

# N,N-Dimethylisopropylamin

<b>MAK-Wert (2002)</b>	<b>1 ml/m<sup>3</sup> (ppm) <math>\triangleq</math> 3,6 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>Spitzenbegrenzung (2002)</b>	<b>Kategorie I, Überschreitungsfaktor 2</b>
<b>Hautresorption</b>	–
<b>Sensibilisierende Wirkung</b>	–
<b>Krebserzeugende Wirkung</b>	–
<b>Fruchtschädigende Wirkung</b>	<b>vgl. Abschn. II c der MAK- und BAT-Werte-Liste</b>
<b>Keimzellmutagene Wirkung</b>	–
<b>BAT-Wert</b>	–
<b>Synonyma</b>	DMIA N-Isopropyldimethylamin N,N-Dimethyl-N-propyl-2-amin N,N-Dimethylisopropylamin
<b>Chemische Bezeichnung</b>	
<b>CAS-Nr.</b>	996-35-0
<b>Formel</b>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH–N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>5</sub> H <sub>13</sub> N <sub>1</sub>
<b>Molmasse</b>	87,16
<b>Schmelzpunkt</b>	ca. –70°C
<b>Siedepunkt bei ca. 1013 hPa</b>	65–67°C
<b>Dichte bei 20°C</b>	ca. 0,72 g/cm <sup>3</sup>
<b>Dampfdruck bei 20°C</b>	ca. 170 hPa
<b>log P<sub>OW</sub> bei 25°C</b>	0,89 (BASF 1989)
<b>1 ml/m<sup>3</sup> (ppm) <math>\triangleq</math> 3,62 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1 mg/m<sup>3</sup> <math>\triangleq</math> 0,277 ml/m<sup>3</sup> (ppm)</b>

Das aliphatische tertiäre Amin N,N-Dimethylisopropylamin (DMIA) ist eine farblose, leicht brennbare Flüssigkeit. N,N-Dimethylisopropylamin wird, ähnlich wie die beiden anderen tertiären Amine Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin, als Katalysator vor allem bei der Kernherstellung in Gießereien beim sogenannten Polyurethan-Cold-Box-Verfahren eingesetzt (VDG 1998).

## 1 Allgemeiner Wirkungscharakter

Konzentrierte N,N-Dimethylisopropylamin-Lösungen verursachen Verätzungen. Die Dämpfe wirken schleimhautreizend an Auge, Nase und Bronchien. Tierexperimentelle Studien belegen eine irritative Wirkung von N,N-Dimethylisopropylamin auf den Respirationstrakt. Bei Arbeitern in einer Gießerei, die gegenüber N,N-Dimethylisopropylamin exponiert waren, traten Atembeschwerden und Sehstörungen („Blauschleier“)

## 2 N,N-Dimethylisopropylamin

auf. Vergleichbare Effekte (Halobildung und schleierartiges Blaugrausehen) sind auch bei Probanden und bei Arbeitern in Gießereien beschrieben worden, die gegenüber tertiären Aminen wie Triethylamin (siehe Begründung Triethylamin von 1996) oder N,N-Dimethylethylamin (siehe Begründung N,N-Dimethylethylamin von 1999) exponiert waren.

## 2 Wirkungsmechanismus

Die korrosive Wirkung von N,N-Dimethylisopropylamin auf Haut und Schleimhäute wird auf seine Basizität (pH-Wert 11,0–11,5) zurückgeführt. Der für den Menschen empfindlichste Endpunkt ist die Auslösung von Sehstörungen, von sogenanntem Blauschleiersehen. Als Ursache der N,N-Dimethylisopropylamin-bedingten Sehstörungen kann ein reversibles Corneaödem angesehen werden, das auch durch andere tertiäre Amine hervorgerufen wird (Åkesson et al. 1985; Albrecht und Stephenson 1988; Mellerio und Weale 1966). Mit Triethylamin wurde gezeigt, dass es nach Exposition in den äußeren Schichten der Cornea (epitheliale Zellen und subepitheliale Mikrozysten) und am stärksten im Zentrum der Cornea zu Ödemen kommt, bei nur geringer Zunahme der Corneadicke. Es wird diskutiert, dass diese Veränderungen zur Streuung des Lichtes und damit zum Blauschleiersehen führen (Järvinen et al. 1999). Es ist anzunehmen, dass tertiäre Amine aufgrund der Kombination von Wasserlöslichkeit und hervorragenden Lipophilie gut in die epithelialen Zellen der Cornea eindringen. Als Grund für das anschließende Anschwellen der Zellen werden entweder ein zunehmender Turgor oder die direkte korrosive Wirkung tertiärer Amine diskutiert (Albrecht und Stephenson 1988).

Für die Sehstörungen scheint somit die Lipophilie der tertiären Amine von Bedeutung zu sein. So ruft N,N-Dimethylethylamin ( $\log P_{OW}$  0,5), das geringer lipophil als Triethylamin ( $\log P_{OW}$  1,44) ist, Sehstörungen in Konzentrationen hervor, die zwei- bis dreifach höher liegen als für Triethylamin (Ståhlbom et al. 1991). N,N-Dimethylisopropylamin ( $\log P_{OW}$  0,89) liegt in der Lipophilie zwischen den anderen beiden tertiären Aminen.

Die Bedeutung der Reizwirkung tertiärer Amine für die Auslösung von Sehstörungen ist nicht ausreichend geklärt. Die Basizität der tertiären Amine alleine scheint kein ausreichender Grund hierfür zu sein (Albrecht und Stephenson 1988). Es ist aber nicht auszuschließen, dass – wie oben aufgeführt – die korrosive Wirkung für die Schwellung der Corneazellen und damit für die Ödembildung von Bedeutung ist.

Als Ursache der Sehstörungen werden auch andere Mechanismen wie eine Beeinträchtigung der Funktion des Ziliarmuskels mit einem Verlust des Nah-Akkomodations-Vermögens und einer Pupillenerweiterung diskutiert (Reilly et al. 1995).

## 3 Toxikokinetik und Metabolismus

Es liegen keine Angaben vor.

In Analogie zu den strukturell verwandten Aminen Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin darf angenommen werden, dass auch bei N,N-Dimethylisopropylamin die Aufnahme über die Lunge wesentlich bedeutsamer ist als die über die Haut, und dass

seine Metabolisierung ganz überwiegend zum N-Oxid verläuft [siehe Begründungen Triethylamin (1996) und N,N-Dimethylethylamin (1999)].

## 4 Erfahrungen beim Menschen

### N,N-Dimethylisopropylamin

47 Arbeiter (25 Männer, 22 Frauen) der Kernmacherei einer Leichtmetallgießerei wurden hinsichtlich der Lungenfunktion und der bronchialen Reagibilität untersucht. Beim Cold-Box-Verfahren waren 38 der untersuchten Personen tätig. Bei diesem Verfahren wurden als Aktivator Diphenylmethan-4,4 -diisocyanat und als Katalysator N,N-Dimethylisopropylamin verwendet. Messungen von N,N-Dimethylisopropylamin-Konzentrationen in der Luft wurden (vermutlich einmalig) in 2 Hallen an insgesamt sieben Messpunkten durchgeführt. In Halle 1 wurden Konzentrationen von 2,6; 4,9; 5,8; 9,7 mg/m<sup>3</sup> (0,73; 1,4; 1,6; 2,7 ml/m<sup>3</sup>) und in Halle 2 von <2,0; 8,6; 12,75 mg/m<sup>3</sup> (<0,56; 2,4; 3,6 ml/m<sup>3</sup>) erhalten. Angaben zur Messmethodik (z. B. Probenahmedauer, Messverfahren, Erfassung von Expositionsspitzen) wurden nicht gemacht. 11 der 36 Personen gaben an, häufig unabhängig von der Arbeit mäßige respiratorische Beschwerden in Form von leichtem Husten zu haben. Bei keiner der befragten Personen lagen aber Asthma bronchiale oder schwere respiratorische Beschwerden wie starker Husten vor. Die *Lungenfunktionsprüfung* [inspiratorische Vitalkapazität (IVC), forcierte Vitalkapazität (FVC), forciertes Expirationsvolumen innerhalb der ersten Sekunde (FEV1), mittelexpiratorische und endexpiratorische Parameter der Fluß-Volumen-Kurve (FEF 25–75 bzw. FEF 75–85)] ließ keine signifikanten Unterschiede zu den Normalwerten erkennen. Zur Prüfung der *bronchialen Reagibilität* wurde ein inhalativer Provokationstest durchgeführt, wobei nach Inhalation von Histaminlösungen in ansteigenden Konzentrationen auf einen 20%igen Abfall des FEV1 (PC20) extrapoliert wurde. Bei 20 der untersuchten Personen (44%) war die bronchiale Reagibilität erhöht und unterschied sich damit signifikant von einem Kontrollkollektiv nicht exponierter Personen. Die bronchiale Reagibilität unterschied sich jedoch nicht hinsichtlich des Arbeitsplatzes (Cold-Box- gegenüber Hot-Box-Verfahren; wobei die jeweiligen Maschinen nahe beieinander standen) oder der Dauer des Arbeitsverhältnisses. Bei früheren Untersuchungen ermittelten die Autoren in der Bevölkerung etwa 10% hyperreagible Personen. Als Ursache der Steigerung der bronchialen Reagibilität werden, aufgrund seiner irritativen Wirkung, insbesondere der Katalysator N,N-Dimethylisopropylamin, aber auch andere potentielle Inhalationsnoxen wie Isocyanate in Betracht gezogen (Wolf et al. 1988). Da allerdings die Methodik zur Erfassung der bronchialen Hyperreagibilität ungewöhnlich ist und eine Mischexposition an den Arbeitsplätzen vorgelegen hat, kann ein Zusammenhang zwischen der bronchialen Hyperreagibilität und der Exposition gegenüber N,N-Dimethylisopropylamin nicht abschließend bewertet werden. Des Weiteren gaben 36 der befragten Personen an, unter *Sehstörungen* (Blauschleiersehen) zu leiden. Diese traten im Median 15mal pro Jahr auf. Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Sehstörungen und der Dauer des Beschäftigungsverhältnisses. Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich zwischen Sehstörungen und bronchialer Reagibilität, jedoch waren von 5 Personen, die mehr als 100 Blauschleierperioden pro Jahr angaben, 4 hyperreagibel (Wolf et al. 1988). Der

## 4 N,N-Dimethylisopropylamin

Befund des Blauschleiersehens ist ein typischer Effekt tertiärer Amine. Da als einziges tertiäres Amin N,N-Dimethylisopropylamin angegeben wurde, können die beobachteten Effekte auf diese Substanz zurückgeführt werden. Da jedoch keine Angaben zu individuellen Expositionen, Spitzenexpositionen und dem individuellen Auftreten von Sehstörungen gemacht wurden, ist diese Studie allein nicht für eine Ableitung eines Grenzwertes geeignet. Es bedarf der Unterstützung durch valide Studien, in denen insbesondere auch individuelle Expositionen und Spitzenexpositionen erfasst werden, so dass Luftkonzentrationen abgeleitet werden können, bei denen es zu keinen Sehstörungen kommt (NOAEL).

Bei Arbeitern (Cold-Box-Verfahren), bei denen über scheinbare „Ringbildung“ im Blickfeld berichtet wurde, lagen die N,N-Dimethylisopropylamin-Konzentrationen am Arbeitsplatz im Bereich von 13 bis 40 mg/m<sup>3</sup> (3,6–11,2 ml/m<sup>3</sup>) (Sächsisches Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2000).

Die von Wolf et al. (1988) in einer Graugießerei ermittelten Werte für N,N-Dimethylisopropylamin-Luftkonzentrationen bewegen sich in der gleichen Größenordnung wie neuere Messergebnisse der Metallberufsgenossenschaften für den Zeitraum 1994 bis 1998 (Hessische Landesanstalt für Umwelt 1999). Dort wurden in Gießereien mittlere Konzentrationen für N,N-Dimethylisopropylamin von 2,5 mg/m<sup>3</sup> (0,7 ml/m<sup>3</sup>) und in Kernmachereien nach dem Cold-Box-Verfahren mittlere N,N-Dimethylisopropylamin-Konzentrationen von 3,0 mg/m<sup>3</sup> (0,8 ml/m<sup>3</sup>) gemessen (Tabelle 1).

Tab. 1. Luftkonzentrationen tertiärer Amine in Gießereien und Kernmachereien 1994 bis 1998 (Hessische Landesanstalt für Umwelt 1999)

Substanz	Anzahl der Betriebe	50%-Wert		90%-Wert	
		mg/m³	ml/m³	mg/m³	ml/m³
<u>Gießereien</u>					
N,N-Dimethylisopropylamin	18	2,5	0,7	19,5	5,5
Dimethylethylamin	33	2,6	0,86	32,5	10,6
Triethylamin	33	0,015	0,004	11,0	2,6
<u>Kernmacherei (Cold-Box-Verfahren)</u>					
N,N-Dimethylisopropylamin	4	3,0	0,8	14,0	3,9
Dimethylethylamin	16	2,7	0,89	38,6	12,7
Triethylamin	—	—	—	—	—

Untersuchungen, aus denen NOAELs für N,N-Dimethylisopropylamin-induzierte Sehstörungen abgeleitet werden können, liegen somit nicht vor. Entsprechende Studien existieren aber für die analogen tertiären Amine Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin, die im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

### Triethylamin

Zu Triethylamin liegt eine Begründung von 1996 vor. Der kritische Effekt von Triethylamin beim Menschen ist das Auftreten subjektiver visueller Störungen. Bei Pro-

banden wurden Ödeme der Cornea und Sehstörungen nach 8-stündiger Exposition gegenüber mindestens 4,3 ml Triethylamin/m<sup>3</sup> beobachtet. Keine Sehstörungen zeigten sich nach 8-stündiger Exposition gegenüber 2,4 ml/m<sup>3</sup> oder 4-stündiger Exposition gegenüber 4,3 ml/m<sup>3</sup> (Åkesson et al. 1985). In einer neueren Studie waren nach 4-stündiger Exposition gegen 40,6 mg Triethylamin/m<sup>3</sup> (9,6 ml/m<sup>3</sup>) bei allen 4 Probanden ausgeprägt, bei 6 mg/m<sup>3</sup> (1,56 ml/m<sup>3</sup>) bei 3 der 4 Probanden in geringem Maße und bei 3,0 mg/m<sup>3</sup> (0,72 ml/m<sup>3</sup>) bei keinem Probanden Sehstörungen und Veränderungen der Cornea zu verzeichnen (Järvinen et al. 1999). Konzentrationen, die bei Arbeitern während einer 8-stündigen Schicht keine visuellen Störungen mehr hervorriefen (NOEL), lagen bei durchschnittlich 1,44 ml/m<sup>3</sup> (Åkesson et al. 1986) bzw. 2,7 ml/m<sup>3</sup> (Warren und Selchan 1988).

### **N,N-Dimethylethylamin**

Zu N,N-Dimethylethylamin liegt eine Begründung von 1999 vor. Kritische Effekte von N,N-Dimethylethylamin beim Menschen sind ebenfalls Sehstörungen. In einer schwer bewertbaren Probandenstudie zeigten sich nach einmaliger 8-Stunden-Exposition bei 10 mg/m<sup>3</sup> (3,3 ml/m<sup>3</sup>) Hinweise auf leichte Corneaverdickungen, aber keine Sehstörungen (Ståhlbom et al. 1991). Am Arbeitsplatz führte N,N-Dimethylethylamin konzentrationsabhängig zu Schleier- und Farbschliersehen ab 3,3 ml/m<sup>3</sup> (Schmittner 1984) bzw. ab 4,4 ml/m<sup>3</sup> (Warren und Selchan 1988). Reizungen von Auge, Nase und Rachen traten ab 8 ml/m<sup>3</sup> auf (Warren und Selchan 1988). Aus der Studie wurde ein NOEL von 3 ml/m<sup>3</sup> (10 mg/m<sup>3</sup>) abgeleitet.

## **5 Tierexperimentelle Befunde und In-vitro-Untersuchungen**

### **5.1 Akute Toxizität**

#### **5.1.1 Inhalative Aufnahme**

Für die akute inhalative Aufnahme von N,N-Dimethylisopropylamin über 4 Stunden lag die LC<sub>50</sub> bei Ratten bei über 2000 mg/m<sup>3</sup>; bei Mäusen betrug sie 2250 bis 2400 ml/m<sup>3</sup>. Bei der Autopsie wurden hämorrhagische Lungen, aber keine makroskopischen Veränderungen anderer Organe festgestellt. Bei Ratten und Mäusen fanden sich nach 4-stündiger Exposition bei 800 ml/m<sup>3</sup> an 7 bis 8 aufeinander folgenden Tagen keine makroskopisch erkennbaren Organveränderungen (INRS 1990).

Experimentelle Studien an Mäusen (Swiss OF<sub>1</sub>) belegen eine irritative Wirkung auf den Respirationstrakt, die sich u. a. als expiratorische Bradypnoe zeigt. Eine 50%ige Reduktion der Respirationsrate (RD<sub>50</sub>) wurde bei 90 ml N,N-Dimethylisopropylamin/m<sup>3</sup> (95% Vertrauensbereich: 80–100 ml/m<sup>3</sup>) erreicht. Im gleichen Modell wurde konzentrationsabhängig die Wirkung weiterer 19 Amine untersucht: die entsprechenden RD<sub>50</sub>-Werte für Triethylamin lagen bei 156 ml/m<sup>3</sup> (95% Vertrauensbereich: 150–162 ml/m<sup>3</sup>), für Dimethylethylamin bei 161 ml/m<sup>3</sup> (95% Vertrauensbereich: 152–172 ml/m<sup>3</sup>). Auf Basis dieser Befunde ist das irritative Potential von N,N-Dimethylisopropylamin offenbar ausgeprägter als das der beiden anderen genannten Amine. Die Autoren der Studie schlagen für N,N-Dimethylisopropylamin eine niedrigere

## **6 N,N-Dimethylisopropylamin**

Expositionsgrenze vor als für Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin (Gagnaire et al. 1989).

### **5.1.2 Orale Aufnahme**

Für die akute orale Toxizität von N,N-Dimethylisopropylamin bei der Ratte wird eine LD<sub>50</sub> von ca. 680 mg/kg KG angegeben; bei der Maus liegt sie zwischen 750 und 975 mg/kg KG. Bei der Autopsie fanden sich, wohl aufgrund der alkalischen Natur der Substanz, Zeichen starker Irritation des Gastrointestinaltrakts, aber keine makroskopischen Veränderungen anderer Organe (INRS 1990).

### **5.1.3 Dermale Aufnahme**

Beim Kaninchen lag die LD<sub>50</sub> nach dermalen Applikation bei über 200 mg/kg KG (INRS 1990).

## **5.2 Subakute, subchronische und chronische Toxizität**

Es liegen keine Angaben vor.

## **5.3 Wirkung auf Haut und Schleimhäute**

Bei Kaninchen wurde eine starke Reizwirkung von N,N-Dimethylisopropylamin am Auge und an der Haut festgestellt. Die Angaben zum primären Irritationsindex an der Haut variieren zwischen 7,6/8 (INRS 1990) und 5,6/8 (Bagley et al. 1996).

N,N-Dimethylisopropylamin wurde neben anderen Chemikalien in einer internationalen Validierungsstudie für In-vitro-Tests zur Vorhersage von Haut-Schäden eingesetzt, und seine korrosive Wirkung in einigen der In-vitro-Tests bestätigt (Barratt et al. 1998; Fentem et al. 1998). In diesen Studien wurden Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin nicht untersucht.

## **5.4 Allergene Wirkung**

Es liegen keine Angaben vor.

## **5.5 Reproduktionstoxizität**

Es liegen keine Angaben vor.

## **5.6 Genotoxizität**

Es liegen keine Angaben vor.



## 5.7 Kanzerogenität

Es liegen keine Angaben vor.

## 6 Bewertung

Die kritische Wirkung von N,N-Dimethylisopropylamin beim Menschen ist wie bei anderen tertiären Aminen das Auftreten von Sehstörungen („Blauschleiersehen“). 36 von 47 Arbeitern einer Gießerei, die gegenüber aktuellen N,N-Dimethylisopropylamin in Konzentrationen von maximal  $3,6 \text{ ml/m}^3$  exponiert waren (keine Angaben zu Spitzenexpositionen), berichteten retrospektiv über Blauschleiersehen. Ein NOEL ist aus dieser Studie nicht ableitbar. Da jedoch die Strukturanalogen Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin in ähnlichen Konzentrationsbereichen ebenfalls zu entsprechenden Sehstörungen führen und zu diesen Substanzen die Datenlage wesentlich besser ist, können diese Daten die Ableitung eines vorläufigen MAK-Wertes für N,N-Dimethylisopropylamin stützen. Der MAK-Wert für Triethylamin wurde auf  $1 \text{ ml/m}^3$ , der MAK-Wert für N,N-Dimethylethylamin auf  $2 \text{ ml/m}^3$  festgelegt. Für die Auslösung der Sehstörungen ist die Lipophilie der Substanz von Bedeutung. N,N-Dimethylisopropylamin liegt in seiner Lipophilie zwischen Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin. Der MAK-Wert für N,N-Dimethylisopropylamin wird daher in Analogie zu Triethylamin auf  $1 \text{ ml/m}^3$  festgelegt. Ob die stärkere Reizwirkung von N,N-Dimethylisopropylamin im Vergleich zu Triethylamin für die Auslösung von Blauschleiersehen und für die bronchiale Reagibilität von Bedeutung ist, und es daher einer weiteren Absenkung des MAK-Wertes bedarf, kann derzeit nicht entschieden werden. Daher sind zur Bestätigung des MAK-Wertes Untersuchungen an Probanden oder Arbeitern erforderlich, die die Ableitung eines NOAEL für N,N-Dimethylisopropylamin-induzierte Sehstörungen erlauben.

Für die Begrenzung von Expositionsspitzen ist wie bei Triethylamin das Blauschleiersehen als kritischer Effekt anzusehen. Für Dimethylisopropylamin wird daher analog zu Triethylamin die Spitzenbegrenzungs-Kategorie I mit einem Überschreitungsfaktor von 2 festgelegt.

Die  $\text{LD}_{50}$  nach dermalen Applikation an Kaninchen liegt bei über  $200 \text{ mg/kg KG}$ . Aufgrund der Reizwirkung der Substanz ist der Beitrag einer perkutanen Aufnahme von N,N-Dimethylisopropylamin zur systemischen Toxizität bei einer Exposition im Bereich des MAK-Wertes nicht relevant. Es erfolgt daher keine Markierung mit „H“.

Untersuchungen zur sensibilisierenden Wirkung liegen nicht vor. Über die Vergabe von „S“ kann demnach nicht entschieden werden. Untersuchungen mit Triethylamin und N,N-Dimethylethylamin haben jedoch kein sensibilisierendes Potential dieser Amine erkennen lassen.

Daten zur Reproduktionstoxizität liegen nicht vor. N,N-Dimethylisopropylamin wird daher dem Abschnitt II c der MAK- und BAT-Werte-Liste zugeordnet.

Daten zur Beurteilung einer krebserzeugenden und keimzellmutagenen Wirkung liegen nicht vor; über entsprechende Einstufungen kann daher nicht entschieden werden.

## 8 N,N-Dimethylisopropylamin

### 7 Literatur

- Åkesson B, Florén I, Skerfving S (1985) Visual disturbances after experimental human exposure to triethylamine. *Br J Ind Med* 42: 848–850
- Åkesson B, Bengtsson M, Florén I (1986) Visual disturbances after industrial triethylamine exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 57: 297–302
- Albrecht WN, Stephenson RL (1988) Health hazards of tertiary amine catalysts. *Scand J Work Environ Health* 14: 209–219
- Bagley DM, Gardner JR, Holland G, Lewis RW, Regnier JF, Stringer DA, Walker AP (1996) Skin irritation: reference chemicals data bank. *Toxicol In Vitro* 10: 1–6
- Barratt MD, Brantom PG, Fentem JH, Gerner I, Walker AP, Worth AP (1998) The EVCAM international validation study on in vitro tests for skin corrosivity. 1. Selection and distribution of the test chemicals. *Toxicol In Vitro* 12: 471–482
- BASF (1989) N,N-Dimethylisopropylamin: Octanol-Wasser-Verteilungskoeffizient. Bericht BRU 89.082, 12.04.1989, unveröffentlicht
- Bos PMJ, Zwart A, Reuzel PGJ, Bragt PC (1992) Evaluation of the sensory irritation test for the assessment of occupational health risk. *Crit Rev Toxicol* 21: 423–450
- Fentem JH, Archer GEB, Balls M, Botham PA, Curren RD, Earl LK, Esdaile DJ, Holzhütter HG, Liebsch M (1998) The EVCAM international validation study on in vitro tests for skin corrosivity. 2. Results and evaluation by the management team. *Toxicol In Vitro* 12: 483–524
- Gagnaire F, Azim S, Bonnet P, Simon P, Guenier JP, de Ceaurriz J (1989) Nasal irritancy and pulmonary toxicity of aliphatic amines in mice. *J Appl Toxicol* 9: 301–304
- Hessische Landesanstalt für Umwelt (1999) Ersatzstoffe für Triethylamin als Kernbegasungsmittel beim Cold-Box-Verfahren in Gießereien im Bereich Kernherstellung. Schreiben von Frau Dr. Vater an Herrn Prof. Dr. Schlüter, Vorsitzender des Beraterkreises Toxikologie des Ausschusses für Gefahrstoffe, 02.12.1999
- INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) (1990) N,N-Diméthylisopropylamine. Fiche Toxicologique No. 158, Cah Notes Doc 141: 883–885
- Järvinen P, Engström K, Riihimäki V, Ruusuvaara P, Setälä K (1999) Effects of experimental exposure to triethylamine on vision and the eye. *Occup Environ Med* 56: 1–5
- Lundh T, Stahlbom B, Åkesson B (1991) Dimethylethylamine in mould core manufacturing: exposure, metabolism and biological monitoring. *Br J Ind Med* 48: 203–207
- Mellerio J, Weale RA (1966) Hazy vision in amine plant operatives. *Br Med J* 23: 153–154
- Reilly MJ, Rosenman KD, Abrams JH, Zhu Z, Tseng C, Hertzberg V, Rice C (1995) Ocular effects of exposure to triethylamine in the sand core cold box of a foundry. *Occup Environ Med* 52: 337–343
- Sächsisches Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2000) Grenzwert für N,N-Dimethylisopropylamin. Schreiben von Herrn Dr. Wagner an Herrn Prof. Dr. Schlüter, Vorsitzender des Beraterkreises Toxikologie des Ausschusses für Gefahrstoffe, 13.03.2000
- Schmittner H (1984) Arbeitsmedizinische und arbeitshygienische Untersuchungen beim Cold-Box- und Maskenformverfahren. *Giesserei* 71: 895–902
- Stahlbom B, Lundh T, Florén I, Åkesson B (1991) Visual disturbance in man as a result of experimental and occupational exposure to dimethylethylamine. *Br J Ind Med* 48: 26–29
- VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute) (1998) Urethan-Cold-Box-Verfahren, VDG-Merkblatt, R305, Februar 1998, VDG-Informationszentrum, Düsseldorf
- Warren DW, Selchan DF (1988) An industrial hygiene appraisal of triethylamine and dimethylethylamine exposure limits in the foundry industry. *Am Ind Hyg Assoc J* 49: 630–634
- Wolf C, Pospischil M, Petzl DH, Petrak R (1988) Bronchiale Hyperreaktivität bei Arbeitern einer Graugießerei – Bronchial hyperreactivity in foundry workers. *Zentralbl Arbeitsmed* 38: 279–285

abgeschlossen am 18.09.2001