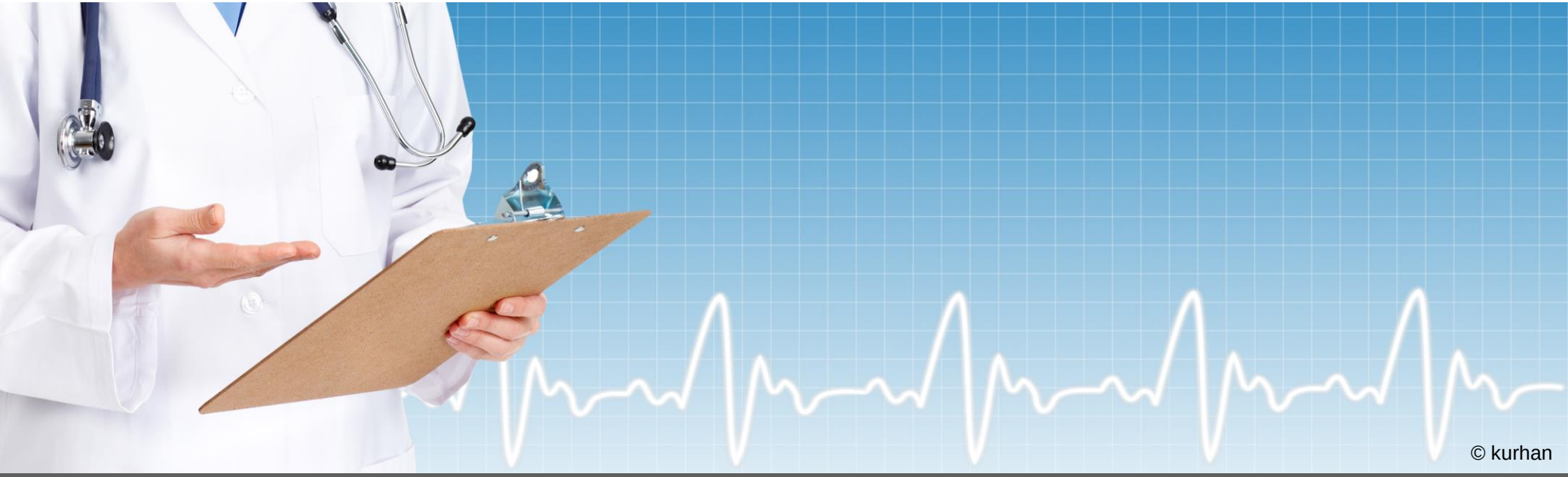
EUROFLUOR

Responsible Care
OUR COMMITMENT TO SUSTAINABILITY



Behandlung von Verletzungen mit Fluorwasserstoff / Flusssäure
Training für Ersthelfer + medizinische Fachkräfte
(Teil 1 – Allgemeine Informationen + Erste Hilfe)

cefic sector group

Eurofluor (European Technical Committee for Fluorine)

www.eurofluor.org

INHALT

- Einführung
- Anwendungen für Flusssäure / Fluorwasserstoff
- Allgemeine Informationen
  - Fluorwasserstoff (AHF)
  - Flusssäure (HF)
- Risiken von AHF/HF
- Physiopathologie & Toxikologie
- Dekontamination
- Erste Hilfe
  - Haut
  - Augen
  - Inhalation
  - Verschlucken

EINFÜHRUNG

- Diese Empfehlung basiert auf häufig getroffenen Maßnahmen der Mitgliedsunternehmen des Eurofluor.
- Es ist nicht beabsichtigt die nationalen oder internationalen Regulierungen zu ersetzen. Diese müssen ganzheitlich beachtet werden.
- Diese Empfehlung resultiert aus dem Verständnis und der langjährigen Erfahrung der AHF/HF Produzenten in den jeweiligen Ländern zum Ausgabedatum dieses speziellen Dokumentes.
- Diese, in gutem Glauben zusammengestellte Empfehlung sollte nicht als Standard oder umfassende Spezifikation verwendet werden, sondern als Anleitung, die in jedem einzelnem Fall gemeinsam mit AHF/HF Produzent oder Lieferant oder Verwender oder anderen Experten auf diesem Gebiet angepasst und verwendet werden sollte.

EINFÜHRUNG

- Bei der Erstellung dieser Publikation wurde unterstellt, dass der Nutzer sicherstellt, dass der Inhalt für die Anwendung relevant ist und korrekt durch qualifizierte und erfahrene Personen umgesetzt wird, für die diese Empfehlung erstellt wurde.

- Eurofluor hat keine, und kann auch keine Verantwortung übernehmen oder kann keinerlei Form von Garantie im Zusammenhang mit veröffentlichtem Material in Eurofluor Publikationen übernehmen und lehnt jegliche rechtliche Haftung und Verantwortung für Schäden oder Verlust durch die Verwendung, oder Missbrauch von Informationen, die in diesem Dokument enthalten sind ab.

ANWENDUNGEN VON AHF / HF

Industrie	Verwendung von AHF/HF
ELEKTRONIKINDUSTRIE	Produktion von Microchips, Ätzmittel für elektronische Schaltkreise
METALLURGIE	Metallreinigung / Aluminium Produktion
PETROCHEMIE	Als Katalysator bei der Alkylierung von Benzin
GLASINDUSTRIE	Glasätzen
KÄLTEMITTEL	Klimaanlagen, Kühlschränke
FEUERLÖSCHMITTEL	Feuerlöscher
FLUORCHEMIE	Produktion von fluorierten Salzen, Produktion von Fluorkunststoffen
MEDIZIN	Treibmittel für Medikamente, anästhesistische Gase, Produktion von Antibiotika, Produktion und Beschichtung von chirurgischen Prothesen, Produktion von Medikamenten
NUKLEARINDUSTRIE	Verarbeitung von Uranerz
AGROCHEMIE	Pestizide
REINIGUNGSMITTEL	Rostentferner, Fassadenreiniger

ALLGEMEINE INFORMATIONEN ÜBER AHF

Konzen-tration %	CLP KLASSIFIKATION CLP – Classification, Labelling and Packaging	ADR / RID KLASSIFIKATION ADR - European Agreement on International Carriage of Dangerous Goods RID – Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods
AHF HF > 85%	AKUTE TOXIZITÄT (oral, dermal and inhalativ) Kat. 1 and 2 ÄTZ/REIZWIRKUNG AUF DIE HAUT Kat 1A Hazard statements (H Sätze) H300: Lebensgefahr bei Verschlucken H310: Lebensgefahr bei Hautkontakt H330: Lebensgefahr bei Einatmen H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	FLUORWASSERSTOFF, WASSERFREI KLASSE 8 PG I CT1 : KORROSIVE SUBSTANZ, TOXISCH,FLÜSSIG FLUSSSÄURE mit mehr als 85% Fluorwasserstoff KLASSE 8 PG I CT1 : KORROSIVE SUBSTANZ, TOXISCH, FLÜSSIG

ALLGEMEINE INFORMATIONEN ÜBER FLUSSSÄURE (HF)

<table>
<tr><th>Konzen-tration
%</th><th>CLP KLASSIFIKATION
CLP – Classification, Labelling and Packaging</th><th>ADR / RID KLASSIFIKATION
ADR - European Agreement on International Carriage of Dangerous Goods
RID – Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods</th></tr>
<tr><td>HF > 60%
HF < 85%</td><td rowspan="2">AKUTE TOXIZITÄT (oral, dermal and inhalativ)
Kat 1 and 2
ÄTZ/REIZWIRKUNG AUF DIE HAUT
Kat 1A

Hazard statements (H Sätze)
H300: Lebensgefahr bei Verschlucken
H310: Lebensgefahr bei Hautkontakt
H330: Lebensgefahr bei Einatmen
H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden</td><td>FLUSSSÄURE
Mit mehr als 60% aber nicht mehr als 85% Fluorwasserstoff
KLASSE 8 PG I
CT1 : KORROSIVE SUBSTANZ, TOXISCH, FLÜSSIG
886
1790
 </td></tr>
<tr><td>HF ≤ 60%</td><td>FLUSSSÄURE
Mit weniger als 60% Fluorwasserstoff
KLASSE 8 PG II
CT1 : KORROSIVE SUBSTANZ, TOXISCH, FLÜSSIG
86
1790
 </td></tr>
</table>

PHYSIKALISCH – CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

SUBSTANZ NAME:	FLUORWASSERSTOFF (AHF) FLUSSSÄURE (HF)
CHEMISCHE FORMEL	HF
IDENTIFIKATION	CAS NUMMER: 7654-39-3 EINECS NUMMER: 231-634-8 UN NUMMER: 1052 / 1790 RTCES/NIOSH NUMMER: MW 7875000
AGGREGATZUSTAND	Flüssig. Wenn sein Dampf mit Feuchtigkeit in Berührung kommt, entsteht sehr viel und dichter weißer Rauch.
FARBE	Farblos
GERUCH	Scharfer stechender Geruch. Geruchsgrenzwert: 0.04 – 0.13 p.p.m.
PH	<1
STABILITÄT	Stabil unter normalen Bedingungen. Es gibt eine große Tendenz zur Polymerisation, nicht als gefährlich angesehen
LÖSLICHKEIT IN WASSER	100% Gewicht

GENERELLE GEFAHREN DURCH AHF/HF

GEFAHREN FÜR DIE MENSCHLICHE GESUNDHEIT

- Lebensgefährlich wenn inhaliert, verschluckt oder bei Hautkontakt
- Verursacht schwere Hautverätzungen und Augenschädigungen
- Spezifische medizinische Behandlung notwendig
- Im Fall einer längeren Exposition kann eine Berufskrankheit ausgelöst werden
- Scharfer, stechender und erstickender Geruch

GEFAHREN FÜR DIE UMWELT

- Es kann Oberflächen- und Grundwasser und Erdboden verunreinigen
- Luft verschmutzend
- Gefährlich für Wasserleben

EXPOSITION MIT AHF / HF

JEDE EXPOSITION MIT AHF/HF

MUSS ALS SCHWERWIEGEND

BETRACHTET WERDEN!

RISIKEN VON AHF/HF

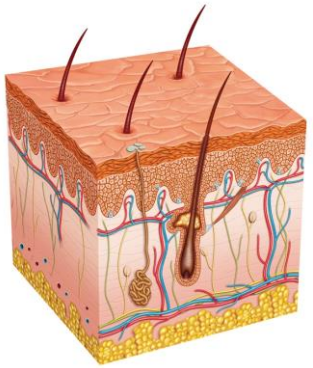
EIGENSCHAFTEN VON AHF/HF:		
Korrosiv (Säure)	→	Ernste Gewebeverätzung/-zerstörung
Toxisch	→	Systemische Effekte
Gefährlich bei Inhalation (Gas)	→	Inhalationstrauma

Arten der Exposition von AHF/HF:
Flüssig (Achtung: Risiko auch bei geringen Konzentrationen!)
Gas
Kombination von flüssig und gasförmig

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

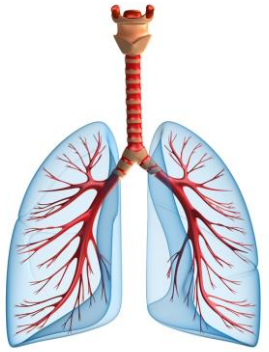
KONTAKT ÜBER:

HAUT



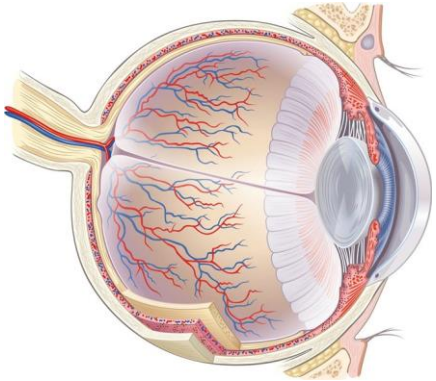
© Alex Luengo

ATEMWEGE



© Alex Mit

AUGEN



© Felixdesign

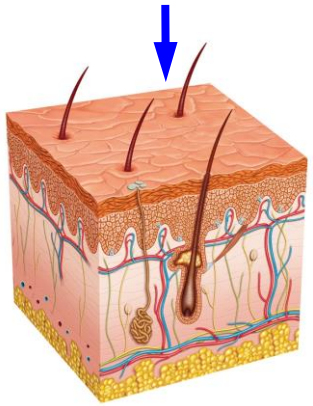
MUND (gastrointestinales System)

© Leonello Calvetti

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

HAUTKONTAKT:

AHF / HF



© Alex Luengo

H^+ F^-

- Schnelle Dissoziation bei pH 7.4 (Körper)
- Fluorid bildet Salze

$$2\ F^- + Ca^{2+} = CaF_2$$

$$2\ F^- + Mg^{2+} = MgF_2$$

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

Nach der Ionisierung bildet das Fluorid unlösliche und lösliche Salze

Unlösliche Salze:

$2\ F^- + Ca^{2+} = CaF_2$ (Kalziumfluorid)

$2\ F^- + Mg^{2+} = MgF_2$ (Magnesiumfluorid)

Lösliche Salze:

$F^- + Na^+ = NaF$ (Natriumfluorid)

$F^- + K^+ = KF$ (Kaliumfluorid)

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

Akut/Primär

- Korrosive Effekte
  - Konzentration >50% resultiert in sofortiger schwerer Gewebezerstörung/ Blasen,
  - Extrem schmerzhaft

- Systemische Effekte
  - Niedriger Kalziumgehalt im Blut (Herzrhythmusstörung/-stillstand) und
  - Fluorid Vergiftung (hepatische und renale Störung)

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

VORSICHT!

Subakut/Sekundär

- Symptome in Abhängigkeit von der Konzentration AHF/HF
  - HF > ~14%:Symptome sofort evident
  - HF ~12%:Symptome nicht evident innerhalb einer Stunde
  - HF < ~ 7%:Symptome möglich >24 Stunden nach der Exposition!

- <u>Systemische Effekte</u>
  - Niedriger Kalziumgehalt im Blut (Herzrhythmusstörung/-stillstand) und
  - Fluorid Vergiftung (hepatische und renale Störung)

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

Subkakut/Sekundär

- Enge des Brustkorbs
  (manchmal erst Stunden nach der Exposition),
- Lungenödem
- Gefahr: verzögerter Schmerz und Hautzerstörung

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

Langzeit

- Effekte der Gewebezerstörung durch den korrosiven und toxischen Effekt
(Narbenbildung und hepatische and renale Störungen)

- Achtung: keine Effekte dokumentiert oder geschildert im Fall der chronischen Exposition mit sehr geringen Konzentrationen von HF

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

TWA (Time-weighed average – Zeitgewichteter Durchschnitt)

Die Zeit gewichtete Durchschnittkonzentration für einen normalen 8 Stunden Arbeitstag und einer 40 Stunden Woche, bei der alle Arbeiter wiederholt exponiert sein können, täglich ohne nachteilige Effekte für das gesamte Arbeitsleben = 0,5 PPM. (ACGIH).”

IDLH (Immediately dangerous to life and health (NIOSH)

Sofort gefährlich für Leben und Gesundheit = 30 ppm

PHYSIOPATHOLOGIE & TOXIKOLOGIE

ERPG 1 (Emergency Response Planning Guideline – Notfallschutzplan Leitfaden)

"Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter mehr als leichten, vorübergehenden nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen leiden bzw. ohne dass sie einen eindeutig definierten unangenehmen Geruch wahrnehmen."
= 2 ppm"

ERPG 2 (Emergency Response Planning Guideline)

„Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnte, Schutzmaßnahmen zu ergreifen." = 20 ppm

ERPG 3 (Emergency Response Planning Guideline)

„Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter lebensbedrohlichen gesundheitlichen Auswirkungen leiden bzw. solche entwickeln." = 50 ppm

AHF/HF IST KORROSIV/TOXISCH UND VERURSACHT:

1. Schwere und schmerzhafte Verätzungen der Haut
2. Reizung der Atemwege die zu Bronchitis oder sogar zu Lungenödemen führen kann
3. Asphyxie/Erstickung (schwerwiegende unzureichende Versorgung mit Sauerstoff)
4. Schwere und schmerzhafte Verätzungen der Augen
5. Blindheit
6. Schwere und schmerzhafte Verätzungen des Verdauungstrakts
7. Schwere Toxische Systemische Effekte, die spezialisierte (Intensiv-) Intervention erfordern
   - metabolisch (Stoffwechsel),
   - chirurgisch,
   - thorakal,
   - ophthalmologisch

Achtung: *Alle oder einige der obigen Effekte können verzögert beginnen und/oder von toxischen systemischen Effekten begleitet werden*

VERFAHRENSWEISE DER MEDIZINISCHEN BEHANDLUNG

AHF/HF Expositionen unterscheiden sich von anderen Säureexpositionen:

- AHF/HF penetriert jedes Gewebe, mit dem es in Kontakt kommt und verbleibt nicht an dessen Oberfläche
- Sofort nach der Absorption trennt sich AHF/HF schnell in Wasserstoff- und Fluoridionen. Wasserstoff ist in diesem Zusammenhang von geringerer Bedeutung
- Fluorid migriert und zerstört weiter tiefere Gewebeschichten und versucht lösliche und unlösliche Verbindungen zu bilden. Diese sind die Grundlage für die systemischen toxischen Effekte
- anders als bei anderen Säuren, die schnell entfernt oder neutralisiert sind, geht der korrosive und toxische Effekt für Tage weiter, wenn nicht behandelt wird

VERFAHRENSWEISE DER MEDIZINISCHEN BEHANDLUNG

- Industrielle Erfahrungen belegen, dass die sofortige Behandlung – wie beschrieben – die Entwicklung zu einer schweren Verletzung verhindert
- Daher -> Schnelligkeit ist unerlässlich
- Verzögerungen bei der ersten Hilfe oder bei der medizinischen Behandlung führen wahrscheinlich zu größeren Schäden, die in einigen Fällen tödlich enden können
- Schmerzlinderung ist ein wichtiger Hinweis für den Erfolg der Behandlung; daher sollte örtliche Narkose vermieden werden

HINWEIS FÜR ERSTHELFER

© alexwhite

Stellen Sie sicher nicht selbst kontaminiert zu werden

Tragen Sie die korrekte persönliche Schutzausrüstung und AHF/HF resistente Handschuhe

ERSTE HILFE

© alexwhite

- **ZÖGERN SIE NICHT**

- Sofortiger Kontakt mit dem Erste Hilfe Team ist notwendig
- Bewegen Sie das Opfer aus dem Expositionsgebiet und

- **BEGINNEN SIE MIT DER ERSTEN HILFE BEHANDLUNG OHNE VERZÖGERUNG**

- Als Helfer: Schützen Sie sich selbst
- Stellen Sie sicher, dass der Patient von einem Helfer begleitet wird
- Stellen Sie sofortige medizinische Unterstützung sicher

DEKONTAMINATION

© Nuno Andre

© Nuno Andre

- Verwenden Sie große Mengen Wasser einer Notdusche, bzw. Augenwaschstation um die betroffenen Stellen zu dekontaminieren
- AHF/HF ist sehr wasserlöslich, daher ist die Dekontamination mit Wasser sehr effektiv
- Beginnen Sie mit der Dekontaminierung schnellstmöglich
- Bekleidung, persönliche Schutzausrüstung und Schmuck, Uhren und Schuhe sollten als kontaminiert eingeschätzt werden und während des Duschens ausgezogen werden
- Überprüfen Sie mit pH Papier (auf der Haut und im Auge) ob die Dekontaminierung effizient war

DEKONTAMINATION - AUGEN

© Nuno Andre

- Frühe Dekontamination mit großen Mengen Wasser einer Augenwaschstation oder ähnlicher starkfließender Einrichtung
- Spülen durch Öffnen und Schließen der Lider. Es muss sichergestellt werden, dass ausreichende Spülung unter den Lidern und in allen Winkeln des Auges stattfindet
- Es ist sehr unangenehm unter den Lidern und den Augenwinkeln zu spülen
- Daher ist, falls möglich durch trainiertes Personal eine örtliche Oberflächenanästhesie nach einer ersten Dekontamination empfohlen

ERSTE HILFE - HAUT

© alexwhite

- Prinzip: Abspülen und Verdünnen
- Entfernen Sie jede kontaminierte Kleidung (Schmuck/Uhren/Schuhe etc.!) unter der Notdusche
- Schließlich entfernen Sie die Schutzbrille und sehen Sie dabei direkt in die Dusche und spritzen Sie mit geschlossenen Augen ins Gesicht
- 1 Minute Duschen nach der Entkleidung ist ausreichend!
- Duschen Sie solange weiter, bis Kalziumglukonat verfügbar ist!
- Massieren Kalziumgluconat 2.5% Gel so schnell wie möglich ein
- Massieren Sie für mindestens weitere 15 Minuten nachdem der Schmerz aufgehört hat
- Transport ins Krankenhaus:

"NASS & NACKT….."
(vollständig dekontaminiert)

Picture © Ilin Sergey

ERSTE HILFE - AUGEN

© alexwhite

- Sobald die Dekontamination beendet wurde, spülen Sie mit einer weniger stark fließenden Lösung
- Spülen Sie jedes Auge mit einer 0,9% salzhaltigen Lösung (Ringer Lösung)
- Diese Spülung sollte während des Transports beibehalten werden bis zur Behandlung durch einen Augenspezialisten
- Ziehen Sie sofort medizinische Unterstützung hinzu, vor allem durch Augenspezialisten

ERSTE HILFE - INHALATION

© alexwhite

- Geben Sie 100% Sauerstoff mittels Maske
- Zerstäuben Sie dauerhaft 2.5% Kalziumgluconat in normaler salzhaltiger Lösung bis zur medizinische Behandlung
- Sollte Atemunterstützung notwendig sein, nutzen Sie indirekte Methoden, wie z.B. „microshields®" oder „ambu" bag

ERSTE HILFE - VERSCHLUCKEN

© alexwhite

- Führen Sie kein Erbrechen herbei
- Erhalten Sie die Lebensfunktionen
- Sorgen Sie für sofortige medizinische Behandlung

SYSTEMISCHE EFFEKTE

© alexwhite

- Überwachen Sie mögliche Zeichen einer systemischen Fluorid Vergiftung, vor allem zu niedrigem Kalziumgehalt im Serum

- Eine intravenöse Infusion von Kalziumgluconat als vorbeugende Behandlung gegen drohende systemische Effekte von AHF/HF (sofortige Hypokalzämie) sollte unbedingt erwägt werden

ENDE TEIL 1

Mehr Informationen/Broschüren:

Es wird empfohlen ebenfalls folgende Dokumente zu lesen:

- **First Aid Brochure (Management of hydrogen fluoride injury) – Richtige Behandlung von Flusssäure-Verletzungen: Informationen für medizinische Fachkräfte**
- **Guidelines in Case of AHF/HF Exposure**
- **AHF / HF Safety Data Sheets**

von der Website www.eurofluor.org unter safety recommendations

Teil 2 (für medizinische Fachkräfte) kann nur über folgende Adresse bezogen werden:

Eurofluor
Avenue E. Van Nieuwenhuyse 4
Box 2 - B-1160 BRUXELLES
info@eurofluor.org