ ²
Sitzdichtung	+	+ ¹	+ ¹		+ ²
Flanschdichtung		+ ¹	+ ¹	+	+ ²
Füllflüssigkeit für Messgeräte	+	+			+ ²

¹ bei Betriebstemperaturen über 60 °C

² wenn das Material mit Flüssigsauerstoff in Kontakt kommt

Zur Orientierung:
Merkblatt M034-1 „Liste der nichtmetallischen Materialien für den Einsatz in Sauerstoff“
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, BG RCI

Zusammenfassung, Ergebnisse

- Beurteilungskriterien
- Interpretation von Prüfergebnissen
- Chargenbezogene Aussagen zur Eignung nichtmetallischer Materialien

2. Vortrag

Möglichkeiten der sicherheitstechnischen Beurteilung zur Ausbrennsicherheit von Sauerstoff- Armaturen und –Anlagenteilen –

Prüfverfahren, Untersuchungsmöglichkeiten und Bewertungskriterien der BAM

Kontakt

Thomas Kasch	Andreas Woitzek
Unter den Eichen 87	
12205 Berlin	
T: +49 30 8104 - 3412	T: +49 30 8104 - 4406
thomas.kasch@bam.de	andreas.woitzek@bam.de