
Informationen und Empfehlungen für Ärzte in Krankenhäusern

- **Bevor der Arzt oder das Pflegepersonal im Krankenhaus sich einem Patienten nähern, der festem Natriumhydroxid oder Natronlauge ausgesetzt war oder ist, muss sichergestellt sein, dass für sie selbst keine Gefahr durch Natriumhydroxid besteht.**
 - **Natriumhydroxid und seine Lösungen, Nebel und Aerosole führen schnell zu Verätzungen bei Kontakt mit den Augen, der Haut und den oberen Atemwegen und verursachen Symptome wie Reizungen, Brennen, Husten, Engegefühl in der Brust und Atemnot. Ein Larynxödem und Zeichen eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) können auftreten.**
 - **Verschlucken von Natriumhydroxid kann zu schweren Verätzungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen führen.**
 - **Eine sofortige Reinigung ist die wichtigste Maßnahme: Zuerst Entfernung von festem Natriumhydroxid, 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.**
-

1. Informationen zur Substanz

Natriumhydroxid (NaOH), CAS 1310-73-2

Synonyme: Ätznatron, kaustifiziertes Soda

Bei Raumtemperatur ist Natriumhydroxid ein weißer, kristalliner, geruchloser, zerfließender Feststoff, der Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt. Wenn Natriumhydroxid in Wasser gelöst wird, entsteht Natronlauge, oft mit gleichzeitiger Nebelbildung. Natriumhydroxid selbst ist nicht entzündlich, kann aber in Kontakt mit Feuchtigkeit die Entzündung brennbarer Materialien fördern. Bei Erhitzen von Natriumhydroxid kann giftiger Rauch entstehen. Der Feststoff, Lösungen, Nebel und Aerosole sind alle ätzend.

Natriumhydroxid findet Verwendung in der Herstellung von Seifen, Papier, Kunstseide, Baumwollwaren, Farbstoffen und Mineralölprodukten. Darüber hinaus wird es beim Ätzen und bei der Reinigung von Metallen, bei der Galvanisierung, bei der Regenerierung von Ionenaustauschharzen und für Beschichtungen eingesetzt.

2. Exposition

Einatmen

Die Inhalation von Nebeln und Aerosolen stellt einen relevanten Expositionsweg dar. Die Reizwirkung von Natriumhydroxid hat eine deutliche Warnwirkung. Bei lang andauernder oder wiederholter Exposition kann es allerdings zu einer Toleranzentwicklung gegenüber der Reizwirkung kommen.

Haut-/Augenkontakt

Die meisten Expositionen gegenüber Natriumhydroxid erfolgen durch Hautkontakt. Direkter Kontakt der Augen oder nasser oder feuchter Haut mit flüssigem Natriumhydroxid oder konzentriertem Nebel oder Rauch bewirkt schwere Verätzungen.

Verschlucken

Verschlucken von Natriumhydroxid kann zu schweren Verätzungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen führen.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

Atemwege

Die Exposition gegenüber Natriumhydroxid bewirkt gewöhnlich eine Trockenheit von Nase und Rachen sowie Husten. Die Inhalation sehr hoher Konzentrationen kann zu einem Larynxödem und schließlich zu einer Obstruktion der Atemwege und zum Tod führen.

Die Entwicklung von Atembeschwerden mit Engegefühl in der Brust und eines Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) kann noch mit einer Verzögerung von über 24 Stunden erfolgen.

Haut-/Augenkontakt

Tiefe Verätzungen von Haut und Schleimhäuten können durch den Kontakt mit konzentriertem Natriumhydroxid erfolgen. Der Kontakt mit weniger konzentriertem Natriumhydroxid kann zu brennenden Schmerzen, Rötung und Entzündungen führen, die auch noch mehrere Stunden nach der Einwirkung auftreten können.

Schwere Augenverätzungen mit einer Trübung der Augenoberfläche und nachfolgender Erblindung können aus der Einwirkung von flüssigem Natriumhydroxid resultieren. Niedrige Konzentrationen von Nebeln oder Aerosolen verursachen schmerzhaftes Missemfindungen, krampfhaftes Blinzeln oder unbeabsichtigtes Schließen der Augenlider, Rötung und Tränenfluss.

Magen-Darm-Trakt

Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen können vorkommen. Im Falle des Verschluckens kann eine diffuse Verätzung der Schleimhaut den gesamten Gastrointestinaltrakt betreffen und Blutungen, eine Perforation und Strikturen zur Folge haben.

Niere

Störungen des Säure-Basen-Status und ein akutes Nierenversagen können auftreten.

Dosis-Wirkungs-Beziehungen

Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind wie folgt:

<u>Natriumhydroxidkonzentration</u>	<u>Effekt</u>
0,2-2 mg/m ³	- Leichte vorübergehende Schleimhautreizung
10-20 mg/m ³	- Brennen der Augen und Tränenfluss; deutliche Reizung der Atemwege
>50 mg/m ³	- Toxische Lungenentzündung, Larynx- und Lungenödem möglich
250 mg/m ³	- Unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit
Orale Aufnahme von >2 g	- Möglicherweise tödlich

Mögliche Folgen

Haut-, Augen- und Schleimhautschädigungen, die durch Verätzungen verursacht wurden, können irreversibel sein, z.B. Gangrän, Blindheit, oder Ösophagusstenosen. Nach Inhalation kommt es üblicherweise zu einer vollständigen Wiederherstellung; in einzelnen Fällen können Symptome und Einschränkungen der Lungenfunktion persistieren. Permanente restriktive und obstruktive Lungenerkrankungen können nach bronchiolärer Schädigung zurückbleiben. Eine Zerstörung von Lungengewebe oder eine Narbenbildung kann zu einer chronischen Dilatation von Bronchien und zu einer erhöhten Suszeptibilität gegenüber Infektionen führen.

4. Maßnahmen

Selbstschutz

Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit Natriumhydroxid oder seinen Lösungen benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt gefährden.

Reinigung

Patienten, die nur Nebeln oder Aerosolen von Natriumhydroxid 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 flüssigem oder festem Natriumhydroxid und ist die Kleidung verunreinigt, muss sie entfernt und zweifach eingepackt werden.

Es muss gewährleistet sein, dass die Augen im Falle einer Natriumhydroxidexposition mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 20 Minuten gespült wurden und dass der pH-Wert der Konjunktivalflüssigkeit wieder normal (7,0) ist. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen sind währenddessen fortzusetzen. Wenn das Spülen durch einen Lidkrampf behindert wird, sollten 1-2 Tropfen Oxybuprocain

(0,4%) in ein betroffenes Auge geträufelt werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen. **Sollte sich festes Natriumhydroxid auf Haut, Haaren oder Kleidung eines Patienten befinden, so ist dies, z. B. mit einer Bürste, vor dem Spülen zu entfernen. Dabei unbedingt auf entsprechenden Selbstschutz und Schutz der Augen des Patienten achten. Dann ist sicherzustellen, dass die betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten gespült wurden.** Augen während des Spülens schützen. Andere wichtige Hilfsmaßnahmen währenddessen fortsetzen.

Eine sofortige Reinigung ist die wichtigste Maßnahme.

Initiale Behandlung

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Konzentration 10 mg/m³ oder mehr beträgt (abhängig von der Dauer der Einwirkung), Symptome vorhanden sind (z.B. Reizungen der Augen oder der oberen Atemwege) oder falls keine Konzentration abgeschätzt werden kann, aber von einer Exposition auszugehen ist:

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

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Expositionskonzentration 50 mg/m³ oder mehr beträgt, und Atemwegsbeschwerden oder systemisch toxische Effekte nach Inhalation von Natriumhydroxid-Dämpfen vorliegen:

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

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

- a) Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2 mg Adrenalin (2 ml) mit 3 ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- b) Gabe eines β_2 -selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1 mg Salbutamol; bzw. 0,2 mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.
Alternativ können 2,5 mg Salbutamol und 0,5 mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.
Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25 mg bis 0,5 mg) subkutan oder Salbutamol (0,2 mg bis 0,4 mg über 15 Minuten) intravenös.
- c) Intravenöse Gabe von 250 mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)

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

- a) CPAP-Therapie
- b) Intravenöse Gabe von 1000 mg 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.

Durch Hautkontakt mit Natriumhydroxid können schwere Schädigungen hervorgerufen werden; diese sind wie Verbrennungen zu behandeln:

adäquate Flüssigkeitsgabe, analgetische Therapie, Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, Abdeckung des betroffenen Hautareals mit einer sterilen Auflage.

Die Exposition der Augen kann zu schweren Schädigungen führen; diese sind ebenfalls wie Verbrennungen zu behandeln. Unverzüglich einen Augenarzt konsultieren.

Anmerkung: Jede Exposition gegenüber flüssigem Natriumhydroxid im Gesichtsbereich muss als ernst betrachtet werden.

Im Falle des Verschluckens von Natriumhydroxid **kein Erbrechen verursachen, keine Magenspülung durchführen.**

Im Falle eines Larynxödems mit Stridor rechtzeitige endotracheale Intubation. Wenn keine Zeichen oder Symptome einer Reizung oder Verätzung der Speiseröhre vorliegen, eine Endoskopie zur Bestimmung des Ausmaßes der Verletzung erwägen; in schweren Fällen sollte eine chirurgische Intervention in Betracht gezogen werden, falls Verdacht auf eine gastrointestinale Nekrose oder Perforation besteht.

*Weiteres Vorgehen und
Behandlung*

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoximetrie, eine p.a. Thoraxröntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden. Routinemäßige Laborbestimmungen sollten ein großes Blutbild, Glukose und Elektrolyte einschließen.

Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems – Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thoraxröntgenbild – sind späte Zeichen, die erst 6 bis 8 Stunden oder noch später nach einer Exposition erkennbar sind. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer größeren Dosis normal.

Patienten mit möglicher Exposition gegenüber höheren Konzentrationen oder mit deutlichen Beschwerden oder Symptomen sollten über ein Minimum von 12 Stunden beobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden können.

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 oder zu fallen droht, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thoraxröntgen zu wiederholen.

Wenn die Blutgaskonzentrationen sich zu verschlechtern beginnen und/oder die Thoraxröntgenaufnahme Lungenödemzeichen zeigt, Sauerstoffgabe über eine Maske. Bei sich manifestierender Verschlechterung ist eine Therapie mit positivem endexpiratorischem Druck (PEEP) innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition zu beginnen, auch dann, wenn die Sauerstoffsättigung über eine Maskenbeatmung aufrechterhalten werden kann.

Frühe Indikation für eine PEEP-Therapie ist eine Tachypnoe (>30/min) mit einer gleichzeitigen Abnahme des Kohlendioxidpartialdrucks.

Ein unzureichender Anstieg bzw. eine relative Abnahme des Sauerstoffpartialdruckes trotz Hyperventilation weist auf die Entwicklung eines Lungenödems hin.

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- oder Swan-Ganz-Katheters in Betracht zu ziehen.

Solange Anzeichen eines Lungenödems vorliegen, sollte die intravenöse Gabe von 1,0 g Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis) 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 indiziert sein. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten.

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

*Entlassung des Patienten /
Anweisungen für das weitere
Verhalten*

Klinisch asymptomatische Patienten, die einer Konzentration von **weniger als 10 mg/m³** (abhängig von der Einwirkungsdauer) ausgesetzt waren, und Patienten, die **unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit** zeigen, können unter folgenden Umständen aus dem Krankenhaus entlassen werden:

- a) Der behandelnde Arzt ist erfahren in der Beurteilung von Patienten mit Exposition gegenüber Natriumhydroxid oder Lungenreizstoffen.
- b) 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.
- c) Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen von Natriumhydroxid kennt bzw. verstanden hat.
- d) Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patient und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
- e) Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
- f) 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.

Die Spirometrie sollte nach der Entlassung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, bis die Werte auf die Ausgangswerte des Patienten zurückgegangen sind.

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 im Krankenhaus konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Natriumhydroxid ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte im Krankenhaus und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.

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

BASF Corporation
Medical Department
100 Campus Drive, M/S F 221
Florham Park, NJ 07932
USA