

VDG - MERKBLATT

URETHAN-COLD-BOX-VERFAHREN

Umgang mit Einsatzstoffen, Gasen und Dämpfen sowie Reststoffen

R 305

Februar 1998

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für die Kern- und Formherstellung nach dem Urethan-Cold-Box-Verfahren (Polyurethan-Verfahren mit Aminhärtung) unter Verwendung eines Formstoffes mit einem Benzyletherharz (Ortho-Phenol-Resol) und einem Isocyanat, deren Aushärtung mit tertiärem Amin als Katalysator erfolgt.

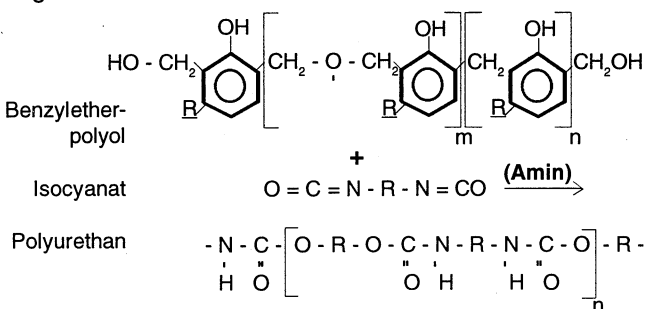
2 Verfahrensbeschreibung

2.1 Technologie

Beim Urethan-Cold-Box-Verfahren wird zur Herstellung von Formteilen (Formaußenteile und Kerne) eine Formstoffmischung verwendet, zu deren Aushärtung ein Katalysator benutzt wird. Dieser wird in Nebel- oder Dampfform mit Hilfe von Druckluft oder Inertgas bei Raumtemperatur oder nach Erwärmung in das mit Formstoff gefüllte Formwerkzeug eingeleitet und bewirkt eine sofortige Härtung des Formteils. Die Endfestigkeit der Formteile kann je nach Zusammensetzung der Formstoffmischung etwa nach 1 h erreicht sein.

2.2 Chemische Reaktionen

Die Reaktion des Benzyletherpolyols mit Isocyanat zeigt das folgende Bild.



3 Einsatzstoffe

3.1 Stoffbeschreibung

3.1.1 Benzyletherharz (Ortho-Phenol-Resol)

Die beim Cold-Box-Verfahren verwendeten Harze sind Kondensationsharze aus Phenolen und Formaldehyd, in Estern oder Kohlenwasserstoffen gelöst, von neutraler bis schwach saurer Reaktion. Sie sind unterschiedlich gefärbte Lösungen, die nicht beliebig mit Wasser mischbar sind.

Die Stoffkennndaten sind den Produkt- und Sicherheitsdatenblättern des jeweiligen Lieferanten zu entnehmen.

3.1.2 Isocyanate

Die beim Cold-Box-Verfahren verwendeten Isocyanate sind ein Gemisch aus Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI monomer) und einer über 2 liegenden Funktionalität (MDI polymer), gelöst in organischen Lösemitteln. Sie sind bräunlich bis dunkelbraun gefärbte Flüssigkeiten.

Die Stoffkennndaten sind den Produkt- und Sicherheitsdatenblättern der jeweiligen Lieferanten zu entnehmen.

3.1.3 Amine

Als Katalysatoren werden beim Urethan-Cold-Box-Verfahren eingesetzt:

Triethylamin (TEA),

Dimethylethylamin (DMEA),

Dimethylisopropylamin (DMIA)

und Mischungen aus diesen Stoffen mit Siedepunkt über 35 °C.

Vom Fachausschuß "Arbeitsschutz, Umweltschutz und Energietechnik" im VDG erstellte Richtlinie.

VDG

VEREIN DEUTSCHER GIESSEREIFACHLEUTE



Kenndaten der Amine

	Triethylamin (TEA)	Dimethylethylamin (DMEA)	Dimethylisopropylamin (DMIA)
Chemische Zusammensetzung	$(C_2H_5)_3N$	$C_2H_5N(CH_3)_2$	$(CH_3)_2CHN(CH_3)_2$
MAK-Wert	10 ppm (40 mg/m ³)	25 ppm (75 mg/m ³)	*)
Dichte	0,73 g/cm ³	0,68 g/cm ³	0,73 g/cm ³
Siedepunkt (nach DIN 51 751)	89 °C	35 °C	64 °C
Flammpunkt (nach DIN 51 755)	-11 °C	-45,5 °C	-27 °C
untere Explosionsgrenze (Volumenanteil)	1,6 %	0,9 %	1,0 %
obere Explosionsgrenze (Volumenanteil)	9,3 %	11,2 %	8,1 %
Zündtemperatur (nach DIN 51 794)	215 °C	190 °C	190 °C
Zündgruppe	G 3	G 4	G 4
Explosionsklasse	2	2	2
Gefahrenklasse (VbF)	B	B	B
Wassergefährdungsklasse	1	1	1

*) MAK-Wert liegt nicht fest; Sicherheitskennwert 25 ppm (90 mg/m³)

3.2 Gefahren und Schutzmaßnahmen

Die Katalysatoren sind in Dampfform schwerer als Luft. Die Dämpfe sind sehr geruchsintensiv und reizen bereits bei Konzentrationen unter dem MAK-Wert die Schleimhäute der Augen, des Mundes und des Rachens. Bei Überschreitung des MAK-Wertes können u.a. vorübergehende Sehstörungen (Blauschleier) auftreten.

Die Abgabe der Einsatzstoffe ist mit der Aushändigung einer Gebrauchsanweisung zu verbinden. Für die Beschäftigten ist eine arbeitsstoff- und arbeitsplatzbezogene Betriebsanweisung zu erstellen.

3.2.1 Benzyletherharz (Ortho-Phenol-Resol)

- Die Harz-Lösungen reizen Atemwege, Augen und Haut und sind beim Verschlucken gesundheitsschädlich. Freies Phenol kann durch die Haut aufgenommen werden und zu Vergiftungserscheinungen führen.
- Die Lösemittel sind schwer flüchtig und brennbar. Geeignete Löschmittel sind Löschpulver und CO₂.
- Auslaufende Lösungen können Grundwasser und Gewässer verunreinigen (Wassergefährdungsklasse 1).

Aus der Gefahrstoffverordnung vom 26. Oktober 1993 (mit 2. Änderung vom 19. September 1994) sind für den Umgang mit Lösungen von Phenolharzen im allgemeinen folgende Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge zu beachten:

Gefahrenhinweise

R 21/22 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken

Sicherheitsratschläge

S 26 Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser spülen und den Arzt konsultieren

S 28 Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser und Seife oder mit Lutol 400 spülen

S 36/37 Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbekleidung tragen

3.2.2 Isocyanate

- Isocyanate und deren Lösungen reizen Atemwege, Augen und Haut und sind beim Verschlucken gesundheitsschädlich.
- Der Gefahr der Sensibilisierung durch Einatmen und Hautberührungen muß durch entsprechende Maßnahmen begegnet werden.
- Isocyanate erfordern wegen ihrer chemischen Reaktionsfähigkeit vorsichtige Handhabung. Sie reagieren mit Wasser, Alkohol, Aminen und verschiedenen Harzen, meist unter Abspaltung von CO₂. Ist Wasser in Isocyanat enthaltende Behälter eingedrungen, sind diese zu öffnen, da es sonst durch CO₂-Entwicklungen zu einer gefährlichen Drucksteigerung kommen kann.
- Isocyanate und deren Lösungen sind brennbar. Geeignete Löschmittel sind Löschpulver, CO₂, Wasser und Schaum.

Aus der Gefahrstoffverordnung vom 26. Oktober 1993 (mit 2. Änderung vom 19. September 1994) sind für den Umgang mit Isocyanaten folgende Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge zu beachten:

Gefahrenhinweise

R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen

R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut

R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich

Sicherheitsratschläge

S 26 Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren

S 28 Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser und Seife oder mit Lutol 400 spülen

S 38 Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen

S 45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen.

3.2.3 Amine

Sofern im Einzelfall von dieser Richtlinie abgewichen wird, muß nachgewiesen werden, daß mindestens die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

- Die beim Cold-Box-Verfahren Beschäftigten sind zu unterrichten, daß die Benetzung der Haut mit flüssigem Katalysator zu starken Hautreizungen führen kann. Daher ist mit diesen Stoffen nur mit großer Vorsicht umzugehen.

- Offenes Umfüllen des Katalysators außerhalb genehmigter Abfüllräume ist unzulässig. Bei Einzelversorgung ist mit austauschbaren, bruchsicheren, gegen den Katalysator chemisch beständigen und undurchlässigen Gefäßen mit 10 l Inhalt zu arbeiten, die ohne offenes Umfüllen in das Begasungsgerät eingesetzt werden. Der Katalysator darf erst dann aus diesem Gefäß entnommen werden, wenn es so in das Begasungsgerät eingesetzt ist, daß flüssiger oder dampfförmiger Katalysator nicht unbeabsichtigt austreten kann. Einweggefäße sollten nach dem Entleeren mit Wasser gefüllt werden.

Bei Anlagen zur zentralen Versorgung sind die Behälter mit dem flüssigen Katalysator bei mehr als 300 l Gesamtvolumen vom Arbeitsraum getrennt aufzustellen. Für die Lagerung und Zuleitung sind die Vorschriften der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) und deren technische Richtlinie zu beachten.

Es ist sicherzustellen (z.B. durch Drucküberwachung), daß Undichtigkeiten im Rohrleitungsnetz sofort wahrgenommen werden und daß Katalysator nur in begrenzter Menge austreten kann. Vor Inbetriebnahme sind Rohrleitungen vorzugsweise mit Stickstoff auf Druckdichtigkeit zu überprüfen.

- Eine wirksame Absaugung der Katalysatordämpfe über die gesamte Betriebszeit ist erforderlich. Sie muß so ausgelegt sein, daß der MAK-Wert an keinem Arbeitsplatz überschritten und das Entweichen von Katalysatordämpfen in den Arbeitsräumen weitgehend verhindert wird. Das betrifft auch die Plätze, an denen die gefertigten Formteile abgestellt werden. Die installierte Absaugleistung sollte durch Beschriftung an der Anlage angegeben sein. Die Absaugöffnungen sind im unteren Bereich und in größtmöglicher Nähe der Stellen des Formwerkzeugs anzubringen, an denen Katalysator austreten kann. Für die Auslegung der Absaugöffnungen kann die VDI-Richtlinie 2262 *Staubbekämpfung am Arbeitsplatz* herangezogen werden.

Die Absauganlage der Kernformmaschine ist mit dem zugehörigen Begasungsgerät so zu verriegeln, daß dieses nur bei in Betrieb befindlicher Absauganlage betrieben werden kann.

Bei Verwendung eines Druckbehälters ist das Entlüftungsventil an die Absauganlage anzuschließen.

Die mit der Cold-Box-Kernherstellung Beschäftigten sind darauf hinzuweisen, daß beim Auftreten verstärkter Geruchseinwirkung deren Ursachen sofort nachzugehen ist und Schäden unverzüglich zu beseitigen sind.

Die mit der Abluft erfaßten Katalysatordämpfe sind abzuscheiden. Nach TA Luft Abschn. 3.3.3.8.1 darf die Massenkonzentration in der Abluft 5 mg/m³ nicht überschreiten.

- Gekapselte Begasungsgeräte müssen zwangsentlüftet sein. Die Zwangsentlüftung muß den gesamten Innenraum des Begasungsgerätes erfassen. Bei gekapselten Begasungsgeräten mit elektrischen Bauteilen, die nicht explosionsgeschützt sind, ist die Zwangsentlüftung so mit dem Begasungsgerät zu verriegeln, daß ein mindestens 10facher Luftwechsel vorliegt, bevor die Stromzufuhr zum Begasungsgerät einsetzt.

Der Katalysatorbehälter darf sich nicht im Gehäuse der elektrischen Steuerung befinden.

- Das Begasungsgerät einschließlich der Förderleitungen ist elektrostatisch zu erden.
- Flüssiger Katalysator darf nur in nahtlosen Stahlrohren gefördert werden. § 19 *Wasserhaushaltsgesetz* ist zu beachten. Zwischen Katalysatorbehälter und Dosierein-

richtung ist eine Absperrvorrichtung anzuordnen. (Diese Vorschrift gilt nicht, wenn der Katalysator von der Dosiereinrichtung angesaugt wird.)

- Das Dosiergerät muß so beschaffen sein, daß eine vorgegebene Dosiermenge je Begasungstakt nicht überschritten werden kann.
- Bei Arbeitsweise mit Katalysator-Luft-Gemischen ist das Dosiergerät so zu konstruieren, daß in der Katalysatornebel- oder -dampfleitung eine Konzentration von 1 % Katalysator (Volumenanteil) nicht überschritten wird. Ferner muß sichergestellt sein, daß auch bei Störungen höchstens die Katalysatormenge eines Begasungstaktes in den Arbeitsraum austreten kann.
- In der Nähe des Arbeitsplatzes ist fließendes Wasser zu installieren. Eine Augenwaschflasche sollte in erreichbarer Nähe verfügbar sein.

Aus der Gefahrstoffverordnung vom 26. Oktober 1993 (mit 2. Änderung vom 16. September 1994) sind für den Umgang mit Katalysatoren (Aminen) im allgemeinen folgende Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge zu beachten:

Gefahrenhinweise

- R 11 Leicht entzündlich
R 36/37 Reizt die Augen und die Atemwege

Sicherheitsratschläge

- S 16 Von Zündquellen fernhalten - nicht rauchen
S 26 Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren
S 29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen

3.3 Transport

Für die Anlieferung und für den Rücktransport nicht gereinigter Gebinde gelten die nachfolgend genannten Transportvorschriften:

3.3.1 Benzyletherharz (Ortho-Phenol-Resol)

- GGVSee/IMDG-Code: 3.3 UN-Nr.: 1866
GGVE/GGVS: 3 Ziff. 31c RID/ADR: 3 Ziff. 31c

3.3.2 Isocyanate

- GGVSee/IMDG-Code: 6.1 UN-Nr.: 2206
GGVE/GGVS: 6.1 Ziff. 19c RID/ADR: 6.1 Ziff. 19c

3.3.3 Amine

- GGVSee/IMDG-Code: 3.1 UN-Nr.: TEA: 1206
DMEA: 2733
DMJA: 2733
GGVE/GGVS: 3 Ziff. 22b RID/ADR: 3 Ziff. 22b

3.4 Lagerung und innerbetrieblicher Transport

- Vorschriften und Verordnungen über brennbare und wassergefährdende Stoffe beachten.
- Gebinde vor übermäßiger Erwärmung schützen, weil sonst ein Überdruck in den Gefäßen entstehen kann.
- Vorsicht beim Öffnen der Gefäße.

- Harzlösungen, Isocyanate und Amine in gut verschlossenen Behältern transportieren.

3.4.1 Benzyletherharz (Ortho-Phenol-Resol)

- Harzlösungen kühl lagern und vor Sonneneinstrahlung schützen.
- Bei auslaufender Harzlösung Leck sofort abdichten oder den Inhalt in andere, völlig trockene Behälter füllen.
- Ausgelaufene Harzlösung sofort mit Erde eindämmen, mit Sand oder anderem saugfähigen Material abdecken, aufnehmen und ordnungsgemäß entsorgen.
- Falls die Harzlösung ausgelaufen und in Gewässer gelangt ist, Polizei und Feuerwehr verständigen.

3.4.2 Isocyanate

- Isocyanate zwischen 5 und 25 °C lagern. Unter 5 °C neigen Isocyanate zu reversibler Auskristallisation.
- Isocyanate reagieren mit Wasser; Behälter stets geschlossen halten und vor Feuchtigkeit schützen; Lagerbehälter nur über feuchtigkeitsentziehende Mittel belüften oder mit einem Schutzgas abdecken.
- Bei auslaufendem Isocyanat Leck sofort abdichten oder den Inhalt in andere, völlig trockene Behälter füllen.
- Ausgelaufenes Isocyanat sofort mit Erde eindämmen, mit Sand oder anderem saugfähigen Material abdecken, aufnehmen und ordnungsgemäß entsorgen.
- Falls Isocyanat ausgelaufen und in Gewässer gelangt ist, Polizei und Feuerwehr verständigen.

3.4.3 Amine

- Amine kühl lagern und vor Sonneneinstrahlung schützen.

4 Verarbeitung und Verhalten

4.1 Dosierung

Die Dosierung der Komponenten hinsichtlich Menge und Reihenfolge ist nach den Angaben der Lieferanten durchzuführen.

4.2 Mischen

Das flüssige Harz als Komponente 1 und das flüssige Isocyanat als Komponente 2 werden bei Raumtemperatur zu einer feuchten Formstoffmischung verarbeitet. Mit dem Auftreten von Schadstoffen in toxikologisch relevanten Konzentrationen ist nicht zu rechnen.

4.3 Formteilherstellung

Insbesondere bei Überdosierung können Amine in erhöhter Konzentration am Arbeitsplatz auftreten.

4.4 Formteillagerung

Während der Lagerung von frischen Formteilen (Kernen) können Kohlenwasserstoffe und Amine durch Entgasen frei werden. Es empfiehlt sich, Kernablagen an der Maschine abzusaugen.

4.5 Gießen, Abkühlen, Ausleeren

Beim Gießen entsteht durch Zersetzen und Verbrennen des Bindemittels ein Gemisch von gasförmigen Stoffen.

5 Gase und Dämpfe

5.1 Übersicht und Leitkomponenten (in Fettdruck)

	MAK-Wert		Mischen ¹⁾	Formteilherstellung	Formteillagerung ²⁾	Gießen, Abkühlen, Ausleeren	Regenerieren
	ppm	mg/m ³					
Formaldehyd (S)	0,5	0,6				x	
Methylalkohol (H)	200	260					
Anderer Alkohole	-	-					
Furfurylalkohol (H)	10	40					
Phenol (H)	5	19	x			x	
Kresol (H)	5	22					
Benzol (H)³⁾	1	2,2				x	
Toluol	50	190					
Xylol	100	440					
Lösemittel (andere Kohlenwasserstoffe)	-	-	x	x	x	x	
Kohlenmonoxid	30	33				x	
Schwefeldioxid	2	5					
Schwefelwasserstoff	10	14					
Cyanwasserstoff (H)	10	11					
Stickstoffdioxid	5	9					
Ammoniak	20	14				x	
Triethylamin	10	40		x	x		
Dimethylethylamin	25	75		x	x		
andere Amine	-	-		x	x		
Methylformiat	50	125					
Diphenylmethan- 4,4'-di-isocyanat (MDI) (S)	0,005	0,05				x	
Pyrolyseprodukte	-	-				x	

¹⁾ Die Konzentrationen liegen unter der Auslöseschwelle

²⁾ Nachhärtung

³⁾ TRK

x = Schadstoffe, die bei den einzelnen Arbeitsgängen auftreten können

(H) Hautresorption

(S) Sensibilisierung

5.2 Überwachung der Arbeitsplätze

Für die einzelnen Arbeitsplätze wurden Leitkomponenten festgelegt. Diese sind

- bei der Formteilherstellung und -lagerung: Amine
- beim Gießen, Abkühlen und Ausleeren: CO und Benzol

Weitere Angaben für die Überwachung der Arbeitsbereiche sind dem VDG-Merkblatt R 314 "Kontrollmeßplan für Gefahrstoffe in Gießereien" zu entnehmen.

5.3 Meßverfahren

5.3.1 Orientierende Messungen

Zur orientierenden Messung der Arbeitsplatzkonzentration von Emissionen können Gasprüfröhrchen (z.B. von Firma Dräger oder Auer) verwendet werden. Dabei sind die Arbeitsplatzsituation (belasteter Bereich) einerseits, die Gültigkeit und Querempfindlichkeit der Gasprüfmethode (Röhrchenherstellerangaben) andererseits unbedingt zu beachten.

Dem Beipackzettel sind u.a. Angaben bezüglich Standardmeßbereich, Hubzahl der Gasspürpumpe und Verbrauchszeit zu entnehmen.

Prüfröhrchen

	<u>Dräger</u>	<u>Auer</u>
Amin:	"Amin-Test" (8101061)	"DR-NH ₃ " (5091-702)
Benzol:	"Benzol 0,5/a" (6728561)	"PR C ₆ H ₆ -5" (5085-816)
Kohlenmonoxid:	"Kohlenmonoxid 2/a" (6733051)	"PR CO-5" (5085-836)

5.3.2 Arbeitsbereichsanalyse

Zur Durchführung der Arbeitsbereichsanalyse gemäß TRGS 402 "Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen" sollten geeignete bzw. bewährte Analyseverfahren eingesetzt werden.

Auf folgende anerkannte Institutionen und Meßverfahren sei verwiesen:

- Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA
- Deutsche Forschungsgemeinschaft - DFG
- Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin - BG
- IfG - Institut für Gießereitechnik GmbH
- U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH

Schriftumsangaben und Bezugsquellen sind Abschnitt 7 zu entnehmen.

Meßmethoden

- Amin: BIA (Kennzahl 7192; 8875)
IfG ("Meßverfahren für Amin")
NIOSH (Nr. 2002)
- Benzol: BIA (Kennzahl 6265)
BG (ZH 1/120.4)
DFG (Nr. 1)
NIOSH (Nr. S 311)
- Kohlenmonoxid: NIOSH (Nr. S 340)

5.3.3 Überwachung

Bei sicherer Unterschreitung der Grenzwerte gemäß 5.3.2 können die Arbeitsbereiche mit Gasprüfröhrchen überwacht werden.

5.4. Erste Hilfe

Körperteile, die mit Phenolharz oder Polyisocyanat in Berührung kommen, sofort mit Wasser und Seife waschen und gründlich spülen. Augen sofort reichlich mit lauwarmem Wasser spülen. Stark verschmutzte Kleidung und Schuhe sofort ausziehen. Bei starken Reizerscheinungen den Betroffenen sofort an die frische Luft bringen und beengende Kleidungsstücke lockern. Bei Atemnot sofort Atemspende oder Gerätebeatmung.

Arzt verständigen und mitteilen, daß der Betroffene mit lösemittelhaltigen Phenol-Formaldehyd-Harzen und lösemittelhaltigen Polyisocyanaten gearbeitet hat.

Bei Kontakt der Augenschleimhäute mit Aminen sind die Augen sofort mit viel Wasser aus einer Augenwaschflasche zu spülen.

6 Entsorgen/Regenerieren

6.1 Einsatzstoffe

Reste von Harz, Isocyanat und Aminen sind, sofern eine Weiterverwendung oder Rückgabe an den Hersteller nicht möglich ist, vorschriftsmäßig zu entsorgen (siehe hierzu VDG-Merkblatt R 400).

6.2 Formstoffe

Die Sande sollten separat gesammelt und verwertet oder gegebenenfalls entsorgt werden.

Nicht ausgehärtete Formsandmischungen und Kernbruch enthalten geringe Mengen Phenol. Sofern sie kornvereinzelt nicht dem Umlaufsand zugegeben werden, sind sie durch mechanische oder thermische Regenerierung zu verwerten.

Bei thermisch belasteten Sanden besteht die Möglichkeit, diese, sofern sie kornvereinzelt nicht dem Umlaufsand zugegeben wurden, durch mechanische oder thermische Regenerierung oder außerbetrieblichen Einsatz zu verwerten.

Sollten die Sande nicht verwertet werden, so müssen sie auf geeigneten Deponien endgelagert werden.

Anhaltswerte zur Zusammensetzung und zu Eluatenthalten sind unter 7 Schriftum angegebene Meßbericht des IWL.

6.3 Gase und Dämpfe

Die bei der Kernherstellung entstehenden und mit organischen Stoffen beladenen Abgase sind so weit wie möglich zu erfassen und einer Abgasreinigungseinrichtung (Säurewäscher, Verbrennung, biologische Reinigung usw.) zuzuführen, wenn die Massenkonzentration an Aminen im Abgas 5 mg/m³ überschreitet.

7 Schrifttum

- Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Band 1: Luftanalysen. Hrsg.: Deutsche Forschungsgemeinschaft - DFG, D. Henschler; bearbeitet von der Arbeitsgruppe Analytische Chemie der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Weinheim 1976.
- Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA - des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. St. Augustin 1989.
- NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol 1-7 (NIOSH-Methoden, welche mit "p & CAM" oder "S" vor der Nummer gekennzeichnet sind) und 3rd ed., Vol 1-2 (NIOSH-Methoden, welche mit einer vierstelligen Zahl gekennzeichnet sind). Hrsg.: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute of Occupational Safety and Health - NIOSH. Zu beziehen durch: Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 10402, USA.
- Meßverfahren für Amin. Hrsg. und zu beziehen durch: Institut für Giessereitechnik GmbH - IfG, Sohnstraße 70, 40237 Düsseldorf.
- Untersuchungen zur umweltrelevanten Beurteilung von Formstoffen für die Form- und Kernherstellung in Gießereien, Teil III. Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e.V., IWL, Köln. Hrsg.: Industrieverband Gießerei-Chemie e.V., Frankfurt 1995.
- VDG-Merkblatt R 314. Kontrollmeßplan für Gefahrstoffe in Gießereien (mit Beiblatt: Kontrollmeßplan). Hrsg. und zu beziehen durch: Verein Deutscher Giessereifachleute, Sohnstraße 70, 40237 Düsseldorf.
- VDG-Merkblatt R 400. Entsorgung von Gießereiabfällen. Hrsg. und zu beziehen durch: Verein Deutscher Giessereifachleute, Sohnstraße 70, 40237 Düsseldorf.
- ZH 1/120. Von den Berufsgenossenschaften anerkannte Analyseverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft in Arbeitsbereichen. Hrsg. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin, Fachausschuß Chemie.