

Gefahrstoffe



Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride

M 005

BGI 576

Stand: März 2012

[Papierfassung im Medienshop aufrufen](#)

Das vorliegende Merkblatt konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Es nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen des Merkblatts können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Das Merkblatt wurde sorgfältig erstellt. Trotzdem wird der Unternehmer nicht von der Pflicht und Verantwortung befreit, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

In den Betrieben nehmen Frauen und Männer gleichermaßen verantwortungsvolle Aufgaben wahr. Um das Lesen zu erleichtern, wird in diesem Merkblatt – wie auch in den Vorschriften – unabhängig davon nur von „dem Unternehmer“ bzw. „dem Vorgesetzten“ gesprochen.

Das **Arbeitsschutzgesetz** spricht vom Arbeitgeber, das **Sozialgesetzbuch VII** und die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer nicht notwendigerweise Arbeitnehmer beschäftigen. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, so dass der Begriff „Unternehmer“ verwendet wird.

1 Anwendungsbereich

Als Ergänzung der Betriebsanweisung kann dieses Merkblatt den Beschäftigten zur Information über Gefährdungsmöglichkeiten und Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden oder deren Zubereitungen dienen. Es gilt sinngemäß auch für anorganische fluorhaltige Säuren, z. B. Fluorkieselsäure.

In erster Linie soll es dem Unternehmer bei der

- Ermittlung und Beurteilung der Gefahren,
- Festlegung der zum Schutz des Menschen und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen und Verhaltensregeln,
- Festlegung des Verhaltens im Gefahrenfall,
- Festlegung der Erste-Hilfe-Maßnahmen,
- Festlegung der sachgerechten Entsorgung,

- Ausarbeitung der Betriebsanweisung und
- Durchführung der mündlichen Unterweisungen

unterstützen, wenn mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden oder deren Zubereitungen umgegangen wird oder wenn diese Stoffe z. B. bei chemischen Umsetzungen oder bei Be- und Verarbeitungsprozessen entstehen können. Das trifft auch für Tätigkeiten im Gefahrenbereich von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden zu.

2 Physikalische und chemische Eigenschaften

2.1 Fluorwasserstoff (85)

Fluorwasserstoff ist eine bei ca. 20 °C siedende, farblose, an feuchter Luft stark rauchende Flüssigkeit.

Fluorwasserstoff ist sehr hygroskopisch und dehydratisiert viele Stoffe. Er ist in jedem Verhältnis mit Wasser (heftige Reaktion!) und mit vielen organischen Flüssigkeiten mischbar.

Fluorwasserstoff ist ein gutes Lösemittel für viele Substanzen. Mit zahlreichen anorganischen Verbindungen bildet er Komplexe.

2.2 Flusssäure

Wässrige Lösungen von Fluorwasserstoff werden als Flusssäure bezeichnet. Kenndaten von Flusssäuren unterschiedlicher Konzentrationen sind in [Abschnitt 3.2](#) zusammengestellt.

2.3 Anorganische Fluoride (89)

Anorganische Fluoride wie z. B. Alkalifluoride (KF, NaF), Alkalihydrogenfluoride (KF · HF, NaF · HF), Aluminiumfluorid (AlF₃), Kryolith (Na₃AlF₆), Kaliumtetrafluoroborat (KBF₄), Natriumhexafluorosilikat (Na₂SiF₆) sind farblose oder weiße kristalline Salze.

Die wässrigen Lösungen der wasserlöslichen Fluoride reagieren in der Regel sauer. Eine Ausnahme ist z. B. Kaliumfluorid (KF), dessen Lösungen schwach alkalisch wirken. Einige Fluoride, z. B. Ammonium- und Kaliumfluorid (NH₄F, KF) und Ammoniumhydrogenfluorid (NH₄F · HF), sind hygroskopisch. Beim Erhitzen von Fluoriden oder bei der Einwirkung konzentrierter Säuren auf Fluoride wird Fluorwasserstoff abgespalten.

In Abhängigkeit von ihrer Ätzwirkung greifen Fluoride Metalle und Gläser an.

2.4 Nachweis

Der qualitative Nachweis von Fluorwasserstoff und löslichen Fluoriden beruht auf der Entfärbung des rotvioletten Zirkon-Alizarin-Komplexes. Geeignetes Reagenzpapier wird hierzu mit verdünnter Salzsäure benetzt und der Probeluft ausgesetzt. Bei Anwesenheit von Fluorid schlägt die rotviolette Farbe rasch nach Gelb um.

Mit Elektroden ist ein qualitativer Schnelltest bei Flüssigkeiten möglich.

Herstellung von Reagenzpapier zum Nachweis von Fluorwasserstoff und löslichen Fluoriden in der Luft (nach I. M. Korenman, Z. anorg. allg. Chemie, 1933, Bd. 216, S. 33): Eine Lösung von 0,25 +g Zr (NO₃)₄ in 60 ml Wasser wird mit einer Lösung von 0,15 g Natriumalizarinsulfonat in 40 ml Ethanol vermischt. Mit der so erhaltenen rotvioletten Lösung wird aschefreies Filterpapier getränkt und anschließend an fluoridfreier Luft getrocknet. Das Testpapier wird in einem verschlossenen Gefäß aufbewahrt.

Halbquantitativ kann Fluorwasserstoff in der Luft mit Prüfröhrchen nachgewiesen werden.


Die quantitative Bestimmung erfolgt potentiometrisch mit Hilfe einer für Fluoridionen selektiven Elektrode (DIN 38 405) (74) nach Absorption der Fluoride aus einem geeigneten Luftvolumen in Wasser oder alkalischer Absorptionslösung (VDI-Richtlinie 2452 Blatt 1) (76). Die Abtrennung von Fluorid aus der Absorptionslösung mittels Wasserdampfdestillation kann vor der Messung erforderlich sein (DIN 38 405).

Für kontinuierliche Messungen von gasförmigem Fluorwasserstoff, wie bei der Abgasüberwachung, bieten sich laserspektroskopische Methoden an. Diese können, je nach Geräteausführung, auch zur Leckageortung verwendet werden.

3 Kenndaten

3.1 Fluorwasserstoff (engl.: hydrogen fluoride)

Quelle	Chemische Formel	HF
(67), (89)	CAS-Nummer EG-Nummer INDEX-Nummer UN-Nummer	7664-39-3 231-634-8 009-002-00-6 1052
(85), (89)	Molare Masse (Molekulargewicht)	20,01
(85), (89)	Schmelzpunkt	-83,37 °C
(85), (89)	Siedepunkt bei 1 013 mbar	19,5 °C
(89)	Dampfdruck bei 20 °C	1,031 bar
(89)	Relative Gasdichte (bezogen auf trockene Luft)	0,712
(85), (89)	Dichte (flüssig) bei 20 °C	0,968 g/ml
(85), (89)	Kritische Temperatur	188 °C
(85), (89)	Kritischer Druck	64,8 bar
(22)	AGW Überschreitungsfaktor Hautresorption	1 ml/m ³ (ppm) = 0,83 mg/m ³ 2(l) ja
(23)	BGW Fluorwasserstoff und Anorganische Fluorverbindungen (Fluoride)	Parameter: Fluorid BGW (Urin): 7 mg/g Kreatinin Probenahme: bei Expositionsende bzw. Schichtende Parameter: Fluorid BGW (Urin): 4 mg/g Kreatinin Probenahme: vor nachfolgender Schicht
(67), (83)	Bisherige Kennzeichnung Gefahrensymbole R-Sätze S-Sätze	T+, C 26/27/28-35 (1/2)-7/9-26-36/37/39-45
(30), (31)	Wassergefährdungsklasse	2

(71)	Kennzeichnung nach GHS	
	Piktogramme Signalwort H-Sätze	

3.2 Flußsäure (engl.: hydrofluoric acid)

Quelle	Konzentration (Gew.-%)	40	70
	Schmelzpunkt*) (°C)	-40	ca. -90
	Siedepunkt bei 1013 mbar*) (°C)	110	ca. 60
	Dampfdruck bei 20 °C*) (mbar)	21	ca. 180
	Dichte (flüssig)*) (g/ml)	1,14 (20 °C)	ca. 1,23 (25 °C)
(67)	CAS-Nummer Index-Nummer EG-Nummer	7664-39-3 009-003-00-1 231-634-8	
	AGW Überschreitungsfaktor	wie Abschnitt 3.1 wie Abschnitt 3.1	
(71)	Kennzeichnung nach GHS	siehe 3.1	

Fußnote *)

Angaben von Herstellern

3.3 Ausgewählte anorganische Fluoride

Quelle		NaF	AlF ₃	Na ₃ AlF ₆	NH ₄ F·HF	KBF ₄	Ma ₂ Si
(89)	Molekulargewicht	41,99	83,98	209,94	57,04	125,91	188,01
	Schmelzpunkt (°C)	995	**	1009	124,6	530***	847***
	Siedepunkt (°C)	1704	**	–	230***	–	–
	Dichte (g/ml)	2,79	2,88	2,90	1,5	2,5	2,68
	Schüttgewicht (g/ml)*)	ca. 0,8	ca. 1,2	0,5–1,6	0,75	1,1	1,0–1,2
	Löslichkeit in Wasser bei 20 °C (Gew.-%)	4,22	0,4	0,04	63	0,44	0,76
(22)	AGW Überschreitungsfaktor	2,5 mg/m ³ E (einatembare Fraktion), als Fluor berechne 2 (II)					
	Piktogramme****	GHS06	GHS07	GHS07 GHS08 GHS09	GHS06	GHS07	GHS08
(30), (31)	WGK	1	1	3	1	1	2

Fußnote **

sublimiert bei 1254 °C

Fußnote ***

Zersetzung ab

Fußnote *)

Angaben von Herstellern

Fußnote ****

H- und P-Sätze siehe Quelle bzw. Hersteller

4 Verwendung

4.1 Fluorwasserstoff

Mit Fluorwasserstoff werden hauptsächlich organische und anorganische Fluorverbindungen hergestellt. Beispiele für organische Fluorverbindungen sind Fluorkunststoffe (z. B. PTFE), Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Perfluorverbindungen.

Fluorwasserstoff wird weiterhin als Alkylierungs- und Isomerisierungskatalysator eingesetzt, z. B. bei der Herstellung hochklopfester Motorentreibstoffe und Waschmittelrohstoffe.

4.2 Flusssäure

Flusssäure wird bei der Oberflächenbehandlung von Siliciumwafern, Gläsern und Metallen eingesetzt.

Ein weiterer wesentlicher Einsatzbereich ist die Herstellung anorganischer Fluoride.

Sie ist außerdem Bestandteil verschiedener Reinigungsmittel für Industrie und Handwerk.

4.3 Anorganische Fluoride

Anorganische Fluoride werden z. B. verwendet

- bei der Herstellung von Aluminium: AlF_3 , Na_3AlF_6 ,
- bei der Herstellung von elementarem Fluor: $\text{KF} \cdot \text{HF}$,
- als Flussmittel bei der Metallherstellung: CaF_2 , MgF_2 , NaF , KF , AlF_3 ,
- beim Schmelzen von Nichtmetallen: KBF_4 ,
- beim Raffinieren von Aluminium: KBF_4 ,
- als Flussmittel beim Schweißen und Löten: AlF_3 ,
- bei der Herstellung von Schweißelektroden: MgF_2 ,
- zum chemischen Glänzen von Aluminium: $\text{KF} \cdot \text{HF}$, $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$,
- zum Glasätzen: $\text{KF} \cdot \text{HF}$, $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$,
- als Trübungsmittel für Email: MgF_2 , AlF_3 ,
- als Füllstoff für Fluorpolymere: MgF_2 ,
- als Konservierungsmittel: KF , NaF , $\text{KF} \cdot \text{HF}$, $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$,
- als Holzschutzmittel: MgSiF_6 .

5 Gesundheitsgefahren

5.1 Allgemeines

Fluorwasserstoff, Flusssäure und saure Fluoride wirken lokal ätzend. Sie durchdringen rasch die Haut, zerstören tiefere Gewebeschichten und können auch resorptiv durch chemische Bindung an Calcium- und Magnesiumionen und Hemmung lebenswichtiger Enzyme zu akut bedrohlichen Stoffwechselstörungen oder Störungen der Leber- bzw. Nierenfunktion führen.

Bei Unfällen mit Fluorwasserstoff oder Flusssäure muss immer sofort geprüft werden, ob auch eine Einatmung der Noxe erfolgt sein kann. Dies gilt insbesondere, wenn Körpervorderseite oder Gesicht von dem Unfall betroffen sind.

Die chronische Aufnahme stark überhöhter Fluormengen kann Schäden im Sinne einer Fluorose verursachen. Hierbei kommt es zu Knochenverdichtungen (Osteosklerose) vor allem im Bereich von Becken, Wirbelsäule und Rippen mit Schmerzen im unteren Wirbelsäulen- bzw. Kreuzbeinbereich.

5.2 Aufnahme und Wirkungsweise

Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride werden vor allem über die Haut, aber auch über den Atemtrakt in den Körper aufgenommen. Auch eine Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt ist möglich.

5.3 Wirkungen auf Haut und Schleimhäute

Die eingangs genannten Stoffe gefährden insbesondere Augen und Schleimhäute.

Die Einwirkung dieser Stoffe in geringen Konzentrationen (bereits bei Flusssäurekonzentrationen unter 5 %) verursacht deutliche Rötung und Brennschmerz der Haut. Nicht selten stellen sich Schmerzen erst Stunden nach der Einwirkung ein, ohne dass zunächst auffällige Veränderungen der Hautoberfläche wahrnehmbar sind.

Bei Einwirkung höherer Konzentrationen kommt es zu tiefgreifenden Verätzungen mit starker Gewebszerstörung.

Bei großflächigen Einwirkungen (Gesamtfläche größer als ein Handteller) muss mit resorptiver Giftwirkung gerechnet werden. Dies gilt auch bei verzögerter Behandlung kleinerer Verätzungen.

Massive Einwirkung auf die Haut oder verzögerte sachgerechte Therapie kann infolge resorptiver Giftwirkung zum Tode führen.

5.4 Wirkungen bei Einatmung

Gasförmiger Fluorwasserstoff, Flusssäureaerosole und Stäube saurer Fluoride wirken ätzend auf die Schleimhäute des Atemtraktes. In leichteren Fällen kommt es zu vermehrter Sekretion, Hustenreiz und Bronchialkatarrh. Bei Einatmung höherer Fluorwasserstoffkonzentrationen kommt es zu schweren Verätzungen der Lungen mit Lungenödem. Die massive Einatmung hoher Konzentrationen kann in kurzer Zeit den Tod herbeiführen.

5.5 Wirkungen nach Verschlucken

Orale Aufnahme von Flusssäure oder sauren Fluoriden führt zu Verätzungen in Mund, Rachen und Magen-Darm-Trakt sowie zu spezifischen Vergiftungserscheinungen durch Resorption.

5.6 Berufskrankheiten

Erkrankungen durch Fluor oder seine Verbindungen sind meldepflichtige Berufskrankheiten nach Listen-Nr. 1308 der [Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung](#).

6 Gefährdungsbeurteilung

6.1 Allgemeine Anforderungen

Arbeitsschutzgesetz, Verordnungen zum Arbeitsschutz (z. B. **Gefahrstoffverordnung**, **Betriebsicherheitsverordnung**, **Arbeitsstättenverordnung**) und die Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (**BGV A1**) verpflichten den Unternehmer, Gefährdungen und Belastungen der Beschäftigten am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen (**14**). Gefährdungen können beispielsweise auftreten durch

- Gefahrstoffe (Toxizität, physikalisch-chemische Wirkung, Brand- und Explosionsgefahren),
- technische Mängel (z. B. undichte Anlageteile),
- organisatorische Mängel (z. B. fehlende Unterweisungen) oder
- mangelhafte Arbeitsplatzgestaltung (z. B. Stolperstellen).

Die BG RCI und andere Unfallversicherungsträger bieten ihren Mitgliedsbetrieben für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach **Arbeitsschutzgesetz** vielfältige Hilfsmittel an:

- Die Merkblätter **A 016** „Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel“ und **A 017** „Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog“ der BG RCI und der Ordner „Gefährdungsbeurteilung“.
- Die in diesen Merkblättern enthaltenen Arbeitsblätter sind Teil des Programms GefDok light im „Kompendium Arbeitsschutz“ (**78**) und stehen im Internet unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung. Die Excel-Vorlagen können ohne spezielle Excel-Kenntnisse direkt am PC ausgefüllt werden.

Die Gefährdungsbeurteilung

- ist vor Aufnahme der Tätigkeiten durchzuführen,
- darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden (**33**); gegebenenfalls hat sich der Unternehmer fachkundig beraten zu lassen, z. B. vom Betriebsarzt oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit,
- ist zu dokumentieren und auf aktuellem Stand zu halten.

Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden dürfen erst aufgenommen werden, nachdem die entsprechenden Schutzmaßnahmen festgelegt und getroffen wurden.

Die **Gefahrstoffverordnung** fordert die **Durchführung der Gefährdungsbeurteilung nach folgenden Kriterien: (17)**

- Gefährdung durch **toxische Eigenschaften** (siehe **Abschnitt 6.2.3**)
- Gefährdung durch **inhalative und dermale Belastungen** (siehe **Abschnitt 6.2.4**)
- Gefährdung durch **physikalisch-chemische Eigenschaften**

Dabei müssen über den normalen Betrieb hinaus auch Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten sowie die Beseitigung von Störungen des Normalbetriebes betrachtet werden (**32**). Bei der Zusammenarbeit verschiedener Firmen kann die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung bestehen (z. B. beim Einsatz von Fremdfirmen in feuergefährdeten Bereichen). Deshalb muss die **Fremdfirmenkoordination** ebenfalls Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung sein (**41**).

Liegt vom Hersteller oder Inverkehrbringer von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden bereits eine Gefährdungsbeurteilung vor, darf der Unternehmer diese bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen übernehmen, wenn die Stoffe in der vom Hersteller beschriebenen Weise eingesetzt werden (**11**).

Die Gefährdungsbeurteilung gliedert sich in folgende Schritte:

1. Ermittlung der Stoffe am Arbeitsplatz
2. Informationsermittlung nach festgelegten Kriterien

3. Bewertung der Gefährdungen (inhalativ, dermal, physikalisch-chemisch)
4. Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen
5. Wirksamkeitskontrolle
6. Dokumentation

6.2 Informationsermittlung

6.2.1 Erfassung der verwendeten Stoffe und Zubereitungen – Gefahrstoffverzeichnis

Informationen über die gefährlichen Eigenschaften von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden enthalten die aktuellen Sicherheitsdatenblätter, die spätestens bei der ersten Lieferung vom Hersteller/Lieferanten kostenlos zu übermitteln sind. Eigene Erfahrungen bei Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Die Unfallversicherungsträger und die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) unterstützen ihre Mitgliedsbetriebe durch Beratungen und durch Veröffentlichungen, z. B. von Merkblättern (38), toxikologischen Bewertungen (77) und den Internet-Datenbanken GisChem der BG RCI (87) und GESTIS (89) der DGUV.

Hinweise zum praktischen Umgang mit Sicherheitsdatenblättern stehen auf der Homepage der BAuA unter www.baua.de → Gefahrstoffe → Sicherheitsdatenblatt. (90)

Die ermittelten Gefahrstoffe sind in einem Gefahrstoffverzeichnis aufzulisten (11). Das Verzeichnis ist auf aktuellem Stand zu halten und muss allen betroffenen Beschäftigten und ihren Vertretern zugänglich sein.

An Angaben sollten darin mindestens enthalten sein: (14)

- Bezeichnung des Gefahrstoffes (z. B. Produkt- oder Handelsname aus dem Sicherheitsdatenblatt) und
- Hinweis auf den Aufbewahrungsort des Sicherheitsdatenblattes.

Darüber hinaus ist es empfehlenswert, es um die folgenden Informationen zu erweitern:

- Einstufung,
- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW),
- betroffene Arbeitsplätze, -bereiche oder Tätigkeiten,
- Angaben zu Gefahrstoffmengen.

Die Sicherheitsdatenblätter müssen im Arbeitsbereich zur Verfügung stehen.

Eine frei editierbare Vorlage für ein Gefahrstoffverzeichnis kann unter www.gischem.de (87) als Word-Datei heruntergeladen werden.

6.2.2 Substitutionsprüfung (11), (14), (21)

Bei Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden hat der Unternehmer zu prüfen, ob durch Substitution oder Änderung des Verwendungsverfahrens Gefährdungen der Beschäftigten vermieden oder zumindest vermindert werden können. Bei Tätigkeiten mit hoher Gefährdung (siehe **Abschnitt 6.3**) muss die Substitution durchgeführt werden, wenn dies technisch möglich ist und der allgemein gültige Rechtsgrundsatz der Zumutbarkeit dies zulässt. Der Verzicht auf eine mögliche Substitution ist in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung zu begründen.

6.2.3 Gefährdung durch toxische Eigenschaften

Die Gefährdung durch toxische Eigenschaften wird bestimmt durch

- die Einstufung von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden (siehe [Abschnitt 3](#)),
- die verwendete Menge und
- durch das Freisetzungsvermögen (Dampfdruck).

Die Gefahrstoffverordnung sieht für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ein gefährdungsabhängiges Maßnahmenkonzept vor: Bei **Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff und Flusssäure** liegen, da es sich um einen hautresorptiven und haut- und augenschädigenden Gefahrstoff handelt, hohe Gefährdungen vor, so dass neben den Grundpflichten nach [§ 7](#) und den Allgemeinen Schutzmaßnahmen nach [§ 8](#) auch Zusätzliche Schutzmaßnahmen nach [§ 9 der Gefahrstoffverordnung](#) notwendig sind. Lediglich im Bereich sehr verdünnter wässriger Lösungen von Fluorwasserstoff (< 1 %) können bereits die Grundpflichten und Allgemeinen Maßnahmen ausreichen.

Bei **anorganischen Fluoriden** sind die Angaben der Hersteller im Sicherheitsdatenblatt zu beachten.

6.2.4 Inhalative und dermale Gefährdung

Dämpfe von **Fluorwasserstoff, Flusssäureaerosole und Stäube saurer Fluoride** können über die Atemwege aufgenommen werden. Sie können je nach Konzentration und Menge zu schweren Verätzungen der Lunge bis hin zum Tode führen (siehe [Abschnitt 5.4](#)).

Je nach Stoff und Konzentration kann die Einwirkung von Fluorwasserstoff, Flusssäure und *sauren* Fluoriden auf die Haut zu Reizungen bis hin zum Tode infolge resorptiver Giftwirkung führen (siehe [Abschnitt 5.3](#)).

6.3 Festlegung notwendiger Schutzmaßnahmen nach [Gefahrstoffverordnung](#)

Für die Festlegung der Schutzmaßnahmen sind die Ergebnisse der in den [Abschnitten 6.1](#) und [6.2](#) beschriebenen Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

In den [§§ 7–10](#) nennt die [Gefahrstoffverordnung](#) Maßnahmen für das sichere Arbeiten mit Gefahrstoffen und beschreibt gefährdungsbezogene technische, organisatorische, kollektive, hygienische, persönliche und verhaltensbezogene Schutzmaßnahmen, die grundsätzlich geeignet sind, die ermittelten Gefährdungen zu verhindern oder auf ein dem Risiko entsprechendes Mindestmaß zu verringern.

Grundpflichten: (18)

Grundmaßnahmen des Arbeitsschutzes wie Substitution, Minimierungsgebot, Anwendung geeigneter Verfahren nach dem Stand der Technik, kollektive technische Schutzmaßnahmen an der Gefahrenquelle, Überprüfung der Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW), Tragepflicht für persönliche Schutzausrüstungen bei Gefährdung.

Allgemeine Schutzmaßnahmen:

Organisatorische Maßnahmen wie: Geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und -organisation, Begrenzung der Anzahl der Exponierten, Mengen am Arbeitsplatz ([22](#)) sowie Expositionsdauer und -höhe, Identifikation und sichere Lagerung von Gefahrstoffen.

Zusätzliche Schutzmaßnahmen:

Verwendung von geschlossenen Systemen (falls Substitution technisch nicht möglich und Gefährdung durch Inhalation besteht), unverzügliche Bereitstellung von persönlichen Schutzausrüstungen (falls technische und organisatorische Möglichkeiten ausgeschöpft), getrennter Aufbewahrung von Arbeits- und Straßenkleidung, Reinigung der Arbeitskleidung durch Unternehmer, Zugangsbeschränkung für Arbeitsbereiche und Sicherung von Alleinarbeit durch zusätzliche Schutzmaßnahmen oder Aufsicht.

Spezielle Schutzmaßnahmen enthalten die [Kapitel 8 bis 10](#).

6.4 Dokumentation und Wirksamkeitskontrolle (11)

Die Gefährdungsbeurteilung ist vor Aufnahme der Tätigkeiten zu dokumentieren und bei maßgeblichen Veränderungen oder neuen Erkenntnissen zu aktualisieren.

Sie umfasst

- die Art der Gefährdungen,
- die festgelegten Schutzmaßnahmen und
- die Wirksamkeitskontrolle.

Die Gefährdungsbeurteilung ist der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzuweisen.

Hinweise zu Arbeitshilfen für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung siehe [Abschnitt 6.1](#).

Die Wirksamkeit der zu treffenden oder bereits getroffenen Schutzmaßnahmen muss überprüft werden. Dazu gehören z. B. die

- Überprüfung der Konzentration von Fluorwasserstoff am Arbeitsplatz durch Messungen (16),
- regelmäßige Überprüfung von Funktion und Wirksamkeit technischer Schutzmaßnahmen,
- Überprüfung der Einhaltung organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen.

Die Ergebnisse von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen sind in die Wirksamkeitskontrollen einzubeziehen.

7 Arbeitsbereichsüberwachung, Messtechnik

Ist das Auftreten von Fluorwasserstoff, Flusssäureaerosolen oder Fluoridstäuben in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, so ist zu ermitteln, ob der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) (22) sowie die zulässige Spitzenkonzentration eingehalten sind (16). Die Einzel- und die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz ist zu beurteilen.

Grenzwerte sind dem aktuellen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen. Tagesaktuell sind die Grenzwerte der [TRGS 900](#) im Internet unter www.baua.de → (90) Gefahrstoffe → Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) einsehbar.

Das Ausmaß der Exposition durch Fluorwasserstoff, Flusssäureaerosole oder Fluoridstäube am Arbeitsplatz kann z. B. anhand von Konzentrationsmessungen gemäß [TRGS 402](#) oder gleichwertigen Nachweismethoden festgestellt werden. Dies können stationäre Messungen, insbesondere Messungen an der Emissionsquelle oder Messung der Menge des freigesetzten Gefahrstoffes unter Berücksichtigung der betrieblichen Verhältnisse sein. Ferner können Rechenverfahren, Messkataster und Vergleiche mit ähnlichen Arbeitsplätzen herangezogen werden, wenn diese fachkundig und nachvollziehbar durchgeführt werden.

Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) können anhand der [TRGS 420](#) für die betriebliche Arbeitsbereichsüberwachung entwickelt und mit dem Ausschuss für Gefahrstoffe abgestimmt werden. Bei der Einhaltung der VSK wird unterstellt, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden.

Die Ergebnisse der Arbeitsbereichsüberwachung sind zu dokumentieren.

7.1 Konzentrationsmessungen in der Luft am Arbeitsplatz

Orientierende Messungen können mit direktanzeigenden Prüfröhrchen durchgeführt werden. Sie haben den Vorteil, dass sie kostengünstig direkt vor Ort ein Messergebnis liefern. Auf eventuelle Querempfindlichkeiten (Störung des Nachweises durch Fremdstoffen) ist zu achten.

Die Entscheidung über die Eignung des Prüfröhrchen-Messverfahrens liegt beim Anwender. Wer Messungen durchführt, muss über die notwendige Sachkunde und über die notwendigen Einrichtungen verfügen.

Messungen zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes nach **TRGS 402** werden in der Regel von anerkannten Messstellen durchgeführt. Wenn eine für Messungen von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen akkreditierte Messstelle beauftragt wird, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind. Akkreditierte Messstellen können über die Homepage der Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) gesucht werden. Eine Liste steht auf den Internetseiten des Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) zum Download bereit: www.dguv.de, Webcode: d4706.

8 Schutzmaßnahmen

8.1 Allgemeines

Sind die Gefährdungsbeurteilungen nach **Arbeitsschutzgesetz**, **Betriebssicherheitsverordnung** und **Gefahrstoffverordnung** durchgeführt und die Gefährdungen ermittelt, erfolgt die Festlegung der Schutzmaßnahmen. Dazu gehören insbesondere die Schutzmaßnahmen der **§§ 6–11 der Gefahrstoffverordnung**, die in Abschnitt 7 angesprochen werden. Beschrieben werden dabei nur die mindestens notwendigen Schutzmaßnahmen. Die konkrete Auswahl, Festlegung und Umsetzung der Maßnahmen ist das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung.

Da Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganische Fluoride durch Einatmen der Dämpfe, Aerosole oder Stäube und durch Hautkontakt **(15)** aufgenommen werden, müssen zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten und der Hautkontakt vermieden werden **(22)**.

Um eine Gefährdung der Beschäftigten zu vermeiden **(11)**, sind zunächst alle dem Stand der Technik entsprechenden technischen und organisatorischen Maßnahmen zu treffen. Anlagen und Arbeitsverfahren sind innerhalb einer angemessenen Frist dem Stand der Technik anzupassen. Es gilt folgende Rangfolge für die technischen Maßnahmen:

- Geschlossene Apparaturen
- Absaugung an Entstehungs- oder Austrittsstellen
- Belüftung

Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die es ermöglichen, bei Haut- und Augenkontakt die benetzten Stellen sofort mit reichlich fließendem Wasser zu spülen. Augenspülflaschen sind als Notbehelf anzusehen und daher nur in Ausnahmefällen zu verwenden **(75)**. Notduschen sind erforderlich, wenn die Gefahr großflächiger Körperbenetzung besteht. Notduschen, Augenduschen und -spülflaschen sind regelmäßig, mindestens monatlich, auf ihre Funktion zu prüfen und dabei gründlich zu spülen, um eine Verkeimung zu mindern.

Lassen sich durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht alle Gefährdungen vermeiden **(11)**, sind wirksame persönliche Schutzausrüstungen (PSA) bereitzustellen und zu benutzen. Die PSA sind in ordnungsgemäßem Zustand zu halten (siehe **Abschnitt 9.4**).

Allgemeine rechtliche Grundlagen für die bei Tätigkeiten mit Flusssäure und anorganischen Fluoriden zu treffenden Schutzmaßnahmen sind insbesondere:

- **Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)**
- **Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (JArbSchG)**
- **Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)** mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)** mit den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)
- **Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)**
- **Mutterschutzgesetz (MuSchG)** und **Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV)**
- Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (**BGV A1**)
- BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (**BGR 500**), insbesondere **Kapitel 2.33** „Betreiben von Anlagen für den Umgang mit Gasen“

8.2 Technische Schutzmaßnahmen

8.2.1 Anlagen, Verfahren

Sofern Anlagen, in denen Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganischen Fluoriden unter den Anwendungsbereich einer oder mehrerer EG-Richtlinien, z. B. der Maschinenrichtlinie (70), Druckgeräterichtlinie (69), Explosionsschutzrichtlinie (68) fallen, haben sie den dort aufgeführten Anforderungen zu genügen. Dies ist bei Konstruktion nach harmonisierten europäischen Normen gegeben und wird durch die CE-Kennzeichnung und die Konformitätsbescheinigung bestätigt.

Die Betriebsanleitungen der Anlagenhersteller sind zu beachten.

Beim Befüllen und Entleeren von Anlageteilen oder Apparaturen sind technische Maßnahmen zu treffen (18), die ein Austreten von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden in die Arbeitsbereichsatmosphäre verhindern. Solche Maßnahmen sind z. B. Einsaugen mit Unterdruck und Gaspendelung. Hilfsstoffe können z. B. über Schleusen eingebracht werden.

Können Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride so eingeschlossen werden, dass durch Wärmeeinwirkung der zulässige Betriebsüberdruck eines Anlageteils überschritten werden kann, so sind geeignete Sicherheitseinrichtungen vorzusehen, z. B. Sicherheitsventile, Berstscheiben, Überströmventile, Ausdehnungsbehälter. Abluft aus Sicherheitseinrichtungen ist gefahrlos abzuleiten, sie darf nicht in Arbeitsbereiche geführt werden. Die Sicherheitseinrichtungen bedürfen einer den betrieblichen Verhältnissen angepassten regelmäßigen Überprüfung.

Rohrleitungen für Fluorwasserstoff und Flusssäure, die in geschlossene Gebäude führen, müssen von ungefährdeter Stelle aus absperrbar sein.

Besondere Gefahrenstellen an Rohr- und Schlauchleitungen, deren Verbindungen, Armaturen und Dosiergefäße sind mit Schutzeinrichtungen gegen Gefährdung von Personen durch Verspritzen zu sichern (18), z. B. durch Umwickeln mit Kunststoffband oder durch andere Abschirmungen.

Pumpen, die nach dem Verdrängerprinzip arbeiten, z. B. Kolbenpumpen, müssen durch eine Sicherheitseinrichtung gegen unzulässige Drucküberschreitungen bei geschlossener Druckleitung, z. B. durch Sicherheitsschaltung, Überströmventil, geschützt sein.

Behälter und Rohrleitungen sind eindeutig, deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen, wenn durch Inhalt, Temperatur oder durch Verwechseln Gefahren entstehen können (11), (48).

Zur Beseitigung und zur Vernichtung ausgelaufener fluoridhaltiger Stoffe und zur Reinigung sollen geeignete Mittel bereitstehen (siehe [Abschnitt 8.2.7](#)).

8.2.2 Laboratorien

Arbeiten, bei denen fluoridhaltige Dämpfe oder Schwebstoffe auftreten können (37), dürfen grundsätzlich nur in Abzügen durchgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

Außerhalb der Abzüge dürfen solche Arbeiten nur durchgeführt werden, wenn durch geeignete Maßnahmen oder durch die Art der Arbeit sichergestellt ist, dass Beschäftigte nicht gefährdet werden (siehe [Abschnitt 7.1](#)). Das ist möglich z. B. durch Verwenden von

- geschlossenen Apparaturen (18),
- Apparaturen, die über Kühlfallen oder geeignete Absorptionsmittel entlüftet sind,
- wirksamen Objektabsaugungen.

In [Abschnitt 8.2.4](#) ist eine Vorrichtung zum sicheren Umfüllen und Dosieren von Flusssäure beschrieben.

Treten fluorhaltige Dämpfe oder Schwebstoffe unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Konzentration oder Menge aus (oberhalb des AGW, siehe [Abschnitt 3](#)) (22), so sind der gefährdete Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen. Die Beseitigung des gefährlichen

Zustandes darf nur unter geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgen. Die Schutzmaßnahmen sind in der Betriebsanweisung festzulegen.

Einzelheiten enthält die Schrift „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“ (BGI/GUV-I 850-0) .

8.2.3 Arbeits- und Lagerräume

Räume, in denen mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden umgegangen wird, müssen gut durchlüftet sein (22). Der AGW darf nicht überschritten werden. Reicht natürliche Lüftung nicht aus, so ist eine technische Lüftung erforderlich. (Abgesaugte Luft muss ersetzt werden!) Hinweise sind in der **Arbeitsstättenverordnung**, in der **Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 5** „Lüftung“ und in der BG-Regel „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121) zu finden. Abluftführungen sind so zu gestalten, dass schadstoffhaltige Luft nicht durch den Atembereich der Beschäftigten geführt wird (18).

Das schnelle und sichere Verlassen der Räume muss durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein (5), (32).

Fußböden sollen gegen Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride beständig und, zur besseren Reinigung, dicht, fugenlos und nicht saugfähig sein.

Für Ausbrüche von Fluorwasserstoff sind Einrichtungen zur Erzeugung von Wasserschleiern bereitzuhalten.

Bei der Ausrüstung von Lagerräumen ist die **TRGS 510** zu berücksichtigen.

Das Betreten von Anlagen, Arbeits- und Lagerräumen, in denen Fluorwasserstoff (11), Flusssäure und anorganische Fluoride in gefährlichen Konzentrationen (d. h. oberhalb des AGW, siehe **Kapitel 3**) auftreten können, ist nur den dort Beschäftigten mit den in der Betriebsanweisung festgelegten ausreichenden Schutzmaßnahmen gestattet. Andere Personen dürfen die Räume nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Betriebsleiters oder seines Beauftragten und mit ausreichenden Schutzmaßnahmen betreten (22). Zutrittsverbote können betrieblich in einer Weise geregelt werden, die der Gefährdung und den praktischen Bedürfnissen angemessen ist, z. B. durch entsprechende Verbots- und Hinweisschilder.

8.2.4 Umfüllen

Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride sind so umzufüllen, dass eine Gefährdung durch Dämpfe oder Schwebstoffe vermieden wird.

Die beim Befüllen von Behältern anfallende Abluft kann z. B. nach dem Gaspindelverfahren zurückgeführt werden.

Geeignete Beispiele für das Umfüllen fluorhaltiger Stoffe enthält das Merkblatt **T 025** „Umfüllen von Flüssigkeiten“ (BGI 623).

Kleine Mengen Flusssäure lassen sich beispielsweise mit geeigneten Dosiervorrichtungen sicher in milligrammgenauer Menge abfüllen. Die Dosiereinrichtung passt auf handelsübliche Flusssäureflaschen.

Abbildung 1: Dosiervorrichtung für Flusssäure



Behälter, die Fluorwasserstoff, Flusssäure oder Lösungen anorganischer Fluoride enthalten, können unter Überdruck stehen. Beim Öffnen der Behälter ist daher, soweit möglich, vorher zu entlüften oder der Verschluss langsam zu lockern. (52)

8.2.5 Aufbewahren, Lagern

Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride sind unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Technischen Regeln (11) so aufzubewahren und zu lagern, dass Mensch und Umwelt nicht gefährdet werden. Dabei sind auch Vorkehrungen zu treffen, um Missbrauch oder Fehlgebrauch nach Möglichkeit zu verhindern.

Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride sind unter Verschluss oder so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur fachkundige Personen Zugang haben.

Behälter, durch deren Form oder Kennzeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann (11), dürfen nicht zur Aufbewahrung und Lagerung von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden verwendet werden. Behälter müssen geeignet, dicht verschließbar und gekennzeichnet sein. Nach jeder Entnahme von Flusssäure sind die Behältnisse sofort sorgfältig zu verschließen und äußerlich von Flusssäureresten zu reinigen.

Unterhalb von Lagerbehältern für Flusssäure muss ein flüssigkeitsdichter, gegen Flusssäure beständiger Auffangraum vorhanden sein (2), (32). Ausgetretene Säure muss gefahrlos entfernt werden können. Die Lagerbehälter müssen unmittelbar am Austritt eine Absperrvorrichtung besitzen.

Anlagen zur Lagerung und Beförderung sind vor ihrer Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme nach wesentlichen Reparaturen oder Änderungen auf Dichtheit zu prüfen.

An Arbeitsplätzen dürfen Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride nur in Mengen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeit erforderlich sind.

Beispiele für weitere Regelungen:

- Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Störfall-Verordnung (12. BImSchV)
- BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500), Kapitel 2.33 „Betreiben von Anlagen für den Umgang mit Gasen“
- TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“

8.2.6 Transport

Den Transport von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden auf öffentlichen Verkehrswegen regeln eine Reihe nationaler und internationaler verkehrsrechtlicher Vorschriften. Einzelheiten enthalten die Merkblätter **A 013** „Beförderung gefährlicher Güter“ (BGI 671) und **A 014** „Gefahrgutbeförderung im Pkw“ (BGI 744).

Die Transportbehälter für Flusssäure sind gut verschlossen und gegen Wärmeeinwirkung geschützt spundgerecht zu lagern.

Zum Transport von Flusssäure in Konzentrationen bis 85 Gew.-% HF können auch behördlich zugelassene Kunststoffbehältnisse bis 60 Liter Inhalt unter bestimmten Bedingungen verwendet werden. Für Konzentrationen kleiner 60 Gew.-% HF sind PE-Container bis maximal 3 000 Liter erlaubt.

Entleerte Mehrwegbehältnisse aus Normalstahl sind zur Wiederbefüllung ungespült und verschlossen an den Befüller zurückzugeben. Bei der Beseitigung von Behältnissen ist besondere Vorsicht geboten. Das **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz** ist zu beachten. Weiterhin ist das Merkblatt **T 005** „Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden“ (BGI 535) zu beachten.

8.2.7 Reinigung

Anlageteile, Apparaturen und Einrichtungen, in denen mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden umgegangen wird, sind so zu gestalten, dass sie leicht zu reinigen sind und möglichst selten von Hand gereinigt werden müssen. Für die Reinigung sind bevorzugt technische Maßnahmen zu treffen, z. B. Spülen, Auskochen, Flüssigkeitsstrahler, Verdrängen.

Die Umgebung der Anlageteile und Apparaturen muss ebenfalls leicht und gefahrlos zu reinigen sein.

Verschüttete und ausgelaufene Flusssäure sowie Lösungen saurer Fluoride können mit Sodalösung oder aufgeschlämmtem Kalk neutralisiert werden.

Eine Staubbildung bei der Beseitigung anorganischer Fluoride ist zu vermeiden.

Kann eine Gesundheitsgefährdung bei Reinigungsarbeiten durch technische Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden, so müssen persönliche Schutzausrüstungen benutzt werden.

8.2.8 Entsorgen von Abfällen und Rückständen

Abfälle und Rückstände, die Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride enthalten können, müssen sachgemäß vernichtet oder beseitigt werden **(11)**, **(26)**, **(32)**.

Über die Kennzeichnung von Abfällen mit gefährlichen Eigenschaften informieren die **TRGS 201** und die Abfallverzeichnis-Verordnung **(27)**.

Auskunft über Abfallverwertungs- bzw. Beseitigungsanlagen **(92)** geben die für die Abfallbeseitigung zuständigen Landesbehörden und die Handelskammern **(91)**.

Durch Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride verunreinigte Leergebinde, die nicht wieder verwendet werden sollen, sind wie Rückstände zu behandeln. Um den Aufwand bei der Entsorgung der verunreinigten Fässer zu verringern, sollten diese Stoffe vorher vernichtet werden (siehe oben).

8.2.9 Werkstoffe

Behälter, Leitungen und Armaturen für Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride müssen aus geeigneten Werkstoffen hergestellt sein.

Metalle werden unter Wasserstoffbildung angegriffen. Bei manchen Metallen und

Flusssäurekonzentrationen über 70 % wirkt die sich bildende Fluoridschicht passivierend.

Da Glas und andere silicatische Werkstoffe von Fluorwasserstoff angegriffen werden, sind sie als Werkstoffe für Fluorwasserstoff, Flusssäure und die meisten anorganischen Fluoride ungeeignet.

Gegen Fluorwasserstoff ist z. B. siliciumarmer Stahl wie Kesselblech H 2 beständig.

Bei der Auswahl von Werkstoffen für Flusssäure ist deren Konzentration c zu berücksichtigen. Geeignet sind z. B.:

- $c > 70$ % HF: Normalstahl
- $c < 60$ % HF: Blei; Kunststoffauskleidungen z. B. PP, PE, PVDF, PTFE, PFA, bestimmte Gummisorten
- $c < 85$ % HF: Bestimmte Gummiarten sowie Polyethylen- und Polypropylentypen

Das Korrosionsverhalten von Werkstoffen, über die noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen, ist vor dem betrieblichen Einsatz in Testversuchen zu prüfen.

8.2.10 Abluft, Abwasser

Der Abgabe von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden in Oberflächengewässer und in die Umgebungsluft sind gesetzlich enge Grenzen gesetzt.

Zu beachten sind z. B. das Wasserhaushaltsgesetz (30), die Verordnung über wassergefährdende Stoffe (31), der Katalog wassergefährdender Stoffe und die TA Luft. Hinweise enthält das Sicherheitsdatenblatt (9).

Ablase-, Entlüftungs- und Entspannungsleitungen (18) dürfen weder in Räumen noch an Stellen münden, an denen Personen durch austretende Gase, Dämpfe, Nebel, Stäube oder Flüssigkeiten gefährdet werden können.

8.2.11 Verhalten bei Ausbruch von Fluorwasserstoff

Allgemeingültige Maßnahmen:

- Feuerwehr alarmieren.
- Gefährdeten Betriebsbereich räumen. Beim Verlassen des Gefahrenbereiches nicht tief atmen, möglichst Atemschutzgeräte z. B. Selbstretter (FluchtfILTERgeräte) verwenden. Quer zur Windrichtung flüchten (55).
- Beschäftigte in der Umgebung warnen.
- Verletzte aus dem Gefahrenbereich bringen (auf Selbstschutz achten).
- Versuchen, das Ausströmen von Fluorwasserstoff zu unterbinden.
- Wenn möglich, Wassersprühnebel einsetzen.
- Möglichst für bessere Durchlüftung sorgen.
- Der Gefahrenbereich darf nur mit ausreichenden persönlichen Schutzausrüstungen betreten werden (z. B. mit von der Umgebungsluft unabhängig wirkenden Atemschutzgeräten, Gasschutzanzug).

9 Organisatorische Schutzmaßnahmen

9.1 Allgemeines

Die Beschäftigten müssen auf mögliche Gefährdungen beim Umgang mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden aufmerksam gemacht und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen eingehend unterrichtet werden. Die **Unterweisungen** (11), (47) müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen (63)

erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Für die Dokumentation steht z. B. das Merkblatt **A 011** „Nachweise über durchgeführte Unterweisungen für den Verantwortungsbereich“ zur Verfügung. Die Unterschrift entbindet den Verantwortlichen nicht von der Verpflichtung, sich davon zu überzeugen, dass die Unterweisung verstanden worden ist und danach gehandelt wird (Kontrolle).

Grundlage für die Unterweisung ist die arbeitsbereichs- und stoffbezogene **Betriebsanweisung** nach **§ 14 der Gefahrstoffverordnung (20)**. Sie muss genaue Angaben über die im Einzelfall für Mensch und Umwelt möglichen Gefahren sowie die zu deren Abwehr erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln enthalten. Auf die sachgerechte Entsorgung gefährlicher Abfälle, das Verhalten im Gefahrenfall (60) und Erste-Hilfe-Maßnahmen ist ebenfalls einzugehen. Die Betriebsanweisung (87) ist in verständlicher Form abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. Die Betriebsanweisung (42) muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.

Es kann erforderlich sein, die Unterweisung durch praktische Vorführung einzelner Maßnahmen vor Ort und durch Einüben seitens der Beschäftigten unter fachkundiger Anleitung zu ergänzen, z. B. durch Anlegen von Schutzanzügen, von Atemschutzgeräten, durch Übungen für den Schadensfall und Feuerlöschübungen. Weiterhin kann eine eingehende Arbeits- und Sicherheitsabsprache vor Ort erforderlich sein. Wesentlich ist auch eine Erfolgskontrolle, z. B. durch Beantworten eines arbeitsplatzbezogenen Fragebogens.

Im Rahmen der Unterweisung ist über besondere Gefahren bei Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff (11), Flusssäure und anorganischen Fluoriden eine allgemeine **arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung** durchzuführen (0).

Der Arbeitgeber hat für die Arbeitsstätte (2) einen **Flucht- und Rettungsplan (5)** aufzustellen, wenn Lage, Ausdehnung und Art der Nutzung der Arbeitsstätte dies erfordern. Der Flucht- und Rettungsplan ist an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In angemessenen Zeitabständen ist nach diesem Plan zu üben, wie sich die Beschäftigten im Gefahr- oder Katastrophenfall in Sicherheit bringen oder gerettet werden können.

Für genehmigungspflichtige Anlagen, die der **Störfall-Verordnung** unterliegen, sind die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern und Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten. In Abhängigkeit von der Anlagenart sind zusätzliche Bestimmungen, wie z. B. Erstellung eines betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplans, Erstellung und Fortschreibung einer Sicherheitsanalyse, Benennung eines Beauftragten für die Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen, zu beachten.

Die in der **Störfall-Verordnung** festgelegten Maßnahmen sind an Mengenschwellen gekoppelt, die je nach vorhandenen Stoffkombinationen stark variieren können. Beispielsweise gilt für sehr giftige Stoffe, wie z. B. Fluorwasserstoff, dass der Unternehmer vor Inbetriebnahme ein schriftliches Konzept zur Verhinderung von Störfällen auszuarbeiten hat, wenn die Höchstmenge, die in einem Betriebsbereich zu irgendeinem Zeitpunkt vorhanden sein kann, 5 t übersteigt.

Ab 20 t ist ein Sicherheitsbericht zu erstellen und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Der Sicherheitsbericht, das Konzept zur Verhinderung von Störfällen und das Sicherheitsmanagementsystem sind alle fünf Jahre zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren. Alle Personen und Einrichtungen mit Publikumsverkehr sind über die Sicherheitsmaßnahmen und das richtige Verhalten im Störfall in einer der speziellen Bedürfnisse der Adressatengruppe zugeschnittenen Weise zu informieren.

Außerdem müssen ab dieser Mengenschwelle **Alarm- und Gefahrenabwehrpläne** nach **§ 10 der Störfall-Verordnung** erstellt werden. Diese müssen mindestens alle drei Jahre überprüft und erprobt werden. Die Beschäftigten sind mindestens alle drei Jahre dazu zu unterweisen. Von Seiten der Berufsgenossenschaften wird empfohlen, vor allem in Großanlagen, halbjährliche Übungen nach dem Alarm- und Gefahrenabwehrplan durchzuführen (59).

Vergibt der Unternehmer Arbeiten an andere Unternehmer (Fremdunternehmen) (11), muss der Unternehmer die Fremdunternehmer über mögliche Gefahren informieren, mit ihnen die erforderlichen Schutzmaßnahmen vereinbaren und im Einzelnen schriftlich festlegen. Er hat darüber hinaus in Abstimmung mit den Fremdunternehmern schriftlich einen **Koordinator** zu bestellen (41), der Weisungsbefugnis gegenüber allen beteiligten Arbeitsgruppen hat.

Die Vorschriften der Betriebssicherheitsverordnung zur **Prüfung von Arbeitsmitteln** sind zu

beachten.

9.2 Instandhaltung

Verschiedene Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Abbrucharbeiten (36) in oder an Anlageteilen, Apparaturen oder Einrichtungen (59), in denen Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride vorkommen können, dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis durchgeführt werden.

Dazu gehören z. B.:

- Arbeiten in Behältern und engen Räumen,
- Feuerarbeiten, z. B. Schweißen, Schneiden, Löten, Anwärmen, wenn sich Feuer- und Explosionsgefahren nicht restlos beseitigen lassen (Wasserstoffbildung!),
- Arbeiten, bei denen mit dem Austritt von Fluorwasserstoff zu rechnen ist.

In der Erlaubnis sind die notwendigen Schutzmaßnahmen festzulegen, z. B. vollständige Entleerung der Apparatur, persönliche Schutzmaßnahmen beim Öffnen, Reinigen mit geeigneten Mitteln, Lüftungsmaßnahmen, Konzentrationsmessungen.

Wegen der gesundheitsschädigenden Wirkung von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden sollen auch alle übrigen Instandhaltungs- und Abbrucharbeiten nur nach Erteilung einer schriftlichen Erlaubnis durchgeführt werden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass alle im Einzelfall erforderlichen Schutzmaßnahmen durchgeführt sind.

An Rohrleitungen für Flusssäure oder Fluorwasserstoff (59) darf nur gearbeitet werden, wenn sie entspannt, entleert und gereinigt sind.

Alle Arbeiten in oder an fluorwasserstoffführenden Rohrleitungen (59) sind unter der Aufsicht einer geeigneten, zuverlässigen und besonders unterwiesenen Person durchzuführen.

Weitere Schutzmaßnahmen für Arbeiten in oder an Rohrleitungen für Fluorwasserstoff sind in der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500), Kapitel 2.31 „Arbeiten an Gasleitungen“ zusammengestellt.

Absaug- und Abscheideeinrichtungen sind in Intervallen zu warten, die den betrieblichen Verhältnissen angepasst sind. Die Funktionsfähigkeit dieser Einrichtungen ist nach Bedarf, mindestens jedoch alle zwei Jahre zu überprüfen.

9.3 Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen

Arbeiten in Behältern und Tanks, die Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride enthalten, dürfen nur mit schriftlicher Erlaubnis, nach Anordnung der entsprechenden Schutzmaßnahmen und nach mündlicher Unterweisung der Beschäftigten ausgeführt werden. Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, nachdem der Aufsichtführende festgestellt hat, dass die schriftlich festgelegten Maßnahmen getroffen sind.

Einzelheiten sind festgelegt in der BG-Regel „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (BGR 117-1).

9.4 Hygiene

Technische Schutzmaßnahmen, geeignete organisatorische Maßnahmen sowie persönliche Schutzausrüstungen sollen die unmittelbare Aufnahme von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden verhindern.

Um jedoch auch eine mittelbare Aufnahme zu vermeiden, sind hygienische Maßnahmen erforderlich. Eine mittelbare Aufnahme ist z. B. möglich durch mangelhafte Sauberkeit am Arbeitsplatz und die unsachgemäße Handhabung verschmutzter Arbeitskleidung und persönlicher Schutzausrüstungen.

Vor Pausen und nach der Arbeit sind angemessene Hautreinigungs- und Hautschutzmaßnahmen durchzuführen. Ein umfassender Hautschutz erfordert gegebenenfalls vor, während und nach

Beendigung von Arbeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden die Verwendung geeigneter Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel. Das Merkblatt **A 023** „Hand- und Hautschutz“ sowie die BG-Regel „Benutzung von Hautschutz“ (**BGR 197**) enthalten ausführliche Angaben zum Schutz und zur Pflege der Haut.

Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstungen, die durch Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride verunreinigt sind, müssen gewechselt und gründlich gereinigt oder erforderlichenfalls vernichtet werden.

Um den Aufwand bei der Entsorgung zu verringern, sollten Kleidung und persönliche Schutzausrüstungen vor dem Vernichten ebenfalls gereinigt werden.

Beschäftigten, die mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden umgehen, **(11)** sind Waschräume sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung sowie für persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen. Ist es zum Ausschluss von Gesundheitsgefahren erforderlich, so sind für Straßen- und für Arbeitskleidung sowie für persönliche Schutzausrüstungen Umkleieräume zur Verfügung zu stellen, die durch einen Waschraum mit Duschen voneinander getrennt sind **(4)**.

Beschäftigte, die mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden umgehen, **(18)** dürfen in Arbeitsräumen oder an Arbeitsplätzen im Freien keine Nahrungs- und Genussmittel zu sich nehmen **(11)**. Nahrungs- und Genussmittel dürfen nur so aufbewahrt werden, dass sie nicht mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden in Berührung kommen.

9.5 Kennzeichnung

Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride und deren Zubereitungen sind so zu verpacken und zu kennzeichnen, **(11)**, **(48)** dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung Gefahren für Menschen und Umwelt vermieden werden.

Werden Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride und deren Zubereitungen in den Verkehr gebracht oder verwendet, so ist die Verpackung nach den entsprechenden europäischen Richtlinien **(67)**, **(71)**, dem **Chemikaliengesetz** sowie nach der **Gefahrstoffverordnung** zu kennzeichnen.

Um- und abgefüllte Behälter, Rohrleitungen und Apparaturen **(67)**, **(71)** müssen so gekennzeichnet sein, dass mindestens die enthaltenen Gefahrstoffe **(11)** sowie die davon ausgehenden Gefahren eindeutig identifizierbar sind **(73)** (Name des Stoffes, Gefahrensymbol, Gefahrenbezeichnung).

Weitere Hinweise enthalten die technischen Regeln **TRGS 200** „Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen“ und **TRGS 201** „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“. Zur Kennzeichnung von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden beim Transport siehe **Abschnitt 8.2.6**.

Die Kennzeichnung von Abfällen regelt die **TRGS 201** „Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen zur Beseitigung beim Umgang“.

Die Stellen, an denen sich Feuerlöscheinrichtungen befinden, sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen, soweit die Feuerlöscheinrichtungen nicht automatisch oder zentral von Hand betätigt werden.

Beispiele für Etikette siehe **Anhang 3**.

9.6 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Trotz technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen können Gesundheitsschädigungen durch Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride nicht in allen Fällen mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Daher sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen erforderlich, um Beeinträchtigungen der Gesundheit rechtzeitig erkennen und ihnen vorbeugen zu können.

Gemäß des **Anhangs Teil 1 Absatz 1 Punkt 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge**

(ArbMedVV) müssen bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden, bei denen ein regelmäßiger Hautkontakt nicht vermieden werden kann oder der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) überschritten wird, arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (0) (Pflichtuntersuchungen) veranlasst werden.

Bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (0)(Angebotsuntersuchungen) anzubieten.

Die ärztlichen Unterlagen zu arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen sind mindestens 40 Jahre nach der letzten Untersuchung aufzubewahren. (0)

Zur Erleichterung der Auswahl des Personenkreises, für den der Arbeitgeber arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen oder anzubieten hat, sind als Anhaltspunkte für die Gefährdungsbeurteilung so genannte Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge entwickelt worden. (61)

Der Arzt hat die Untersuchungen unter Beachtung der dem Stand der Arbeitsmedizin entsprechenden Regeln und Erkenntnisse durchzuführen. Es wird aus diesem Grund die Anwendung des DGUV Grundsatzes für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 34 „Fluor oder seine anorganischen Verbindungen“ empfohlen. (64)

Nach dem DGUV Grundsatz G 34 (66) soll eine Erstuntersuchung vor Beginn der Tätigkeit, eine erste Nachuntersuchung nach 12 bis 24 Monaten sowie weitere Nachuntersuchungen nach 12 bis 24 Monaten und bei Beendigung der Tätigkeit erfolgen. Vorzeitige Nachuntersuchungen sind auch nach schwerer oder längerer Erkrankung, nach ärztlichem Ermessen oder auf Wunsch des Beschäftigten unter bestimmten Umständen möglich.

Mit der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen ist ein Arzt zu beauftragen, der entweder Facharzt für Arbeitsmedizin ist oder die Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“ führt. (0), (0)

Das Benutzen von Atemschutzgeräten befreit nicht von der Durchführung der Vorsorgeuntersuchungen. (64), (65), (66)

Für Benutzer von Atemschutzgeräten, die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach dem Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“ (65) zu unterziehen sind, müssen Tragezeitbegrenzungen gemäß **Abschnitt 3.2.2 der BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190)** eingehalten werden.

Das Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen gilt wegen des Schwitzens im Handschuh als Feuchtarbeit. Beim regelmäßigen Tragen von Schutzhandschuhen müssen nach **Teil 1 des Anhangs der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen** veranlasst werden. (15)

9.7 Flusssäurepass

Eine Möglichkeit, die richtige Behandlung sicherzustellen, besteht in der Verwendung von Flusssäurepässen. Diese sollten bei der allgemeinen Unterweisung zum Umgang mit Flusssäure ausgegeben werden. Es wird empfohlen, die regelmäßige Teilnahme an der Unterweisung auf dem Pass zu dokumentieren. Dieser Pass sollte während der Arbeit mit Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganischen Fluoriden und bis zwei Tage nach Beendigung dieser Arbeit mit sich geführt werden (siehe auch **Abschnitt 11.1**).

Die Pässe sollten Folgendes enthalten:

- Name des Inhabers
- Zuständiger Unfallversicherungsträger
- Ausstellender Betrieb und Abteilung
- Telefonnummer und Name des Vorgesetzten; Telefonnummer und Name des Betriebsarztes bzw. der werksärztlichen Abteilung
- Angabe, mit welcher Stoffgruppe gearbeitet wird (Fluorwasserstoff, Flusssäure und/oder anorganische Fluoride)
- Giftnotrufnummer

- Das nächste Krankenhaus, das Erfahrung mit solchen Verletzungen hat
- Die **Abschnitte 11.1–11.5** und **Kapitel 12** dieses Merkblatts (empfohlen) oder (mindestens) einen Hinweis auf die Giftwirkung durch Fluoridionen und die Notwendigkeit einer umgehenden ärztlichen Behandlung. **Anhang 4** enthält ein Muster dieses Passes. Dieses kann auch im Downloadcenter Prävention der BG RCI unter downloadcenter.bgrci.de heruntergeladen werden.

Bei Unfällen immer für den Arzt mitgeben (siehe auch Abschnitt 11.6): Unfalleitblatt + Flusssäurepass (+ dieses Merkblatt, wenn die o. g. Abschnitte des Kapitels „Erste Hilfe“ nicht im Flusssäurepass enthalten sind).

Das Unfalleitblatt ist ein vom Unternehmen vorzubereitender Vordruck, der bei Arbeitsunfällen ausgefüllt werden kann. Es soll dem behandelnden Arzt einen schnellen Überblick über das Unfallgeschehen ermöglichen. Ein Muster dieses Leitblatts befindet sich im **Anhang 2**.

10 Persönliche Schutzmaßnahmen

Kann eine Gefährdung der Beschäftigten beim Umgang mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden durch technische Maßnahmen allein nicht ausgeschlossen werden, müssen geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt (**11**), in gebrauchsfertigem, hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten und bei Bedarf benutzt werden (**39**). Hierfür ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. Das Tragen von Atemschutz und Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein.

Die Betriebsanweisung muss auch Hinweise für das An- und Ablegen der Kleidung beinhalten (Schutz vor Kontaminierung beim Ausziehen der Schutzkleidung bzw. Dekontaminierung).

Zum Beispiel: „Ausziehen der Handschuhe: Angezogene Handschuhe vorreinigen (**46**). Danach einen Handschuh durch Ziehen an den Fingern von der Hand entfernen. Den zweiten mit der ungeschützten Hand innen an der Stulpe fassen und, mit der Innenseite nach außen, über die Hand abziehen.“

10.1 Atemschutz (**24**)

Besteht die Gefahr des Einatmens von Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen (d. h. oberhalb des AGW (**22**), siehe **Kapitel 3**), z. B. bei Reparaturarbeiten oder unkontrollierten Betriebszuständen, sind geeignete Atemschutzgeräte zu benutzen. Bei der Anwendung ist die BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (**BGR/GUV-R 190**) zu beachten.

- Filtergeräte:
 - Filtergeräte mit Vollmaske, Helm oder Haube
 - Gebläsefiltergeräte mit Vollmaske, Helm oder Haube

jeweils mit Gas-, Partikel- oder Kombinationsfiltern

Geeignete Filter sind:

- Fluorwasserstoff: Gasfilter Typ B, Kennfarbe grau oder Typ E, Kennfarbe gelb
 - Fluoride bei gleichzeitigem Vorkommen von Fluorwasserstoff:
 - Kombinationsfilter B-P (Kennfarben grau und weiß) oder
 - Kombinationsfilter E-P (Kennfarben gelb und weiß)
 - Fluoride:
 - Partikelfilter P3, Kennfarbe weiß
- Isoliergeräte (von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkende Atemschutzgeräte) müssen verwendet werden bei höheren Konzentrationen an Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden in der Umgebungsatmosphäre, unklaren Bedingungen und Gasausbrüchen; Isoliergeräte sind z. B. Schlauchgeräte und Pressluftatmer.

Atemschutzgeräte sind außerhalb der gefährdeten Bereiche, jedoch für die Beschäftigten schnell erreichbar, aufzubewahren.

Bei einem Ausbruch von Fluorwasserstoff müssen Gasschutzanzüge verwendet werden.

Atemschutzgeräte dürfen nur von ausgebildeten und ggf. arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen (65) unterzogenen Personen benutzt werden, weitere Hinweise in [Abschnitt 9.6](#).

10.2 Augenschutz (56), (39)

Beim Umgang mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden muss ausreichender Augenschutz mit „Gläsern“ aus geeigneten Kunststoffen, z. B. Klarsicht-PVC, getragen werden:

- Gestellbrillen mit Seitenschutz (evtl. mit Korrekturgläsern für Brillenträger) reichen z. B. für Überwachungstätigkeiten in Betrieb und Labor aus.
- Geeignete Korbbrillen sind bei allen Arbeiten zu tragen, bei denen mit einer Gefährdung der Augen durch verspritzende Flüssigkeit zu rechnen ist, z. B. beim Abfüllen oder Beseitigen von Störungen.
- Können augenschädigende Dämpfe oder Aerosole auftreten, ist der Schutz der Augen am besten durch eine Vollmaske sicherzustellen.
- Schutzschilder sollten beim Umgang mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganischen Fluoriden nur zusammen mit Gestellbrillen mit Seitenschutz oder Korbbrillen getragen werden. Bei Arbeiten in Kopfhöhe oder über Kopf ist ausreichender Schutz der Augen nur mit zusätzlicher Korbbrille gewährleistet.

10.3 Körperschutz

Zum Schutz des Gesichtes sind Schutzschilder und Vollmasken geeignet. (56)

Die Hände können gegen die Einwirkung von Fluorwasserstoff (57), Flusssäure und anorganischen Fluoriden durch Handschuhe aus geeignetem Gummi oder Kunststoff (40) geschützt werden. Eine Übersicht über geeignete Handschuhmaterialien zeigt die Datenbank GESTIS (89). Die Handschuhe müssen dicht und porenfrei sein.

Völlig ungeeignet sind Leder- und Stoffhandschuhe.

In Abhängigkeit von dem Ausmaß der möglichen Gefährdung sind zusätzlich Schürzen, Stiefel und Vollschutzanzüge (54) aus geeigneten Materialien zu tragen. Bei Stiefeln ist darauf zu achten, dass keine Schadstoffe von oben in die Stiefel gelangen können. Das ist z. B. durch Tragen einer ausreichend langen Schürze sicherzustellen.

11 Erste Hilfe (80), (81), (83), (86)

Alle Personen, die Tätigkeiten mit Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganischen Fluoriden ausüben, müssen über spezielle Erste-Hilfe-Maßnahmen unterrichtet sein und über das Verhalten bei Arbeitsunfällen unterwiesen werden (11), (32). Dabei ist insbesondere auf die Dringlichkeit sofortigen Handelns hinzuweisen.

Der von den Berufsgenossenschaften herausgegebene Aushang „Erste Hilfe“ (62) ist entsprechend dem jeweiligen Gefährdungsgrad an geeigneten Stellen auszuhängen.

Über jede Erste-Hilfe-Leistung sind Aufzeichnungen zu führen, z. B. in einem Verbandbuch, und fünf Jahre lang aufzubewahren.

Bei Verdacht auf eine Gesundheitsschädigung durch Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganische Fluoride hat der Betroffene den Gefahrenbereich zu verlassen bzw. ist er aus dem Gefahrenbereich zu retten. Die Helfer haben sich dabei vor Kontakt mit Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganischen Fluoriden zu schützen (Atemschutz, Schutzhandschuhe, usw.).

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich zu veranlassen. Dem Arzt sind die Schädigung durch Flusssäure und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben. Während des Transportes sind die jeweils angegebenen Maßnahmen fortzuführen.

Um wirksame Hilfe leisten zu können, ist unter Überlassen dieses Merkblattes ein Notfallplan in Absprache zwischen Betrieb, Betriebsarzt, Krankenhaus oder Rettungsdienst erforderlich. Wegen des in Krankenhäusern üblichen Personalwechsels ist diese Absprache von Zeit zu Zeit zu wiederholen. Es sollten Informationsschreiben (Unfallleitblatt, Flusssäurepass – siehe dazu **Abschnitt 9.7**) vorbereitet werden, die dem Verletzten oder dessen Begleitern mitgegeben werden. Neben dem Unfallhergang (Konzentration und Temperatur der Flusssäure, Dauer der Einwirkung, usw.) und Art der bereits getroffenen Maßnahmen der Ersten Hilfe sollten in diesen Schreiben betriebliche Ansprechpartner genannt werden.

Erste-Hilfe-Maßnahmen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „Stabile Seitenlage“, „Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ werden in diesem Merkblatt nicht angesprochen.

Bei besonderen betrieblichen Gefährdungen, z. B. infolge Einwirkens von Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganischen Fluoriden, können zusätzliche Maßnahmen und Mittel der Ersten Hilfe notwendig sein.

Diese Maßnahmen verlangen von dem Ersthelfer bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten, die in der Grundausbildung nicht vermittelt werden.

Die Weiterbildung geeigneter Ersthelfer (**33**) erfolgt insbesondere durch den Betriebsarzt entsprechend der im Einzelnen vorhandenen Stoffe.

11.1 Allgemeine Maßnahmen

- Wer mit Flusssäure arbeitet und auf der Kleidung oder Haut Flüssigkeit bemerkt, soll sich so verhalten, als sei diese Flüssigkeit Flusssäure (Prüfung mit pH-Papier).
- Auch bei scheinbar geringfügiger Benetzung mit Flusssäure ist immer eine Vorstellung beim Arzt erforderlich.
- Bei Unfällen mit Fluorwasserstoff oder Flusssäure muss immer sofort geprüft werden, ob auch eine Einatmung der Noxe erfolgt sein kann. Dies gilt insbesondere, wenn Körpervorderseite oder Gesicht von dem Unfall betroffen sind.
- Bei stärkerer Einwirkung (starker Hustenreiz, mehr als handflächengroße Hautverätzungen, Verschlucken von löslichen Fluoriden oder flusssäurehaltigen Lösungen) muss der Betriebsarzt geholt werden oder es ist ein Notarzt anzufordern, damit diese sofort unter Beachtung des **Kapitels 12** „Hinweise für den Arzt“ tätig werden.
- Treten verspätet, z. B. nach Arbeitsende oder nachts zu Hause, Beschwerden auf, die im Zusammenhang mit der vorangegangenen Arbeit mit Flusssäure stehen können, z. B. verstärkter Hustenreiz oder auf eine Verätzung hinweisende Schmerzen oder Hautveränderungen, so ist unverzüglich das nächstgelegene Krankenhaus aufzusuchen und auf dieses Merkblatt hinzuweisen (siehe dazu auch **Abschnitt 9.7**).

Anmerkung: Beschwerden können auch noch nach einem symptomfreien Intervall (Latenzzeit von 1–2 Tagen) auftreten!

11.2 Augen

- Augen unter Schutz des unverletzten Auges sofort ausgiebig (ca. 10 Minuten) bei geöffneten Augenlidern mit Wasser spülen.
- Steriler Schutzverband.
- Augenärztliche Behandlung.

11.3 Atmungsorgane

- Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich retten. Achtung: auch bei subjektiver Beschwerdefreiheit sollte der Verletzte nicht selbst gehen, sondern – wenn möglich – getragen oder gefahren werden; Lagerung mit erhöhtem Oberkörper.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (z. B. Beatmungsbeutel), auf jeden Fall Einatmen von Fluorwasserstoff vermeiden (Selbstschutz).
- Unmittelbar nach dem Unfall, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein inhalatives Steroid (Dosieraerosol) einatmen lassen: Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach betriebsärztlicher Anordnung.
- Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

11.4 Haut

- Sofortiges Handeln ist vordringlich und kann lebensrettend sein.
- Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen, auf Selbstschutz achten.
- Haut oder Schleimhäute (Nase bzw. Mundhöhle) mit viel Wasser spülen.
- Zur Behandlung von Flusssäureverätzungen der Haut haben sich folgende Maßnahmen bewährt:

- Calciumgluconatgel:

Nach gründlichem Abwaschen mit Wasser wird auf die betroffene Haut Calciumgluconatgel aufgetragen und bis zum Schwinden des Schmerzes vorsichtig in die Haut einmassiert. Zwischendurch sollte der Calciumgluconatbrei auf der Haut mit Wasser abgespült werden und durch neues Calciumgluconatgel ersetzt werden. Nach Schmerzfreiheit das Einreiben mit dem Gel weitere 15 Minuten fortsetzen.

Für die Herstellung von Calciumgluconatgel liegt in jeder Apotheke eine Rezeptur vor. Diese ist in der von der Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände (ABDA) herausgegebenen Formelsammlung (aktuelle Fassung beachten) enthalten:

Neues Rezeptur-Formularium:

Hydrophiles Calciumgluconat-Gel 2,5 %
mit Chlorhexidindigluconat 0,5 % (NRF 19.6)
(2 Jahre haltbar)

- Falls Calciumgluconatgel nicht vorhanden:

Nach Abspülen der Haut Auflegen eines nassen Umschlages mit 10 %iger Calciumgluconatlösung. 50 ml Lösung genügen für eine 15 x 15 cm große Kompresse. Sterile „Calciumgluconat-Lösung 10 %ig“ steht als Fertigarzneimittel in Brechampullen zu 10 ml zur Verfügung (mit Calciumgluconat/-lactobionat oder Calciumgluconat/-saccharat; jeweils entsprechend 0,23 mmol/ml Ca²⁺ und äquivalent zu Calciumgluconat-Monohydrat 10 %ig; zugelassen zur intravenösen und tief intramuskulären Anwendung bei Hypokalzämie). Die Haltbarkeit dieser Fertigarzneimittel bis zum Anbruch beträgt drei Jahre.

- Bei großflächigen Verätzungen:

Die vollständige Entfernung der Kleidung sollte unter viel fließendem Wasser erfolgen. Nach Möglichkeit eine Notdusche der Klasse III nach DIN 12 899-3:2008 (72) mit einem Wasservolumenstrom von mehr als 100 l/min benutzen. Helfer müssen an den Eigenschutz denken (säurefeste Handschuhe). Nach gründlichem Abspülen der Haut Anwendung der Calciumgluconat-Kompressen.

- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Bei jeder Flusssäureverätzung ist ein Arzt aufzusuchen.

11.5 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes.
- Wenn möglich, den Inhalt von 1–4 Trinkampullen „frubiase® calcium T^{**}) (je nach Menge der verschluckten Flusssäure) in kleinen Schlucken trinken lassen.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

Fußnote *)

frubiase® calcium T – Trinkampullen; Hersteller: Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG

12 Hinweise für den Arzt

Fluorionen haben die Eigenschaft, körpereigenes Calcium und Magnesium zu binden. Patienten mit erheblicher Fluoraufnahme (siehe auch: Einatmen, Verschlucken, Haut) sind wegen des Verlustes von intrazellulärem Calcium und Magnesium vital gefährdet, **cave: Kammerflimmern!** Bei Verdacht auf eine systemische Einwirkung ist dringend eine intensivmedizinische Überwachung und Therapie erforderlich. Dies gilt auch bei zunächst asymptomatischen Patienten. Die sofortige systemische Substitution von Calcium und Magnesium empfiehlt sich auch bei lediglichem Verdacht auf systemische Wirkung.

Nach den heute vorliegenden Erfahrungen kann, über das in den vorherigen Abschnitten Gesagte hinaus, folgende Behandlung von Flusssäureverätzungen empfohlen werden:

- **Einatmen**
 - Intravenöse Gabe von Calcium und Magnesium (z. B. als Magnesiumchlorid und Calciumchlorid in entsprechenden Elektrolyt-Infusionslösungen) unter Kontrolle des Serum-Calcium- und Magnesium-Spiegels sowie EKG-Überwachung.
 - Bei Hinweisen auf die Entstehung eines Lungenödems können klinische Überwachung, Röntgenthoraxkontrollen, Vitalographie, Beatmung und die Gabe von Sauerstoff, Glucocorticoiden, Bronchodilatoren, Antitussiva, Sedativa, Herzglykosiden und Antibiotika (Pneumonieprophylaxe) sinnvoll sein.
 - Zusätzlich wird die Inhalation einer 2,5–3 %igen Calciumgluconatlösung in physiologischer Kochsalzlösung über einen Vernebler empfohlen.
 - Intensivmedizinische Beobachtung über 24 bis 48 Stunden und – falls erforderlich – Behandlung.
- **Verschlucken**
 - Vorsichtige endoskopische Untersuchung und schnellstmögliche Magenentleerung.
 - Magenspülung mit 1 %iger Calciumgluconatlösung.
 - Anschließend 40 g Calciumgluconat instillieren und belassen.
 - Intensivmedizinische Beobachtung und eventuell Behandlung.
- **Augen**
 - Verätzungen der Augen müssen sofort mit viel Wasser gespült werden.
 - Augenärztliche Behandlung.
- **Haut**
 - Insbesondere bei frontaler Einwirkung ist immer auch mit einer möglichen Einatmung zu rechnen und entsprechend zu handeln.
 - In vielen Fällen lokaler Einwirkung geringen Ausmaßes, d. h. bei Vorliegen einer nur oberflächlichen Reizung bzw. Rötung der Haut, genügt das Fortführen des in **Abschnitt 11.4** geschilderten Einreibens mit Calciumgluconat-Gel. Anschließend Auftragen einer Glucocorticoid-Salbe.
 - Bei Eindringen der Flusssäure unter den Fingernagel: Fingernagelextraktion.

- Bei Vorliegen stärkerer lokaler Einwirkungen (zweitgradige oder drittgradige Verätzungen) haben sich die folgenden drei Methoden zur Behandlung von Flusssäureverätzungen bewährt:

1. Methode

Bei zweit- und drittgradigen Verätzungen sollte das verätzte Hautareal mit Calciumgluconat 10 %ig bis zur Schmerzfreiheit unterspritzt werden mit Polsterbildung (für ein Areal von etwa 6 cm Durchmesser benötigt man 1 Ampulle Calciumgluconat = 10 ml).

2. Methode

Bei bestehenden Hautnekrosen (Verätzungsgrad 2b und 3) und bei vitaler Bedrohung durch großflächige Verätzungen sollte die energische, primäre dermatochirurgische Wundrevision mit sauberer Entfernung aller schon nekrotisch und irreversibel geschädigt erscheinenden Hautpartien mit primärer Hauttransplantation erfolgen. Als Erstbehandlung muss hier auch die Unterspritzung (1. Methode) durchgeführt werden. Bei ausgedehnten Verätzungen müssen Calcium und Magnesium substituiert werden. Ab einer etwa handflächengroßen drittgradigen Verätzung empfiehlt sich die Gabe von Calcium und Magnesium (z. B. als Calciumchlorid und Magnesiumchlorid in entsprechenden Elektrolyt-Infusionslösungen) unter Kontrolle des Serum-Calcium- und Magnesium-Spiegels sowie EKG-Überwachung. Diese vital gefährdeten Patienten sind intensivmedizinisch zu überwachen.

3. Methode

Bei Vorliegen von zweit- und drittgradigen Verätzungen im Hand- und Fußbereich: intraarterielle Calciumgluconatgabe in die proximal der Läsion gelegene Arterie.

Vorgehen:

Punktion der zentral gelegenen Arterie, Einbringen eines arteriellen Katheters, intraarterielle Perfusion von 20 ml Calciumgluconat 10 %ig und 30 ml NaCl 0,9 %ig über 4 Stunden sowie Thromboseprophylaxe. Beim Auftreten von erneuten Schmerzen kann eine zweite Injektionsbehandlung notwendig werden. Die intraarterielle Calciumgluconatperfusion ist nur nach kritischer Indikationsstellung vorzunehmen. Sie sollte ausschließlich in Kliniken von Ärzten mit Erfahrung in intraarterieller Injektionstechnik durchgeführt werden.

Anhang 1: Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind Technische Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften, BG-Regeln, BG-Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Merkblattreihen der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften- und Regelwerkes (rund 1 750 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten. Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter www.bgrci.de/praevention.

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung siehe medienshop.bgrci.de.

Ausgewählte Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und BG-Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen werden im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de zur Verfügung





















gestellt.

Unfallverhütungsvorschriften, BG-Regeln, BG-Grundsätze und viele BG-Informationen sind in der Datenbank auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.









Nachstehend sind die im Zusammenhang mit diesem Merkblatt insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und andere Schriften zusammengestellt.

1. Gesetze, Verordnungen

Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) bzw. www.baua.de (Technische Regeln)




-  (0) Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) mit arbeitsmedizinischer Regel (AMR) Nr. 1 zu § 6 ArbMedVV
-  (1) Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
-  (2) Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR), insbesondere:
-  (3) ASR 5: Lüftung
-  (4) ASR 34/1-5: Umkleieräume
-  (5) ASR A2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan
-  (6) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
-  (7) Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
-  (8) Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV)
- (9) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)
-  (10) Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
-  (11) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
-  (12) TRGS 200: Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen
-  (13) TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
-  (14) TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
-  (15) TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
-  (16) TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
-  (17) TRGS 420: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung
-  (18) TRGS 500: Schutzmaßnahmen
-  (19) TRGS 510: Lagern von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
-  (20)

TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten

-  (21) TRGS 600: Substitution
-  (22) TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte
-  (23) TRGS 903: Biologische Grenzwerte
-  (24) Achte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über das Inverkehrbringen von persönlichen Schutzausrüstungen – 8. GPSGV)
-  (25) Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)
-  (26) Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW/AbfG)
- (27) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)
-  (28) Gesetz zum Schutz der erwerbstätigen Mutter (Mutterschutzgesetz – MuSchG)
-  (29) Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz (MuSchArbV)
- (30) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) mit zugehörigen Verordnungen
- (31) Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe – VwVwS)
www.umweltbundesamt.de/wgs

2. Unfallverhütungsvorschriften








Bezugsquellen: Jedermann-Verlag, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de










-  (32) BGV A1: Grundsätze der Prävention
-  (33) DGUV Vorschrift 2: Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit
-  (34) BGV A4: Arbeitsmedizinische Vorsorge

3. Berufsgenossenschaftliche Regeln, Informationen, Merkblätter











Bezugsquellen: Jedermann-Verlag, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de

Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) bei der BG RCI in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

-  (36) BGR 117-1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
-  (37) Sicheres Arbeiten in Laboratorien (BGI/GUV-I 850-0); auch in englisch als: Working Safely in Laboratories – Basic Principles and Guidelines (BGI/GUV-I 850-0e)
-  (38) Merkblatt A 001: Schriften und Medien für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit
-  (39) Merkblatt A 008: Persönliche Schutzausrüstungen
-  (40) Kleinbroschüre A 008-1: Chemikalien-Schutzhandschuhe
-  (41) Merkblatt A 009: Zusammenarbeit im Betrieb, Sicherheitstechnisches Koordinieren
-  (42)

- Merkblatt A 010: Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (BGI 566)
-  (43) Merkblatt A 011: Nachweise über durchgeführte Unterweisungen
 -  (44) Merkblatt A 013: Beförderung gefährlicher Güter (BGI 671)
Merkblatt A 014: Gefahrgutbeförderung im Pkw (BGI 744)
 -  (45) Merkblatt A 016: Gefährdungsbeurteilung – Sieben Schritte zum Ziel (BGI 570)
Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungskatalog (BGI 571)
 -  (46) Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz (BGI 540)
 -  (47) Merkblatt A 026: Unterweisung – Gefährdungsorientierte Handlungshilfe (BGI/GUV-I 8697)
 -  (48) Merkblatt M 060: Gefahrstoffe mit GHS-Kennzeichnung – Was ist zu tun? (BGI 5150)
Merkblatt M 060-1: Kompaktinformationen GHS – Veranstaltungs- und Seminarunterlagen (BGI 5150-1)
Kleinbroschüre M 060-2: GHS – Chemikalien weltweit einheitlich kennzeichnen (BGI 5150-2)
 -  (49) Merkblatt T 005: Fassmerkblatt: Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden (BGI 535)
 -  (51) Merkblatt T 025: Umfüllen von Flüssigkeiten (BGI 623)
 -  (52) Merkblatt T 026: Probenahme – Flüssigkeiten; mit Gefährdungskatalog (BGI 640)

Bezugsquelle: Max Dorn Presse GmbH & Co. KG, Georg-Kerschensteiner-Straße 6, 63179 Obertshausen, freier Download unter publikationen.dguv.de

-  (53) BGR 121: Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
-  (54) BGR 189: Benutzung von Schutzkleidung
-  (55) BGR 190/GUV-R 190: Benutzung von Atemschutzgeräten
-  (56) BGR 192: Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
-  (57) BGR 195: Benutzung von Schutzhandschuhen
-  (59) BGR 500: Betreiben von Arbeitsmitteln (wegen ihres Umfangs nur unter publikationen.dguv.de), insbesondere: **Kapitel 2.31** „Arbeiten an Gasleitungen“ und **Kapitel 2.33** „Betreiben von Anlagen für den Umgang mit Gasen“
-  (60) BGI/GUV-I 503: Anleitung zur Ersten Hilfe
BGI 509: Erste Hilfe im Betrieb
-  (61) BGI/GUV-I 504-34: Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 34 „Fluor oder seine anorganischen Verbindungen“
-  (62) BGI/GUV-I 510: Aushang „Erste Hilfe“
-  (63) BGI 527: Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes

4. Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen






Bezugsquellen: Buchhandel und A. W. Gentner Verlag, Postfach 10 17 42, 70015 Stuttgart, www.gentner.de

- (64) DGUV-Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (ISBN: 978-3-87247-733-0), insbesondere:
- (65) G 26: Atemschutzgeräte
- (66)

G 34: Fluor oder seine anorganischen Verbindungen

5. Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln;
Volltext unter <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

-  (67) Richtlinie 67/548/EWG vom 27. Juni 1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe, zuletzt geändert durch Richtlinie 2009/2/EG
-  Richtlinie 1999/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Mai 1999 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1272/2008
- (68) Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1882/2003
-  (69) Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1882/2003
-  (70) Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 596/2009
-  (71) 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, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 286/2011

6. Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.din.de/beuth

- (72) DIN 12 899: Sicherheitsnotduschen
- (73) DIN 2403: Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff
- (74) DIN 38 405: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung
- (75) DIN EN 15 154: Sicherheitsnotduschen
- (76) VDI-Richtlinie 2452, Blatt 1: Messen von Immissionen; Messen der Gesamt-Fluoridionen-Konzentration; Impinger-Verfahren

7. Andere Schriften und Medien

Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg

- (77) Toxikologische Bewertungen der ehemaligen BG Chemie im Rahmen ihres „Programms zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe“ (auch in englischer Sprache), Download über www.bgrci.de → Prävention → Fachwissen → Gefahrstoffe → toxikologische

Bewertungen

Bezugsquelle: Jedermann-Verlag, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de

- (78) Kompendium Arbeitsschutz als Online-Datenbank oder DVD-ROM (beides kostenpflichtig): Vorschriften und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programm zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok32 und GefDok light). Ein kostenloser zeitlich begrenzter Testzugang ist möglich unter www.kompendium-as.de

Bezugsquelle: Buchhandel

- (80) Albrecht: Intensivtherapie akuter Vergiftungen, ISBN: 978-3-86126-142-1
(81) Dauderer: Klinische Toxikologie, Bd. 3, ISBN: 3-609-70000-9
(82) Kühn, Birett: Merkblätter „Gefährliche Arbeitsstoffe“, ISBN: 978-3-609-73000-4
(83) Ludewig, Regenthal: Akute Vergiftungen, ISBN: 978-3-8047-2280-4
(84) Müller, Arenz: Sichere Lagerung gefährlicher Stoffe, ISBN: 978-3-609-65221-4
(85) Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, ISBN: 978-3-527-30385-4
(86) Wirth, Gloxhuber: Toxikologie, ISBN: 3-13-421105-X

8. Online-Datenbanken und Informationen im Internet

- (87) Stoffdatenbank GisChem der BG RCI: www.gischem.de
(88) Downloadcenter Prävention der BG RCI: downloadcenter.bgrci.de
(89) GESTIS-Stoffdatenbank: www.dguv.de/bgia/stoffdatenbank/ Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)
(90) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): www.baua.de
(91) Umweltfirmen-Datenbank der Industrie- und Handelskammern: www.umfis.de
(92) Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall: www.laga-online.de
(93) Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkKS), www.dakks.de

Anhang 2: Unfalleitblatt

Download unter downloadcenter.bgrci.de

Unfallleitblatt (Firma:.....)

Unfall mit Flusssäure

Laborleiter:Tel:.....

Ansprechpartner vor Ort:.....Tel:

Telefonische Benachrichtigung bei Notfall:

Bevorzugtes Krankenhaus:.....Tel:

Zufahrt (Wegbeschreibung):

Anschrift:

Giftnotruf-Zentrale: Tel:

Verletzte(r):

Frau/Herr: geb.:

Einwirkzeit: ca. Minuten

Konzentration der Flusssäure:%

Temperatur der Flusssäure:°C

Sonstiges:


Lokalisation und Größe der Verletzung:

Erste-Hilfe-Maßnahmen vor Ort:

Uhrzeit: Datum:

Unterschrift:

Anhang 3: Beispiele für Etiketten

  Gefahr	Fluorwasserstoff (Index-Nr. 009-002-00-6) H 300 Lebensgefahr bei Verschlucken. H 310 Lebensgefahr bei Hautkontakt. H 330 Lebensgefahr bei Einatmen. H 314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
	P 260 Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen. P 262 Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen. P 280 Schutzhandschuhe, Schutzkleidung und Augenschutz bzw. Gesichtsschutz tragen. P 303 + P 361 + P 353: Bei Berührung mit der Haut (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen. P 310 Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen. P 320 Gezielte Behandlung dringend erforderlich (siehe Zusatzinformationen auf diesem Kennzeichnungsetikett).
Moissan-Werke An der Flusssäure 1 00000 Fluorid Tel. 000/123456	1

Anhang 4: Flusssäurepass

Download unter downloadcenter.bgrci.de

FLUSSSÄUREPASS

Der Inhaber dieses Passes ist bei/an
 mit
 - Fluorwasserstoff
 - Flusssäure
 - anorganischen Fluoriden
 beschäftigt.

Name: _____

Abteilung: _____

Ansprechpartner:

Tel.: _____

Bevorzugtes Krankenhaus:

Gift-Notruf: _____

Betriebsarzt: _____

Fluorwasserstoff, Flusssäure und saure Fluoride wirken lokal ätzend. Sie durchdringen rasch die Haut, zerstören tiefere Gewebeschichten und können auch resorptiv durch chemische Bindung an Calcium- und Magnesiumionen und Hemmung lebenswichtiger Enzyme zu akut bedrohlichen Stoffwechselstörungen oder Störungen der Leber- bzw. Nierenfunktion führen.

Bei Verdacht auf eine Gesundheitsschädigung durch Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganische Fluoride hat der Betroffene den Gefahrenbereich zu verlassen bzw. ist er aus dem Gefahrenbereich zu retten. Die Helfer haben sich dabei vor Kontakt mit Fluorwasserstoff, Flusssäure oder anorganische Fluoriden zu schützen (Atemschutz, Schutzhandschuhe, usw.).

Erste-Hilfe-Maßnahmen, die Gegenstand der Erste-Hilfe-Ausbildung sind, wie „Stabile Seitenlage“, Herz-Lungen-Wiederbelebung“, „Schockbekämpfung“ werden in diesem Pass nicht angesprochen.

Ärztliche Hilfe ist unverzüglich zu veranlassen. Dem Arzt sind die Schädigung durch Flusssäure und die bereits durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen anzugeben. Während des Transportes sind die

jeweils angegebenen Maßnahmen fortzuführen.

Anmerkung: Beschwerden können auch noch nach einem symptomfreien Intervall (Latenzzeit von 1–2 Tagen) auftreten!

1.1 Allgemeine Maßnahmen

- Wer bei Arbeiten mit Flusssäure Flüssigkeit auf Kleidung oder Haut bemerkt, soll sich so verhalten, als sei diese Flüssigkeit Flusssäure (Prüfung mit pH-Papier).
- Auch bei scheinbar geringfügigen Verätzungen durch Flusssäure ist immer eine Vorstellung beim Arzt erforderlich.
- Bei Unfällen mit Fluorwasserstoff oder Flusssäure ist immer sofort zu prüfen, ob eine Einatmung der Noxe erfolgt sein kann, insbesondere, wenn das Gesicht oder die Körpervorderseite betroffen sind.
- Bei stärkerer Einwirkung (starker Hustenreiz, mehr als handflächengroße Hautverätzung, Verschlucken von löslichen Fluoriden oder flusssäurehaltigen Lösungen) muss der **Betriebsarzt** oder **Notarzt** geholt werden, damit diese sofort unter Beachtung des Abschnitte 11.6 „Hinweise für den Arzt“ tätig werden.
- Treten verspätet, z. B. nach Arbeitsende oder nachts zu Hause Beschwerden auf, die im Zusammenhang mit Flusssäure stehen könnten (z. B. verstärkter Hustenreiz, Hautveränderungen oder auf eine Verätzung hinweisende Schmerzen) **unverzüglich** die nächstgelegene Klinik aufsuchen und auf diesen Pass hinweisen.

1.2 Augen

- Augen unter Schutz des unverletzten Auges sofort bei geöffneten Augenlidern ausgiebig mit Wasser spülen.
- Steriler Schutzverband.
- Augenärztliche Behandlung.

1.3 Atmungsorgane

- Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen. Auch bei subjektiver Beschwerdefreiheit sollte der Verletzte nicht selbst gehen, sondern möglichst getragen oder gefahren werden, Lagerung mit erhöhtem Oberkörper.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit einer Atemhilfe (z. B. Beatmungsbeutel), auf jeden Fall Einatmen von Fluorwasserstoff vermeiden (Selbstschutz).
- Unmittelbar nach dem Unfall, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein inhalatives Steroid (Dosieraerosol) einatmen lassen: Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach **betriebsärztlicher Anordnung**.
- Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

1.4 Haut

- Sofortiges Handeln ist vordringlich und kann lebensrettend sein.
- Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen, auf Selbstschutz achten.
- Haut und Schleimhäute (Nase bzw. Mundhöhle) mit viel Wasser spülen.
- Zur Behandlung von Flusssäureverätzungen der Haut haben sich folgende Maßnahmen bewährt:
 - Calciumgluconatgel:
Nach gründlichem Abwaschen mit Wasser wird auf die betroffene Haut Calciumgluconatgel aufgetragen und bis zum Schwinden des Schmerzes in die Haut einmassiert. Der Calciumgluconatbrei auf der Haut sollte zwischenzeitlich mit Wasser abgespült werden und durch neues Calciumgluconatgel ersetzt werden. Nach Schmerzfremheit Fortsetzen der Massage mit dem Gel für weitere 15 Minuten.
 - Falls Calciumgluconatgel nicht vorhanden:
Nach Abspülen der Haut Auflegen eines nassen Umschlages mit 10 %iger Calciumgluconatlösung. 50 ml genügen für eine 15 x 15 cm Kompresse. Sterile

„Calciumgluconat-Lösung 10 %ig“ steht als Fertigarzneimittel in Brechampullen zu 10 ml zur Verfügung (mit Calciumgluconat/-lactobionat oder Calciumgluconat/-saccharat; jeweils entsprechend 0,23 mmol/ml Ca^{2+} und äquivalent zu Calciumgluconat-Monohydrat 10 %ig; zugelassen zur intravenösen und tief intramuskulären Anwendung bei Hypokalzämie).

- Bei großflächigen Verätzungen:
 - Die vollständige Entfernung der Kleidung sollte unter viel fließendem Wasser erfolgen. Nach Möglichkeit eine Notdusche der Klasse III nach DIN 12 899-3:2008 mit einem Wasservolumenstrom von mehr als 100 l/min benutzen. Helfer müssen an den Eigenschutz denken (säurefeste Handschuhe). Nach gründlichem Abspülen der Haut Anwendung der Calciumgluconat-Kompressen.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung.

1.5 Verschlucken

- Sofortiges kräftiges Ausspülen des Mundes.
- Wenn möglich, den Inhalt von 1–4 Trinkampullen „frubiase® calcium T“ (je nach Menge der verschluckten Flusssäure) in kleinen Schlucken trinken lassen.
- Für Körperruhe sorgen, vor Wärmeverlust schützen.
- Ärztliche Behandlung

2 Hinweise für den Arzt

Fluorionen haben die Eigenschaft, körpereigenes Calcium und Magnesium zu binden. Patienten mit erheblicher Fluoraufnahme (siehe auch: Einatmen, Verschlucken, Haut) sind wegen des Verlustes von intrazellulärem Calcium und Magnesium vital gefährdet, **cave: Kammerflimmern**. Bei Verdacht auf eine systemische Einwirkung ist dringend eine intensivmedizinische Überwachung und Therapie erforderlich. Dies gilt auch bei zunächst asymptomatischen Patienten. Die sofortige systemische Substitution von Calcium und Magnesium empfiehlt sich auch bei lediglichem Verdacht auf systemische Wirkung.

Nach den heute vorliegenden Erfahrungen kann, über das in Abschnitt 1 Angeführte hinaus, folgende Behandlung von Flusssäureverätzungen empfohlen werden:

- **Einatmen**
 - Intravenöse Gabe von Calcium und Magnesium (z. B. als Magnesiumchlorid und Calciumchlorid in entsprechenden Elektrolyt-Infusionslösungen) unter Kontrolle des Serum-Calcium- und Magnesium-Spiegels sowie EKG-Überwachung.
 - Bei Hinweisen auf die Entstehung eines Lungenödems können klinische Überwachung, Röntgenthoraxkontrollen, Vitalographie, Beatmung und die Gabe von Sauerstoff, Glucocorticoiden, Bronchodilatoren, Antitussiva, Sedativa, Herzglykosiden und Antibiotika (Pneumonieprophylaxe) sinnvoll sein.
 - Zusätzlich wird die Inhalation einer 2,5–3 %igen Calciumgluconatlösung in physiologischer Kochsalzlösung über einen Vernebler empfohlen.
 - Intensivmedizinische Beobachtung über 24 bis 48 Stunden und – falls erforderlich – Behandlung.
- **Verschlucken**
 - Vorsichtige endoskopische Untersuchung und schnellstmögliche Magenentleerung.
 - Magenspülung mit 1%iger Calciumgluconatlösung.
 - Anschließend 40 g Calciumgluconat instillieren und belassen.
 - Intensivmedizinische Beobachtung und eventuell Behandlung.
- **Augen**
 - Verätzungen der Augen müssen sofort mit viel Wasser gespült werden.
 - Augenärztliche Behandlung.
- **Haut**
 - Insbesondere bei frontaler Einwirkung ist immer auch mit einer möglichen Einatmung zu

rechnen und entsprechend zu handeln.

- In vielen Fällen lokaler Einwirkung geringen Ausmaßes, d. h. bei Vorliegen einer nur oberflächlichen Reizung bzw. Rötung der Haut, genügt das Fortführen des in Abschnitt 1.4 geschilderten Einreibens mit Calciumgluconat-Gel. Anschließend Auftragen einer Glucocorticoid-Salbe.
- Bei Eindringen der Flusssäure unter den Fingernagel: Fingernagelextraktion.
- Bei Vorliegen stärkerer lokaler Einwirkungen (zweitgradige oder drittgradige Verätzungen) haben sich die folgenden 3 Methoden bewährt:

1. Methode

Bei zweit- und drittgradigen Verätzungen sollte das verätzte Hautareal mit Calciumgluconat 10 %ig bis zur Schmerzfreiheit unterspritzt werden mit Polsterbildung (für ein Areal von etwa 6 cm Durchmesser benötigt man 1 Ampulle Calciumgluconat = 10 ml).

2. Methode

Bei bestehenden Hautnekrosen (Verätzungsgrad 2b und 3) und bei vitaler Bedrohung durch großflächige Verätzungen sollte die energische, primäre dermatochirurgische Wundrevision mit sauberer Entfernung aller schon nekrotisch und irreversibel geschädigter Hautpartien mit primärer Hauttransplantation erfolgen. Als Erstbehandlung muss hier auch die Unterspritzung (1. Methode) durchgeführt werden. Bei ausgedehnten Verätzungen muss Calcium und Magnesium substituiert werden. Ab einer etwa handflächengroßen drittgradigen Verätzung empfiehlt sich die Gabe von Calcium und Magnesium (z. B. als Calciumchlorid und Magnesiumchlorid in entsprechenden Elektrolyt-Infusionslösungen) unter Kontrolle des Serum-Calcium- und Magnesium-Spiegels sowie EKG-Überwachung. Diese vital gefährdeten Patienten sind intensivmedizinisch zu überwachen.

3. Methode

Bei Vorliegen von zweit- und drittgradigen Verätzungen im Hand- und Fußbereich: intraarterielle Calciumgluconatgabe in die zentral der Läsion gelegene Arterie.

Vorgehen:

Punktion der zentral gelegenen Arterie, Einbringen eines arteriellen Katheters, intraarterielle Perfusion von 20 ml Calciumgluconat 10 %ig und 30 ml NaCl 0,9 % über 4 Stunden, Thromboseprophylaxe. Beim Auftreten von erneuten Schmerzen kann eine zweite Injektionsbehandlung notwendig werden. Die intraarterielle Calciumgluconatperfusion ist nur nach kritischer Indikationsstellung vorzunehmen. Sie sollte ausschließlich in Kliniken von Ärzten mit Erfahrungen in intraarterieller Injektionstechnik durchgeführt werden.

Der Inhaber des Passes hat an der allgemeinen Unterweisung zum Umgang mit Flusssäure teilgenommen. Diese ersetzt nicht die regelmäßige Arbeitsplatzbezogene Unterweisung.

Datum

Unterschrift

Bildnachweis

Die im Merkblatt verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildung 1 wurde freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Poulten & Graf GmbH
Am Bildacker 3–7
97877 Wertheim

Änderungen gegenüber der Fassung 8/2009

- Novelle Gefahrstoffverordnung
- Anhang Flusssäurepass
- redaktionelle Änderungen

Dieses Merkblatt können Sie beziehen unter medienshop.bgrci.de

Haben Sie zu diesem Merkblatt Fragen, Anregungen, Kritik?

Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Schriftlich: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,
Prävention, Wissens- und Informationsmanagement
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- Kontaktformular im Internet:
www.bgrci.de/kontakt-schriften
- E-Mail: praevention@bgrci.de