

Markieren Sie Begriffe im Text um weitere Informationen zu erhalten.

 Drucken

 Beobachten

 Offline nutzen

# ABC-Notfälle

 Jürgen Luxem

## **44.1 Schäden durch radioaktive Stoffe**

- 44.1.1 Strahlenverbrennung
- 44.1.2 Akutes Strahlensyndrom (ASS)
- 44.1.3 Schutz vor Strahlenschäden
- 44.1.4 Messgeräte für die Radioaktivität

## **44.2 Schäden durch biologische Stoffe**

- 44.2.1 Seuchen (Epidemie)
- 44.2.2 Biologische Kampfmittel

## **44.3 Schäden durch chemische Stoffe**

# Notfallmeldung

Die Rettungsleitstelle alarmiert den Rettungshubschrauber zu einem Betriebsunfall. Am Unfallort sei eine Person bei Abrissarbeiten in einem stillgelegten Kernkraftwerk abgestürzt.

## Befund am Notfallort

Die Feuerwehr hat unter Selbstschutz (Strahlenschutzanzug) einen Arbeiter aus dem Sicherheitsbereich des Reaktors gerettet. Der Arbeiter ist aus einer Höhe von 4 m von einer Leiter gestürzt. Dabei ist sein Schutzanzug eingerissen. Die Kleidung des Arbeiters wird entfernt. Der Patient wird dem Rettungsdienst übergeben.

Der Patient ist wach und ansprechbar. Er klagt über Schmerzen im linken Bein, das offensichtlich geschlossen frakturiert ist. Der ebenfalls anwesende Strahlenschutzbeauftragte des Werks verneint eine erhöhte Strahlenbelastung des Patienten, kann diese allerdings nicht objektivieren. Der mobile Geigerzähler der Feuerwehr gibt einen Strahlenalarm bei der Untersuchung der Kleidung des Arbeiters, bleibt jedoch stumm bei Untersuchung des entkleideten Patienten.

## Leitsymptome

Schmerzen im linken Unterschenkel, radioaktive Kontamination der Kleidung des Patienten.

## Inhaltsübersicht

### 44.1 Schäden durch radioaktive Stoffe

- Der menschliche Körper besitzt keinen Erkennungssinn für Radioaktivität.
- Die von radioaktiven Substanzen emittierten  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen besitzen die Möglichkeit, den menschlichen Organismus zu durchdringen.
- Damit besteht die Gefahr, wichtige Körperstrukturen (DNS, Keimzellen) zu zerstören.
- Die radioaktive Strahlendosis nimmt mit wachsender Einwirkzeit der Strahlung zu.
- Die Intensität der Strahlung nimmt mit dem Quadrat der Entfernung von der Strahlenquelle ab.

## 44.2 Schäden durch biologische Stoffe

- Schäden durch biologische Stoffe können durch Krankheitserreger (Seuchen) oder biologische Kampfmittel (biologische Kampfstoffe) verursacht werden.
- Wenn Schutzmaßnahmen (hygienische Bedingungen) vernachlässigt werden, können bereits örtliche Schäden (Erdbeben, Ausfall der Trinkwasserversorgung) den Ausbruch übertragbarer Krankheiten begünstigen.
- Biologische Stoffe sind Krankheitserreger oder deren Giftstoffe (Toxine).

## 44.3 Schäden durch chemische Stoffe

- Chemische Stoffe wirken i. d. R. direkt und unmittelbar auf den Körper.
- Sie können im Rahmen von Unfällen (Produktionsunfall) oder beabsichtigt (Terroranschlag) auftreten.
- Alle Hautkampfstoffe rufen neben ihrer Giftwirkung auch chemische Verbrennungen der Haut und der Schleimhäute hervor.
- Der Eigenschutz steht im Vordergrund.
- Zu den Basismaßnahmen zählt die Dekontamination der Körperoberfläche.

Unter dem Begriff des ABC-Notfalls werden Schädigungen zusammengefasst, die unter **Einwirkung atomarer (radioaktiver), biologischer oder chemischer Substanzen** entstehen. Durch schnelle oder nicht aufzuhaltende Ausbreitung oder durch Versagen von Schutzmaßnahmen werden diese Substanzen freigesetzt und gefährden unmittelbar oder

mittelbar das Leben oder die Gesundheit sehr vieler Menschen. Der ABC-Notfall kann im Frieden (z. B. bei Gefahrgutunfällen, Terroranschlägen) oder bei gewaltsamen Konflikten durch den Einsatz von ABC-Kampfmitteln (Kernwaffen, biologische oder chemische Kampfstoffe) eintreten. Als zusätzliche Gefahr wird der Einsatz einer „schmutzigen Bombe“ durch Terroristen in Friedenszeiten angesehen. Eine schmutzige Bombe ist ein Sprengsatz mit hochgiftigem Material. Dies kann ein chemischer, biologischer oder radioaktiver Stoff sein. In der Regel wird der Begriff „schmutzige Bombe“ für nukleare Waffen verwendet.

## 44.1 Schäden durch radioaktive Stoffe

Immer wieder kommt es zu Störfällen in Atomkraftwerken, Arztpraxen oder Krankenhäusern, bei denen Radioaktivität freigesetzt wird oder werden kann. Unfälle mit radioaktiven Strahlen sind **äußerst seltene Ereignisse**. Die wenigsten Mitarbeiter im Rettungsdienst haben deshalb Erfahrung im Umgang mit ionisierender Strahlung und der Behandlung von Strahlenverletzten.

Das **elektromagnetische Spektrum** wird je nach seiner Wellenlänge in verschiedene Bereiche eingeteilt. Radiowellen haben eine sehr große Wellenlänge (im Zentimeter- und Meterbereich) und niedrige Frequenz (75 kHz bis 10 GHz). Das für das menschliche Auge sichtbare Licht bewegt sich im Wellenlängenbereich von 380–780 nm. Bei den **Röntgenstrahlen** handelt es sich um sehr energiereiche hochfrequente Strahlung.

Durchdringen Röntgenstrahlen Materie, werden sie je nach Dichte des durchstrahlten Mediums unterschiedlich stark abgeschwächt. Diesen Umstand macht sich die diagnostische Röntgenuntersuchung zunutze. Knochengewebe verursacht wegen der relativ hohen Dichte eine stärkere Schwächung als Muskel- oder Fettgewebe. Gelangen Röntgenstrahlen nach dem Passieren des Gewebes auf Fotoplatten oder Filme, verursachen kaum abgeschwächte Strahlen eine stärkere Schwärzung als stark geschwächte Strahlen. Knochen erscheinen auf Röntgenbildern daher immer hell.

Durch die stark ionisierende Wirkung der Röntgenstrahlen besteht die Gefahr von **Gewebeschädigungen** durch Zerstörung chemischer Strukturen (DNS, Enzyme etc.), im extremen Fall bis hin zu Krebs.

### 44.1.1 Strahlenverbrennung

Das physikalische Universum begegnet uns in zwei Erscheinungsformen – Materie und Energie.



Einstein schon formulierte die Formel  $E = m \times c^2$ , wobei  $m$  für die Masse und  $E$  für die Energie steht. Die Formel bedeutet, dass die beiden Erscheinungsformen **umwandelbar** und nicht **unwandelbar** sind. Diese Erkenntnis ist Grundlage der Kernenergie, da Strahlung, auch **radioaktive Strahlung (Radioaktivität)**, eine **Form der Energie** ist.

Da der menschliche Körper **keinen Erkennungssinn für Radioaktivität** besitzt, ist deren Vorhandensein nicht unmittelbar und sofort zu spüren, sondern nur anhand der Kennzeichnung der Behälter und/oder der Information beteiligter Personen mittelbar zu erkennen, ohne die Strahlung als Bedrohung wahrzunehmen.

Die von radioaktiven Substanzen emittierten  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen sind sehr energiereich und besitzen die Möglichkeit, unbelebte und belebte Materie (z. B. den menschlichen Organismus) zu durchdringen. Beim Aufprall der Strahlen auf Atome können Elektronen aus den Schalen geschlagen werden. Werden hierbei Elektronen der äußeren Schalen entfernt, so sind i. d. R. Bindungsbrüche die Folge. Damit besteht die Gefahr, wichtige Körperstrukturen zu zerstören (DNS, Enzyme, Zellbestandteile, Keimzellen).

Die verschiedenen Strahlen besitzen eine unterschiedliche Eindringtiefe in den Körper:

- **$\alpha$ -Strahlen** sind sehr energiereich, haben aber im Körpergewebe nur eine Eindringtiefe von wenigen (ca. 50)  $\mu\text{m}$ . Die Abschirmung ist bereits mit einem Blatt Papier möglich.
- **$\beta$ -Strahlen** sind ebenfalls energiereich und besitzen eine Eindringtiefe ins Körpergewebe von einigen Millimetern (ca. 1 cm). Die Abschirmung ist bereits mit einer Kunststoffplatte möglich.
- **$\gamma$ -Strahlen** und Röntgenstrahlen sind eine sehr energiereiche elektromagnetische Wellenstrahlung und erreichen das Körperinnere problemlos, da sie das Körpergewebe komplett durchdringen können (Röntgenbild).

$\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlen verursachen daher nur stärkere Hautläsionen, während die elektromagnetischen  $\gamma$ -Strahlen eher zu Organschäden führen.

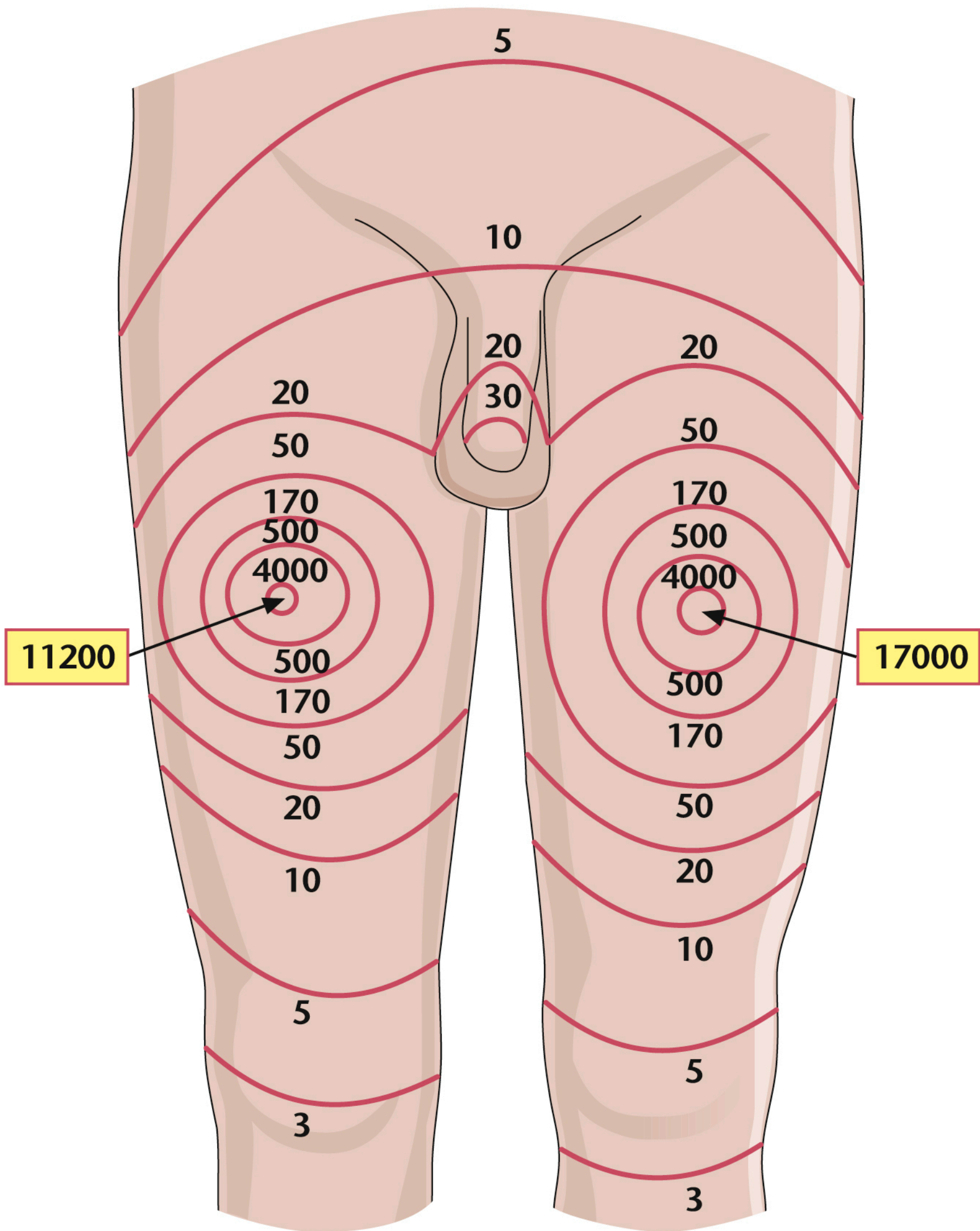
## Symptome

Etwa 2–3 Std. nach Strahlenexposition ([Abb. 44.1](#)) entwickelt sich ein Früherythem, das im Wesentlichen durch Kapillardilatationen verursacht wird. Darüber hinaus bilden sich Blasen ([Abb.](#)

44.2) und oberflächliche bis tiefe Nekrosen. Noch nach einer Latenzzeit von 2–3 Wochen besteht die Möglichkeit, dass sich Symptome ausbilden, die einer thermischen Verbrennung ähneln (Hauterythem).

Ausbreitung der Verbrennungswirkung nach Auflage eines lokalen Strahlers (Cäsium-137) in der Hosentasche (Skizze). Zahlenangaben = Energiedosis in Gray (Gy)

[L157]



Strahlenverbrennung mit Iridium-192, ein Tag nach Unfall [W272]



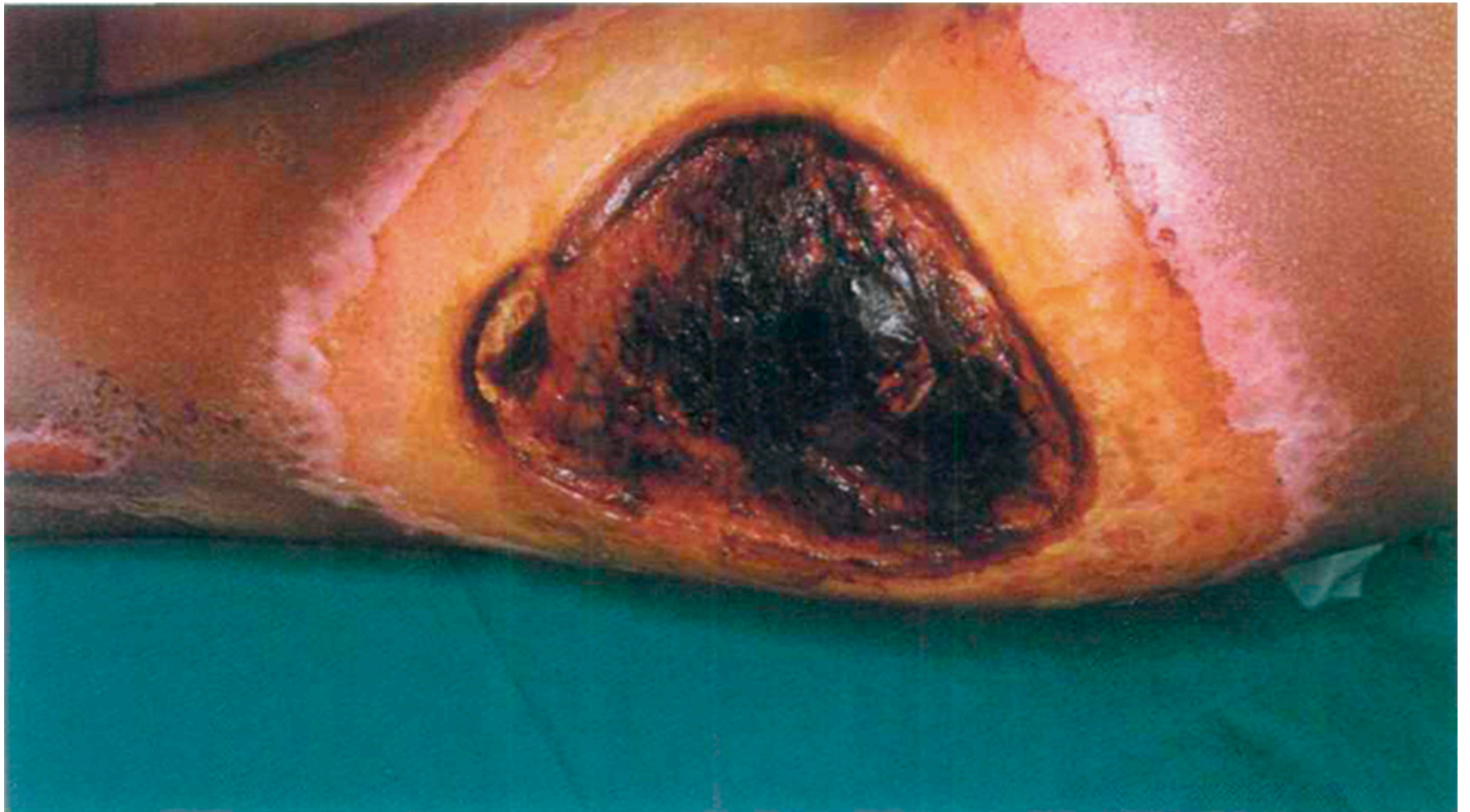
**Strahlenverbrennungen** treten z. T. mit erheblicher zeitlicher Verzögerung auf. Noch nach Monaten können sich **Strahlennekrosen** ([Abb. 44.3](#), [Abb. 44.4](#) und [Abb. 44.5](#)) entwickeln. Weitere Auswirkungen machen sich in Form von Haarausfall und Versagen der Schweiß- und Talgdrüsen der Haut bemerkbar.

Strahlenverbrennung mit Iridium-192, acht Tage nach Unfall [W272]





Strahlenverbrennung mit Iridium-192, zwei Monate nach Unfall [W272]







## Therapie

Die Behandlungsgrundsätze orientieren sich an denen des Verbrennungstraumas (Kap. 42.5.3).

### 44.1.2 Akutes Strahlensyndrom (ASS)

Kriterien, welche die Folgen einer Bestrahlung ausmachen, sind mit denen einer **Intoxikation** vergleichbar. Bei Vergiftungen und Bestrahlungen bestimmen die Zeitdauer der Einwirkung und die Menge der aufgenommenen Strahlung bzw. des aufgenommenen Gifts die Wirkung. Im Extremfall liegt eine Ganzkörperbestrahlung des Körpergewebes vor. Das daraus resultierende vielfältige Krankheitsbild wird als **akutes Strahlensyndrom** (ASS) bezeichnet. Für die Schwere der Strahlenschäden ist die auf den Körper einwirkende Strahlendosis ausschlaggebend. Schon Strahlendosen von über 1 Gy führen zum akuten Strahlensyndrom. Es werden **drei Formen** unterschieden:

- Hämatologische Form bei Dosen von 1–6 Gy
- Gastrointestinale Form bei Dosen von 6–20 Gy
- Zentralnervöse Form bei Dosen über 20 Gy

## Symptome

Bei der **hämatologischen Form** werden sämtliche Knochenmarkzellen zerstört. Ohne Behandlung kann das Opfer an Blutungen oder Infektionen versterben. Bereits nach kurzer Zeit kommt es im Anschluss an die Bestrahlung zu Kopfschmerzen, Speichelfluss und Erbrechen. Die Symptome treten umso schneller auf, je höher die Strahlendosis war. Nach 2–4 Wochen zeigen sich grippeartige Symptome mit Fieber, Unwohlsein, Abgeschlagenheit und Infektionsneigung. Zusätzlich können auch Haarausfall und Hautentzündungen (Radiodermatitis) auftreten. Je nach Schwere des Krankheitsbildes versterben ca. 50 % der Betroffenen an der Knochenmarksdepression.

Bei noch stärkerer Strahlenexposition tritt zusätzlich die **gastrointestinale Form** auf. Die Darminnenfläche wird zerstört, was zu massiver Diarrhö mit Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts führt. Eine zusätzliche Komplikation stellen Infektionen dar, die durch überwuchernde Darmbakterien verursacht werden. Ein Überleben ist heute trotz intensivmedizinischer Maßnahmen kaum möglich. Die Patienten versterben nach 2–3 Wochen.

Die **zentralnervöse Form** bildet sich bei stärkster Bestrahlung aus. Innerhalb von 3 Tagen fällt der Patient nach wechselnden Phasen der Erregung und Apathie mit begleitenden Krämpfen ins Koma und verstirbt.

## Therapie

Die **Basismaßnahmen** orientieren sich wie in jedem anderen Fall am Zustand des Betroffenen. Sind nur eine oder wenige Personen betroffen, gelten die Prinzipien der Individualtherapie. Es stehen die Erhaltung und Kontrolle der Vitalfunktionen im Vordergrund. Die Individualtherapie umfasst das Monitoring aus EKG, Pulsoxymetrie, Blutdruck- und Pulsmessung.

Wundversorgungen dienen dazu, weitere Inkorporationen zu vermeiden. Bei kleinen Wunden

durch lösliche Radionuklide (z. B. Laborunfall) kann die Wunde mit Wasser oder Kochsalzlösung ausgewaschen werden.

Als **erweiterte Maßnahmen** sind die Anlage eines venösen Zugangs und die symptomatische Therapie gegen Flüssigkeitsverluste, Erbrechen und Schmerzen anzusehen.

Im Anschluss an die Erstversorgung ist der Patient bei hohen radioaktiven Inkorporationen in eine Spezialklinik zu transportieren (z. B. berufsgenossenschaftliche Unfallkliniken mit Spezialabteilung für schwere Verbrennungen oder Strahlencentrum). Andererseits ist jedes Krankenhaus in der Lage, nach Beratung und Unterstützung der regionalen Strahlenschutz-Zentren die Behandlung einzuleiten.

Bei einem Großschadensereignis sind die Prinzipien der Individualtherapie nicht mehr aufrechtzuerhalten.

## Schlagwort

# Strahlensyndrom

## Ursachen

- Teil- oder Ganzkörperbestrahlung des Körpergewebes mit radioaktiven Substanzen

## Symptome

- Hämatologische Form bei Dosen von 1–6 Gy
- Gastrointestinale Form bei Dosen von 6–20 Gy
- Zentralnervöse Form bei Dosen über 20 Gy

## Maßnahmen

## Monitoring



- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Unterbrechung der Strahlungsursache, um weitere Inkorporation zu vermeiden
- Entfernen der verstrahlten Kleidung
- Wärmeerhalt
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske oder Nasensonde 6–8 l/Min.
- Ermittlung des Strahlungsausmaßes

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugänge und ggf. Laborblutentnahme
- Symptomatische Therapie

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

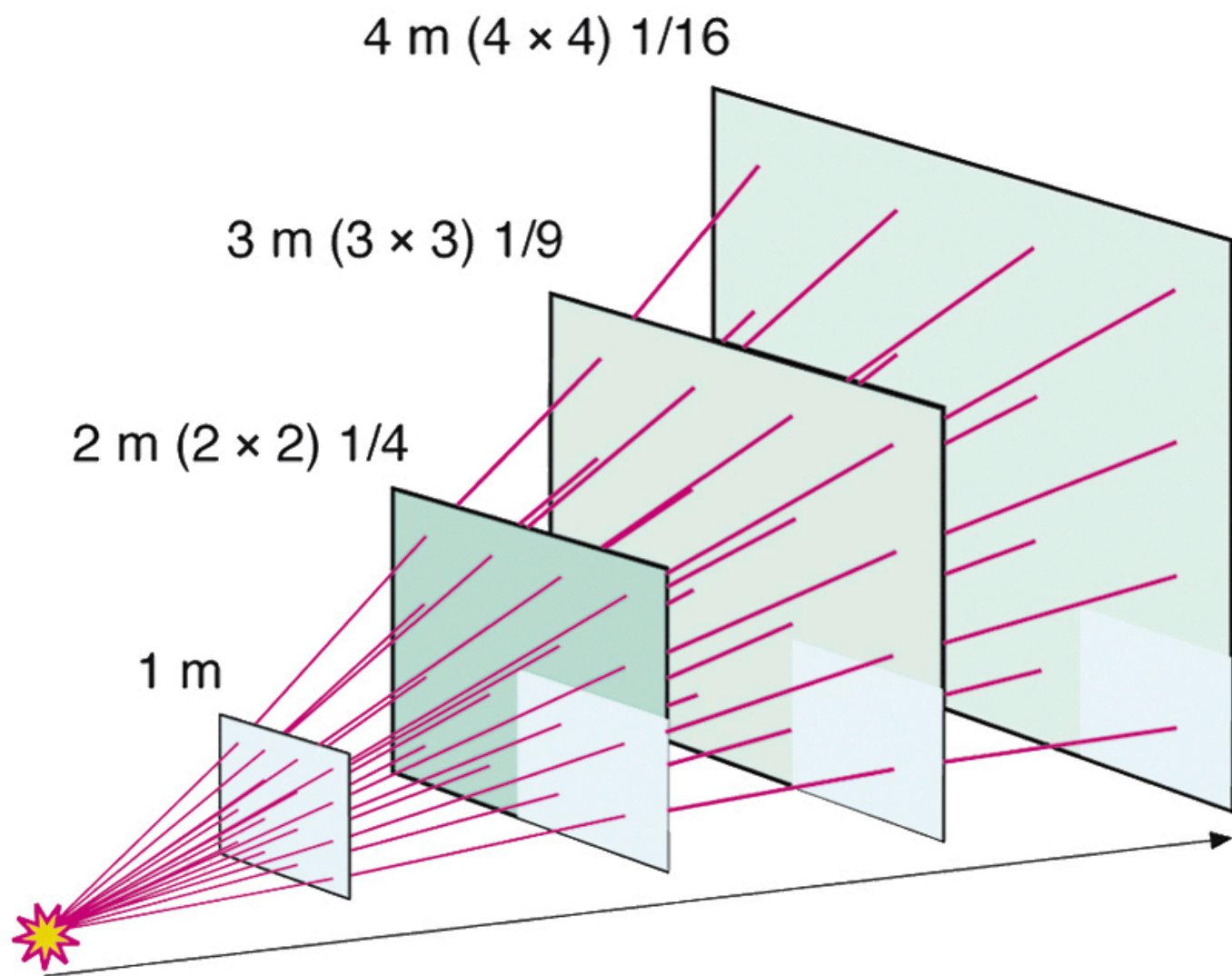
- Infusionstherapie, z. B. 500–1 000 ml balancierte Elektrolytlösung i. v.
- Analgesie, z. B. 10 mg Morphin i. v.
- Antiemetikum, z. B. Vomex A<sup>®</sup> 1 Amp. i. v.

### 44.1.3 Schutz vor Strahlenschäden

Die aufgenommene radioaktive Strahlendosis nimmt mit wachsender Einwirkungszeit der Strahlung zu. Bei gleich bleibender Strahlenbelastung verdoppelt sich die empfangene Strahlendosis mit der Verdopplung der **Einwirkdauer**. Daher ist die Zeit der Strahlenbelastung so kurz wie möglich zu halten.

Da sich die Intensität der Strahlung mit dem Quadrat der Entfernung von der Strahlenquelle verringert, ist größtmöglicher **Abstand** zur Strahlenquelle anzustreben (Abb. 44.6).

Abstandsgesetz [L108]



Den besten Schutz bieten gut abschirmende Materialien wie Blei und Beton unter der Erde, z. B. ein Schutzraum. **Deckung** in Kellern und Schutzräumen ist wirksamer als eine behelfsmäßige Deckung. Aber selbst eine behelfsmäßige Deckung ist besser als überhaupt keine. Im Keller eines Betonhauses verringert sich die Strahlung auf 1/100 des Werts, den man ungeschützt erhalten würde, in Schutzräumen sogar auf 1/1 000.

## Merke

- Zeit der Strahlenbelastung kurz halten.
- Abstand von der Strahlenquelle vergrößern.
- Abschirmung von der Strahlung.

### 44.1.4 Messgeräte für die Radioaktivität

Das gebräuchlichste Messgerät ist der Geigerzähler ([Abb. 44.7](#)). Er ist mobil und leicht zu

handhaben. Ein **Geigerzähler** und andere Zählgeräte beruhen auf dem **Prinzip der Ionisationskammer**: Radioaktive Strahlen können Außenelektronen von Atomen nicht nur anregen, sondern auch völlig abspalten. Die entsprechenden Teilchen sind dann ionisiert. Normalerweise nicht leitende Luft kann dadurch leitend gemacht werden. Die radioaktiven Strahlen werden durch eine Ionisationskammer geführt; der durch die Ionisierung der Luft hervorgerufene Ionisationsstrom wird als Messgröße für die Stärke der Strahlung verwendet. Die meisten Geräte geben nicht nur optische, sondern auch akustische Signale.

Geigerzähler [O429]





## 44.2 Schäden durch biologische Stoffe



Schäden durch biologische Stoffe können durch **Krankheitserreger (Seuchen)** und **biologische Kampfmittel (z. B. bakterielle Kampfstoffe)** verursacht werden. Die Menschheit wird von Zeit zu Zeit von Infektionskrankheiten durch epidemische Ausbreitung von Krankheitserregern heimgesucht. Zu einer biologischen Katastrophe wird eine Epidemie jedoch nur dann, wenn es sich um eine Seuche mit weiter Ausbreitung in der Bevölkerung und schweren Verlaufsformen mit vielen Todesfällen handelt. Wenn die Schutzmaßnahmen (z. B. Schutzimpfungen, hygienische Bedingungen) für die Bevölkerung vernachlässigt wurden, können bereits örtlich begrenzte Großschäden (z. B. Ausfall der Trinkwasserversorgung) den Ausbruch übertragbarer Krankheiten begünstigen (Kap. 16.1 und Kap. 41.1).

### 44.2.1 Seuchen (Epidemie)

Eine Epidemie ist ein **unübliches und gehäuftes Auftreten einer Krankheit** innerhalb einer Gruppe von Menschen **durch biologische Krankheitserreger** und wird als Seuche bezeichnet. Schon vor „ewigen Zeiten kämpfte der Mensch gegen seine feindliche Umwelt“, die auch die für ihn unbekanntes Infektionskrankheiten mit einschloss. Diese für ihn „unbekanntes Wesen“ als Auslöser einer Infektion verwies er in das Reich der Dämonen und Geister, was noch heute an den Redewendungen und Wortbildern in Bezug auf Infektionen festzustellen ist. Von einer Krankheit wird man „befallen“ und ist davon „betroffen“. Das Fieber „kommt“ und „geht“ und eine Seuche „bricht aus“ wie ein Raubtier aus seinem Käfig.

**Cholera, Typhus** und die **Pest** waren einige der damaligen „Geißeln der Menschheit“, die Millionen von Opfer kosteten. Erst in den letzten 150 Jahren gelang es den Menschen, die mikrobiologischen und infektiologischen Zusammenhänge zu erfassen. Durch Maßnahmen der Gesundheitserziehung, der Hygiene und der medizinischen und pharmazeutischen Forschung gelang es, die meisten Krankheiten zu „besiegen“.

Dennoch bedrohen auch in heutiger Zeit Krankheitserreger, in viraler oder bakterieller Form, den Menschen, wenn die entwickelten Schutzmaßnahmen zur Risikoverminderung (z. B. Impfung, Hygiene) versagen oder nicht beachtet werden.

### 44.2.2 Biologische Kampfmittel

Eine zusätzliche Bedrohung besteht in der Vorhaltung bakteriologischer Kampfstoffe zum Zwecke der **Kriegführung**. Das Thema biologische Kampfstoffe ist an sich bereits beunruhigend, denn

Möglichkeiten, **natürlich vorkommende Stoffe** einzusetzen, gibt es theoretisch viele. Gefährlich wird es aber, wenn diese natürlichen Stoffe so **verändert** werden, dass ihre ohnehin vorhandene potenzielle Gefährlichkeit weiter erhöht wird. Als **biologische Kampfmittel** können eingesetzt werden:

- Krankheitserreger
- Giftstoffe (Toxine)
- Infizierte Insekten und Tiere, die Krankheiten übertragen
- Pflanzenschädlinge, die Pflanzen zerstören, das Wachstum beeinflussen oder die Fruchtbildung verhindern

Die Wirkung der biologischen Kampfmittel zielt auf die **Seuchenausbreitung** unter Menschen und Tieren und auf die **Schädigung des Naturbestands** zur Entziehung der Ernährungsgrundlage. Biologische Kampfstoffe können in flüssiger Form und in gefriergetrocknetem, staubförmigem Zustand gelagert werden. Ihre kriegsmäßige Verbreitung ist durch Abwurf in Behältern oder durch Versprühen von Schwebstoffen möglich. Da biologische Kampfmittel durch die Sinnesorgane nicht erkennbar sind und keine unmittelbare Krankheitswirkung entfalten, sind unmittelbare kausale Therapien nicht möglich.

## Milzbrand

Als Beispiel eines Krankheitserregers, der in der öffentlichen Diskussion zunehmend an Gewicht gewonnen hat, wird hier der Milzbranderreger *Bacillus anthracis* vorgestellt. Milzbrand ist in erster Linie eine **Erkrankung des Weideviehs** (Schafe, Rinder). Der Erreger kann über die Haut, die Lunge oder den Darm aufgenommen werden. Der Milzbrandbazillus besitzt die Fähigkeit, sich bei Nahrungsmangel (Blut etc.) in Sporen umzuwandeln, die äußerst robust gegen Umwelteinflüsse sind. Sie können durch Kratzen mit Sporen behafteter Fingernägel an unbedeckten Hautstellen in den Körper eindringen. Am Ort der Infektion entstehen kleine Pusteln, die sich rasch in blauschwarzen Brandschorf, den sog. **Milzbrandkarbunkel**, umwandeln ([Abb. 44.8](#)). Sie sind mit Eiter gefüllt und werden erst gefährlich bei Anschluss an das Blutgefäßsystem nach 2–3 Tagen durch Kapillarbildung. Eine Infektion kann aber auch durch Einatmen sporenhaltigen Staubs oder Trinken von Milch infizierter Kühe ausgelöst werden.







Der Milzbrandbazillus kann aufgrund einer speziellen Eiweißkapsel wichtige Abwehrmechanismen menschlicher und tierischer Zellen umgehen. Er bildet v. a. bei seiner Zerstörung **Giftstoffe (Exotoxine)**, die an die Umgebung abgegeben werden. Diese Giftstoffe schädigen die Blutgefäße bis in die kleinsten Kapillaren, sodass die betroffenen Gefäße für rote Blutkörperchen durchlässig werden. Die Folgen sind Entzündungsreaktionen und Blutungen. Beides äußert sich als blutgetränkte Schwellung des befallenen Gewebes.

Milzbrand wurde bereits im Zweiten Weltkrieg als biologischer Kampfstoff getestet (1941–45, Insel Gruinard). Milzbrand ist **extrem beständig** und kann als trockenes Pulver fast unbegrenzt gespeichert werden. Als B-Waffe ist er genetisch manipuliert und besitzt eine geringe Körnungsgröße, um besser eingeatmet werden zu können. Er kann in gefriergetrocknetem Zustand in den Munitionskartuschen oder als Aerosol mit großen Sprühern verbreitet werden.

## Therapie

Die **Basismaßnahmen** gegen biologische Kampfmittel müssen auf eine Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen und deren Kontrolle zielen.

**Erweiterte Maßnahmen** (venöser Zugang, Medikamente) können nur symptomatisch durchgeführt werden. Zur eigentlichen Bekämpfung des biologischen Stoffs bedarf es aber frühzeitiger Informationen zu Art, Zustand und Umfang des Krankheitserregers oder seiner Toxine, die i. d. R. nicht vorliegen, wodurch jeder Therapieansatz nur zeitverzögert in Angriff genommen werden kann.

## Schlagwort

### Schäden durch biologische Stoffe

#### Ursachen

- **Krankheitserreger oder deren Toxine, freigesetzt durch**



- Seuchen
- Biologische Kampfstoffe

## Symptome

- Werden durch den auslösenden Krankheitserreger oder dessen Toxin bestimmt

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Unterbrechung der Inkorporation
- Dekontamination

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugänge und ggf. Laborblutentnahme

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Impfen
- Symptomatische Therapie
- Kausale Therapie (z. B. Antibiose), wenn möglich

## 44.3 Schäden durch chemische Stoffe

Schäden durch chemische Stoffe können einerseits durch Freisetzung bei Unfällen (z. B. Produktionsunfall oder Transportunfall), andererseits durch beabsichtigte Freisetzung im Rahmen

von kriegerischen Auseinandersetzungen oder Terroranschlägen auftreten. **Chemische**

**Kampfstoffe** sind seit der Genfer Konvention von 1925 und der Konferenz von Paris zum Verbot von Chemiewaffen im Jahre 1989 verboten. Dieses Verbot hat jedoch nicht dazu geführt, dass chemische Kampfstoffe nicht mehr produziert oder nicht mehr eingesetzt wurden (Irak 1988, Tokio 1995 und Syrien 2013).

Die chemischen Stoffe wirken i. d. R. **direkt und unmittelbar auf den Körper**. Die **Hauptklassen** chemischer Kampfstoffe unterscheiden sich nach ihrem Inhalt und ihrem Zielort:

- Hautkampfstoffe (Senfgas, Schwefellost)
- Lungenkampfstoffe (Phosgen)
- Blutkampfstoffe (Zyanide)
- Nervenkampfstoffe (Sarin)

Die Klasse der **über die Haut** aufgenommenen chemischen Giftstoffe (**Kontaktgifte**) ist besonders gefährlich, da die Effekte bei ungeschützten Personen, und das wird die Regel sein, erst zeitlich verzögert auftreten. Da die **Dämpfe** aller Hautkampfstoffe **schwerer als Luft** sind, lagern sie sich nicht nur auf der Haut ab, sondern sinken auch tiefer auf den Boden, in U-Bahn-Schächte (Tokio 1995) oder die Kanalisation, was die weitere Verbreitung fördert und die Beseitigung des Kampfstoffes erschwert.

**Senfgas** fällt z. B. sofort durch seinen knoblauch- oder senfartigen, strengen Geruch auf. Senfgas schädigt hauptsächlich die Augen, Atemwege und die Haut.

Sarin

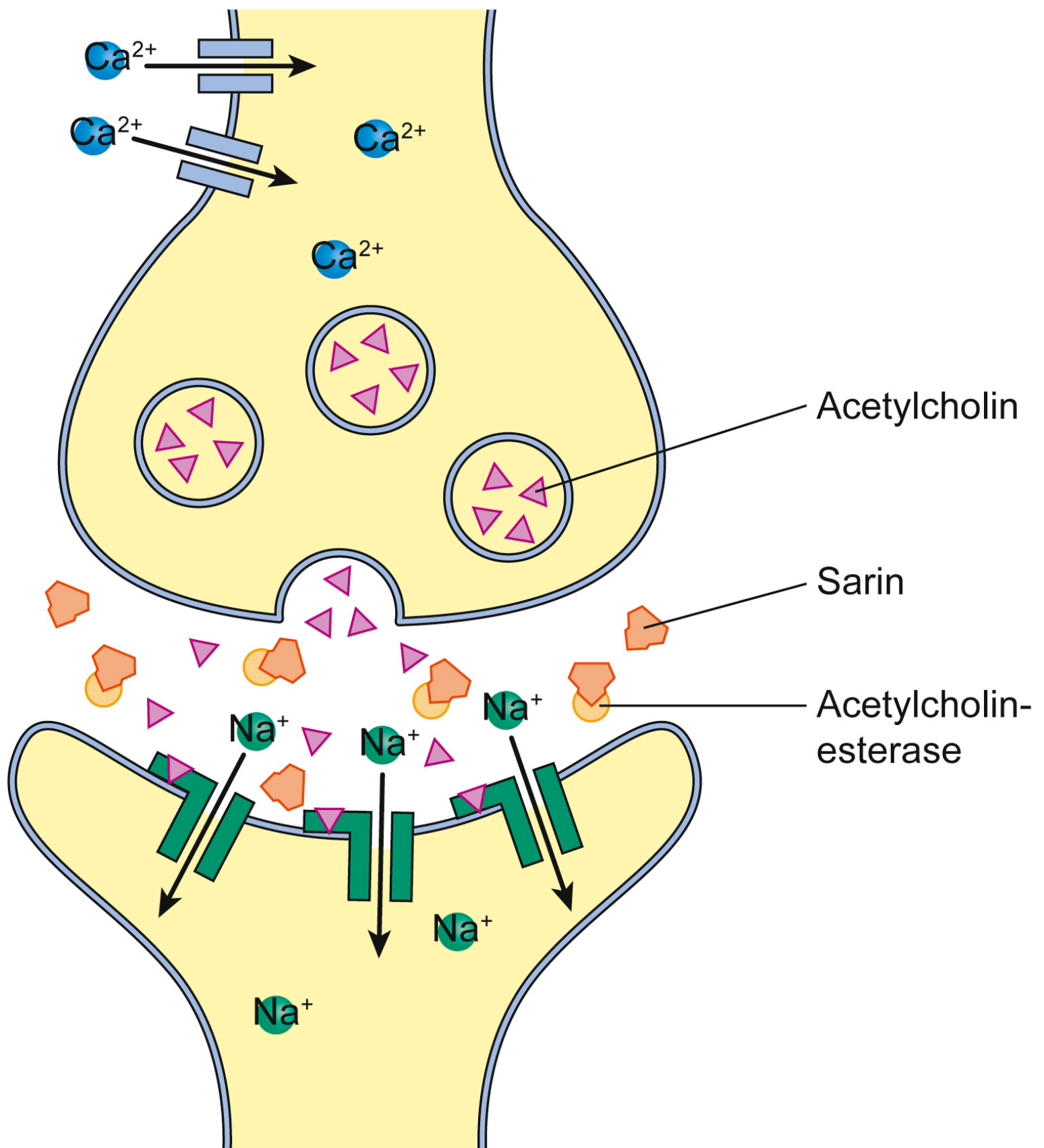
Der Nervenkampfstoff **Sarin** dagegen ist **farb- und geruchlos**, fällt vor dem Auftreten der ersten Symptome überhaupt nicht auf und ist bereits in kleinsten Mengen tödlich. Sarin wird über den gesamten Körper, insbesondere aber über die Augen, Atemwege und die Haut aufgenommen.

Die Giftwirkung des Sarins beruht auf einem **Eingriff in die Erregungsübertragung der Nervenbahnen** an der motorischen Endplatte, wo der Reiz zwischen zwei Nervenzellen durch **Acetylcholin** übertragen wird. Solange Acetylcholin im synaptischen Spalt vorhanden ist, wird

die Empfängerzelle erregt. Normalerweise wird unmittelbar nach seiner Ausschüttung in den synaptischen Spalt das Acetylcholin durch das Enzym **Acetylcholinesterase** gespalten, damit die Erregung beendet wird und die Zelle für die nächste Erregungsübertragung zur Verfügung steht.

In diesem Regelkreis blockiert Sarin die Acetylcholinesterase an allen Synapsen des parasympatischen Nervensystems, an den acetylcholinvermittelten Synapsen des Sympathikus sowie an den motorischen Endplatten. Acetylcholin kann in der Folge nicht mehr gespalten (abgebaut) werden ([Abb. 44.9](#)). Dadurch steigt der Acetylcholinspiegel im synaptischen Spalt und es kommt zu einer Dauererregung aller betroffenen Nervensysteme.

Wirkweise von Sarin [L231]



## Merke

Ähnliche Wirkungen wie die des Sarins zeigen sich auch bei den chemisch verwandten Kampfstoffen **Tabun und VX**.

Da sich Sarin nur sehr langsam wieder von dem blockierten Enzym lösen lässt, ist die

Behandlung von Vergiftungen mit derartigen Kampfstoffen außerordentlich schwierig bis unmöglich. So führt Sarin zu einer **inneren Acetylcholinvergiftung** (Kap. 40.3.3), deren Symptome denen der Organophosphatvergiftung (z. B. E605) gleichen, wobei Sarin 1000-fach wirksamer und toxischer ist als E605.

Alle Hautkampfstoffe rufen neben ihrer Giftwirkung auch **chemische Verbrennungen** der Haut und der Schleimhäute hervor, die denen der thermischen Verbrennung der Haut (Kap. 42.5) ähnlich sind und in entsprechenden Verbrennungszentren nach Dekontamination (s. u.) behandelt werden müssen.

## Therapie

**Verätzungen** des Verdauungs- und des Atemtrakts durch chemische Substanzen sind im Zusammenhang mit Massenschäden nicht selten. Kontraindiziert ist das Auslösen von Erbrechen, denn Säuren und Laugen sollen nur neutralisiert werden. Bei **Kontamination der Körperoberfläche** müssen die Schadstoffe durch Wasser oder andere Flüssigkeiten verdünnt und abgewaschen werden. Das Rettungsfachpersonal kann nicht alle Gefahren der verschiedenen Giftstoffe kennen. Daher ist bei Massenvergiftungen frühzeitig ein erfahrener klinischer Toxikologe an den Unfallort bzw. in die Technische Einsatzleitung (TEL) zu beordern (Kap. 45.3.1). Noch vor den Basismaßnahmen steht an erster Stelle der **Selbstschutz** des Rettungspersonals. Die nachfolgenden behelfsmäßigen Entgiftungsmaßnahmen (Dekontamination) sind nur in ABC-Schutzkleidung mit ABC-Schutzmaske ([Abb. 44.10](#)) möglich.

ABC-Schutzkleidung [O429]





Schlagwort

## Schäden durch chemische Stoffe

### Ursachen

- Hautkampfstoffe (Senfgas, Schwefellost)
- Lungenkampfstoffe (Phosgen)
- Blutkampfstoffe (Zyanide)

- Nervenkampfstoffe (Sarin)

## Symptome

- Verbrennungen
- Verätzungen
- Lungenödem

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Unterbrechung der Kontamination
- Dekontamination

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugänge und ggf. Laborblutentnahme

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Symptomatische Therapie
- Frühzeitige kausale Therapie (z. B. Antidot), wenn möglich

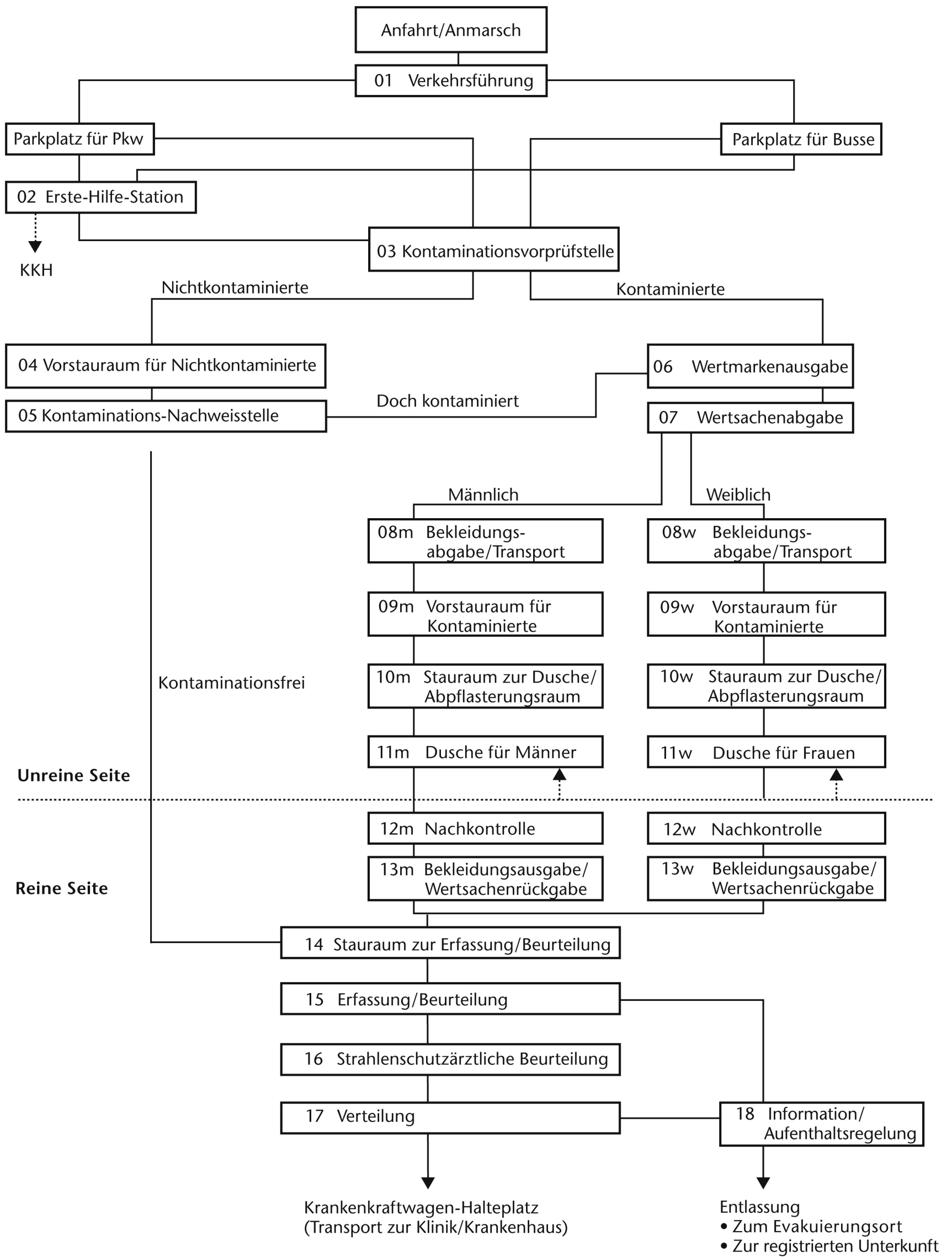
## Dekontamination

Die Dekontamination ([Abb. 44.11](#), [Abb. 44.12a–f](#)) zielt auf das **Entfernen gefährlicher**

**Verunreinigungen**, die Personen gefährden. Die Dekontamination ist aufgrund der Gefährlichkeit der Stoffe oftmals nur von Rettungsfachpersonal in **Schutzkleidung** durchzuführen.

Deko-Konzept [M235]





Vorgehensweise zur Dekontamination des Einsatzpersonals [M235]





a) Eingang zum Deko-Platz



b) Vorreinigung 1



c) Vorreinigung 2



d) Duschkabine



e) Verlassen der Duschkabine



f) Entkleidung

Zur Durchführung der Dekontamination eignen sich Gebäude wie Sporthallen, Hallenbäder oder Schulen mit entsprechenden Kapazitäten an Duscheinrichtungen und Räumen. Hier sind auch die Notfallstationen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen geeignet. Die Dekontamination kann aber auch durch **mobil einsetzbare Einheiten (Deko-Züge)** an fast jedem gewünschten Ort durchgeführt werden.

Die **technische Ausstattung** wird sowohl von der Feuerwehr (Deko-Ausstattung) als auch vom Rettungsdienst (medizinisches Gerät) gestellt. Personen werden in einem **dreistufigen Prozess** dekontaminiert:



1. Entfernung der Kleidung (wenn keine Schutzkleidung getragen wurde)
2. Reinigung (Dusche)
3. Neueinkleidung

Vor der **Dekontaminationsstelle (Deko-Platz)** werden die verletzten Personen betreut und durch Ärzte triagiert. Entsprechend der Einstufung in der Triage werden sie der Dekontamination zugewiesen. Die **Dekontamination** nach einem Unfall mit einer chemischen Substanz (z. B. Kampfstoff) erfolgt bei der Haut, indem nach Kampfstoffspritzern gesucht wird. Diese werden abgetupft. Die Tupfer müssen vernichtet werden (Sammelbehälter). Die Haut wird mit Schmierseife entgiftet. Viele hierbei nicht entfernbare Substanzen lassen sich durch vorheriges Lösen in Macrogol 400 (Lutrol<sup>®</sup>) entfernen. Anschließend wird die Schmierseife abgetupft, und auch diese Tupfer werden vernichtet. Hautentgiftungspuder (Macrogol-Puder, z. B. Klean-Prep<sup>®</sup>) können ggf. aufgetragen werden. Innerhalb des Dekontaminationsplatzes können, so weit es die Kontamination zulässt, medizinische Erstmaßnahmen durchgeführt werden. Betroffene Augen müssen gründlich mit Wasser ausgespült werden. Wenn Isogutt<sup>®</sup>-Augentropfen vorhanden sind, sollten sie eingeträufelt werden. Bei starken Schmerzen werden Anästhetika-Augentropfen (z. B. Novesine<sup>®</sup> 0,4 %) appliziert.

Von der Bekleidung müssen einzelne Kampfstoffspritzer entfernt, ansonsten muss die Bekleidung abgelegt werden. Die Patienten müssen duschen oder sich abwaschen und neue Kleidung anlegen. Die benetzte Bekleidung muss beseitigt (z. B. eingegraben) werden. Nachdem die Dekontamination abgeschlossen ist, verlassen die Personen den Absperrbereich und werden an einer Sammelstelle weiter betreut.

## Wiederholungsfragen

1. Welche Körperstrukturen werden durch radioaktive Substanzen geschädigt (Kap. 44.1.1)?
2. Beschreiben Sie das Abstandsgesetz (Kap. 44.1.3).
3. Beschreiben Sie die drei wirkungsvollsten Schutzmaßnahmen gegen radioaktive Strahlung (Kap. 44.1.3).

4. Nennen Sie einige biologische Stoffe, die den menschlichen Organismus schädigen können (Kap. 44.2).
5. Beschreiben Sie den Vorgang der Dekontamination nach einem chemischen oder radioaktiven Unfall (Kap. 44.3).

## Auflösung des Fallbeispiels

### Verdachtsdiagnose

Geschlossene Unterschenkelfraktur links, fragliche Kontamination mit Radioaktivität.

### Erstmaßnahmen

Die Erstbeurteilung nach dem ABCDE-Schema ist unauffällig. Auch die SAMPLER-Anamnese ergibt keine besonderen Auffälligkeiten.

Der Notarzt legt einen venösen Verweilzugang in die rechte Ellenbeuge (G 17) und analgosediert den Patienten mit 5 mg Dormicum<sup>®</sup> und 0,1 mg Fentanyl. Weiterhin werden langsam 500 ml balancierte Elektrolytlösung infundiert. Der frakturierte Unterschenkel wird mit einer Luftkammerschiene stabilisiert, der Patient auf einer Vakuummatratze gelagert und in eine berufsgenossenschaftliche Unfallklinik mit Strahlenschutzzentrum geflogen.

### Klinik

Die Unterschenkelfraktur wird operativ versorgt. Hinweise auf eine erhöhte Strahlenbelastung ergeben sich in den Folgeuntersuchungen nicht.

### Diagnose


## Weiterführende Literatur

 **Fabrizio et al., 2014**

 M. Fabrizio

Persönliche Schutzausrüstung 2014, Ecomed Heidelberg

 **Schäfer, 2009**

 A. Schäfer

Lexikon biologischer und chemischer Kampfstoffe 2. Aufl. 2009, Köster Berlin

 **Schnedlitz, 2013**

 M. Schnedlitz

Chemische Kampfstoffe: Geschichte, Entwicklung, Einsatz 2013, Grin München

## Medizinwelten

Abrechnung

Akupunktur

Allgemeinmedizin

Chirurgie

Gynäkologie



ELSEVIER

[Heilpraktiker](#)

[Homöopathie](#)

[Innere Medizin](#)

[Klinikleitfaden](#)

[Naturheilverfahren](#)

[Onkologie](#)

[Osteopathie](#)

[Psychiatrie](#)

[Psychosomatik](#)

[Psychotherapie](#)

[Pädiatrie](#)

[Rettungsdienst](#)

[Sprachtherapie](#)

## Rechtliches

[Impressum](#)

[Datenschutz](#)

[User Guide](#)

[Elsevier AGB](#)

## Links

[Customer Service](#)

[Elsevier Portal](#)

[Elsevier Webshop](#)