

NATRONLAUGE /
NATRIUMHYDROXID / ÄTZNATRON

1310-73-2

ERSTVERSORGUNG VON AUGEN UND HAUT NACH KONTAMINATION MIT GEFAHRSTOFFEN

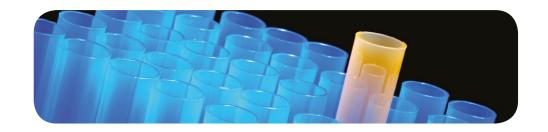






ERSTVERSORGUNG VON AUGEN UND HAUT NACH KONTAMINATION MIT GEFAHRSTOFFEN

1. GRUNDLAGEN	S. 3
1.1 Geschichte	S. 3
1.2. Bezeichnungen	S. 3
1.3. Anwendung	S. 4
2. KLASSIFIZIERUNG	S. 4
2.1. Gefahreneinstufung nach der Konzentration	S. 4
2.2. Weitere Klassifizierungen	S. 5
3. CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN	S. 5
4. SCHÄDLICHKEIT VON NATRONLAUGE / NATRIUMHYDROXID / ÄTZNATRON	S. 7
4.1. Chemische Mechanismen	S. 7
4.2. Verätzungen durch Natronlauge / Natriumhydroxid	S. 8
5. RISIKOMANAGEMENT	S. 13
C NOTES I DELIANDI UNO NACUI VONTAVE MIT NATRONI AUCE /	
6. NOTFALLBEHANDLUNG NACH KONTAKT MIT NATRONLAUGE / NATRIUMHYDROXID / ÄTZNATRON	S. 13
6.1. Bewertung verschiedener Spülmethoden	S. 13
6.2. Experimentelle Daten	S. 15
6.3. Erfahrungsdaten zur Anwendung von Previn®	S. 17
7. HINWEISE ZUR SPÜLUNG MIT PREVIN®	S. 22
8. PUBLIKATIONEN	S. 23



1. GRUNDLAGEN

1.1. GESCHICHTE

Natriumhydroxid wird aus Natriumcarbonat, früher auch "Soda" genannt, hergestellt. Bereits die Ägypter nutzten Natriumcarbonat, mit Kalk gemischt, um eine starke Base herzustellen, eine Lösung mit Hydroxidionen OH und Natriumionen Na+. Im Laufe der Jahrhunderte wurden verschiedene Verfahren zur Herstellung genutzt, z. B. das Solvay-Verfahren 1861. Natriumhydroxid wird heute überwiegend durch Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung hergestellt.

1.2. BEZEICHNUNGEN UND FORMEL

	latrium	

- Kaustische(s) Soda
- Ätznatron
- Natronlauge (als Lösung)
- Natriumhydrat
- Ascarit

NATRIUMHYDROXID				
Summenformel	NaOH			
Molmasse	40 g.mol ⁻¹			
CAS-Nr.	1310-73-2			
EINECS-Nummer	215-185-5			
ICSC-Nummer ⁽¹⁾	0360			

1.3. ANWENDUNG

Natronlauge / Natriumhydroxid ist eine der meistverwendeten Substanzen in Labors und in der Industrie. Es wird zur Herstellung von Zellstoff und verschiedenen chemischen Produkten benutzt: Kunststoffe, synthetische Textilien, Haushalts- und Industriereinigungsprodukte, zur Produktion von Benzin und Biodiesel, von Seifen oder für die Verarbeitung von Aluminium. Natriumhydroxid ist außerdem auch ein Lebensmittelzusatzstoff (E524).



2. KLASSIFIZIERUNG

2.1. GEFAHRENEINSTUFUNG NACH DER KONZENTRATION

• CE-Einstufung, in Kraft bis Juni 2015 für Gemische.

Produkt aufgenommen in die CLP00(2).

NATRONLAUGE/NATRIUMHYDROXID	GEFAHRENSYMBOL	RISIKO-SÄTZE
Konzentration ≥ 5 %	С	R35
Konzentration 2 bis 4,99 %	С	R34
Konzentration 0,5 % bis 1,99 %	Xi	R36/38
Konzentration < 0,5 %	-	-

Risiko-Sätze (CE-Einstufung)

R35 : Verursacht schwere Verätzungen R34 : Verursacht Verätzungen R36/38 : Reizt die Augen und die Haut

 Neue Kennzeichnungsvorschriften nach der CLP-Verordnung, obligatorisch seit Dezember 2010 für Stoffe und ab Juni 2015 für Gemische:



Gefahr!

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

NATRONLAUGE/NATRIUMHYDROXID	EINSTUFUNG GI	EFAHRENHINWEISE
Konzentration ≥ 5 %	Ätz-/Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 1A	H314
Konzentration 2 bis 4,99 %	Ätz-/Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 1B	H314
Konzentration 0,5 % bis 1,99 %	Reizwirkung auf die Haut, Katego	orie 2 H315
	Augenreizung, Kategorie 2	H319
Konzentration < 0,5 %	-	=

Gefahrenhinweis (CLP-Verordnung)

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden H315 Verursacht Hautreizungen H319 Verursacht schwere Augenreizungen

^{2 -} Classification Labelling Packaging — CLP-Verordnung 1272/2008/EG

2.2. 2.2. WEITERE KLASSIFIZIERUNGEN

Für die USA / NFPA Code:

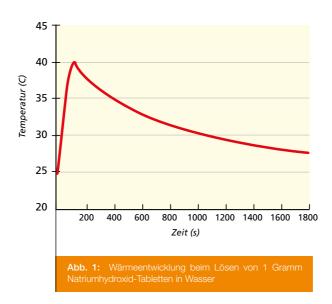
- Rot 0 Brandgefahr: keine Entzündungsgefahr.
- **Blau 3 -** Gesundheitsgefahr: Sehr gefährlich! Eine kurze Exposition kann zu schweren temporären oder bleibenden Schäden führen.
- **Gelb 1 -** Reaktionsgefahr: Normalerweise stabil. Wird bei Erhitzung und erhöhtem Druck instabil.

Weiß COR - Symbol für ätzende Gefahrstoffe.



3. CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Reines Natriumhydroxid ist ein weißer, transparenter und sehr hygroskopischer Feststoff (starke Wasseraffinität). Es reagiert leicht durch Kontakt mit der Luftfeuchtigkeit oder anderen feuchten Oberflächen (zerfließt). Beim Lösen des Natriumhydroxids in Wasser kann es zu einer Wärmeentwicklung kommen (*Abb. 1*).

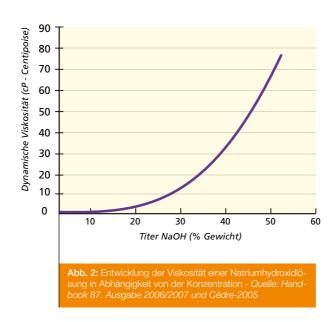




Es ist erhältlich in Form von: Tabletten, Plättchen, Perlen, Blöcken, Würfeln oder als wässrige Lösung (Natronlauge). In der Industrie ist die höchste Konzentration der flüssigen Form 50 %, diese hat jedoch eine hohe Viskosität (*Abb. 2*).

Wasser	1 cP (centipoise)
Natriumhydroxid 24%	7,1 cP
Natriumhydroxid 50%	78 cP
Olivenöl	800-1000 cP

Beispiel der Viskosität bei 20°C



Molmasse	40 g.mol ⁻¹
Siedetemperatur	1 390°C
Schmelztemperatur	318°C
Dampfdruck	0,13 kPa bei 739°C 2,67 kPa bei 953°C 13,3 kPa bei 1 111°C 53,3 kPa bei 1 286°C
Dichte	2,13
Wasserlöslichkeit (20°C)	109 g/100 ml
AGW (3)	2 mg/m ^{3 (4)}
PEL (TWA) (5)	2 mg/m ³
STEL (TWA) (6)	-

Quelle: Toxikologisches Datenblatt INRS und Datenblatt ICSC

4. SCHÄDLICHKEIT VON NATRONLAUGE / NATRIUMHYDROXID

4.1. CHEMISCHE MECHANISMEN

Natriumhydroxid ist eine starke Base, da sie sich im wässrigen Medium vollständig löst und das OH-lon freisetzt.

$$H_2O$$
NaOH \longrightarrow Na⁺ + OH⁻

$$pK_a = 14.8$$

Das in der Luft vorhandene Kohlendioxid kann sich in wässrigem Medium lösen, mit dem Natriumhydroxid reagieren und Karbonate bilden.

$$OH^{-}_{(aq)} + CO_{2(g)} \longrightarrow HCO_{3}^{-} \longrightarrow H^{+} + CO_{3}^{2-}$$

- 3 Arbeitsplatzgrenzwert
- 4 In Frankreich geltender Richtwert
- 5 Permissible Exposure Limit (Maximale Exposition während eines 8-Stunden-Arbeitstages nach den Regeln der Occupational Safety Health Administration)
- 6 Short-Term Exposure Limit (Max. Wert für eine kurze Exposition unter 15 Minuten nach den Regeln der OSHA)



Der pH-Wert der Lösung variiert und hängt von dem Gleichgewicht zwischen den CO₂-, HCO₃-- und CO₃--lonen ab. Natriumhydroxid oxidiert bestimmte Metalle unter Freisetzung von Diwasserstoff (H₂), einem explosiven Gas.

Zum Beispiel mit Zink:

$$Zn + 2 NaOH_{(aq)} -> H_{2(q)} + Na_2Zn(OH)_{4(aq)}$$

aq: wässrige Lösung

s: Feststoff

g: gasförmig

4.2. VERÄTZUNGEN DURCH NATRONLAUGE / NATRIUMHYDROXID

Die breite Verfügbarkeit und die vielfältigen Verwendungen von Natronlauge / Natriumhydroxid sowohl in der Industrie als auch in Haushalten erklären die Häufigkeit der Verätzungen durch Unfälle und durch vorsätzliche Aggression.

Es handelt sich dabei um Verletzungen der Haut, der Augen, des Verdauungsapparats oder der Atemwege.

In dieser Produktdokumentation werden Verletzungen der Haut und der Augen behandelt.

Die von Natronlauge / Natriumhydroxid ausgehende Gefahr besteht allein in seiner Ätz-/Reizwirkung, und zwar bereits sobald seine Konzentration 0,5 % übersteigt.

4.2.1. EXPOSITION DER HAUT

Der Kontakt von Natronlauge / Natriumhydroxid mit der Haut führt zu einer Kolliquationsnekrose mit Verseifung der Lipide der Zellmembranen und Auflösung der Gewebeproteine (Palao - 2010).

Der verletzte Bereich verfärbt sich braun und sieht gelatineartig aus. Das Auftreten und die Intensität der mit der Verletzung verbundenen Schmerzen hängen von der Konzentration und der Kontaktzeit ab.

Die Hautverletzungen durch Natronlauge / Natriumhydroxid können tiefergehend sein (langsame Ausbreitung bis in die tieferen Schichten der Haut).



Abb. 3: Nicht gespülte Verätzung durch Natriumhydroxid Quelle: Dr. Lucien Bodson, CHU Liège, Belgien

In einer *ex-vivo-*Studie an menschlichen Haut-Explantaten konnte die Verbreitung von 50 %iger Natronlauge in der Haut anhand der histologischen Beobachtung der Schädigungen der Epithel- und Dermazellen verfolgt werden.

DAUER DER EXPOSITIO	N BEOBACHTUNG DER LÄSIONEN
4 Minuten	In der Mitte des <i>Stratum corneum</i> (SC) erscheint eine deutliche Teilung.
30 Minuten	Deutlich sichtbare Zerstörung der Struktur des SC ohne sichtbare Veränderungen der lebenden Epidermisstruktur (Abb. 8: Hautexplantat exponiert gegenüber 50 %igem NaOH, Dauer 2 Stunden. Zelltod Epidermis und Papillarschicht.).
1 Stunde	Deutlich sichtbare Lyse der Membranen der Korneozyten (Zellen des SC) in den oberen Schichten des SC.
2 – 48 Stunden	Das SC ist vollständig aufgelöst, keine Zellviabilität mehr in der Epidermis sowie in der Papillarschicht (der oberflächenmäßig größten Schicht unterhalb der Epidermis - Abb. 8: Hautexplantat exponiert gegenüber 50 %igem NaOH, Dauer 2 Stunden. Zelltod Epidermis und Papillarschicht.). Dieses Aussehen bleibt bis zu einer Kontaktzeit von 48 Stunden gleich.

Die sehr zähflüssige 50 %ige Natronlauge dringt in das *Stratum corneum* ein, akkumuliert sich dort und führt nach 30 Minuten zu deutlichen Zerstörungen und anschließender Lyse der Membranen der Korneozyten nach 1 Stunde. Nach einem Kontakt von mehr als 2 Stunden dringt die Natronlauge massiv in die tiefen Schichten ein, und ab einer Kontaktzeit von 2 Stunden führt diese schnelle Verbreitung dazu, dass in der Epidermis und in der Papillarschicht keine Zellviabilität mehr besteht. Die Kinetik der Verbreitung der Läsionen infolge einer Exposition gegenüber 50 %iger Natronlauge unterscheidet sich damit sehr von derjenigen, die im Rahmen der Exposition gegenüber konzentrierten Säuren beobachtet wurde.

Am gleichen Modell dringt die 70 %ige Flusssäure in den ersten Minuten schnell und tief ein (Burgher - 2010).

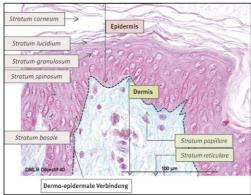


Abb. 5: Die verschiedenen Schichten der Haut

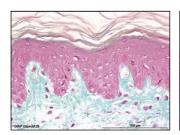


Abb. 6: Nicht exponiertes Explantat

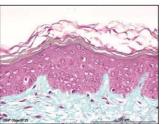


Abb. 7: Hautexplantat exponiert gegenüber 50 %igem NaOH, Dauer 30 Minuten. Die Struktur des Stratum corneum ist aufgelöst.

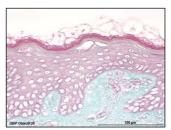


Abb. 8: Hautexplantat exponiert gegenüber 50 %igem NaOH, Dauer 2 Stunden. Zelltod Epidermis und Papillarschicht.

Eine Publikation berichtet von einem außergewöhnlichen Todesfall infolge des Kontakts mit heißer Natronlauge (95 °C). Die Tatsache, dass der Kontakt mit einem heißen Chemieprodukt (95 °C) erfolgte, hat die Kinetik des Eindringens der Hydroxidionen in das Hautgewebe beschleunigt und das Unfallopfer an manchen Körperstellen bis auf die Knochen verätzt. Die eigentliche Kontaktzeit des Körpers mit dem Stoff betrug den Beurteilungen zufolge nur 13 Minuten (Lee - 1995).



4.2.2. EXPOSITION DER AUGEN

Äußerlich erkennbar verliert die Hornhaut bei Kontakt mit Natronlauge schnell ihre Transparenz. Wie auch beim Kontakt mit der Haut verseift das OH⁻-lon die Fettsäuren der Membranen und führt zum sofortigen Tod der Epithelzellen der Hornhaut. Die weitere Verbreitung der ätzenden Substanz durch das Bindegewebe der Hornhaut (Stroma) und bis zur vorderen Augenkammer kann zu einer Trübung der Linse führen und in den schwersten Fällen zu einer vollständigen Zerstörung des Augapfels (Merle - 2008).

Mit *ex-vivo-* oder *in vitro-*Studien (*Abb. 10*) lässt sich die Verbreitung der Natronlauge in Abhängigkeit der Konzentration und der Kontaktzeit messen. Je konzentrierter die Lösung ist, desto schneller erfolgt die Penetration.

Eine Natriumhydroxidlösung von 2 M (2 mol/l) dringt in weniger als 40 Sekunden in die komplette Hornhaut ein (Abb. 11).

Erfolgt keine effiziente und hinreichend frühzeitige Spülung, können die anatomischen und funktionellen Läsionen irreversibel sein (Gérard - 1996).

Unter einer Konzentration von 0,2 mol/l hingegen ist nur eine schwache Penetration zu beobachten, die keine erkennbaren Läsionen verursacht (Schrage - 2010).

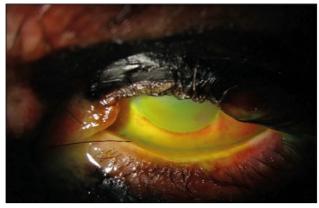
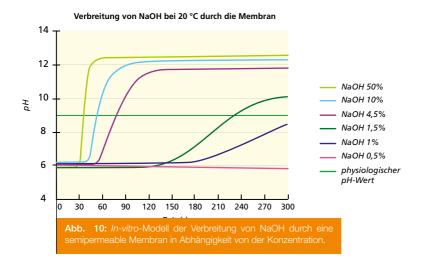
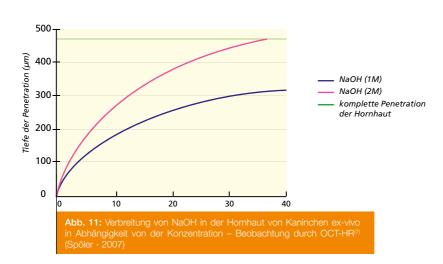


Abb. 9: Illustration der durch eine Base verursachten Augenverletzungen: milchige und trübe Hornhaut (Quelle: Prof. Norbert Schrage, Aachen, Deutschland)







7 - Optische Kohärenztomografie – hohe Auflösung (Optical Coherence Tomography – High Resolution)

5. RISIKOMANAGEMENT

> KOLLEKTIVE UND INDIVIDUELLE SCHUTZMASSNAHMEN(8)

KOLLEKTIVE	 Auffangen von Emissionen an deren Entstehungsquelle Gute Belüftung Den Kontakt mit metallenen Objekten vermeiden. Bei industriellen Arbeitsvorgängen in abgeschirmten
Schutzmassnahmen	Räumen arbeiten.
INDIVIDUELLE	Gesichtsschutzschirme, dicht abschließende Brillen,
SCHUTZMASSNAHMEN	angemessene Handschuhe, Labormantel, Schürze usw.

> TABELLE ZUR KOMPATIBILITÄT VON HANDSCHUHEN

	LATEX	NEOPREN	NITRIL	VINYL (PVC)	POLYVINYLALKOHOL (PVA)
NATRIUM- Hydroxid	+++	+++	+++	++	-

Quelle: NIOSH - Pocket guide

> SPEZIELLE EMPFEHLUNGEN

Um eine eventuelle exotherme Reaktion zu kontrollieren, ist es wichtig, das Natriumhydroxid langsam und unter Rühren in Wasser zu lösen.

6. NOTFALLBEHANDLUNG NACH KONTAKT MIT NATRONLAUGE/ NATRIUMHYDROXID

6.1. BEWERTUNG VERSCHIEDENER SPÜLMETHODEN

Natronlauge ist aufgrund ihrer ätzenden Wirkung gefährlich. Durch eine Spülung innerhalb der ersten Minute nach dem Kontakt können Verätzungen verhindert oder ihre Schwere vermindert werden.

Im Idealfall wird die Reaktion der chemischen Substanz auf der Oberfläche gestoppt und ihr Eindringen in tiefere Schichten der Haut oder der Augen verhindert. Das Spülen mit Wasser war in der Vergangenheit der erste Schritt in der Behandlung nach Kontakt mit Chemikalien.

Zur Behandlung nach Kontakt mit Basen empfehlen mehrere Arbeiten eine spezifische Neutralisierung durch schwache Säuren wie die Essigsäure (Andrews - 2002). Diese neutralisierende Wirkung könnte jedoch schädlich sein, wenn sie nicht beherrscht wird (Falcy / INRS - 1997) (Exotherme Reaktion der Neutralisierung – Verätzung durch eine Säure nach der Neutralisierung des Kontaktbereichs eines alkalischen Produkts z. B. durch eine Säure).

6.1.1. SPÜLUNG MIT WASSER

Wasser ist eine polyvalente Lösung. Durch den Mitnahmeeffekt und die Verdünnung an der Gewebeoberfläche wird ein großer Teil der chemischen Substanz entfernt. Wasser muss jedoch sehr schnell in sehr großen Mengen und über eine lange Spüldauer angewendet werden (Açikel – 2001, Yano - 1993). Die ANSI-Norm Z358.1-2004 schreibt vor, dass Notduschen innerhalb von maximal 10 Sekunden erreichbar sein müssen. An das Wasserversorgungsnetz angeschlossene Notduschen müssen in der Lage sein, während einer Minimaldauer von 15 Minuten eine Wassermenge von 60 I/ Min. zu liefern (Europäische Norm EN 15154-1).

Bei einem Kontakt mit konzentrierten ätzenden Substanzen stößt die Methode der Spülung mit Wasser immer wieder an ihre Grenzen, mit möglichen ernsten Verätzungen aufgrund der Tatsache, dass Wasser nicht chemisch auf das ätzende Potenzial von Natronlauge / Natriumhydroxid wirkt (O'Donoghue - 1996, Ma - 2007). Verschiedene Beobachtungen der Folgen einer Spülung mit Wasser belegen, dass aufgrund der Schwere der Verletzungen nach einem Kontakt mit Natronlauge / Natriumhydroxid chirurgische Eingriffe erforderlich waren (Winder – 1997, Wang – 1992).

6.1.2. SPÜLUNG MIT PREVIN®

Bei einer aktiven Spülung werden einerseits die Eigenschaften einer Spülung mit Wasser erhalten und andererseits wirkt sie direkt auf die Chemikalie und verringert deren ätzende Wirkung auf die Haut und die Augen.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Previn® optimieren und sichern die Effizienz der Spülung:

- Previn® ist amphoter und gestattet daher eine extrem schnelle Rückkehr in einen physiologisch akzeptablen pH-Bereich.
- Die Hypertonie von Previn® begrenzt das Eindringen der Natronlauge in tiefere Bereiche, sorgt für einen Flux im Gewebe von innen nach außen und transportiert dadurch die eventuell eingedrungene Menge der Chemikalie nach außen (Schrage - 2004).
- Previn® ist polyvalent und unbedenklich (Hall 2002, Hall 2009) und damit ein ideales Dekontaminationsmittel. Dies ist auch der Fall, wenn Natronlauge/Natriumhydroxid zusammen mit anderen ätzenden oder reizenden Substanzen verwendet wird.



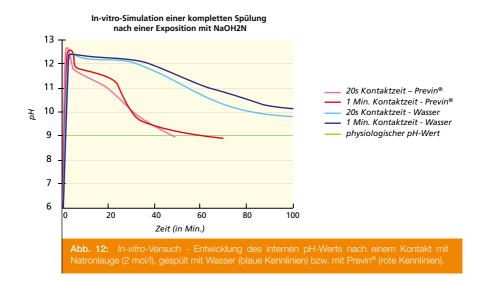
6.2. EXPERIMENTELLE DATEN

Es liegen verschiedene *in-vitro*- und *in-vivo*-Studien zur Spülung mit Previn® im Vergleich zu anderen Spülmethoden nach einem Kontakt mit Natronlauge / Natriumhydroxid vor.

6.2.1 IN-VITRO UND IN-VIVO-STUDIEN

Die Wirksamkeit von Previn® wurde experimentell mit einer Spülung mit Wasser verglichen mittels einer *in-vitro*-Simulation eines Spritzers Natronlauge (2 mol/l) (Burgher - 2008). Die Hornhaut wird mit einer semipermeablen Membran modellhaft dargestellt. Die Studie zeigt die Entwicklung des pH-Werts einerseits und der Membran andererseits, d. h. der externe pH-Wert entspricht dem der Hornhautoberfläche und der interne pH-Wert steht für den pH-Wert der vorderen Augenkammer (simuliert durch eine 14 ‰-Natriumchloridlösung, isoosmolar in Bezug auf das Kammerwasser des Auges).

Es wurden zwei Arten von Experimenten durchgeführt mit einer Kontaktzeit von 20 Sekunden und 1 Minute (Mathieu – 2007). Die Entwicklung des internen pH-Werts ist in *Abb. 12 dargestellt*.





Bei 20 s Kontaktzeit und nach einer Spülung von 3 Minuten beträgt der externe pH-Wert 9,12 mit Previn® und 12,8 mit Wasser.

Nach 45 Minuten beträgt der interne pH-Wert mit der amphoteren Lösung 9,25 und bei der Spülung mit Wasser 11.5.

Bei einer Kontaktzeit von 1 Minute folgen die Kennlinien des pH-Werts dem gleichen Trend, wie er nach einer Exposition von 20 Sekunden beobachtet wurde, jedoch mit einer verzögerten Verringerung des pH-Werts. Nach 60 Minuten beträgt der interne pH-Wert mit Previn® 9,4 und bei der Spülung mit Wasser 11.85.

Im Vergleich zur Spülung mit Wasser ermöglicht Previn® somit bei Kontaktzeiten kleiner oder gleich 1 Minute eine schnellere Rückkehr zu physiologisch akzeptablen Werten.

Die Versuchsstudie hat die signifikante Wirkung der Spülung mit Previn® im Vergleich zu einer Spülung mit Wasser und einer Spülung mit einer leichten Säurelösung nachgewiesen (Wang – 2009). Es wurden zwei verschiedene Studien durchgeführt: die erste *in-vitro*-Studie verfolgt statisch die Entwicklungen des pH-Werts und der Temperatur an einer Probe mit 40-%iger Natronlauge. Die zweite *in-vivo*-Studie am Kaninchen verfolgt die Entwicklung des pH-Werts und der erforderlichen Flüssigkeitsmenge, um einen physiologisch akzeptablen pH-Wert von 6-6,5 nach einer Exposition von 5 Sekunden mit 40 %iger Natronlauge zu erreichen. Die Temperatur und die Dauer der Wundheilung wird ebenfalls beobachtet.

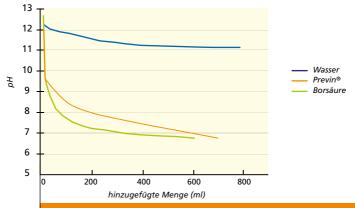


Abb. 13: Verlauf der Änderung des pH-Werts in Abhängigkeit der zur Spülung eines Kontakts mit NaOH 40 % verwendeten Testlösungsmenge

Nur Previn® gestattet die schnelle Rückkehr zu einem physiologisch akzeptablen pH-Wert ohne Anstieg der Temperatur.

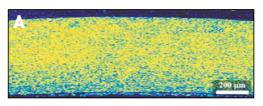
Bei der Spülung mit einer schwachen Säurelösung lässt sich ebenfalls ein schneller Rückgang des pH-Werts beobachten, jedoch in Verbindung mit einem Temperaturanstieg (bis auf 37°C).

Wird die gleiche Menge Wasser hinzugefügt, bleibt der pH-Wert hoch (die Temperatur steigt bis auf maximal 31,5°C bei einer Normaltemperatur von 25°C).

In vivo ist die Dauer der Wundheilung mit Previn[®] viel kürzer (12 Tage) als mit den anderen getesteten Lösungen (16 Tage mit der schwachen Säure und 21 Tage mit Wasser).

6.2.2 EX-VIVO-STUDIEN

Die Wirkung der Spülung mit Previn® wurde auch an der Hornhaut von Kaninchen ex vivo nachgewiesen, nach dem EVEIT-Modell (Spöler – 2007). Die Hornhäute wurden Natronlauge-Konzentrationen von 1 mol/l während 20 Sekunden ausgesetzt und anschließend mit Previn® gespült. Die Wirkung der Spülung mit Previn® wurde anhand der OCT-HR-Technik beobachtet. Die Spülung mit Previn® stoppt die Entwicklung und die Verbreitung der Natronlauge in der Hornhaut.



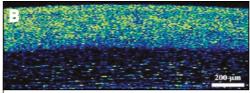


Abb. 14: Hornhaut von Kaninchen, 16 Minuten nach der Anwendung von 500 μ l NaOH 1mol/l während 20 s.

A) ohne Spülung

B) nach der Spülung mit Previn®

6.3. ERFAHRUNGSDATEN ZUR ANWENDUNG VON PREVIN®

In diesem Abschnitt sind einzelne Fälle oder gleichartige Anwendungen von Previn® auf Kontaminationen mit Natronlauge / Natriumhydroxid zusammengefasst. Diese Erfahrungen im Industriebereich (www. prevor.com) zeigen, dass bei einer sofortigen Anwendung von Previn® die Wirkung des Hydroxidions gestoppt und Verletzungen vermieden oder minimiert werden. Ebenfalls festzustellen sind das Ausbleiben bzw. die Verringerung der Zahl von Arbeitsausfällen und / oder von Folgeschäden.



6.3.1 KLINISCHE STUDIE AM MENSCHEN

Eine klinische Studie wurde von Oktober 2006 bis März 2006 in 3 Aluminiumraffinerien in Australien durchgeführt. Die Einführung von Previn® ging einher mit der speziellen Erfassung aller Fälle von Hautkontakten mit einer Base, im Großteil der Fälle Natronlauge. Die exponierten Mitarbeiter wurden geschult und anschließend mit Previn®-Sprühdosen ausgerüstet. Die Entscheidung, ob sie einen eventuellen Kontakt mit Wasser oder mit Previn® spülen würden, wurde ihnen überlassen. Bei jedem Vorfall wurde aufgezeichnet, welche Lösung für die Erstbehandlung gewählt wurde. Die endgültige Studie umfasst 180 Fälle von Hautkontakten mit alkalischen Lösungen.

Es zeigte sich, dass im Laufe der Zeit immer mehr Mitarbeiter die Anwendung von Previn® für die Erstversorgung bevorzugten. Die Verletzungen waren bei diesen Mitarbeitern deutlich weniger schwer.

ZUR ERSTVERSORGUNG VERWENDETE LÖSUNG	PREVIN®	WASSER
Anzahl der Fälle	138	42
Dauer der Anwendung	1 min.	5 min.
Keine chemische Verletzung	52,9 %	21,4 %
Blasen oder schwerere Verletzungen	7,9 %	23,8 %

Die Einführung von Previn $^{\circ}$ an diesen Industriestandorten ging einher mit einer Sensibilisierung der Mitarbeiter für chemische Risiken und einer geringeren Unfallhäufigkeit (Donoghue - 2010).

6.3.2 ERFAHRUNGSBERICHTE ZUR ANWENDUNG VON PREVIN® NACH KONTAKT MIT NATRONLAUGE

Oktober 2008 – E.on, Åbyverket, Örebro - Schweden

Im Oktober 2008 wurde beim Umfüllen von 50 %iger Natronlauge der Fahrer eines Tanklastwagens mit mehreren Litern der ätzenden Substanz an einem Bein kontaminiert als er einen Schlauch löste, der noch nicht vollständig entleert war.

Dem internen Protokoll entsprechend ist beim Umfüllen stets ein Mitarbeiter anwesend, der mit einer tragbaren Körperdusche mit Previn® ausgerüstet ist. Dieser Mitarbeiter sah den Unfall und griff ein. Zunächst wollte der Fahrer kein Produkt anwenden, das er nicht kannte und suchte nach dem Wasserhahn, um sich abzuspülen. Der Mitarbeiter konnte ihn jedoch überzeugen und sprühte ihm Previn® auf die Beine. Der Fahrer bemerkte sehr schnell die Wirksamkeit von Previn®. Er stellte fest, dass er keine Verätzung hatte. Auch die Hände des Fahrers waren leicht mit Natronlauge kontaminiert. Durch das Spülen mit Previn® ist der "seifende" Effekt der konzentrierten Natronlauge schnell verschwunden. Zuvor war der Fahrer des Lastwagens dahingehend geschult worden, die Hände mindestens 10-15 Minuten mit Wasser zu spülen, um dieses "Seifige» zu entfernen.

Juli 2006 - Tolkim, Türkei

In einem Chemiewerk in der Türkei wurde ein Arbeiter mit 48 %igem Ätznatron (pH 14) kontaminiert. als diese Substanz in das Labor der Qualitätskontrolle transportierte. Er benutzte eine Sprühdose Mini-TAD mit 200 ml in der ersten Minute nach Kontakt und 3 Minuten später eine zweite Sprühdose. Er hatte keinen Arbeitsausfall und keine Folgeschäden.



Foto der Verletzungen am Tag des Unfalls: Erythem (Rötung)



Foto 3 Tage nach dem Unfall: Die Haut ist wieder normal.

Abb. 15: Entwicklung der mit Previn® gespülten Verletzungen nach einem Kontakt mit 48 %iger Natronlauge.

Februar 2006, Düngemittelhersteller, Sao Paulo, Brasilien

Ein Mitarbeiter ging unter den Rohren hindurch, als er spürte, wie Tropfen auf seinen Helm fielen. Es handelte sich um 40 %ige Natronlauge. Er spürte Schmerzen auf der rechten Wange und im Genick. Er begab sich sofort zum medizinischen Dienst, wo Previn® auf die betroffenen Bereiche aufgetragen wurde. Im Genick hatte er eine leichte Rötung. Der Mitarbeiter spürte, wie der Schmerz nachließ und schließlich verschwand. 24 Stunden später gab es überhaupt keine sichtbaren Folgen des Unfalls mehr und das Unfallopfer hatte keine Arbeitsunterbrechung.



Spülung des Genicks mit Previn® am Tag des Unfalls. Leichtes Erythem (Rötung)



Foto das Genicks 24 Stunden nach dem Unfall: normales Aussehen der Haut.



Spülung der Wange mit Previn® am Tag des Unfalls.



Foto der Wange 24 Stunden nach dem Unfall: normaler Zustand der Haut.

Abb. 16: Spritzer von 40 %iger Natronlauge auf das Genick und die rechte Wange, mit Previn® als Erstversorgung gespült



1998 - Bio Products Laboratory, Herts, Großbritannien

Dieses Pharmaunternehmen hat von Mai bis September 1998 seine Anlagen gewartet. Vor Beginn der Arbeiten wurde das Personal hinsichtlich der chemischen Sicherheit geschult. Trotzdem waren 6 Unfälle durch Kontamination mit ätzenden Substanzen zu beklagen:

- Natronlauge auf einer Hand (Kontakt mit einem kontaminierten Schlauch)
- Natronlauge im Genick
- Natronlauge in Augen, Gesicht und auf der Brust
- Kontamination einer Hand durch Natriumhydroxid, das unter den Handschuh gelangt war
- · Spritzer von Natronlauge auf einem Arm
- Kontamination eines Handgelenks durch Natronlauge, das unter einen Handschuh gelangt war.

Nach jeder Exposition wurde sofort und als Erstversorgung mit Previn® gespült. Nach einem Besuch beim medizinischen Dienst des Werks sind alle diese Personen innerhalb einer Stunde nach dem Unfall an ihren Arbeitsplatz zurückgekehrt. Nur ein leichtes Erythem (Rötung) wurde in manchen Fällen beobachtet, jedoch mit spontaner Heilung innerhalb weniger Stunden.

1998 - Hydro Aluminium Expal, Luce - Frankreich

In der Vergangenheit gab es in diesem Werk zwei schwere Unfälle durch Kontakt mit 98 %iger Schwefelsäure und mit 30 %iger Natronlauge. Diese Unfälle führten zu langem Arbeitsausfall und in einem Fall zu einem chirurgischen Eingriff. Aufgrund dieser Vorfälle sahen sich alle für die Sicherheit des Standorts Verantwortlichen veranlasst, das Notfallprotokoll zu ändern. Seit der Einführung von Previn® hat das Werk nur noch harmlose Unfälle zu vermerken, ohne Arbeitsausfälle und Folgeschäden. Die Anwender von Previn® sind von dessen Wirksamkeit ganz und gar überzeugt.

1994-1998 - Serie von Kontaminationen, Mannesmann, Deutschland

Von 1994 bis 1998 hat die Firma Mannesmann drei Fälle von Kontaminationen mit Natronlauge verzeichnet, zwei Fälle betrafen die Augen und ein Fall die Haut, alle wurden von dem Verunglückten sofort mit Previn® gespült. Eine zweite Spülung und die medizinische Kontrolle erfolgten anschließend direkt in der Sanitätsstation des Unternehmens.

Konzentration	Lokalisation des Kontakts		Arbeitsausfall (Tage)	Folgeschäden
30%	rechtes Auge	keine	0	keine
Basische Lösung (30%)	rechtes Auge	keine	0	keine
45%	Knie	keine	0	keine

Die schnelle Spülung mit Previn® konnte in diesen drei Fällen weitere Behandlungen und Folgeschäden vermeiden.

Mai 1995 – Papierfabrik Aussedat Rey - Frankreich

Ein Praktikant lässt eine Flasche mit konzentrierter Natronlauge fallen. Er wird im Gesicht und am rechten Arm kontaminiert. Previn® wird sofort auf das Gesicht und den Arm aufgetragen. Die Untersuchung in der Sanitätsstation 15 Minuten später zeigt, dass die Natronlauge auch den rechten Fuß durch den Schuh kontaminiert hat. Die Krankenschwester sprüht also Previn® auf den Fuß. Im Gesicht und auf dem Arm sind leichte Rötungen festzustellen, doch der Fuß ist schwerer verletzt. Die Schwere der beobachteten Verätzungen ist auf die verzögerte Spülung des Fußes zurückzuführen.

Oktober 1993 - Alcan Deutschland, Göttingen - Deutschland

Bei einem Reparaturvorgang wird ein Arbeiter in beiden Augen, im Gesicht und auf der Brust mit Natronlauge kontaminiert. In den nächsten zwei Minuten wird der Arbeiter mit Previn® gespült. Bei der Kontrolle in der Klinik wird keinerlei Verätzung festgestellt. Der Unfall hatte somit keine Folgeschäden.

Oktober 1993 - MEWA, Deutschland

Nach einer Kontamination eines Arms mit 50 %iger Natronlauge erfolgt eine sofortige Spülung mit Previn®. Die Person verspürte überhaupt keine Schmerzen und konnte ihre Arbeit noch am gleichen Tag wieder aufnehmen.

November 1991 – ICI, Oissel – Frankreich

Nach einer Kontamination der Augen mit Natronlauge konnte die sofortige Spülung mit Previn® die Epithelverletzungen, d. h. die Oberflächenverletzungen, begrenzen. Durch die spontane Reepithelisierung konnte die frühere Sehschärfe wiedererlangt werden.

Januar 1991 – Papierfabrik Clairefontaine, Etival – Frankreich

Einem Mitarbeiter geriet ein Plättchen Natriumhydroxid in das Auge. Durch die unmittelbare Spülung mit Previn® fühlte das Unfallopfer eine sofortige Linderung. Eine augenärztliche Kontrolle ergab, dass das Auge in normalem Zustand war, der Unfall demnach keine Verätzung verursacht hatte.

Januar 1991 – Papierfabrik Clairefontaine, Etival – Frankreich

Nach einer Kontamination mit Natronlauge am Körper wurde der Arbeiter sofort mit einer tragbaren Dusche mit Previn® gespült. Dadurch kam es zu keiner Verätzung und keinem Arbeitsausfall.

1991-1993 – Serie von Kontaminationen durch Basen, Martinswerk, Deutschland

Von 1991 bis 1993 hat das Werk Martinswerk (Fertigung von Aluminiumoxid und -hydroxid) 45 Fälle von Kontaminationen durch Basen registriert, davon 86 % Kontaminationen mit Natronlauge/ Natriumhydroxid (Konzentration zwischen 40 und 600 g/l - in flüssiger Form als Natronlauge, in fester Form als Plättchen oder Tabletten, davon 3 Fälle mit heißer Natronlauge).

29 Fälle von Kontaminationen der Haut und 16 Fälle von Kontaminationen der Augen wurden erfasst. Die Studie (Hall – 2002) hat einen Vergleich der Anwendung von Wasser, einer verdünnten Essigsäurelösung und Previn® als Spüllösung durchgeführt und dabei folgende Beurteilungskriterien verwendet:

- die Arbeitsausfälle
- die Notwendigkeit einfacher medizinischer Behandlung
- · die Inanspruchnahme einer medizinischen Betreuung.

Wurde Previn® zur Erstversorgung verwendet, wurde im Vergleich zur Essigsäure und zu Wasser folgendes beobachtet:

- eine erhebliche Verringerung der Arbeitsausfälle
- keine medizinischen Behandlungen

7. HINWEISE ZUR SPÜLUNG MIT PREVIN®

Previn® ist eine Spüllösung zur Notfallversorgung von chemischen Kontaminationen der Augen und der Haut. Es wirkt aufgrund seiner amphoteren Eigenschaften direkt auf das reizende bzw. ätzende Potenzial der chemischen Substanz. Es stoppt aufgrund seiner Hyperosmolarität das Eindringen der Chemikalie in das Gewebe. Auf diese Weise wird die Wirksamkeit der Spülung maximiert und Verletzungen werden verhindert oder begrenzt.

Im Falle eines Augenkontaktes oder eines Hautkontaktes mit Natronlauge/ Natriumhydroxid empfehlen wir dringend, eine sofortige und länger dauernde Spülung mit Previn® durchzuführen. Previn® stoppt die Aggressivität von Natronlauge / Natriumhydroxid.

Bei einem Augenkontakt mit verdünnter Natronlauge bei einer Kontaktdauer unter 10 Sekunden eine individuelle Augendusche (ADI) 50 ml verwenden. Bei einer Kontaktzeit unter 1 Minute eine Flasche mit 500 ml verwenden. Bei einer Kontamination mit Natriumhydroxid als Feststoff oder mit einer sehr konzentrierten und viskosen Natronlauge (rund 50 %) eine lange Spülung mit 500 ml Previn® durchführen.

In allen Fällen wird empfohlen, die Spülung mit einer Flasche mit 200 ml Afterwashll® fortzusetzen, einer tränenisotonischen Spüllösung.

Bei einem Hautkontakt (Hand, Unterarm, Hals usw.) und einer Kontaktdauer von weniger als 1 Minute eine Sprühdose Mikro-TAD 100 ml oder Mini-TAD 200 ml verwenden - je nach der Größe der kontaminierten Fläche

Bei großflächigen Hautkontakten und einer Kontaktzeit unter einer Minute eine tragbare Körperdusche (TAD) mit 5 Litern verwenden.

Previn® hat sich auch bei einer verzögerten Spülung (nach 60 Sekunden) als nützlich erwiesen. Es können zwar bereits Verätzungen entstanden sein, doch eine längere Spülung wird die Entwicklung dieser Verätzungen beschränken und dadurch die Folgebehandlungen vereinfachen.

Bei einer Kontamination der Augen empfehlen wir, die Erstspülung mit einer 500 ml-Flasche Previn® mit einer Zweitspülung über eine Dauer von idealerweise 5 Minuten fortzusetzen. Eine Fortsetzung der Spülung über mehr als 15 Minuten ist dagegen nicht erforderlich.

Bei einer Kontamination der Haut empfehlen wir, die Erstspülung mit einer Zweitspülung fortzusetzen, und zwar für eine Dauer, die der 3- bis 5-fachen Kontaktdauer mit der chemischen Substanz entspricht.

Das INRS (Französisches Institut für Forschung und Sicherheit) betont die Wichtigkeit einer länger dauernden Spülung. Das Nachlassen der Schmerzen bedeutet nicht, dass die Spülung beendet werden kann. Der Inhalt der gesamten entsprechenden Konditionierung ist zu verwenden.



8. PUBLIKATIONEN

- Açikel C, Ulkür E, Güler MM, Prolonged intermittent hydrotherapy and early tangential excision in the treatment of an extensive strong alkali burn, Burns. 2001 May;27(3):293-296
- Andrews K, Milner SM, The treatment of Alkaline Burns of the Skin by Neutralization, Neutralization of alkaline burns, 111 (6): 1918-1921
- Burgher F, Mathieu L, Lati E, Gasser P, Peno-Mazzarino L, Blomet J, Hall AH, Maibach HI, Experimental 70% hydrofluoric acid (HF) burns: Histological observations in an established human skin explants ex vivo model, Cutaneous and Ocular Toxicology, 2010, 1-8 e-pub
- Burgher F, Mathieu L, Fosse C, Spöler F, Rihawi S, Gérard M, Merle H, Schrage N, Brûlure chimique oculaire:
 Preuve expérimentale de l'influence de paramètres clés sur la diffusion et la décontamination, communication présentée au congrès de la SFO, Mai 2008, Paris, Frankreich
- Cèdre Guide d'intervention chimique Hydroxy de de sodium en solution à 50%, Ausgabe Dezember 2005, Frankreich
- Donoghue M, Diphoterine® for alkali chemical splashes to the skin at alumina refineries, International Journal
 of Dermatology, 2010, 49: 894-900
- Falcy M, Blomet J, Évaluation de l'efficacité des premiers soins lors de projections de produits chimiques, DMT, 70, 1997
- Gérard M, Merle H, Domenjod M, Ayeboua L, Richer R, Jallot-Sainte-Rose N, Brûlures oculaires par bases au CHU de Fort-de-France: A propos de 6 cas, Ophtalmologie, 1996, 10 (5): 413-417
- Hall AH, Blomet J, Mathieu L, Diphoterine® for emergent eye/skin chemical splash decontamination: a review, Vet. Hum. Tox., 2002, 44, 4, 228-231
- Hall AH, Cavallini M, Mathieu L, Maibach HI, Safety of dermal Diphoterine® application: an active decontamination solution for chemical splash injuries, Cut. Ocul. Toxicol., 2009, 28, 4, 149-156
- ICSC n°0360 Hydroxyde de sodium 02.10.2000
- INRS FT n°20 Hydroxyde de sodium et solutions aqueuses Edition 1997
- Lee K, Opeskin K, Fatal alkali burns, Forensic Science International, 1995, 72, 219-227
- Ma B, Wei W, Xia ZF, Tang HT, Zhu SH, Wang Y, Wang GY, Cheng DS, Xiao SC, Mass chemical burn casualty: emergency management of 118 patients with alkali burn during a Matsa typhoon attack in Shanghai, China in 2005, Burns. Août 2007;33(5):565-571
- Mathieu L, Godard C, Coudouel H, Hall AH, sodium hydroxide, in vitro model of eye penetration and active decontamination of a corrosive, Poster vorgestellt auf dem SOT-Kongress, New Orleans, Louisiana, USA, März 2005
- Merle H, Gérard M, Schrage N, Brûlures oculaires, J Fr. Ophtalmol., 2008, 31(5), 1-12
- NIOSH Pocket guide to chemical hazards RTECS WB4900000 Sept. 2005
- OCDE SIDS Initial Assessment Report for SIAM 14, Sodium Hydroxide, 26-28 mars 2002



8. PUBLIKATIONEN (FORTSETZUNG)

- O'Donoghue JM, Al-Ghazal SK, Mc Cann JJ, caustic soda burns to the extremities: difficulties in management, BJCP, Mars 1996, 50, 2, 108-110
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) [2009]. Sodium hydroxide. In: OSHA/EPA occupational chemical database [http://www.osha.gov/web/dep/chemicaldata/ChemicalResult.asp?RecNo=235].
- Palao R, Monge I, Ruiz M, Barret JP, Chemical burns: pathophysiology and treatment, Burns. 2010 May;36(3):295-304. Epub 2009 Oct 28
- Schrage N, Burgher F, Blomet J, Bodson L, Gérard M, hall AH, Josset P, Mathieu L, Merle H, Chemical ocular Burns – New understanding and treatments, Springer edition, 2011
- Schrage N, Rihawi R, Frentz M, Reim M, Akuttherapie von Augenverätzungen, Klin Monatsbl Augenheilkd, 2004, 221(4), 253-261
- Seidenari S, Pepe P, Di Nardo A, Sodium hydroxide-induced irritant dermatitis, as assessed by computerized elaboration of 20 MHz B-scan images and by TEWL, measurement: a method for investigating skin barrier function. Acta Derm Venereol., 1995, 75(2):97–101
- Spöler & al., Dynamic analysis of chemical eye burns using OCT-HR, J of Biomedical Optics, 2007,12 (4), 041203
- Wang CY, Su MJ, Chen HC, Ou SY, Liu KW, Hsiao HT, Going deep into chemical burns, Ann Acad Med Singapore.
 1992 Sep;21(5):677-81
- Wang H, Zhang F, Research on Diphoterine for emergent rinsing of cutaneous alkali burns, Journal of Chinese People's Armed Police Force Academy Jun 2009, Vol. 25, N°6
- Winder C, Medical treatment of caustic burns, Medical Journal of Australia, November 1997, 167: 511-512
- Yano K, Hata Y, Matsuka K, Ito O, Matsuda H, Experimental study on alkaline skin injuries--periodic changes in subcutaneous tissue pH and the effects exerted by washing, Burns. 1993 Aug;19(4):320-323

RISIKO-SÄTZE (CE-EINSTUFUNG)

R35 Verursacht schwere Verätzungen R34 Verursacht Verätzungen R36/38 Reizt die Augen und die Haut

GEFAHRENHINWEIS (CLP-VERORDNUNG)

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere

Augenschäden

Verursacht Hautreizungen

H319 Verursacht schwere Augenreizungen

