

GEFAHRSTOFFUNFALL

Allgemeine Einführung

Relevante Kontaminationen von Unfallopfern mit „Gefährlichen Stoffen“ sind glücklicherweise eher selten.

Wenn jedoch einmal der Verdacht auf eine Kontamination besteht, ist die Verunsicherung der Helfer vom Unfallort bis ins Krankenhaus oft so groß, dass eine sachgemäße Hilfeleistung verzögert oder sogar verhindert wird.

Unfälle mit gefährlichen Stoffen stellen hohe Anforderungen vor allem an die Feuerwehr, jedoch auch an den Rettungsdienst, der vor der Aufgabe steht, Unfallbetroffene zu versorgen und das Einsatzpersonal zu betreuen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Rettungsdienst und Feuerwehr ist erforderlich.

Fallbeispiel

Ein ca. 40-jähriger Mann wird nach KFZ-Montage-Arbeiten reglos in einer Montagegrube am Rücken liegend, mit der Ausstiegsleiter auf dem Bauch, aufgefunden; das Benzin ist ausgeflossen und bildet eine 3 cm tiefe Lache. Nachdem der Patient von Passanten ins Freie gebracht wird, stellen die Sanitäter des eingetroffenen KTW einen Herz-Kreislauf-Stillstand fest; die Reanimation wird begonnen und der NAH nachgefordert. Das Team des NAH übernimmt den Patienten mit Anfangsrhythmus Asystolie; nach Intubation, Reanimation und wiederholter Adrenalingabe entsteht ein Kammerflimmern, das nach mehrfacher Defibrillation in einen Rhythmus mit Puls übergeführt wird. Der Patient wird unter Monitoring und mit Sauerstoff beatmet ins Krankenhaus geflogen, wo er Stunden später auf der Intensivstation aufgrund ausgedehnter Organschäden verstirbt.

Diskussion 1: Zu keinem Zeitpunkt während der präklinischen Versorgung erfolgte eine notfallmäßige Dekontamination am Einsatzort durch Entfernen der kontaminierten Kleidung und Abspülen. Die benzingetränkte Kleidung verblieb am Patienten, wodurch einerseits die weitere Stoffaufnahme über die Haut erfolgte und andererseits das Team einer hohen Brandgefahr (Intubation, Defibrillation und Sauerstoffbeatmung) ausgesetzt war.

Diskussion 2: Benzin ist als Gefahrstoff mit der Kemler-Zahl 33 „leicht entzündbar“ gekennzeichnet; ein Hinweis auf Giftigkeit (Kemler-Zahl 6) wird nicht gegeben, da bei normalem Umgang (höchstens kleinflächiger und kurzzeitiger Kontakt) keine Giftwirkung zu erwarten ist. Bei lang dauerndem und großflächigem Hautkontakt oder oraler Aufnahme ist jedoch eine Giftwirkung gegeben, die im o .a. Fall neben der Verdrängung des Luftsauerstoffs durch die Benzindämpfe zum Tod geführt hat.

Quelle: Schinnerl A, Katzgraber F, Krimbacher H, Plörer A, Schobersberger W (2001) "Letale akzidentelle Benzin-Intoxikation" *Der Notarzt* 17:40-42

Gefahren durch Gefährliche Stoffe (und die Symbole zu ihrer Kennzeichnung)











	EXPLOSIONS- GEFAHR		GESUNDHEITS- SCHÄDLICH
	GAS (nicht brennbar)		GIFTIG
	BRENNBARKEIT		INFEKTION
	BRANDFÖRDERUNG		REIZUNG
	ÄTZWIRKUNG/ KORROSION		RADIOAKTIVITÄT

Abbildung – Symbole zur Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen

Vorkommen von Gefährliche Stoffen

Gefährliche Stoffe und Güter sind in allen Lebensbereichen zu finden:

Haushalt	Spraydosen, Reinigungsmittel, Medikamente, Flüssiggasbehälter . .
Freizeitanlagen	Chlorgas, Ammoniak, . . .
Landwirtschaft	Pflanzenschutzmittel, Düngemittel, Gärgas, . .
Gewerbe, Industrie, Handel	Lagerung und Erzeugung von Chemikalien, Strahlenquellen zur Messung und Regelung, . . .
Transport	Chemikalien, Mineralölprodukte, Flüssiggas, . . .
Krankenhäuser,	Infektiöse und radioaktive Stoffe, . . .
Schulen/Universitäten, Labors	Chemikalien, radioaktive Stoffe, Mikroorganismen..
Problemstoffsammelstellen	gefährliche Abfälle
Mülldeponien	Mischung von Hausmüll, Industiemüll und gefährlichen Abfällen...

Schadstoffe können in allen Aggregatzuständen vorliegen (Tab.1), das **Erscheinungsbild** ist **uneinheitlich**; nur selten ist aufgrund eines charakteristischen Geruches oder Erscheinungsbildes die Erkennung möglich; Art und Form der Verpackung oder des Behältnisses (Fässer, Säureballons, Gasflaschen..) sind jedoch wichtige Hinweise.

gasförmig	als Gas als Dampf	Methan, Chlor, Kohlenmonoxid Benzindämpfe, Lösungsmitteldämpfe
flüssig	als Reinstoff als Lösung	Ether, Nitroglycerin, Essigsäure Blausäure, Salzsäure, Salmiakgeist
fest	als Pulver als kompakter Stoff	Schädlingsbekämpfungsmittel Kaliumcyanid, Phosphor

Tabelle – Erscheinungsbilder gefährlicher Stoffe

Problemstellung für den Notarzt

SELBSTSCHUTZ ist erforderlich:

- höheres Gefahrenpotential als bei „üblichen“ Einsätzen („MEHR ALS GEWOHNT“)

vor Ort ist meist keine spezielle THERAPIE möglich:

- unbekannte Stoffe oder Stoffgemische, deren Eigenschaften nicht (rechtzeitig) bekannt sind
- Gegengifte gibt es keine oder sind nicht vorhanden

niemand hat viel praktische ERFAHRUNG

- das Ereignis Gefahrstoffunfall ist selten

Maßnahmenschwerpunkte

Von der Therapie der Vergiftungen ist bekannt, dass in den meisten Fällen lediglich die Vitalfunktionen aufrecht erhalten werden müssen, bis der Stoff wieder eliminiert wurde.

Daher besteht auch beim Gefahrstoffunfall ein Hauptpfeiler der Maßnahmen darin, die **Vitalfunktionen zu erhalten:**

- unspezifische Elementarhilfe (life support..)

Der zweite Hauptpfeiler der Therapie besteht darin, die **Schadstoffeinwirkung zu beenden:**
Dies erfolgt

1. durch **Rettung** des Verunfallten **aus der Gefahrenzone**
und
2. durch **notfallmäßige Reinigung** (SOFORT-Deko) am Unfallort.

Beide Maßnahmen werden primär durch die Feuerwehr durchgeführt.

Der Rettungsdienst muss sich der Tatsache bewusst sein, dass Spuren des Stoffes auch noch nach durchgeführter SOFORT-Deko vorhanden sind und muss daher Maßnahmen zum **Selbstschutz** treffen.

Entfernen des Stoffes

Das Entfernen des Stoffes ist die einzige kausale Therapie !

Entfernen von kontaminierter Kleidung

Kontaminierte oder durchgaste Kleidung muss (!) in jedem Fall (!) entfernt werden, sonst sind nachteilige Wirkungen zu befürchten:

- ungehindertes Fortschreiten einer eventuellen **Ätz- oder Reizwirkung** auf die Haut
- ungehindertes Fortschreiten der **Hautresorption** (Aufnahme über die Haut) und damit der allgemeinen **Giftwirkung:**
Die Aufnahme über die Haut erfolgt langsam; Gesundheitsschäden können verhindert werden, wenn der Stoff rasch von der Haut entfernt wird.
- erhöhte **Brandgefahr** durch die Dochtwirkung der Kleidung und durch erhöhte Konzentration der Dämpfe, vor allem bei gleichzeitiger Sauerstoffgabe (im Notarztwagen): Bevor der Verunfallte in einen geschlossenen Raum (NAW) gebracht wird, muss eine SOFORT-Deko erfolgen!

Bei brennbaren Stoffen vor der SOFORT-Deko

- **keinen Sauerstoff verabreichen!**
- **nicht defibrillieren!**

- Hautkontamination der Helfer bei Tätigkeiten am Patienten, Verschleppung größerer Mengen des Stoffes bis ins Krankenhaus
- Inhalation giftiger, reizender oder betäubender Dämpfe in hoher Konzentration durch Patient und Sanitätspersonal, u.U. Beeinträchtigung der Verkehrstüchtigkeit !

Eine Grobdekontamination durch Entfernung der Kleidung muss in jedem Fall durchgeführt werden.

Abspülen der Haut

Bei Verdacht auf Kontamination mit gefährlichen Stoffen ist nach dem Entfernen der Kleidung das Abspülen der Haut mit Wasser immer zu empfehlen.

Generell gilt, dass mit **großen Mengen von fließendem Wasser mehrere Minuten lang** gespült werden muss und das abfließende Wasser nicht über unversehrte Haut fließen darf (vergleiche dazu die Erstversorgung von Verätzungen!).

AUSNAHME: Bei Stoffen, die mit Wasser unter starker Hitzeentwicklung heftig reagieren (z.B. Natrium ...), soll versucht werden, den Stoff trocken zu entfernen; wenn jedoch bereits eine Reaktion mit Feuchtigkeit (z.B. Schweiß) eingetreten ist, muss die SOFORT-Deko schlagartig mit großen Wassermengen (Kühleffekt, Verdünnungseffekt !) durchgeführt werden.

Wirkungsweise und Schutzmaßnahmen

Die Wirkungen von Schadstoffen werden nach dem Mechanismus in **physikalische** Wirkungen (mechanisch, thermisch, aktinisch), **chemische** Wirkungen (toxisch, korrosiv) und **biologische** Wirkungen (infektiös, toxisch und sensibilisierend) unterschieden.

Die Gefahr einer Schädigung durch einen Schadstoff besteht vor allem bei direktem Kontakt, z.B. beim Einatmen von Gasen und Dämpfen oder beim Berühren von Flüssigkeiten und Feststoffen. Je nach Art des Kontaktes werden **Kontamination** und **Inkorporation** unterschieden. Nur bei den physikalischen Wirkungen sind auch „Fernwirkungen“ möglich.

Kontamination ist die **oberflächliche Verunreinigung** von Personen, Tieren, Luft, Gewässern, Böden, Nahrungsmitteln, Geräten usw. mit Schadstoffen. Es besteht die **Gefahr, dass der Stoff verschleppt und in weiterer Folge inkorporiert** wird.

Inkorporation bedeutet eine **Aufnahme von Schadstoffen in den Organismus**. Dies kann durch **Ingestion, Inhalation**, offene **Wunden** und auch durch **Hautresorption** (besonders bei fettlöslichen Stoffen, aber auch bei erkrankter Haut und bei gleichzeitiger Verätzung) erfolgen.

Die meisten großtechnisch genutzten Substanzen sind hautschädigend oder fettlöslich - es ist daher **immer** mit der **Möglichkeit der Hautresorption** zu rechnen und daher eine zeitgerechte Dekontamination durchzuführen !

Schutzmaßnahmen

Belastungen durch **Fernwirkungen** können nicht vollständig vermieden werden. Sie müssen aber so klein wie möglich gehalten werden:

- **Abstand halten**
- **Aufenthaltsdauer beschränken**
- **Abschirmung ausnützen**

Kontaminationen können ebenfalls nicht vollständig verhindert werden.

Sie werden so gering wie möglich gehalten und rasch wieder entfernt:

- **Körperoberfläche und Eintrittspforten bestmöglich abdecken:**
 - zusätzlich zur vollständigen Einsatzbekleidung mit Jacke:
 - Einmalhandschuhe, Einmalschürze, Einmalhaube
Mundmaske und evtl. Schutzbrille tragen
- **verdächtige Stoffe nicht berühren, aufheben oder einstecken**
- **Verschleppung und Aufwirbelung vermeiden**
- **Reinigung und Kleidungswechsel nach dem Einsatz**

Eine **Inkorporation** kann vermieden werden durch:

- **Während des Einsatzes bei Kontaminationsverdacht nicht essen, trinken und rauchen!**
- **Inhalation vermeiden:**
 - **Stoff nicht aufwirbeln, Behälter und Verpackungen nicht öffnen!**
 - **Lüftung (mit offenem Fenster fahren !)**

Taktische Grundsätze beim Einsatz mit gefährlichen Stoffen

Die Ausrüstung für Einsätze mit Schadstoffen wird in Stützpunktfeuerwehren bereitgehalten, die Erstmaßnahmen müssen jedoch von den zuerst an der Einsatzstelle eingetroffenen Feuerwehreinheiten bzw. Ortsfeuerwehren auch ohne Spezialausrüstung durchgeführt werden.

Die taktische Grundregel dafür ist die „**GAMS-Regel**“:

Gefahr erkennen - Absperren - Menschenrettung - Spezialkräfte anfordern

Die GAMS-Regel beinhaltet die **grundlegenden Erstmaßnahmen** beim Eintreffen an der Einsatzstelle; sie gilt dementsprechend nicht nur für Schadstoffunfälle, sondern kann auch auf andere Situationen mit anderen Gefahren – wie z.B. Straßenverkehrsunfälle – angewendet werden.

Sie eignet sich *auch für* die Anwendung durch den *Notarzt und den Rettungsdienst*. Die Reihenfolge der Maßnahmen nach dem Erkennen der Gefahr ist situationsabhängig, die „GAMS-Regel“ ist lediglich als Gedächtnisstütze zu verstehen.

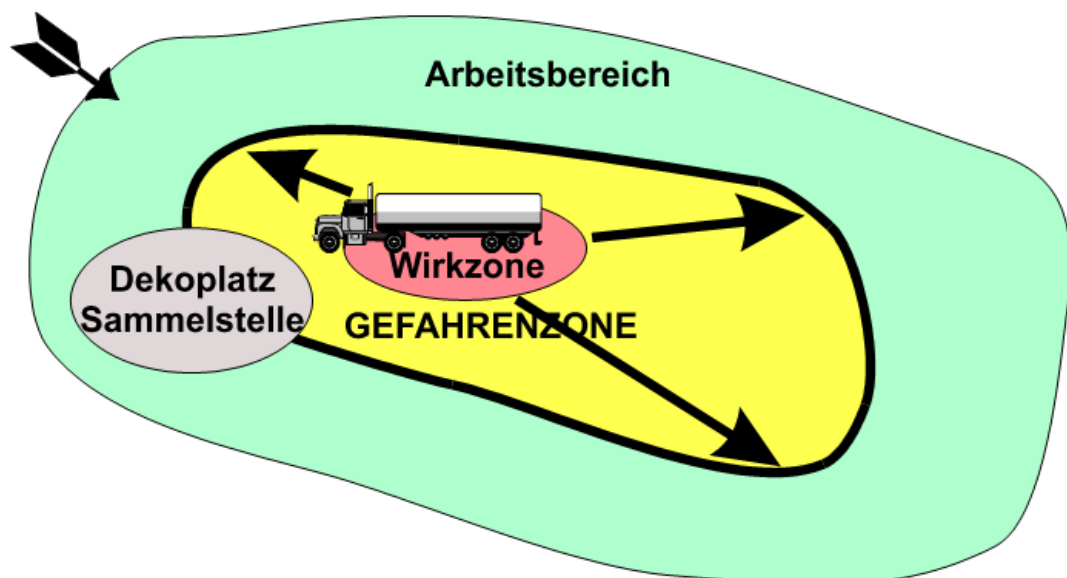
Gefahr erkennen

Die Möglichkeit zur Erkennung ist durch die Vorschriften zur **Gefahrgut-kennzeichnung** (siehe Anhang) gegeben.

Es sind jedoch nicht alle Transporte kennzeichnungspflichtig, sodass auch bei einem scheinbar harmlosen Unfall nur zur Vorsicht geraten werden kann.

Achte auf:

- Hinweise von Ortskundigen oder Betroffenen
- Symptome an Menschen und Tieren
- Veränderungen an Pflanzen und Umwelt
- sichtbare Reaktionen eines Stoffes



Absperren – Absichern der Einsatzstelle

Um die Wirkzone: **Mindestabstand von 30 - 60 m**

Geländeform und Wetterverhältnisse (Wind !) berücksichtigen !

- Fahrzeug mit o.a. Abstand parken, Motor abstellen !
- Zündquellen aller Art fernhalten !
- Allgemeine Einsatztaktik beachten !
- Gefahrenzone nicht betreten !
- Übergabepunkt gemeinsam mit Feuerwehr festlegen !

Nicht vergessen:

- **RÜCKMELDUNG AN DIE LEITSTELLE !**
 - „Gefährliche Stoffe vorhanden“
 - Kennzeichnung:
welcher Gefahrzettel, welche Kemlerzahl, welche UN-Nummer..
 - sonstige Wahrnehmungen oder Informationen
 - Feuerwehr, Exekutive ("Spezialkräfte") anfordern

Menschenrettung

Die Bergung aus der Gefahrenzone ist in erster Linie Aufgabe der **Feuerwehr**.

Die Menschenrettung kann aber auch durch das **Rettungspersonal** ohne Verwendung von Körperschutz (Atemschutz und Schutzbekleidung) durchgeführt werden, wenn

- sichergestellt ist, dass *kein gefährlicher Stoff ausgetreten* ist, bzw. wenn
- es sich sicher um einen *gering gefährlichen Stoff* handelt (Mineralölprodukte..) ... siehe Anhang (Kennzeichnung)!

Im Zweifelsfall die Gefahrenzone nicht betreten !

Eine vergleichsweise geringe Menge des Schadstoffes wird am Verunfallten (v.a. in der Kleidung) verbleiben und unweigerlich zur Kontamination der Hände und der Arme der Helfer führen.

Der Verunfallte ist also von einer kleinen „**sekundären Wirkzone**“ umgeben, welche weitere Maßnahmen erfordert, nämlich **behelfsmäßige Reinigung** (SOFORT-Deko) **und Selbstschutz !**

Die **Menschenrettung** ist nicht mit der Bergung aus der Gefahrenzone abgeschlossen, sie **beinhaltet auch die behelfsmäßige Reinigung** (SOFORT-Deko) des Verunfallten, welche *von der ersten am Unfallort eingetroffenen Feuerwehr, ohne Kontrollmessungen mit einfachen Mitteln* in ausreichendem Maß durchgeführt werden soll.

Anmerkung - Kontaminationen sind in der Regel leicht entfernbar, da sie auf einem dünnen Fettfilm auf der Haut liegen, der durch Waschen mit Wasser und Seife abgetragen wird. Fest haftende Kontaminationen sind möglich bei trockener rissiger horniger Haut, bei gleichzeitiger Verätzung oder Reizwirkung (Ätzeffekte) sowie bei Abschürfungen und Wunden.

behelfsmäßige Reinigung (SOFORT-Deko ist Teil der Menschenrettung)

- **Aufschneiden** und (ggf. schalenweises) **Ausziehen** der Kleidung
- offensichtlich oder vermutlich kontaminierte Körperteile mit **Wasser in großen Mengen mehrere Minuten lang** spülen
 - ohne die Haut zu traumatisieren
 - ohne das Wasser auf noch nicht kontaminierte Körperstellen fließen zu lassen
- **Einhüllen** des Verunfallten mit flüssigkeitsdichtem, nicht saugendem Material (z.B. Alufolie)
- **Krankentrage** z.B. mit Kunststoffolie abdecken
- **abgelegte Kleidung sammeln und kennzeichnen** (lassen)

Bei Verdacht auf Ätzwirkung die Haut nicht nur abwaschen, sondern 10 - 15 Minuten lang mit großen Wassermengen spülen.

Kontaminierte Wunden

Kontaminierte Wunden sind genauso wie die unverletzte Haut zu spülen, wenn möglich offen zu belassen oder nur locker abzudecken, sofern nicht die Notwendigkeit einer Blutstillung besteht.

Wunden, die sicher außerhalb des kontaminierten Bereiches liegen, sollten natürlich nicht durch abfließendes kontaminiertes Wasser in Mitleidenschaft gezogen und vor der Reinigung abgedeckt oder mit einem Verband oder einer Inzisionsfolie (Wundränder vorher trocknen) versorgt werden.

Spezialkräfte anfordern

Dies beinhaltet (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- die Alarmierung aller notwendigen Einsatzorganisationen: Feuerwehr, Rettungsdienst und Polizei
- die Alarmierung von Strahlenschutz-Stützpunkten der Einsatzorganisationen (v.a. der Feuerwehr)
- die Verständigung der zuständigen Behörden
- ggf. die Anforderung von Assistenzleistungen (im Wege der Behörde)

Selbstschutz nach der SOFORT-Deko / beim Transport

Nach der Durchführung der Grobdekontamination kann davon ausgegangen werden, dass nur mehr geringe Mengen des Stoffes am Verunfallten vorhanden sind. Sicherheitshalber ist aber anzunehmen, dass auch diese Spuren noch gesundheitsschädlich wirken können; es werden daher alle Möglichkeiten ausgenutzt, um das Rettungspersonal vor Kontamination und Inkorporation zu schützen.

Selbstschutz nach der Grobreinigung:

zusätzlich zur vollständigen Einsatzbekleidung mit Jacke:

behelfsmäßiger Kontaminations- und Inkorporationsschutz:

Einmalhandschuhe, Plastikschrürze, Mundmaske, Schutzbrille, Haube,

Lüftung (mit offenem Fenster fahren !),
nach dem Einsatz Kleidung wechseln und duschen !
Keine Mund-zu-Mund-Beatmung !

Ausnahme: Wenn der vorliegende Stoff bekannt ist und sicher als gering gesundheitsschädlich eingestuft werden kann, können die o.a. Schutzmaßnahmen reduziert werden.

Dies gilt v. a. für Mineralölprodukte, die mengenmäßig den größten Anteil der Gefahrgüter darstellen.

Weitere Maßnahmen

Weitere Therapie

Da eine kausale Therapie in Form von Antidota nicht zur Verfügung steht, beschränkt sich die Versorgung – wenn die Stoffeinwirkung beendet wurde – auf die Erhaltung der Vitalfunktionen und auf symptomatische Therapie.

Ausnahme: topische Verabreichung von Cortison nach Inhalation von lungenschädlichen Stoffen.

Informationen über den Stoff beschaffen und weitergeben

Anamnese:

- Dokumentation über Unfallhergang, Art und Menge des Stoffes, Art und Dauer der Einwirkung
- Bisheriger Verlauf ? Welche Symptome traten wann auf ?
- Begleitende *Verletzungen* und *Erkrankungen* ?
- Welche Maßnahmen wurden getroffen ?
- Art und Ausmaß der Dekontaminationsmaßnahmen

Rückfrage bei der **Vergiftungsinformationszentrale** (01 / 406 43 43):

mit Angabe der **UN-Nummer** ist es zwar durchaus möglich, eine Erstauskunft zu erhalten, mit Angabe des **Produktnamens** oder **Stoffnamens** (von Etikett, Frachtbrief, Merkblatt) sind jedoch weit genauere Auskünfte zu erzielen; auch der **Hersteller** und der **Verwendungszweck** können entscheidende Hinweise liefern.

Auch **sonstige Informationen** sind zu erfassen und weiterzugeben:

- Auskünfte von Betriebspersonal, Fachkundigen, Feuerwehr
- **Schriftliche Unterlagen** (nach Möglichkeit mitnehmen):
- Transportpapiere (Frachtbrief)
- Unfallmerkblatt oder
- Nachschlagewerke oder Datenbanken der Feuerwehr
- Stoffgebilde für spätere Ermittlungen sicherstellen lassen !

Maßnahmen nach dem Einsatz

Besonderes Augenmerk auf das Ablegen der Schutzausrüstung

- **Grenzlinie** markieren (UNREIN/REIN) mit Sitzgelegenheit davor
- Helfer legt mindestens **Grundschutz** an (Schürze, Maske, Haube, Handschuhe)
- mehrere **Kunststoffsäcke** oder Tonnen vorbereiten
 - für kontaminierten Abfall
 - für kontaminierte Ausrüstung
- **schrittweises kontrolliertes Ausziehen**

Hygienemaßnahmen nach dem Einsatz

Da trotz Grobreinigung nicht auszuschließen ist, dass sich die Helfer mit kleinsten Mengen an Schadstoff kontaminiert haben, sollen nach Beendigung des Einsatzes folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Kleidung vollständig – einschließlich der Unterwäsche – wechseln
- Kleidung sofort zum Waschen geben, wenn möglich wie Krankenhauswäsche behandeln, bei starker Verschmutzung entsorgen !
- gründliche Körperreinigung (Duschen), Hautpflege

Unter Beachtung der beschriebenen Schutzmaßnahmen (Gefahrenzone nicht betreten, Selbstschutzmaßnahmen, SOFORT-Deko und Hygienemaßnahmen) kann das Risiko bei Einsätzen mit Schadstoffen für die Helfer auf ein tolerierbares Maß gesenkt werden.

die Fragen eines Notarztes....

- kann ich in die Gefahrenzone hinein ?
- wie muss ich mich bei der Übernahme schützen ?

Grundregel bei Einsätzen mit Gef. Stoffen: GAMS-Regel

- G** nach Erkennen der Gefahr
- A** Absperren der Gefahrenzone
- M** Erstmaßnahmen durchführen:
Menschenrettung (mit Not-Deko)
- S** Spezialkräfte / Selbstschutz

Nachteil: **Verzögerung der Versorgung**
daher überlegen: **überhaupt notwendig?**

Das hier beschriebene Konzept ist naturgemäß eine Vereinfachung, die nie alle Einsatzfälle vollständig abdecken kann. Die **GAMS-Regel** ist in fast allen Fällen ausreichend, um die **Sicherheit des Rettungsdienst**-Personals zu gewährleisten.

Die **Versorgung** des Patienten wird aber **verzögert**, weshalb das Vorgehen an den Stoff zu adaptieren ist. So kann beispielsweise bei Mineralölprodukten die Menschenrettung sicher durch den Rettungsdienst erfolgen.

Die **Nutzen-Risiko-Analyse** (mögliche Gefährdung des Personals vs. potentieller Nutzen für den Patienten) muss - wie bei anderen Einsätzen auch - für den Einzelfall erfolgen.