



Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Maleinsäure-/Phthalsäureanhydrid

CAS-Nr.: 108-31-6 / 85-44-9

GHS-Symbole:



GHS05
Ätzwirkung



GHS07
Akute Toxizität



GHS08
Gesundheitsgefahr

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweise:

- H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
- H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
- H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
- H334 Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
- H372 Schädigt die Organe (Atemungssystem) bei längerer oder wiederholter Exposition (Inhalation).

Kurzinformation

- Bevor Notfallsanitäter/Notärzte vor Ort sich einem Patienten nähern, der Säureanhydriden bzw. deren Stäube ausgesetzt war oder ist, muss sichergestellt sein, dass für sie selbst keine Gefahr durch Säureanhydride besteht.
- Säureanhydride und deren Stäube und Dämpfe wirken reizend bei Kontakt mit den Augen, der Haut und den oberen Atemwegen und verursachen Symptome wie Husten, Trockenheit von Nase und Rachen und Niesen. Engegefühl in der Brust und Atembeschwerden mit Schmerzen in der Brust und Atemnot können auftreten.
- Verschlucken von Säureanhydriden kann zu Reizungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen führen.
- Eine sofortige Reinigung ist die wichtigste Maßnahme: zuerst Entfernung von festem Säureanhydrid, danach eine ausgedehnte Spülung betroffener Augen, Haut- und Haarpartien.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.

Inhalt

- 1. Informationen zur Substanz3**
- 2. Exposition3**
 - 2.1. Einatmen3
 - 2.2. Haut-/Augenkontakt3
 - 2.3. Verschlucken3
- 3. Akute gesundheitliche Wirkungen3**
 - 3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehung3
 - 3.2. Atemwege4
 - 3.3. Hautkontakt4
 - 3.4. Augenkontakt4
 - 3.5. Magen-Darm-Trakt4
 - 3.6. Wirkung auf das blutbildende System4
 - 3.7. Mögliche Folgen4
- 4. Maßnahmen4**
 - 4.1. Selbstschutz der Helfer4
 - 4.2. Rettung4
 - 4.3. Reinigung4
 - 4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)5
 - 4.6. Weiteres Vorgehen und Behandlung6
 - 4.7. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten6
- 5. Literaturangaben8**

1. Informationen zur Substanz

Maleinsäureanhydrid (C₄H₂O₃), CAS 108-31-6

Synonym: 2,5-Furandion

Bei Raumtemperatur ist Maleinsäureanhydrid ein weißer, kristalliner Feststoff mit scharfem Geruch. Maleinsäureanhydrid ist löslich in Aceton, Ethylacetat, Chloroform und Benzol. Der Dampfdruck beträgt 25 Pa bei 25°C. Maleinsäureanhydrid reagiert heftig mit Wasser.

Phthalsäureanhydrid (C₈H₄O₃), CAS 85-44-9

Synonym: 1,2-Benzodicarbonsäureanhydrid

Bei Raumtemperatur ist Phthalsäureanhydrid ein weißer, kristalliner Feststoff mit charakteristischem Geruch. Phthalsäureanhydrid ist löslich in Alkohol, wenig löslich in Ether. Der Dampfdruck ist <0,3 Pa bei 20 °C. Bei Feuchtigkeit reagiert Phthalsäureanhydrid zu Phthalsäure.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Die Inhalation von Staub und Dämpfen stellt einen relevanten Expositionsweg dar. Die Reizwirkung von Säureanhydriden schützt nicht ausreichend vor gefährlichen Konzentrationen. Allergische Personen können schon auf sehr niedrige Konzentrationen reagieren.

2.2. Haut-/Augenkontakt

Häufigster Einwirkungsweg von Säureanhydriden ist der Hautkontakt. Direkter Kontakt der Augen oder der Haut mit festen Säureanhydriden oder Staub führt zu Reizungen von Haut und Augen.

2.3. Verschlucken

Verschlucken von Säureanhydriden kann zu Reizungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen führen.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

3.1. Dosis-Wirkungs-Beziehung

Maleinsäureanhydrid-Konzentration

0.4 mg/m ³	-	Arbeitsplatzgrenzwert (AGS, Deutschland)
1.0 mg/m ³	-	Geruchsschwelle
1.5 mg/m ³	-	Schleimhautreizung
2.5 mg/m ³	-	stark reizende Wirkung
10 mg/m ³	-	IDLH (NIOSH, USA)

Wirkung / Effekte

Phthalsäureanhydrid-Konzentration

6 mg/m ³	-	TLV (NIOSH, USA)
0.32 mg/m ³	-	Geruchsschwelle
25 mg/m ³	-	Schleimhautreizung
30 mg/m ³	-	Konjunktivitis
60 mg/m ³	-	IDLH (NIOSH, USA)

Wirkung / Effekte

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

Arbeitsplatzgrenzwert AGW: Nach der Gefahrstoffverordnung ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.

AGS: Ausschuss für Gefahrstoffe

TLV: Threshold limit value → Luftkonzentration unter der davon ausgegangen wird, dass fast alle Arbeitnehmer während ihres gesamten Arbeitslebens Tag für Tag wiederholt dieser Konzentration ausgesetzt sein können, ohne dass dies zu gesundheitsschädlichen Auswirkungen führt.

3.2. Atemwege

Die Einwirkung von Säureanhydriden bewirkt gewöhnlich Husten, eine Trockenheit von Nase und Rachen sowie Niesen. Die Inhalation kann zu einer Obstruktion der Atemwege und Atembeschwerden mit Schmerzen in der Brust und Atemnot führen. Verschiedene Fälle von Asthma wurden berichtet.

3.3. Hautkontakt

Der Kontakt mit Säureanhydriden kann zu brennenden Schmerzen, Rötung und Entzündungen der Haut und Schleimhäute führen. Hautallergien mit zeitweiliger Urtikaria und Ekzemen können auftreten.

3.4. Augenkontakt

Augenreizungen mit schmerzhaften Missempfindungen, krampfhaftes Blinzeln oder unbeabsichtigtes Schließen der Augenlider, Rötung und Tränenfluss kann durch Säureanhydride verursacht werden.

3.5. Magen-Darm-Trakt

Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen können vorkommen. Im Falle des Verschluckens kann eine diffuse Reizung der Schleimhaut den gesamten Gastrointestinaltrakt betreffen.

3.6. Wirkung auf das blutbildende System

Hämolytische Anämie und pulmonale Hämorrhagie wurden nach Exposition beobachtet, aber ein Zusammenhang mit Säureanhydriden ist nicht eindeutig bewiesen.

3.7. Mögliche Folgen

Haut- und Atemwegsallergien können auftreten.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, Säureanhydrid-Staub/Dampf enthält, müssen ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden. Kontaminierte Ausrüstung soll nicht verwendet werden. Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit Säureanhydriden verunreinigt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt gefährden.

4.2. Rettung

Patienten sollten unmittelbar aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. Falls sie nicht in der Lage sind selbstständig zu gehen, sollten sie zügig mit geeigneten Mitteln unter Beachtung des Eigenschutzes aus dem Gefahrenbereich verbracht werden. Absoluten Vorrang hat dann das "A, B, C-Schema".

A) Atemwege freimachen (auf Blockade durch Zunge oder Fremdkörper achten)

B) Beatmung (Atmung des Patienten überprüfen, ggf. Beatmung mit ausreichendem Selbstschutz, z. B. Atemmaske, beginnen)

C) Circulation (Beginn der Wiederbelebung bei jeder Person, die nicht auf Ansprache reagiert und keine normale Atmung hat)

4.3. Reinigung

Patienten, die nur Dämpfen von Säureanhydriden ausgesetzt waren und keine Hinweise auf Haut- oder Augenreizungen haben, benötigen im Unterschied zu allen anderen keine speziellen Reinigungsmaßnahmen.

Wenn möglich, sollten die Patienten bei ihrer eigenen Reinigung mithelfen. Kam es zu einer Einwirkung von Säureanhydriden und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und sicher eingepackt werden.

Sollte sich festes Säureanhydrid auf Haut, Haaren oder Kleidung eines Patienten befinden, dieses z. B. mit einer Bürste vor dem Spülen vorsichtig entfernen. Dabei unbedingt auf entsprechenden Selbstschutz und Schutz der Augen des Patienten achten.

Dann betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten spülen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen. Eine sofortige Reinigung ist die wichtigste Maßnahme.

Die Augen im Falle einer Säureanhydrid-Exposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten spülen, bis der pH-Wert der Konjunktivalflüssigkeit wieder normal (pH=7,0) ist. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen.

Wenn das Spülen durch einen Lidkrampf behindert wird, kann die Anwendung einer Lokalanästhetikum-Lösung (z.B. Lidocain, Oxybuprocain) erwogen werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Expositionskonzentration 1.5mg/m³ (Maleinsäure) bzw. 30mg/m³ (Phthalsäure) oder mehr beträgt, falls Symptome, z. B. Reizungen der Augen oder pulmonale Symptome vorhanden sind oder falls keine Expositionskonzentration abgeschätzt werden kann, aber eine relevante Exposition wahrscheinlich ist:

- Sauerstoffgabe
- Verabreichung von 8 Sprühstößen Beclometason (800µg Beclometasondipropionat) aus einem Dosieraerosol.

Bei Zeichen einer Verengung der Atemwege (z.B. Bronchospasmus oder Stridor)

- Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2 mg Adrenalin (2ml) mit 3ml NaCl 0,9% mischen und über eine Vernebler Maske inhalieren lassen
- Gabe eines β 2-selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1mg Salbutamol; bzw. 0,2mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.

Alternativ können 2,5mg Salbutamol und 0,5mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.

Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25mg bis 0,5mg) subkutan oder Salbutamol (0,2mg bis 0,4mg über 15 Minuten) intravenös.

Intravenöse Gabe von 250mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis).

Bei Zeichen eines toxischen Lungenödems (z.B. schaumiger Auswurf, feuchte Rasselgeräusche)

- CPAP-Therapie
- Intravenöse Gabe von 1000mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)
Bei (zunehmender) respiratorischer Insuffizienz erweitertes Atemwegsmanagement, z.B. endotracheale Intubation oder ggf. Koniotomie.

Anmerkung: Die Wirksamkeit der Gabe eines Corticosteroids ist bislang nicht in kontrollierten klinischen Studien nachgewiesen worden.

Im Falle des Verschluckens von Säureanhydriden auf keinen Fall Erbrechen provozieren. Falls Zeichen oder Symptome einer Ösophagusreizung oder -verätzung vorliegen, sollte der Patient zeitnah in einem Endoskopie-Zentrum vorgestellt. Eine Endoskopie zur Bestimmung des Ausmaßes der Schädigung (Verdacht auf gastrointestinale Nekrose oder Perforation?) sollte erwogen werden.

Durch Hautkontakt mit Säureanhydriden können Reizungen hervorgerufen werden; diese sind symptomatisch zu behandeln.
Die Exposition der Augen kann zu Reizungen führen; diese sind ebenfalls symptomatisch zu behandeln. Einen Augenarzt konsultieren.

Patienten, die gegenüber einer Konzentration von $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ (Maleinsäure) bzw. $30\text{mg}/\text{m}^3$ (Phthalsäure) oder mehr exponiert waren oder die Säureanhydride verschluckt haben, sowie Patienten ohne Expositionsmesswerte, aber mit dem hochgradigen Verdacht auf eine signifikante Exposition sollten unverzüglich in ein Krankenhaus mit Intensivtherapiemöglichkeiten transportiert werden.

4.6. Weiteres Vorgehen und Behandlung

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoxymetrie, eine p.a. Thorax Röntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden. Routinemäßige Laborbestimmungen sollten ein großes Blutbild, Glukose und Elektrolyte einschließen. Arterielle Blutgase und Methämoglobinkonzentrationen sollten bei symptomatischen Patienten bestimmt werden, um das Ausmaß einer eventuellen Azidose oder Methämoglobinämie bestimmen zu können.

Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems - Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thorax Röntgenbild - sind späte Zeichen, die oft erst 24 Stunden nach einer Exposition erkannt werden können. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer relevanten Dosis noch unauffällig.

Patienten mit möglicher Exposition bzw. mit deutlichen Beschwerden oder Symptomen sollten einen angemessenen Zeitraum nachbeobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden. Verzögert auftretende Wirkungen bei Patienten mit nur leichten, schnell abklingenden Symptomen der oberen Atemwege (leichtes Brennen oder Husten) sind unwahrscheinlich.

Wenn die Sauerstoffsättigung unter 90% fällt, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thorax Röntgen zu wiederholen. Wenn die Blutgaskonzentrationen sich verschlechtern und/oder die Thorax Röntgenaufnahme Zeichen eines toxischen Lungenödems zeigt, sollte Sauerstoff über eine Maske appliziert werden. Bei sich manifestierender Verschlechterung (insbesondere bei Tachypnoe ($>30/\text{min}$) und gleichzeitiger Abnahme des Kohlendioxidpartialdrucks) ist eine CPAP-Therapie innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition zu beginnen.

Im Falle der Entwicklung eines Lungenödems sollten Flüssigkeitsaufnahme und -ausscheidung sowie Elektrolyte engmaschig kontrolliert werden. Eine positive Flüssigkeitsbilanz ist zu vermeiden. Zur Optimierung des Flüssigkeitsmanagements ist das Legen eines Zentralvenen-Katheters in Betracht zu ziehen.

Solange Anzeichen eines Lungenödems persistieren, sollte die intravenöse Gabe von Methylprednisolon (oder eines äquivalenten Steroids) in Intervallen von 8 bis 12 Stunden fortgesetzt werden.

Eine prophylaktische Antibiotikagabe wird nicht routinemäßig befürwortet, kann aber auf der Basis der Ergebnisse von Sputumkulturen erwogen werden. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten.

Reizungen oder Verätzungen sollten in den ersten 24 Stunden nach der Exposition in kurzen Abständen wiederholt nachuntersucht werden. Schädigungen der Haut und des Gastrointestinaltrakts können auch noch Tage nach der Exposition fortschreiten und den Flüssigkeitshaushalt deutlich beeinträchtigen.

4.7. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Asymptomatische Patienten, die gegenüber einer Konzentration von weniger als $0.4\text{mg}/\text{m}^3$ (Maleinsäure) bzw. $6\text{mg}/\text{m}^3$ (Phthalsäure) exponiert waren und unauffällige Untersuchungsbefunde und keine Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

-
- Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt. Der Patient wurde aufgefordert, sich sofort in ärztliche Behandlung zu begeben, falls gesundheitliche Beschwerden auftreten.
 - Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen von Säureanhydride kennt bzw. verstanden hat.
 - Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patienten und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
 - Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
 - Mindestens 72 Stunden nicht rauchen und Zigarettenrauch meiden; der Rauch kann die Lungenfunktion verschlechtern.
 - Patienten mit ernststen Haut- oder Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut untersucht werden.

5. Literaturangaben

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc, ed. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. Maleic anhydride. 7th ed. Cincinnati, 2001: 1-3.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc, ed. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. Phthalic anhydride. 7th ed. Cincinnati, 2001: 1-5.

Buttgereit F, Dimmeler S, Neugebauer E, Burmester GR. Wirkungsmechanismen der hochdosierten Glucocorticoidtherapie. Dtsch Med Wschr 1996; 121: 248-252.

Diller WF. Anmerkungen zum Unglück in Bhopal. Dtsch Med Wschr 1985; 110: 1749-1751.

IPCS. CEC. International Chemical Safety Cards. Maleic anhydride, No. 0799. 1997, 1-2

IPCS. CEC. International Chemical Safety Cards. Phthalic anhydride, No. 0315. 1997, 1-2

RTECS, NIOSH. Maleic anhydride, No. T13150000. 2004. 1-7.

RTECS, NIOSH. Phthalic anhydride, No. ON3675000, 2004. 1-7.

U.S. National Library of Medicine. Haz-Map – Occupational exposure to hazardous agents. Maleic anhydride. 2004.

U.S. National Library of Medicine. Haz-Map – Occupational exposure to hazardous agents. Phthalic anhydride. 2004.

U.S. National Library of Medicine. Hazardous substances data bank. Maleic anhydride. 2004. 1-4.

U.S. National Library of Medicine. Hazardous substances data bank. Phthalic anhydride. 2004. 1-6.

Foncerrada G et al, Safety of Nebulized Epinephrine in Smoke Inhalation Injury, J Burn Care Res 2017;38:396–402

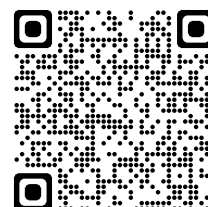
Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, Critical Care (2015) 19:351

Olasveengen TM, Semeraro F, et. Al: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 2021, 161: 98-114

Administrative Information

Document Type	Chemical Emergency Medical Guideline
Number of Version	DE.1.0.0
Initial Publication	01.01.2026
Next Revision	2029
Responsible Unit (Author)	ESG/CH ESG/AS
Contact Person	ESG/CH: Dr. M. Conzelmann, T. Schröck ESG/AS: Dr. D. Frambach

BASF SE
Corporate Health Management
Carl-Bosch-Straße 38
67056 Ludwigshafen
Deutschland



In diesem Dokument hat die BASF alle mögliche Sorgfalt aufgewandt, um die Richtigkeit und Aktualität der dargestellten Informationen sicherzustellen, beansprucht aber nicht, dass dieses Dokument umfassend alle diesbezüglich möglichen Situationen erfasst. Dieses Dokument ist als zusätzliche Informationsquelle für Ärzte in Krankenhäusern konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Maleinsäure-/Phthalsäureanhydrid ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte in Krankenhäusern und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.