

Bühler Alzenau GmbH 	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsmaßnahmen bei Einsatz von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen	LHH-N 090.301 Seite 1 von 6
--	---	--------------------------------

1 Geltungsbereich

Diese Werknorm gilt für alle Vakuumbeschichtungsanlagen, in denen Hexamethyldisiloxan (HMDSO) als Prozessgas zur PECVD (Plasma-Enhanced-Chemical-Vapor-Deposition) eingelassen wird.

2 Zweck

Diese Werksnorm regelt das Vorgehen zur Risikobewertung von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen und legt in Kombination mit dem Ergebnis der RB angemessene Schutzkonzepte fest.

3 Begriffe und Definitionen

Glipoxan® : Markenname für Hexamethyldisiloxan (HMDSO)
 Hexamethyldisiloxan ist u.U. auch unter anderen Markennamen im Handel

4 Gefährdungs- und Risikobeurteilung

4.1 Gefahrenpotenzial

Das Gefahrenpotenzial beim Einsatz von HMDSO umfasst die nachfolgenden Gefahren- und Gefährdungsaspekte:

- Gefahren beim Hantieren mit HMDSO z.B. beim Befüllen der Anlage
- Gefahren durch Bildung und Zündung von explosionsfähigen Gas/Luft- Gemischen (Brand- und Explosionsgefährdung durch
 - HMDSO-Luft-Gemische
 - Gemische der Plasma-Abbauprodukte des HMDSO
- Gefahren durch Kontakt
- Freisetzung in die Umwelt

Das Vorgehen in dieser Norm legt fest, wie die folgenden Gefahren, die beim Errichten und Betreiben von Vakuumbeschichtungsanlagen bestehen, zu vermeiden sind:

Normung	erstellt:	Dr. Stephan Küper	Ausgabe: Okt. 2015
	geprüft:	Andreas Zimmermann	090301_werknorm_hmdso_kurz.docx

Bühler Alzenau GmbH 	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsmaßnahmen bei Einsatz von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen	LHH-N 090.301 Seite 2 von 6
--	---	--------------------------------

- Brand / Explosion bei Überschreiten der Zünd-/Explosionsgrenzen während Normal- (Prozess-) oder Fehlerfall in
 - Vakuumkessel
 - Pumpen
 - Abgasleitung
- unbeabsichtigtes Fluten der Vakuumkammer mit HMDSO und damit Gefahr beim Öffnen durch Freisetzen großer Mengen brennbaren Gasgemisches
- Handhabung von HMDSO beim Befüllen

4.2 Prozess

HMDSO wird in verschiedenen Anlagen mit verschiedenen Maschinen verwendet, DynaLine, DynaMet, Alumet, CompactMet, PylonMet, DynaJet. Die Volumina der Anlagenrezipienten für die Batch coater sind typischerweise zwischen ca. 1,3 und 2 m³ groß und werden in Kurztaktprozessen von 3 bis 15 Minuten mit den folgenden Prozessschritten betrieben:

Nr.	Verfahrensschritt	Dauer Prozessschritt / Stoffmengen	Maximale Durchflussmenge (MFC)
1.	Abpumpen < 1 mbar	max. 60 s ca. 2m ³ Luft	/
2.	Glimmen	30 s x 200 sccm (= 0,1 sl) Argon oder Luft,	3000 sccm Ar
3.	Basecoat (optional)	max. 0,2 sl HMDSO, Dauer max. 30 s	250 sccm HMDSO bei RT
4.	Hochvakuum pumpen	max. 2 Minuten bis auf 5E-05 mbar	
5.	Sputtern / Verdampfen	max. 1 sl Argon / -	3.000 sccm Ar
6.	Topcoat 1	max. 250 sccm HMDSO, Dauer max. 90 s	250 sccm HMDSO bei RT
7.	Topcoat 2 (optional)	max. 250 sccm HMDSO, Dauer max. 90 s	250 sccm HMDSO bei RT
8.	Fluten	Pumpen im Leerlauf, Öffnen Druckausgleichsventil an der Beschichtungskammer, Druckausgleich mit Umgebungsluft	/
9.	Entladen / Beladen	Beschichtungskammer unter Atmosphäre, Vorpumpstand pumpt gegen geschlossenes Ventil	/

Normung	erstellt:	Dr. Stephan Küper	Ausgabe: Okt. 2015
	geprüft:	Andreas Zimmermann	090301_werknorm_hmdso_kurz.docx

Bühler Alzenau GmbH 	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsmaßnahmen bei Einsatz von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen	LHH-N 090.301 Seite 3 von 6
--	---	--------------------------------

Bei abweichenden Prozessdaten (z.B. andere Gasflüsse und Prozesszeiten) ist die Risikobeurteilung und sind die Sicherheitsmaßnahmen entsprechend anzupassen.

5 Sicherheitsmaßnahmen

Alle im Einzelnen anzuwendenden Sicherheitsmaßnahmen ergeben sich aus der Risikobeurteilung. In der Risikobeurteilung werden folgende Informationen herangezogen und systematisch bewertet:

- Gefahrstoffdaten von HMDSO
 - Explosionsgrenzen
 - Zündtemperaturen
 - Prozessgrenzen
- Anlagenteile und relevante Komponenten
- Prozessfolge im Normalbetrieb
- Denkbare Fehlerzustände

Danach werden alle relevanten Anlagenteile und Komponenten in allen möglichen Normal- und Fehlerzuständen untersucht, das Risiko bewertet und die nötigen Maßnahmen und Verantwortlichkeiten festgelegt.

Zur Risikobeurteilung der Gefahren beim Einsatz von HMDSO in Vakuum-Beschichtungsanlagen wird das Dokument

„Muster-Risikobeurteilung HMDSO.xlt“

herangezogen, ausgefüllt und als zusätzliches Blatt an die Risikobeurteilung der gesamten Anlage angehängt, sofern das aufgrund des Einsatzes von HMDSO im Prozess erforderlich ist.

Der Einsatz von HMDSO in der Anlage verpflichtet zur o.a. Risikobewertung.

Normung	erstellt:	Dr. Stephan Küper	Ausgabe: Okt. 2015
	geprüft:	Andreas Zimmermann	090301_werknorm_hmdso_kurz.docx

Bühler Alzenau GmbH 	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsmaßnahmen bei Einsatz von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen	LHH-N 090.301 Seite 4 von 6
--	---	--------------------------------

Anhang II - Quellen / Unterlagen

- [1] Muster-Risikobeurteilung des Aspekts Anlagensicherheit beim Einsatz von HMDSO in Vakuum-Beschichtungsanlagen.
- [2] BMAS TRBS 2152 / TRGS 720 - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines, (Bundesanzeiger Nr. 103a vom 2. Juni 2006)
- [3] BMAS TRBS 2152 Teil 1 / TRGS 721 - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefahr, (Bundesanzeiger Nr. 103a vom 2. Juni 2006)
- [4] BMAS TRBS 2152 Teil 2 / TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, Ausgabe: März 2012 (GMBI. 2012 S. 398-410 [Nr. 22])
- [5] BMAS TRBS 2152 Teil 3: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, (GMBI. Nr. 77 vom 20. November 2009 S. 1583)
- [6] BMAS TRBS 2152 Teil 4: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken, Ausgabe: Februar 2012 (GMBI. 2012 S. 387 [Nr.21])
- [7] BMAS TRBS 2153 - Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (GMBI. Nr 15/16 vom 09.04.2009 S. 278)
- [8] BMAS TRGS 800: Brandschutzmaßnahmen, Ausgabe: Dezember 2010 GMBI 2011 Nr. 2 S. 33-42 (v. 31.1.2011)
- [9] DIN / CEN DIN EN 1127-1: Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz - Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:2011, Oktober 2011
- [10] DIN / CEN DIN EN 13463-1: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 1: Grundlagen und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13463-1:2009, Juli 2009
- [11] DIN / CEN DIN EN 13463-6: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen -- Teil 6: Schutz durch Zündquellenüberwachung "b"; Deutsche Fassung EN 13463-6:2005, Juli 2005
- [12] DIN / CEN / ISO DIN EN ISO 13849-1: Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2008, Dezember 2008
- [13] DIN VDE / CENELEC / IEC DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1): Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen (IEC 60079-14:2013); Deutsche Fassung EN 60079-14:2014, Oktober 2014

Normung	erstellt:	Dr. Stephan Küper	Ausgabe: Okt. 2015
	geprüft:	Andreas Zimmermann	090301 werknorm hmdso kurz.docx

Bühler Alzenau GmbH 	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsmaßnahmen bei Einsatz von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen	LHH-N 090.301 Seite 5 von 6
--	---	--------------------------------

- [14] NFPA NFPA 69: Standard on Explosion Prevention Systems, 2014 Edition
- [15] Oerlikon Sicherheit von Vakuumpumpen und Pumpsystemen,
Sicherheitsinformationen (300314311_001_A0), Oerlikon Leybold
Vacuum GmbH, März 2010
- [16] PTB Safety Characteristic Data - Volume 1: Flammable Liquids and Gases,
2nd, ext. edition, Wirtschaftsverlag NW, 2008
- [17] PTB Zündtemperaturen binärer Gemische bei erhöhten Ausgangsdrücken,
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben, Physikalisch-Technische
Bundesanstalt, Dezember 2005
- [18] Steen, H. Handbuch des Explosionsschutzes, Wiley-VCH Verlag 2000

Normung	erstellt:	Dr. Stephan Küper	Ausgabe: Okt. 2015
	geprüft:	Andreas Zimmermann	090301_werknorm_hmdso_kurz.docx

Bühler Alzenau GmbH 	Sicherheit von Maschinen Sicherheitsmaßnahmen bei Einsatz von HMDSO in Vakuumbeschichtungsanlagen	LHH-N 090.301 Seite 6 von 6
--	---	--------------------------------

Anhang III – Muster-Risikobeurteilung zu möglichen Brand- und Explosionsgefährdungen in Vakuumbeschichtungsanlagen bei Sauerstoff-Prozessen

Normung	erstellt:	Dr. Stephan Küper	Ausgabe: Okt. 2015
	geprüft:	Andreas Zimmermann	090301_werknorm_hmdso_kurz.docx