

Benzol



IDENTIFIKATION

Benzol
Benzen

ZVG Nr: 10060
CAS Nr: 71-43-2
EG Nr: 200-753-7
INDEX Nr: 601-020-00-8

CHARAKTERISIERUNG

STOFFGRUPPENSCHLÜSSEL

140300 Kohlenwasserstoffe, aromatisch

AGGREGATZUSTAND

Der Stoff ist flüssig.

EIGENSCHAFTEN

farblos
charakteristischer Geruch

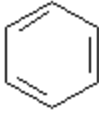
CHEMISCHE CHARAKTERISIERUNG

Leicht entzündbare Flüssigkeit.
Dämpfe bilden mit Luft explosive Gemische.
Schwer löslich in Wasser.
Leichter als Wasser.
Leicht flüchtig.
Von dem Stoff gehen akute oder chronische Gesundheitsgefahren aus.

Der Stoff ist gewässergefährdend.
(s. Kapitel VORSCHRIFTEN).

FORMEL

C₆H₆



Molmasse: 78,11 g/mol

Umrechnungsfaktor (Gasphase) bei 1013 mbar und 20 °C:

1 ml/m³ = 3,25 mg/m³

TOXIKOLOGIE / ÖKOTOXIKOLOGIE

TOXIKOLOGISCHE DATEN

LD₅₀ oral Ratte

Wert: 930 mg/kg

Toxicology and Applied Pharmacology. Vol. 7, Pg. 767, 1965.

LD₅₀ dermal

Species: Kaninchen

Wert: > 8260 mg/kg

Toxicology and Applied Pharmacology. Vol. 7, Pg. 559, 1965.

02071

Quelle:

ÖKOTOXIKOLOGISCHE DATEN

LC₅₀ Fisch (96 Stunden)

Minimalwert: 4,61 mg/l

Maximalwert: 600 mg/l

Medianwert: 21,6 mg/l

Studienanzahl: 45

Referenz für Medianwert:

Hodson, P.V., D.G. Dixon, and K.L.E. Kaiser 1984. Measurement of Median Lethal Dose as a Rapid Indication of Contaminant Toxicity to Fish. Environ.Toxicol.Chem. 3(2):243-254

LC₅₀ Krustentiere (48 Stunden)

Minimalwert: 35 mg/l

Maximalwert: 9950 mg/l

Medianwert: 345 mg/l

Studienanzahl: 29

Referenz für Medianwert:

Canton, J.H., and D.M.M. Adema 1978. Reproducibility of Short-Term and Reproduction Toxicity Experiments with *Daphnia magna* and Comparison of the Sensitivity of *Daphnia magna* with *Daphnia pulex* and *Daphnia cucullata* in Short-Term Experiments. *Hydrobiologia* 59(2):135-140 (Used Reference 2018)

EC50 Krustentiere (48 Stunden)

Minimalwert: 9,23 mg/l

Maximalwert: 98,8 mg/l

Medianwert: 10,9 mg/l

Studienanzahl: 10

Referenz für Medianwert:

Rose, R.M., M.St.J. Warne, and R.P. Lim 1998. Quantitative Structure-Activity Relationships and Volume Fraction Analysis for Nonpolar Narcotic Chemicals to the Australian Cladoceran *Ceriodaphnia cf. dubia*. *Arch.Environ.Contam.Toxicol.* 34(3):248-252; MacLean, M.M., and K.G. Doe 1989. The Comparative Toxicity of Crude and Refined Oils to *Daphnia magna* and *Artemia*. Environment Canada, EE-111, Dartmouth, Nova Scotia :64 p.

EC50 Algen (72 bzw. 96 Stunden)

Versuchsdauer: 72 Stunden

Minimalwert: 29 mg/l

Maximalwert: 29 mg/l

Medianwert: 29 mg/l

Studienanzahl: 1

Referenz für Medianwert:

Galassi, S., M. Mingazzini, L. Vigano, D. Cesareo, and M.L.Tosato 1988. Approaches to Modeling Toxic Responses of Aquatic Organisms to Aromatic Hydrocarbons. *Ecotoxicol.Environ.Saf.* 16(2):158-169

[02072](#)

Quelle:

EC50 Algen (72 bzw. 96 Stunden)

Versuchsdauer: 96 Stunden

Minimalwert: 1600 mg/l

Maximalwert: 1600 mg/l

Medianwert: 1600 mg/l

Studienanzahl: 1

Referenz für Medianwert:

Slooff, W. 1982. A Comparative Study on the Short-Term Effects of 15 Chemicals on Fresh Water Organisms of Different Tropic Levels. *Natl.Tech.Inf.Serv.*, Springfield, VA :25 p. (DUT) (ENG ABS) (NTIS/PB83-200386)

PHYSIKALISCH CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN**SCHMELZPUNKT**

Schmelzpunkt: 5,5 °C

SIEDEPUNKT

Siedepunkt: 80 °C

DICHTE

DICHTE

Wert: 0,88 g/cm³

Temperatur: 20 °C

RELATIVE GASDICHTE

Dichteverhältnis zu trockener Luft bei gleicher Temperatur und gleichem Druck

Wert: 2,7

RELATIVE DICHTE DES DAMPF-LUFT-GEMISCHES

Dichteverhältnis zu trockener Luft bei 20 °C und Normaldruck

Wert: 1,17

DAMPFDRUCK

Dampfdruck: 100 hPa

Temperatur: 20 °C

Dampfdruck: 155 hPa

Temperatur: 30 °C

Dampfdruck: 365 hPa

Temperatur: 50 °C

Dampfdruck: 625 hPa

Temperatur: 65 °C

FLAMMPUNKT

Flammpunkt: -11 °C

Angabe bezieht sich auf Messung im geschlossenen Tiegel.

ZÜNDTEMPERATUR

Zündtemperatur: 555 °C

Temperaturklasse: T1

Mindestzündenergie: 0,2 mJ

Grenzspaltweite: 0,99 mm

Explosionsgruppe: IIA

EXPLOSIONSPUNKT

Unterer Explosionspunkt:

-12 °C

EXPLOSIONSGRENZEN

Untere Explosionsgrenze:

1,2 Vol.-%

39 g/m³

Obere Explosionsgrenze:

8,6 Vol.-%

280 g/m³

Sauerstoffgrenzkonzentration:

ca. 8,5 Vol.-%

bei 100 Grad C

Maximaler Explosionsdruck:

9,8 bar

WASSERLÖSLICHKEIT

Löslichkeit: 1,8 g/l

VERTEILUNGSKOEFFIZIENT (Octanol/Wasser)

log K_{ow}: 2,13

Empfohlener Wert der LOG KOW Datenbank.

GEFÄHRLICHES REAKTIONSVERHALTEN

Gefährliche chemische Reaktionen:

Explosionsgefahr bei Kontakt mit:

Chlor

starken Oxidationsmitteln

Salpetersäure

Arsenpentafluorid + Kaliummethoxid + Wärme

Diborane

Iodpentafluorid

Ozon
Perchloraten
Permangansäure
Peroxiverbindungen
Sauerstoff (flüssig)
Uranhexafluorid
Der Stoff kann in gefährlicher Weise reagieren mit:
Sauerstoff
Säuren
Oxidationsmitteln
Interhalogenverbindungen
Halogenkohlenwasserstoffen / Leichtmetallen
Chrom(VI)-oxid
Halogensauerstoff-Verbindungen
Halogenen
Kaliumperoxid
Leichtmetalle
Natriumperoxid
Nitrylperchlorate
Schwefel

ARBEITSMEDIZIN UND ERSTE HILFE

AUFNAHMEWEGE

Hauptaufnahmewege:

Der Hauptaufnahmeweg für Benzol (B.) verläuft über den Atemtrakt. [2050]

Bei Hautkontakt mit der Flüssigkeit ist zusätzlich eine signifikante Hautaufnahme zu berücksichtigen. [7619]

Atemwege:

Inhalierendes B. geht schnell ins Blut über. Unter konstanter Exposition stellt sich innerhalb von ca. 30 min im Blut eine Gleichgewichtskonzentration ein, die einem Luft/Blut-Verteilungskoeffizienten von ca. 1 : 7,8 entspricht. Nach Erreichen dieses steady state liegt der im Körper retinierte Anteil bei ca. 40 - 50 % der inhalierten Dosis. Mit zunehmender körperlicher Arbeit erhöht sich aufgrund des steigenden Atemminutenvolumens die aufgenommene Menge. Individuell wird die Aufnahmekapazität des Organismus vom Körpergewicht bzw. dem Fettgewebsanteil bestimmt. [7620]

Haut:

Die Hautresorption ist stark von den Einwirkungsbedingungen (Art, Umfang und Dauer des Kontaktes) abhängig. [7619]

In Studien, in denen B. okklusiv auf Präparate menschlicher Haut appliziert wurde, erhöhte sich die resorbierte Menge linear mit steigender Dosis und Einwirkungszeit.

Insgesamt wurden jeweils annähernd 0,2 % der applizierten Dosis resorbiert. [2050]

In einer neuen Testung an Probanden mit offener Applikation von 100 µl B. auf ca. 5 x

5 cm große Hautareale (Ausschluss der Inhalation) lag der resorbierte Anteil am Unterarm im Mittel bei 0,07 %, an der Handfläche bei 0,13 %. Es wurde darauf hingewiesen, dass bei nicht intakter Haut oder Kontakt mit B.-Gemischen höhere Aufnahmen möglich sind. [99996]

Den bisherigen Kenntnisstand zusammenfassend wurde angegeben, dass dermale Penetrationsraten bei offenem Hautkontakt mit bis zu 1 mg/cm² x h und bei semiokklusiver oder okklusiver Einwirkung (z.B. unter Handschuhen, bei Kontakt mit durchtränkter Kleidung) mit bis zu 2 mg/cm² x h anzusetzen sind (worst-case-Abschätzung). [7033]

Der aus der Dampfphase über die Haut aufgenommene Anteil ist gering.

Bei Ganzkörper-Exposition gegenüber B.-Dämpfen betrug der über die Haut resorbierte Anteil bei der Ratte nur 0,8 % der Gesamtaufnahme. Der Permeabilitätskoeffizient (Dampf) wurde für die Ratte mit 0,15 cm/h, für den Menschen mit 0,08 cm/h angegeben. [99996]

Verdauungstrakt:

Entsprechend Ergebnissen kinetischer Tierversuche wird B. aus dem Verdauungstrakt nahezu vollständig resorbiert. [83, 2050]

WIRKUNGSWEISEN

Hauptwirkungsweisen:

akut:

leichte Reizwirkung auf Schleimhäute und Haut;

Störung des Zentralnervensystems (Erregung, Depression) [7619]

chronisch:

nicht maligne und maligne Erkrankungen des Blutes, des blutbildenden und des lymphatischen Systems, Beeinflussung des Immunsystems [7033, 7619]

Akute Toxizität:

Auf das Auge wirken die Flüssigkeit und konzentrierte Dämpfe reizend. [2050]

Flüssigkeitsspritzer verursachen mäßiges Brennen und oberflächliche, schnell reversible Gewebsschädigungen.

Dämpfe rufen einen Augenschmerz erst in Konzentrationen hervor, die bereits deutlich systemisch toxisch wirken. [7979]

Hautreizungen können sich vor allem nach längerer Einwirkung der Flüssigkeit infolge ihrer fettlösenden Wirkung entwickeln. In Tierversuchen wirkte B. schwach bis mäßig hautreizend.

Für eine sensibilisierende Wirkung gibt es aus der langjährigen und umfangreichen Anwendung keinerlei Hinweise. Es wird deshalb weder dermal noch inhalativ eine sensibilisierende Wirkung erwartet. [7619, 2050]

Die akute Vergiftungsgefahr bei Hautkontakt mit der Flüssigkeit ist gemäß Tierversuchsdaten sehr gering (an Ratten und Meerschweinchen ermittelte dermale LD₅₀-Werte lagen >8260 mg/kg KG). [2050]

Bei akuter inhalativer Exposition steht die Wirkung auf das Zentralnervensystem im Vordergrund:

Leichte Intoxikationen sind durch Schwindel, Benommenheit, Kopfschmerz und Brechreiz gekennzeichnet. Nach schnellem Expositionsabbruch erfolgt i.Allg. sehr

rasch Erholung. [7619] Durch eine euphorische Wirkkomponente (Trunkenheitsgefühl mit rauschähnlichen Bildern) können Einsicht in die Gefahr und die Selbstrettungsfähigkeit aber stark herabgesetzt werden. [7619, 7930]

Konzentrierte Dämpfe führen zu Anstieg von Atemfrequenz und Puls und können die Atemwege reizen (mögliche Symptome: Atemlosigkeit, Engegefühl in der Brust). [2050] Symptome schwerer Vergiftung sind: Erregung und Krämpfe, Herzrhythmusstörungen, Bewusstlosigkeit, Atemdepression. [7619]

Im Einzelfall wurde eine Sehnervschädigung als Folgeschaden (retrobulbäre Neuritis -> partielle Atrophie) beschrieben. [7979]

Autopsiebefunde von "Benzol-Schnüfflern" waren Entzündungen des Atemtraktes, Blutungen in der Lunge, Blutstauung in den Nieren und Hirnödem. [7619]

Eine akute Gefährdung wird bereits bei 500 ppm B. gesehen (festgesetzt als IDLH-Wert). Nach Schätzungen verursachen 1500 ppm über 60 min schwere Symptome, 3000 ppm sind nur für ca. 30 min tolerierbar, 7000 ppm (ca. 22620 mg/m³) werden nach 30 - 60 min lebensbedrohlich und Konzentrationen ab ca. 20000 ppm (64800 mg/m³) führen innerhalb von Minuten zum Tod (durch Atemlähmung oder Herzstillstand). [7619, 7930, 2050]

Im Tierversuch lag der letale Bereich höher (4 h-LC₅₀, Ratte: 13700 ppm, entsprechend 44500 mg/m³). [2050]

Das Intoxikationsbild nach oraler Aufnahme ist ähnlich wie im Falle der Inhalation durch zentralnervöse Störungen geprägt. Zusätzlich kommt es zu Schleimhautreizungen und hierdurch verstärkt zu Magen-Darm-Beschwerden. [7619, 2050] Verschlucken von ca. 9 – 12 g B. führte zu Erbrechen, Benommenheit, unsicherem Gang, Bewusstlosigkeit, Reaktionslosigkeit der Pupillen, kleinem, beschleunigtem Puls, später Delirium. Im Einzelfall wurde eine akute Magenentzündung (-> Pylorusstenose) diagnostiziert. [7836] Schädigungen von Leber und Nieren treten allgemein nur nach sehr hohen Dosen auf und stehen nicht im Vordergrund. [7619]

Die oralen LD₅₀-Werte lagen in validen Testungen an Ratten oberhalb 2000 mg/kg KG. Beim Menschen führte im Einzelfall schon das Verschlucken von 15 ml B. (176 mg/kg KG) nach Kollaps, Bronchitis und Pneumonie zum Tod. Dies wurde jedoch auf die Aspiration der Flüssigkeit zurückgeführt, die leicht zu Lungenschäden (Ödem, Pneumonie) führen kann. [2050]

Chronische Toxizität:

Wiederholter Kontakt mit flüssigem B. kann zur Austrocknung der Haut und Entzündungen (trockene Dermatitis) führen. [7619]

Die wesentlichen systemischen Wirkungen des B., die nach wiederholter langandauernder (u. U. aber auch einmaliger sehr massiver) Einwirkung auftreten, betreffen das Blutsystem und das lymphatische System. Sie sind durch eine Vielzahl von Fallberichten und epidemiologischen Studien belegt. [7033]

Hauptzielorgan der toxischen Wirkung ist das blutbildende System, speziell das Knochenmark, in dem die Proliferationsfähigkeit der Stammzellen beeinträchtigt wird. [7619]

Die hierdurch bewirkte Hemmung der Blutbildung manifestiert sich typischerweise klinisch in einer Verringerung der Zellzahlen im roten und/oder weißen Blutbild und/oder der Blutplättchen. Die entsprechenden Erkrankungen: Leukopenie (auch isolierte Verminderung einzelner Leukozytensubpopulationen, z.B. Granulozytopenie

und Lymphopenie), Thrombozytopenie, Panzytopenie und aplastische Anämie können allein oder in Kombination auftreten. Häufig geht der Depression der einzelnen Systeme eine mehr oder weniger vorübergehende Überproduktion voraus.

Daneben kommt es zu malignen Erkrankungen, die sich aus einem der genannten toxischen Krankheitsbilder oder auch ohne toxisches Vorstadium entwickeln können.

Die Hämatotoxizität gilt jedoch als wesentlicher Risikofaktor für die Leukämieentstehung.

Die aplastische Anämie wird schon als Übergangsform oder Frühstadium einer malignen Erkrankung aufgefasst. Sie ist irreversibel, während Leukopenie, Thrombozytopenie und Panzytopenie nach Expositionsabbruch meist reversibel sind. Zu den malignen Erkrankungen siehe unter „Kanerogenität“. [7033]

Die Blutbildveränderungen entwickeln sich kontinuierlich. Welcher Effekt auftritt, ist offensichtlich abhängig von Dosis, Expositionsdauer und dem jeweiligen Stadium der Stammzellentwicklung. Die Auswertung verschiedener Studien ergab, dass in den meisten Fällen die weißen Blutzellen am empfindlichsten reagieren. Die Korrelation zwischen B.-Exposition und Abnahme der weißen Blutzellen war meist enger als die Korrelation zur Beeinflussung der Erythrozyten. Einige Studien weisen darauf hin, dass die Abnahme der Thrombozyten oft das erste Zeichen hämatotoxischer Wirkungen ist. [7619]

Aus der Vielzahl epidemiologischer Studien wurde abgeleitet, dass beim Menschen allgemein die Lymphopenie die empfindlichste Reaktion auf eine B.-Exposition darstellt. Als no observed adverse effect level (NOAEL) für nichtneoplastische Effekte des B. auf das Blut wurde 1 ppm (3,2 mg/m³) abgeleitet. [2050]

In einer neuen Studie an B.-Exponierten in China war eine signifikante Hämatotoxizität (Abnahme von Lymphozyten, Granulozyten, B- und NK-Zellen, T-Helferzellen und Thrombozyten) allerdings bereits bei Konzentrationen unterhalb von 1 ppm B. zu beobachten.

Die vorliegenden Studien belegen insgesamt auch eine immunotoxische Wirkung auf die peripheren Lymphozyten bei relativ niedrigen B.-Belastungen. [7033]

Als weitere Befunde, die Beeinflussungen des Immunsystems anzeigten, werden genannt: spezifische Effekte auf Antikörper im Serum (IgM erhöht, IgG und IgA erniedrigt) nach 1 – 21-jähriger Belastung mit 3 - 7 ppm B. (allerdings im Gemisch mit Toluol und Xylol), Fallberichte über Autoimmunität und erhöhte Allergiehäufigkeit bei B.-Exponierten, [7619] sowie die Verminderung des Thrombozytenfaktors 4 und des „Connective Tissue Activating Peptide“-III im Serum von B.-Exponierten. [7033] Die beschriebenen Veränderungen der humoralen und zellulären Immunantwort wurden als Folge der Wirkung auf das Knochenmark interpretiert. [7619]

Reproduktionstoxizität, Mutagenität, Kanzerogenität:

Zur Einstufung des fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden und krebserzeugenden Potentials s. Stoffliste nach Anhang VI der GHS-Verordnung oder TRGS 905 oder MAK-Liste.

(s. Kapitel VORSCHRIFTEN).

Reproduktionstoxizität:

Die vorliegenden epidemiologischen und experimentellen Daten lassen keine abschließende Bewertung zu. Die aus Einzelberichten vorliegenden Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Lösungsmittel-Exposition und einer Zunahme des Risikos

von Spontanaborten bzw. Geburten von Kindern mit erhöhtem Krebsrisiko oder angeborenen

ZNS-Störungen sind nicht hinreichend gesichert. [7619]

In Tierversuchen waren spezifische embryotoxische oder teratogene Wirkungen nicht nachweisbar. Bei maternaltoxischer Dosierung fand sich allerdings verzögertes Wachstum der Feten (NOAEC: 10 ppm). Toxische Effekte an Reproduktionsorganen fanden sich nur bei höheren Belastungen (NOAEC: 30 ppm) und ihre Relevanz ist unklar. [2050]

Mutagenität:

Es bestehen hinreichenden Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff zu vererbbaaren Schäden führen kann. [7510]

In zahlreichen Studien an B.-Exponierten wurde eine signifikante Zunahme an strukturellen und numerischen Chromosomenaberrationen in den peripheren Lymphozyten bzw. in den Knochenmarkzellen gefunden. Ein spezifisches chromosomales Schädigungsmuster war allerdings nicht nachweisbar. [7033]

Eine klastogene Wirkung auf somatische Zellen belegen auch Tierversuche. Da B. zu den Keimzellen gelangt und im Versuch an der Maus eine klastogene Wirkung auch in Spermatogonien nachweisbar war, wird es als erbgutverändernd angesehen. [2050]

Kanzerogenität:

Eine kanzerogene Wirkung beim Menschen wurde nachgewiesen.

Die krebserzeugende Wirkung des B. ist durch zahlreiche, weitzurückreichende Berichte zur Kasuistik von Leukämien bei B.-Exponierten sowie eine Vielzahl neuer epidemiologischer Studien belegt. Unter den Leukämieerkrankungen dominierten meist die akuten myeloischen Formen, weniger häufig waren chronische myeloische und lymphatische Leukämien. Aus den Studien wurde zusammenfassend abgeschätzt, dass das Leukämie-Risiko bei B.-Exposition über die Lebensarbeitszeit (45 Jahre) für eine Konzentration von 10 ppm bei 44 – 152 Erkrankungen auf 1000 Exponierte liegt, bei Exposition gegenüber 1 ppm bei 5 - 15 Erkrankungen pro 1000 Exponierte. [7619] Aus heutiger Sicht ergibt die Gesamtschau der epidemiologischen Studienergebnisse, dass eine berufliche B.-Exposition grundsätzlich zu allen Malignomen des myeloischen und lymphatischen Systems und deren Vorstufen führen kann. Die Dosis-Wirkungsbeziehungen sind am deutlichsten für die Leukämien, jedoch nicht für alle Formen.

Für Leukämie nach WHO-Definition einschließlich chronisch lymphatischer Leukämie (jedoch nicht für chronisch myeloische Leukämie), für aplastische Anämie und myelodysplastische Syndrome ist nach bisheriger Kenntnis von einer Verursacherwahrscheinlichkeit von über 50 % ab einer kumulativen Belastung von 10ppm-Benzol-Jahren auszugehen. Für Non-Hodgkin-Lymphome einschließlich des multiplen Myeloms sowie für myeloproliferative Erkrankungen einschließlich der chronisch myeloischen Leukämie lässt die gegenwärtige epidemiologische Datenlage keine präzise Beschreibung des Dosis-Wirkungszusammenhangs zu. Die Klärung des kausalen Zusammenhangs mit der B.-Exposition erfordert hier Einzelfallbetrachtungen. [7033]

Stoffwechsel und Ausscheidung:

Von inhaliertem B. werden 10 - 50 % unverändert abgeatmet. Der Eliminationsverlauf

lässt sich durch eine 3-phasige Charakteristik mit Halbwertszeiten von 0,7 - 1,7; 3 - 4 h und ca. 20 - 30 h beschreiben, wobei die letzte Phase die langsame Freisetzung aus dem Fettgewebe widerspiegelt. Der nicht exhalierter Anteil wird im Organismus in leicht wasserlösliche Derivate überführt. Die Biotransformation erfolgt hauptsächlich in der Leber, in geringerem Ausmaß auch in anderen Organen, speziell im Knochenmark. Der erste Schritt ist eine über Cytochrom P450-Monooxygenasen (bevorzugt CYP2E1) katalysierte Oxidation zum Benzolepoxid. Durch spontane, nicht enzymatische Umlagerung entsteht aus Benzolepoxid Phenol. Über Folgereaktionen oder alternativ aus dem Epoxid nach dessen Hydrolyse zum Dihydroldiol werden Catechol und Hydrochinon (das zu 1,4-Benzochinon weiterreagieren kann) sowie Trihydroxybenzol gebildet. Ein weiterer, quantitativ untergeordneter (aber mit der Expositionshöhe variierender) Stoffwechselweg führt vom Epoxid über Umlagerung zum Oxepin oder das Dihydroldiol zum t,t-Mucondialdehyd, der zur t,t-Muconsäure oxidiert wird. [7619] Die genannten phenolischen Metaboliten werden hauptsächlich als Sulfat- oder Glucuronsäure-Konjugate, z.T. auch als Mercaptursäuren im Urin ausgeschieden. [7620] Für den Hauptmetaboliten Phenol ist die Elimination über die Niere i.a. innerhalb 24 - 48 h abgeschlossen. [99996] Als Marker für die Bildung reaktiver B.-Metaboliten (vergleiche unten) gelten die im Harn nachweisbaren Hydrochinonkonjugate sowie t,t-Muconsäure. [7619]

Die wesentlichen chronischen Wirkungen des B. werden fast ausschließlich auf seine Metaboliten zurückgeführt, die sich im Organismus verteilen und auch das Knochenmark erreichen, wo sie weiteren, insbesondere oxidativen Umsetzungen unterliegen. [7619, 7033]

Als ultimale toxische Metaboliten werden vor allem 1,4-Benzochinon (Oxidationsprodukt des Hydrochinons) und t,t-Mucondialdehyd sowie deren reaktive Vorstufen angesehen.

Als wesentlicher Mechanismus für die Knochenmarksdepression wurde angegeben, dass B.-Metaboliten mit Proteinen der Mikrotubuli reagieren und durch Störung der Aggregation der Mikrotubuli zur Proliferationshemmung der Stammzellen führen. [7619] Für die krebserzeugende Wirkung werden nach heutiger Kenntnis die Hemmung der Topoisomerase durch Benzochinon-Radikale und die genotoxische Wirkung reaktiver Sauerstoffspezies (Radikale) als die wichtigsten Mechanismen angesehen. Bei der Bildung entsprechend reaktiver Intermediate kommt der Myeloperoxidase und Prostaglandin-H-Synthase besondere Bedeutung zu.

Die Kenntnisse zum Mechanismus erklären, dass die individuelle Gefährdung bei B.-Exposition nachweislich durch Enzym polymorphismen (vor allem der Chinonoxidoreduktase, aber auch der Myeloperoxidase und des CYP2E1) beeinflusst wird. [7033]

Anmerkung:

Die Bearbeitung dieser arbeitsmedizinischen Informationen erfolgte am 24.01.2011. Sie werden bei Bedarf angepasst.

ERSTE HILFE

Augen:

Auge unter Schutz des unverletzten Auges 10 Minuten unter fließendem Wasser bei weitgespreizten Lidern spülen.

Für ärztliche Behandlung sorgen.

[2001]

Haut:

Benetzte Kleidung entfernen, dabei Selbstschutz beachten.

Betroffene Hautpartien gründlich unter fließendem Wasser mit Seife reinigen.

Bei großflächiger Benetzung gleichzeitige Inhalation berücksichtigen!

Für ärztliche Behandlung sorgen.

[2001]

Atmungsorgane:

Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen.

Verletzten ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen.

Reichlich Frischluft zuführen, wenn verfügbar Sauerstoff inhalieren lassen. [2001, 5200]

Bei Bewusstlosigkeit und vorhandener Atmung stabile Seitenlage.

Bei Atemstillstand Mund-zu-Nase-Beatmung, falls nicht durchführbar

Mund-zu-Mund-Beatmung. Atemwege freihalten.

Für ärztliche Behandlung sorgen.

[22]

Verschlucken:

Mund ausspülen, Flüssigkeit wieder ausspucken.

Erbrechen nicht anregen.

[2001]

Langsam 1 Glas Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen, wenn verfügbar mit A-Kohle-Zusatz (3 Esslöffel).

Zwischenzeitlich Arzt zum Unfallort rufen.

[5200]

Bei Spontanerbrechen Kopf des Betroffenen in Bauchlage tief halten, um das Eindringen von Flüssigkeit in die Luftwege zu verhüten. [7638]

Hinweise für den Arzt:

- Symptomatik der akuten Vergiftung:

Augen: durch Flüssigkeit brennender Schmerz, oberflächliche Epithelschädigungen, meist schnell reversibel [7979]

Haut: Entfettung, nach anhaltendem Kontakt -> Entzündung; [7619]

Resorptivwirkung evtl. nach großflächiger Einwirkung, dann auch hohe

Inhalationsgefahr! [99999]

Inhalation: vordergründig Resorptivwirkungen (s.u.), nach massiver Inhalation evtl.

Schleimhautreizungen; [7744]

nach Aspiration: Würgereiz, Tachypnoe, Bronchospasmus, Gefahr von Lungenödem/ Alveolarhämorrhagien/ Pneumonie [99996]

Ingestion: Übelkeit, Leibschmerzen, Singultus, Erbrechen (Aspirationsgefahr!),

Diarrhoe; Resorptivwirkungen

Resorption: Euphorie, Rauscherscheinungen, Kopfschmerz, Übelkeit, Brechreiz,

Schwindelgefühl, Tachykardie, Arrhythmie, Blutdruckabfall, Dyspnoe,

Erregungszustände, Ataxie, evtl. Krämpfe, dann Narkose bzw. Koma, Gefahr der

Atemlähmung oder des Herz-Kreislaufversagens. [7619, 8088]

- Hinweise zur Ersten ärztlichen Hilfe:

Nach Spülung kontaminierter Augen mit Wasser für fachärztliche Kontrolle sorgen. [451]

Reinigung benetzter Hautbezirke mit viel Wasser und Seife. [5200]

Nach Inhalation möglichst sofort Sauerstoff einatmen lassen. Vermeidung von Wärmeverlust und körperlicher Anstrengung (Cave Adrenalin-Ausschüttung!). Bei Ateminsuffizienz Intubation und Beatmung. Günstig sind Beatmung mit hoher inspiratorischer Sauerstoffkonzentration und PEEP. [7978]

Behandlung systemischer Effekte s.u. [99999] Nach sehr massiver Belastung oder Aspiration erforderlichenfalls auch Maßnahmen zur Lungenödemprophylaxe und prophylaktische Antibiotika-Gabe. [5200, 22]

Nach oraler Aufnahme wird die Applikation von Aktivkohle und eines salinischen Laxans empfohlen. [5200, 451]

Nach massiver Ingestion (Mengen > 1 ml/kg KG) ist sofortige Magenspülung indiziert - wegen der sehr hohen Aspirationsgefahr stets nach endotrachealer Intubation! Aktivkohle-Zusatz und Laxans-Nachgabe werden empfohlen. Keinesfalls Milch, Rizinusöl u.ä. oder Alkohol verabreichen! [8088]

Mit Bewusstlosigkeit einhergehende systemische Vergiftung bedarf sofortiger kardiopulmonaler zerebraler Reanimation. In der Initialphase keine Zufuhr von Katecholaminen (Gefahr kardialer Interaktionen!); bei Hypotension besser Kopftieflage, Zufuhr von Elektrolytlsg./ Plasmaexpandern. [7978]

Nachgewiesenes Kammerflimmern (möglichst EKG vor Ort) durch elektrische Defibrillation terminieren. Bei Ineffektivität oder Nichtverfügbarkeit eines Defibrillators: Einsatz von Lidocain (initial 1,5 mg/kg KG i.v.; dann Infusion 2 - 4 mg/min) oder (bzw. wenn Lidocain wirkungslos bleibt) eines anderen geeigneten Antiarrhythmikums. [8004, 7978]

Zur Krampfunterbrechung zunächst Diazepam (10 - 20 mg, i.v.), die Möglichkeit zur Beatmung muss bestehen. [7978]

Stets Klinikeinweisung. Kontrolle der Kreislauf-, Lungen-, Nieren- und Leberfunktion, des neurologischen Status sowie des "großen" Blutbildes. [8088]

Empfehlungen:

Stoff/Produkt und durchgeführte Maßnahmen dem Arzt angeben. [99999]

Bei massiver Aufnahme wird forcierte Hyperventilation zur beschleunigten Benzol-Abatmung empfohlen, wenn Erfahrungen mit der Methodik vorliegen. [8088] Langzeitüberwachung, speziell der hämatologischen Parameter, und Vermeidung weiterer Expositionsrisiken sind dringend indiziert. [7819]

Anmerkung:

Die Bearbeitung dieser Informationen zur Ersten Hilfe erfolgte am 10.03.2011. Sie werden bei Bedarf angepasst.

ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGE

Angebotsvorsorge: Bei Tätigkeiten mit diesem Stoff ist arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten.

Pflichtvorsorge: Arbeitsmedizinische Vorsorge ist zu veranlassen, wenn bei Tätigkeiten mit dem Stoff der Arbeitsplatzgrenzwert nicht eingehalten wird, eine

wiederholte Exposition oder Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann.

Nachgehende Vorsorge: Nach Beendigung von Tätigkeiten mit Exposition gegenüber diesem Stoff ist eine nachgehende Vorsorge anzubieten.

Fristen: Beschäftigte dürfen eine Tätigkeit mit diesem Stoff nur nach Teilnahme an der Pflichtvorsorge ausüben. Angebotsvorsorge muss vor Aufnahme der Tätigkeiten angeboten werden. Fristen für die Veranlassung bzw. das Angebot von regelmäßiger arbeitsmedizinischer Vorsorge und nachgehender Vorsorge sind der arbeitsmedizinischen Regel „[AMR Nummer 2.1](#)“ zu entnehmen.

SICHERER UMGANG

TECHNISCHE SCHUTZMASSNAHMEN – HANDHABUNG

Arbeitsraum - Ausstattung/Belüftung:

Sehr gute Be- und Entlüftung des Arbeitsraumes vorsehen.

Dampf-Luft-Gemische sind schwerer als Luft. Für entsprechende Lüftung auch im Bodenbereich sorgen.

Abgesaugte Luft darf nicht in die Arbeitsbereiche zurückgeführt werden.

Lösemittelbeständigen Fußboden vorsehen.

Der Fußboden sollte keinen Bodenabfluss haben.

Waschgelegenheit am Arbeitsplatz vorsehen.

Augenbrausen vorsehen. Standorte auffallend kennzeichnen.

Beim Umgang mit größeren Mengen Notbrausen vorsehen.

Apparaturen:

Krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe nur in geschlossenen Apparaturen handhaben. Ist das Austreten nicht zu verhindern, ist eine Absaugung an der Austrittsstelle erforderlich.

Emissionsgrenzwerte beachten, ggf. Abluftreinigung vorsehen.

Behälter und Leitungen sind eindeutig zu kennzeichnen.

Geeignete Werkstoffe:

Glas

Edelstahl

Kunststoffe sind vor ihrem Einsatz auf Beständigkeit zu prüfen.

Hinweise zum sicheren Umgang:

Auf Sauberkeit am Arbeitsplatz achten.

An Arbeitsplätzen dürfen nur die Substanzmengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeiten erforderlich sind.

Gefäße nicht offen stehen lassen.

Für das Ab- und Umfüllen möglichst dichtschießende Anlagen mit Absaugung einsetzen.

Nicht mit Druckluft fördern.

Verspritzen vermeiden.

Nur in gekennzeichnete Behälter abfüllen.

Lösemittelbeständige Hilfsgeräte verwenden.

Bei offenem Hantieren jeglichen Kontakt vermeiden.
Eindringen in den Boden sicher verhindern (Stahlwanne).
Beim Transport in zerbrechlichen Gefäßen geeignete Überbehälter benutzen.

Reinigung und Instandhaltung:

Alle Räume, Anlagen und Geräte sind regelmäßig zu reinigen.
Beim Reinigen ggf. persönliche Schutzausrüstung benutzen.
Instandhaltungsarbeiten und Arbeiten in Behältern oder engen Räumen nur mit schriftlicher Erlaubnis durchführen.

TECHNISCHE SCHUTZMASSNAHMEN – LAGERUNG

Lagerbedingungen:

Unter Verschluss oder nur für fachkundige Personen zugänglich aufbewahren.
Keine Lebensmittelgefäße verwenden - Verwechslungsgefahr!
Behälter sind eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen.
Möglichst im Originalbehälter aufbewahren.
Zerbrechliche Gefäße in bruchssichere Übergefäße einstellen.
Zerbrechliche Gefäße nur bis 2 Liter Inhalt verwenden.
Behälter dicht geschlossen halten.
Empfohlen wird Lagerung bei Raumtemperatur.
Trocken lagern.
Behälter an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
Entfernt von Zünd- und Wärmequellen lagern.
Kleinere Gebinde in Schränken mit Auffangwanne aufbewahren.
Vor Überhitzung/Erwärmung schützen.
Die maximal zulässigen Lagermengen sind der Technischen Regel für Gefahrstoffe "Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern" ([TRGS 510](#)) zu entnehmen.
Unzulässig ist die Lagerung in Durchgängen, Durchfahrten, Treppenräumen, allgemein zugänglichen Fluren, auf Dächern, in Dachräumen und Arbeitsräumen.

Zusammenlagerungsbedingungen:

Lagerklasse 3 (Entzündbare flüssige Stoffe)

Es sollten nur Stoffe derselben Lagerklasse zusammengelagert werden.

Die Zusammenlagerung mit folgenden Stoffen ist verboten:

- Arzneimittel, Lebensmittel und Futtermittel einschließlich Zusatzstoffe.
- Ansteckungsgefährliche, radioaktive und explosive Stoffe.
- Gase.
- Sonstige explosionsgefährliche Stoffe der Lagerklasse 4.1A
- Entzündbare feste Stoffe oder desensibilisierte Stoffe der Lagerklasse 4.1B.
- Pyrophore Stoffe.
- Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln.
- Stark oxidierend wirkende Stoffe der Lagerklasse 5.1A.
- Ammoniumnitrat und ammoniumnitrathaltige Zubereitungen.
- Organische Peroxide und selbstzersetzliche Stoffe.
- Nicht brennbare akut giftige Stoffe der Lagerklasse 6.1B.

Die Zusammenlagerung mit folgenden Stoffen ist nur unter bestimmten Bedingungen erlaubt (Einzelheiten siehe [TRGS 510](#)):

- Oxidierend wirkende Stoffe der Lagerklasse 5.1B.
- Nichtbrennbare giftige oder chronisch wirkende Stoffe der Lagerklasse 6.1D.
- Brennbare Feststoffe der Lagerklasse 11.

Der Stoff sollte nicht mit Stoffen zusammengelagert werden, mit denen gefährliche chemische Reaktionen möglich sind.

TECHNISCHE SCHUTZMASSNAHMEN - BRAND- UND EXPLOSIONSSCHUTZ

Technische, konstruktive Maßnahmen:

Stoff ist brennbar.

Feuerlöscheinrichtungen sind bereitzustellen.

Maßnahmen nach "Explosionsschutz-Richtlinie" erforderlich:

- Verhinderung der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre (Konzentrationsbegrenzung und -überwachung, Inertisierung, Dichtheit, Lüftung, Warnanlagen u.a.)
- Verhinderung der Entzündung einer explosionsfähigen Atmosphäre (Zoneneinteilung, Beseitigung von Zündquellen, explosionsssichere Elektroinstallation, explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel, Pumpen, Armaturen und Ventile, Erdung u.a.)
- Konstruktive Maßnahmen zur Beschränkung der Auswirkung einer Explosion (Explosionsdruckfeste Bauweise, Explosionsdruckentlastung, Explosionsunterdrückung u.a.)

Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.

Erden aller Teile, die sich gefährlich aufladen können.

Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang:

Das Dampf-Luft-Gemisch ist explosionsfähig.

Explosionsgefährdeter Bereich.

Von Zündquellen (z.B. elektrischen Geräten, offenen Flammen, Wärmequellen und Funken) fernhalten.

Rauchverbot beachten!

Schweißverbot im Arbeitsraum.

Arbeiten an Behältern und Leitungen nur nach sorgfältigem Freispülen und Inertisieren durchführen.

Feuerarbeiten mit schriftlicher Erlaubnis durchführen, wenn sich Feuer- und Explosionsgefahren nicht restlos beseitigen lassen.

Vorsicht mit entleerten Gebinden, bei Entzündung ist Explosion möglich.

Keine funkenreißenden Werkzeuge verwenden.

Es ist zu verhindern, dass Gase oder Dämpfe in andere Räume, die Zündquellen enthalten, gelangen können.

Fernzündung durch kriechende Dämpfe möglich.

ORGANISATORISCHE SCHUTZMASSNAHMEN

Unterweisung über Gefahren und Schutzmaßnahmen anhand der Betriebsanweisung ([TRGS 555](#)) mit Unterschrift erforderlich, falls mehr als nur eine geringe Gefährdung festgestellt wurde.

Unterweisungen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich durchführen.

Ein Flucht- und Rettungsplan ist aufzustellen, wenn Lage, Ausdehnung und Nutzungsart der Arbeitsstätte dies erfordern.

Es ist sicherzustellen, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden. Bei Grenzwertüberschreitung sind zusätzliche Schutzmaßnahmen nach Gefahrstoffverordnung erforderlich.

Messergebnisse sind aufzuzeichnen und aufzubewahren.

Die Zahl der Beschäftigten, die mit dem Gefahrstoff umgehen, ist so klein wie möglich zu halten.

Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz beachten.

Beschäftigungsbeschränkungen für werdende und stillende Mütter nach der Mutterschutzrichtlinienverordnung beachten.

Das Betreten der Betriebsbereiche ist nur den Beschäftigten gestattet. Entsprechende Hinweisschilder sind anzubringen.

PERSÖNLICHE SCHUTZMASSNAHMEN

Körperschutz:

Je nach Gefährdung dichte Schutzkleidung oder geeigneten Chemikalienschutzanzug tragen.

Flammhemmende, antistatische Schutzkleidung verwenden.

Die Schutzkleidung sollte lösemittelbeständig sein.

Atemschutz:

In Ausnahmesituationen (z.B. unbeabsichtigte Stofffreisetzung) ist das Tragen von Atemschutz erforderlich. Tragezeitbegrenzungen beachten.

Atemschutzgerät: Gasfilter A, Kennfarbe braun.

Bei Konzentrationen über der Anwendungsgrenze von Filtergeräten, bei Sauerstoffgehalten unter 17 Vol% oder bei unklaren Bedingungen ist ein Isoliergerät zu verwenden.

Augenschutz:

Es muss ausreichender Augenschutz getragen werden.

Gestellbrille mit Seitenschutz verwenden.

Handschutz:

Schutzhandschuhe verwenden. Das Handschuhmaterial muss gegen den verwendeten Stoff ausreichend undurchlässig und beständig sein. Vor Gebrauch Dichtheit prüfen.

Handschuhe vor dem Ausziehen vorreinigen, danach gut belüftet aufbewahren.

Hautpflege beachten.

Hautschutzsalben bieten keinen ausreichenden Schutz gegen diesen Stoff.

Völlig ungeeignet sind Stoff- oder Lederhandschuhe.

Geeignet sind Handschuhe aus folgenden Materialien (Durchbruchzeit $\geq$ 8 Stunden):

Fluorkautschuk - FKM (0,4 mm)

Nicht geeignet wegen Degradation, starker Quellung oder geringer Durchbruchzeit sind folgende Handschuhmaterialien:

Naturkautschuk/Naturlatex - NR

Polychloropren - CR

Nitrilkautschuk/Nitrillatex - NBR

Butylkautschuk - Butyl

Polyvinylchlorid - PVC

Die Zeitangaben sind Richtwerte aus Messungen bei 22 °C und dauerhaftem Kontakt. Erhöhte Temperaturen durch erwärmte Substanzen, Körperwärme etc. und eine Verminderung der effektiven Schichtstärke durch Dehnung können zu einer erheblichen Verringerung der Durchbruchzeit führen. Im Zweifelsfall Hersteller ansprechen. Bei einer ca. 1,5-fach größeren/kleineren Schichtdicke verdoppelt/halbiert sich die jeweilige Durchbruchzeit. Die Daten gelten nur für den Reinstoff. Bei Übertragung auf Substanzgemische dürfen sie nur als Orientierungshilfe angesehen werden.

Arbeitshygiene:

In Arbeitsbereichen dürfen keine Nahrungs- und Genussmittel aufgenommen werden. Für diesen Zweck sind geeignete Bereiche einzurichten.

Berührung mit der Haut vermeiden. Nach Substanzkontakt ist Hautreinigung erforderlich.

Berührung mit den Augen vermeiden. Nach Substanzkontakt Augenspülung vornehmen.

Einatmen von Dämpfen oder Nebeln vermeiden.

Berührung mit der Kleidung vermeiden. Verunreinigte Kleidung wechseln und gründlich reinigen.

Erhöhte Entzündungsgefahr durch Dochtwirkung.

Vor Pausen gegebenenfalls die Arbeitskleidung wechseln.

Getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung müssen zur Verfügung stehen, wenn eine Gefährdung durch Verunreinigung der Arbeitskleidung zu erwarten ist.

Vor Pausen und bei Arbeitsende Hautreinigung mit Wasser und Seife erforderlich.

Nach der Reinigung fetthaltige Hautpflegemittel verwenden.

Persönliche Hygiene streng einhalten.

ENTSORGUNG

Gefährlicher Abfall nach Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV).

Wenn eine Verwertung nicht möglich ist, müssen Abfälle unter Beachtung der örtlichen behördlichen Vorschriften beseitigt werden.

Sammlung von Kleinmengen:

Abfälle nicht in Ausguss oder Mülltonnen geben.

In Sammelbehälter für giftige entzündbare Verbindungen geben.

Sammelgefäße sind deutlich mit der systematischen Bezeichnung ihres Inhaltes zu beschriften. Gefäße an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren. Der zuständigen Stelle zur Abfallbeseitigung übergeben.

MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG

Alle Zündquellen beseitigen.

Gefährdeten Bereich räumen, betroffene Umgebung warnen.
Zur Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf der Gefahrenbereich nur mit geeigneten Schutzmaßnahmen betreten werden.
Atem-, Augen-, Hand- und Körperschutz tragen (s. Kapitel Persönliche Schutzmaßnahmen).
Ausbreitung der Flüssigkeit verhindern.
Verschüttete Flüssigkeiten mit Universalbinder (z.B. Kieselgur, Vermiculit, Sand) aufnehmen und vorschriftsmäßig entsorgen.
Funkenfreie Werkzeuge verwenden.
Anschließend Raum lüften und verschmutzte Gegenstände und Boden reinigen.

Gewässergefährdung:
Stark wassergefährdend. Eindringen in Gewässer, Kanalisation oder Erdreich unbedingt vermeiden. Schon beim Eindringen geringer Mengen Behörden verständigen.

MASSNAHMEN BEI BRÄNDEN

Brandklasse:

B flüssige oder flüssig werdende Stoffe

Geeignete Löschmittel:

Trockenlöschpulver
Kohlendioxid
Alkoholbeständiger Schaum

Verhaltensmaßregeln:

Umliegende Gebinde und Behälter mit Sprühwasser kühlen.
Behälter wenn möglich aus der Gefahrenzone bringen.
Drucksteigerung, Berst- und Explosionsgefahr beim Erhitzen.
Zündquellen beseitigen.
Auf Rückzündung achten.
Starke Rußbildung.
Nur explosionsgeschützte Geräte verwenden.
Explosionsgefahr beim Eindringen in die Kanalisation.
Löschwasser nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

Persönliche Schutzausrüstung bei der Brandbekämpfung:

Im Brandfall können gefährliche Stoffe freigesetzt werden.
Kohlenmonoxid und Kohlendioxid
Umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

VORSCHRIFTEN

Einstufung:

Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2; H225
Aspirationsgefahr, Kategorie 1; H304
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
Augenreizung, Kategorie 2; H319

Keimzellmutagenität, Kategorie 1B; H340

Karzinogenität, Kategorie 1A; H350

Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372

Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 3; H412



Signalwort: "Gefahr"

Gefahrenhinweise - H-Sätze:

H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.

H304: Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.

H315: Verursacht Hautreizungen.

H319: Verursacht schwere Augenreizung.

H340: Kann genetische Defekte verursachen.

H350: Kann Krebs erzeugen.

H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.

H412: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Sicherheitshinweise - P-Sätze:

P201: Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.

P210: Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen.

P273: Freisetzung in die Umwelt vermeiden.

P301+P310: BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.

P308+P313: BEI Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P331: KEIN Erbrechen herbeiführen.

P302+P352: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen.

Herstellerangabe der Sigma-Aldrich-Gruppe

01221

Quelle:

Der Stoff ist gelistet in Anhang VI, Tabelle 3.1 der EG-GHS-Verordnung.

Die angegebene Einstufung kann von der Listeneinstufung abweichen, da diese bezüglich fehlender oder abweichender Gefahrenklassen und Kategorien für den jeweiligen Stoff zu ergänzen ist.

99999

Quelle:

GHS-EINSTUFUNG VON GEMISCHEN

Die Einstufung von Gemischen, die diesen Stoff enthalten, ergibt sich aus Anhang 1 der Verordnung (EG) 1272/2008.

07500

Quelle:

ARBEITSPLATZKENNZEICHNUNG NACH ASR A1.3

Verbotszeichen:



Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten



Zutritt für Unbefugte verboten



Essen und Trinken verboten

Warnzeichen:



Warnung vor feuergefährlichen Stoffen

Gebotszeichen:



Augenschutz benutzen



Schutzhandschuhe benutzen

EINSTUFUNG WASSERGEFÄHRDENDER STOFFE

Stoff Nr.:

29

WGK 3 - stark wassergefährdend

Einstufung nach der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS)

TECHNISCHE ANLEITUNG ZUR REINHALTUNG DER LUFT (TA LUFT)

Kapitel 5.2.7.1.1 Krebs erzeugende Stoffe

Klasse III

Als Mindestanforderung dürfen die folgende Werte im Abgas insgesamt nicht überschritten werden:

Massenstrom: 2,5 g/h

oder

Massenkonzentration: 1 mg/m³

TRANSPORTVORSCHRIFTEN

UN-Nummer: 1114

Gefahrgut-Bezeichnung: Benzen

Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr: 33

Klasse: 3 (Entzündbare flüssige Stoffe)

Verpackungsgruppe: II (mittlere Gefährlichkeit)

Gefahrzettel: 3



Tunnelbeschränkungen:

Beförderungen in loser Schüttung oder in Tanks: Durchfahrt verboten durch Tunnel der Kategorien D und E.

Sonstige Beförderungen: Durchfahrt verboten durch Tunnel der Kategorie E.

EU- ARBEITSPLATZGRENZWERTE

Richtlinie 2004/37/EG

Verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert der Europäischen Gemeinschaft

8-Stunden Mittelwert: 3,25 mg/m³ (1 ppm)

EMPFEHLUNGEN DER MAK-KOMMISSION

Die Angaben sind wissenschaftliche Empfehlungen und kein geltendes Recht.

Gefahr der Hautresorption

Krebserzeugend: Kategorie 1

Stoffe die beim Menschen Krebs erzeugen und bei denen davon auszugehen ist, dass sie einen nennenswerten Beitrag zum Krebsrisiko leisten.

Keimzellmutagen: Kategorie 3A

Stoffe, für die eine Schädigung des genetischen Materials der Keimzellen beim Menschen oder im Tierversuch nachgewiesen wurde oder für die gezeigt wurde, dass sie mutagene Effekte in somatischen Zellen Säugetieren in vivo hervorrufen und dass sie in aktiver Form die Keimzellen erreichen.

TRGS 910**Stoffspezifische Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen****Akzeptanzkonzentration**

Vol-Konz.: 0,06 ppm

Gew.-Konz.: 0,2 mg/m³

Akzeptanzkonzentration assoziiert mit Risiko 4:10000

Toleranzkonzentration

Vol-Konz.: 0,6 ppm

Gew.-Konz.: 1,9 mg/m³

Überschreitungsfaktor: 8

hautresorptiv

05326

Quelle:

Stoffspezifische Äquivalenzwerte in biologischem Material zur Akzeptanz- und Toleranzkonzentration

Parameter: Benzol

Material: Vollblut

Probenahme: Expositionsende, bzw. Schichtende

Äquivalenzwert zur Toleranzkonzentration

2,4 µg/L

Äquivalenzwert zur Akzeptanzkonzentration (zu 4:10000)

Extrapolation wird geprüft

05326

Quelle:

Parameter: S-Phenylmerkaptursäure

Material: Urin

Probenahme: Expositionsende, bzw. Schichtende

Äquivalenzwert zur Toleranzkonzentration

0,025 mg/g Kreatinin

Äquivalenzwert zur Akzeptanzkonzentration (zu 4:10000)

Extrapolation wird geprüft

05326

Quelle:

Parameter: trans,trans-Muconsäure
Material: Urin
Probenahme: Expositionsende, bzw. Schichtende

Äquivalenzwert zur Toleranzkonzentration

1,6 mg/L

Äquivalenzwert zur Akzeptanzkonzentration (zu 4:10000)

Extrapolation wird geprüft

05326

Quelle:

SEVESO III - Richtlinie

Anhang I Teil 1 Abschnitt: P5a

Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2 oder 3, die auf einer Temperatur über ihrem Siedepunkt gehalten werden

Mengenschwelle Spalte 2: 10 t

Mengenschwelle Spalte 3: 50 t

Anhang I Teil 1 Abschnitt: P5b

Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2 oder 3, bei denen besondere Verarbeitungsbedingungen wie hoher Druck oder hohe Temperatur zu Gefahren schwerer Unfälle führen können

Mengenschwelle Spalte 2: 50 t

Mengenschwelle Spalte 3: 200 t

Anhang I Teil 1 Abschnitt: P5c

Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 2 oder 3 (nicht erfasst unter P5a und P5b)

Mengenschwelle Spalte 2: 5000 t

Mengenschwelle Spalte 3: 50000 t

VERWENDUNGSBESCHRÄNKUNGEN / VERWENDUNGSVERBOTE

REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 Anhang XVII

Anhang XVII, Nummer 5

Benzol ist nicht zugelassen in:

- Spielwaren oder Teilen von Spielwaren, wenn die Konzentration an frei verfügbarem Benzol höher als 5 mg/kg des Gewichts der Spielwaren bzw. Teile von Spielwaren ist.
- Konzentrationen von gleich oder größer 0,1 Masse-% in im Handel erhältlichen Stoffen und Zubereitungen.

Weitere Informationen zu den Verboten und Ausnahmen sind der Verordnung zu entnehmen.

Anhang XVII, Nummer 28, Nummer 29 bzw. Nummer 30

Stoffe und Zubereitungen, die in den Verkehr gebracht werden und zum Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt sind, dürfen den Stoff nicht in einer Einzelkonzentration enthalten, wie sie in der Richtlinie 67/548/EWG bzw. Richtlinie 88/379/EWG angegeben ist.

Weitere Informationen zu dem Verbot und den Ausnahmen sind der Verordnung zu entnehmen.

Kanzerogene, mutagene und reproduktionstoxische Stoffe der Kategorie 1 und 2 unterliegen den gleichen Beschränkungen und werden daher an dieser Stelle zusammengefasst.

Anhang XVII, Nummer 3

1. Das Inverkehrbringen und die Verwendung des Stoffes ist nicht zugelassen in Dekorationsgegenständen, Spielen und Scherzspielen.

2. Stoffe, die mit R65 oder H304 gekennzeichnet sind, die als Brennstoff in Zierlampen verwendet werden können und die in Mengen von 15 l oder weniger in den Verkehr gebracht werden, dürfen keinen Farbstoff und/oder kein Parfüm enthalten.

Weitere Informationen zu den Verboten sind der Verordnung zu entnehmen.

SONSTIGE VORSCHRIFTEN

[TRGS 200](#)

Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen; Ausgabe Oktober 2011

[TRGS 201](#)

Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen; Ausgabe Oktober 2011

[TRGS 400](#)

Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen; Ausgabe Dezember 2010; geändert und ergänzt September 2012

[TRGS 555](#)

Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten; Ausgabe Januar 2013

[TRGS 600](#)

Substitution; Ausgabe August 2008

[TRGS 402](#)

Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition; Ausgabe Januar 2010, zuletzt geändert und ergänzt April 2014

[TRGS 401](#)

Gefährdung durch Hautkontakt, Ermittlung - Beurteilung - Maßnahmen; Ausgabe Juni 2008; zuletzt berichtigt März 2011

[TRGS 500](#)

Schutzmaßnahmen; Ausgabe Januar 2008, ergänzt Mai 2008

[TRGS 509](#)

Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter; Ausgabe November 2014

[TRGS 510](#)

Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern; Ausgabe Januar 2013, geändert und ergänzt November 2014

[TRGS 800](#)

Brandschutzmaßnahmen; Ausgabe Dezember 2010

DGUV Grundsatz 350-001 (BGG 904): DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen

G 8 : Benzol

LINKS

[Internationale Grenzwerte \(nur auf Englisch\)](#)

[geeignete Analysenverfahren \(nur auf Englisch\)](#)

[Risk Assessment Report \(nur auf Englisch\)](#)

[The MAK Collection for Occupational Health and Safety](#)

[Merkblatt der DGUV zur Expositions-Risiko-Beziehung](#)

LITERATURVERZEICHNIS

Quelle: 00001

IFA: Erfassungs- und Pflegehandbuch der GESTIS-Stoffdatenbank (nicht öffentlich)
Data acquisition and maintenance manual of the GESTIS substance database
(non-public)

Quelle: 00022

G. Hommel "Handbuch der gefährlichen Güter" Loseblattsammlung mit
Ergänzungslieferungen ("Handbook of dangerous goods " loose-leaf collection with
supplement deliveries), Springer-Verlag, Heidelberg

Quelle: 00083

Environmental Health Criteria (Serie), WHO, Genf

Quelle: 00105

Sorbe "Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe" ("Safety-related
characteristics of chemical substances"), sicherheitsNet.de, Landsberg

Quelle: 00240

E. Brandes, W. Möller "Sicherheitstechnische Kenngrößen" Band 1 "Brennbare
Flüssigkeiten und Gase" ("Safety-related characteristics" Vol. 1 "Combustible liquids
and gases"), Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH,

Bremerhaven, 2003

Quelle: 00300

G. Hommel "Handbuch der gefährlichen Güter" ("Handbook of Dangerous Goods"),
CD-ROM "Hommel interaktiv" ab Version 5.0 Springer-Verlag, Heidelberg

Quelle: 00440

Datenbank CHEMSAFE, Version 2.11 (2015), DECHEMA-PTB-BAM

Quelle: 00448

Datenbank CHEMSAFE, Version 2.7 (2011), DECHEMA-PTB-BAM

Quelle: 00451

HSDB-Datenbankrecherche 2004

Quelle: 01010

Merck Millipore: Chemicals Database
<http://www.merckmillipore.com/chemicals>

Quelle: 01211

GHS-Sicherheitsdatenblatt (GHS Material Safety Data Sheet), Merck

Quelle: 01221

GHS-Sicherheitsdatenblatt (GHS Material Safety Data Sheet), Sigma-Aldrich

Quelle: 02001

International Chemical Safety Cards (ICSC) im Internet, ab 2000

Quelle: 02050

European Union "Risk Assessment Report" European Chemicals Bureau

Quelle: 02070

LOG KOW Databank, compiled by Dr. James Sangster, Sangster Research
Laboratories, Montreal, Canada, distributed by Technical Database Services (TDS),
New York

Quelle: 02071

Toxicological Data, compiled by the National Institute of Health (NIH), USA, selected
and distributed by Technical Database Services (TDS), New York, 2009

Quelle: 02072

Ecotoxicological Data, compiled by the US Environmental Protection Agency (EPA),
selected and distributed by Technical Database Services (TDS), New York, 2009

Quelle: 05000

Kühn-Birett-Gruppenmerkblätter

Quelle: 05200

Kühn-Birett "Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe" Loseblattsammlung mit Ergänzungslieferungen, ecomed Sicherheit, Landsberg

Quelle: 05300

[TRGS 510](#) "Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern" Ausgabe Januar 2013, in der Fassung vom 30.11.2015

Quelle: 05326

[TRGS 910](#) "Risikowerte und Exposition-Risiko-Beziehungen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen " Ausgabe Februar 2014, zuletzt geändert und ergänzt November 2015

Quelle: 06002

L. Roth, U. Weller "Gefährliche Chemische Reaktionen" Loseblattsammlung mit Ergänzungslieferungen ("Dangerous chemical reactions" loose-leaf collection with supplement deliveries), ecomed-Verlag

Quelle: 07033

Wissenschaftliche Begründung zur Berufskrankheit Nummer 1318
Erkrankungen des Blutes, des blutbildenden und des lymphatischen Systems durch Benzol
Bek. des BMAS vom 1. September 2007 - IVa 4-45222 -; GMBI 49-51/2007, S. 974 ff.

Quelle: 07500

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr.1907/2006 (EG-GHS-Verordnung)

Quelle: 07510

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, geändert durch Verordnung (EG) Nr. 790/2009 der Kommission vom 10. August 2009 (EG-GHS-Verordnung) (ehemals Richtlinie 67/548/EWG mit Anpassungsrichtlinien in der jeweils gültigen Fassung).

Quelle: 07584

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe - VwVwS vom 27. Juli 2005; Bundesanzeiger Jahrgang 57, Nr. 142a, vom 30. Juli 2005

Quelle: 07619

DFG: Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten; Verlag Chemie

Quelle: 07620

DFG: Arbeitsmedizinisch-toxikologische Begründungen von BAT-Werten; Verlag Chemie

Quelle: 07635

AUERDATA 98 und BGR/GUV-R 190 "Einsatz von Atemschutzgeräten" Ausgabe 11/2009

Quelle: 07638

M. Daunderer "Toxikologische Enzyklopädie - Klinische Toxikologie - Giftinformation, Giftnachweis, Vergiftungstherapie" Loseblatt-Ausgabe, ecomed-Verlagsgesellschaft mbH, Landsberg

Quelle: 07729

Chemisch-toxikologische Schadstoffkartei, Akademie der Wissenschaften, Leipzig

Quelle: 07744

NIOSH OSHA "Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards" Cincinnati 1988

Quelle: 07795

H. Geerßen "GloSaDa 2000 Plus - Glove Safety Data"

Quelle: 07819

H.U. Wolf "Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis" Band 3 "Gifte" 5. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1992

Quelle: 07836

L. Lewin "Gifte und Vergiftungen" 6. Auflage, Karl F. Haug Verlag, Heidelberg 1992

Quelle: 07902

ADR 2015 - Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)

Quelle: 07930

NIOSH IDLHs "Dokumentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLHs)" U.S. Department of Health and Human Service, Cincinnati Mai 1994

Quelle: 07978

Klaus Albrecht: Intensivtherapie akuter Vergiftungen; Verlag Ullstein-Mosby; Berlin 1997

Quelle: 07979

W.M. Grant, J.S. Schuman: Toxicology of the eyes; 4th Edition, Charles C Thomas Publisher, Springfield, Illinois; 1993

Quelle: 08004

H.P. Schuster "Notfallmedizin" 5. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1996

Quelle: 08088

Reinhard Ludewig, Ralf Regenthal "Akute Vergiftungen und Arzneimittelüberdosierungen" 10. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 2007

Quelle: 08104

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste 2016, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 52; VCH

Quelle: 99996

Projektgebundene Literaturliste Nr. 2 (Project related bibliographical reference No 2)

Quelle: 99999

Angabe des Bearbeiters (Indication of the editor)

Dieses Stoffdatenblatt wurde sorgfältig erstellt. Dennoch kann für den Inhalt keine Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, übernommen werden.