



Markieren Sie Begriffe im Text um weitere Informationen zu erhalten.

 Drucken

 Beobachten

 Offline nutzen

> Medikamentöse Therapie

# Medikamentöse Therapie

 Thomas Semmel

## 20.1 **Applikationsarten und -wege**

- 20.1.1 Intravasale Applikation
- 20.1.2 Intranasale Applikation (LMA MAD Nasal™)
- 20.1.3 Inhalative Applikation
- 20.1.4 Bukkale und sublinguale Applikation
- 20.1.5 Orale Applikation
- 20.1.6 Intramuskuläre Applikation
- 20.1.7 Subkutane Applikation
- 20.1.8 Rektale Applikation

## 20.2 **Pharmakologie**

- 20.2.1 Grundlagen der Pharmakologie
- 20.2.2 Pharmakokinetik

20.2.3 Pharmakodynamik

## **20.3 Medikamente im Rettungsdienst**

20.3.1 Analgetika

20.3.2 Sedativa

20.3.3 Neuroleptika

20.3.4 Antiemetika

20.3.5 Broncholytika

20.3.6 Narkotika

20.3.7 Kardiaka

20.3.8 Lokalanästhetika

20.3.9 Antihistaminika

20.3.10 Kortikoide

20.3.11 Spasmolytika

20.3.12 Gynäkologika

20.3.13 Hämostyptika

20.3.14 Infusionslösungen im Rettungsdienst

20.3.15 Antidote

## Fallbeispiel

### Notfallmeldung

Die Leitstelle alarmiert einen Rettungswagen zu einer bewusstlosen Person in einer Wohnung.

### Befund am Notfallort

Die Ehefrau des Patienten führt das Team des Rettungswagens in das Schlafzimmer der Wohnung. Schon beim Betreten des Raums hört die RTW-Besatzung deutlich ein schnarchendes Atemgeräusch. Der Patient liegt auf dem Rücken in seinem Bett und

reagiert nicht auf das Eintreten des Rettungsteams. Das Alter des Patienten wird auf ca. 70 Jahre geschätzt.

## Leitsymptome

- Atemwegsverlegung
- Bewusstlosigkeit

## Inhaltsübersicht

### 20.1 Applikationsarten und -wege

- Periphervenöser und intraossärer Zugang stellen häufig angewendete Zugangsarten zum menschlichen Körper dar. Für die periphervenöse oder intraossäre Punktion können verschiedene Punktionsorte am menschlichen Körper verwendet werden.
- Insbesondere für die Anwendung von intraossären Zugängen gibt es eine Reihe von Kontraindikationen.
- Bei beiden Zugangsformen kann es auch zu Komplikationen kommen, die sich allerdings bei korrekter Anwendung vermeiden lassen.
- Auch in der Notfallsituation steht eine Reihe von alternativen Applikationsarten zur Verfügung. Medikamente können z. B. bukkal, inhalativ und nasal appliziert werden. Eine spezielle Applikationshilfe (LMA MAD Nasal™) bringt das Arzneimittel bei der nasalen Applikation in den korrekten Resorptionsbereich der Nasenhöhle.
- Der zentralvenöse Katheter (ZVK) wird über die V. cava bis kurz vor den rechten Vorhof platziert. Punktionsstellen sind u. a. die V. jugularis externa, die V. subclavia oder die V. basilica. Die relativ hohe Komplikationsrate sollte zu einem sehr zurückhaltenden Einsatz in der präklinischen Notfallmedizin führen.
- Die intramuskuläre Punktion nimmt heutzutage notfallmedizinisch einen besonderen Stellenwert bei der Versorgung von Patienten mit einer schweren Anaphylaxie ein. Als Punktionsort sollte in dieser Situation der Oberschenkel ausgewählt werden.

- Die rektale Gabe von Arzneimitteln unterliegt einigen Besonderheiten hinsichtlich der Resorption des Wirkstoffs. Gerade bei Kindern mit entzündlich bedingten Obstruktionen des oberen Atemwegs, werden Arzneimittel rektal appliziert.

## 20.2 Pharmakologie

- Um sich im Fachgebiet Pharmakologie zurechtzufinden, ist die Kenntnis spezieller Fachbegriffe notwendig. Beispielsweise werden die Begriffe Wirkstoff und Arzneistoff ebenso erklärt, wie die Begriffe Indikation oder Kontraindikation.
- Um als Notfallsanitäter Arzneimittel verabreichen zu dürfen, sind neben rechtlichen Aspekten auch die Vorgaben des zuständigen Ärztlichen Leiters Rettungsdienst zu beachten.
- Die Empfehlungen der jeweiligen Fachgesellschaften und aktuelle Leitlinien definieren, welche Medikamente in welchen Notfallsituationen sinnvoll anwendbar sind.
- Sowohl die Arzneimittelumverpackung und die Packungsbeilage als auch die Fachinformationen der Hersteller beinhalten wichtige Informationen über das vorliegende Arzneimittel.
- Arzneimittel werden für den stationären Gebrauch hergestellt. Dort ist eine adäquate Lagerung einfacher möglich. Die Lagerung auf Rettungsmitteln stellt für das verantwortliche Personal eine Herausforderung dar. Die Beachtung einfacher Regeln ist sehr hilfreich.
- Auch für die präklinische Notfallmedizin liegen Arzneimittel in den unterschiedlichsten Formen vor. Man unterscheidet z. B. Emulsionen, Lösungen oder Suppositorien.
- Die Pharmakokinetik ist ein Teilgebiet der Pharmakologie. Sie beschreibt die Einflussnahme des Körpers auf ein Arzneimittel.
- Arzneimittelaufnahme, -resorption, -verteilung und -exkretion werden durch die Pharmakokinetik beschrieben.
- Arzneimittel durchlaufen bei der Anwendung drei Phasen: die pharmazeutische, die pharmakokinetische und die pharmakodynamische Phase.
- Die Resorption eines Arzneimittels ist von zahlreichen Faktoren abhängig, wie z. B. der Arzneimittelform oder der Applikationsart.
- Unter der Biotransformation eines Arzneistoffs versteht man den Umbau des Stoffes in



sog. Metaboliten. Diese Stoffwechselprodukte können mehr oder weniger wirksam sein als die Ausgangssubstanz.

- Arzneimittel werden auf verschiedenen Wegen aus dem Körper ausgeschieden. Die wichtigsten Ausscheidungsorgane sind Niere und Leber.
- Arzneistoffe wirken im Körper auf unterschiedliche Art und Weise. Manche Arzneistoffe wirken z. B. an bestimmten Rezeptoren, andere beeinflussen die Transportsysteme des Körpers.
- Arzneistoffe, die an Rezeptoren wirken, lassen sich in Agonisten und Antagonisten unterscheiden.
- Die therapeutische Breite beschreibt die Dosiersicherheit eines Arzneimittels.

## 20.3 Medikamente im Rettungsdienst

- Analgetika gehören sicherlich zu den am häufigsten im Rettungsdienst verabreichten Substanzen. Deshalb beschäftigt sich ein komplettes Kapitel mit der Analgesie im Rettungsdienst (Kap. 21).
- Sedativa wirken anxiolytisch, antikonvulsiv, amnestisch, zentral muskelrelaxierend und selbstverständlich sedierend. Der Wirkstoff Midazolam wird im Notfall häufig verwendet.
- Neuroleptika gehören zur Gruppe der Psychopharmaka. Sie wirken antipsychotisch, sedierend und sie beeinflussen die Psychomotorik. Zusätzlich haben manche Neuroleptika auch eine antiemetische Wirkung. Notfallmedizinisch kommen vor allem die Wirkstoffe Promethazin und Haloperidol zum Einsatz.
- Klassisch eingesetzte Antiemetika sind Metoclopramid und Dimenhydrinat. Daneben existieren mit den 5-HT<sub>3</sub>-Antagonisten sehr potente Antiemetika.
- Die inhalative Therapie stellt die Behandlung der ersten Wahl bei einer akuten Bronchospastik dar. Insbesondere das  $\beta$ -2-Mimetikum Salbutamol und das Anticholinergikum Ipratropiumbromid sind wichtige Wirkstoffe zur Behandlung einer Bronchospastik.
- Zu den Narkotika zählt man die Gruppe der Hypnotika, der Muskelrelaxanzien sowie stark wirksame Analgetika und Sedativa.
- Der Begriff Kardiaka fasst viele Wirkstoffe zusammen, die am Herz-Kreislauf-System

wirken. Neben Antiarrhythmika gehören Antihyper- und Antihypotonika sowie Diuretika in diese Arzneimittelgruppe. Genauso wie die Katecholamine, Antikoagulanzen, Thrombozytenaggregationshemmstoffe, Fibrinolytika und die Nitrate.

- Zu den Mineralstoffpräparaten gehören die Mineralstoffe Kalzium, Kalium, Magnesium und Zink. Notfallmedizinisch kommen aber überwiegend nur Kalzium und Magnesium zum Einsatz.
- Seit der höheren Verbreitung der intraossären Punktion, ist eine Beschäftigung mit Lokalanästhetika sehr wichtig. Bei dem Wirkstoff Lidocain handelt es sich um den einzigen Wirkstoff dieser Gruppe, der intravenös bzw. intravasal appliziert werden darf.
- Antihistaminika werden bei allergischen Reaktion eingesetzt. Allerdings genießen sie für diese Indikation nicht den höchsten Stellenwert und werden von den Fachgesellschaften als Medikamente der zweiten Wahl bezeichnet.
- Kortikoide sind Hormone der Nebennierenrinde. Man unterscheidet Glukokortikoide und Mineralokortikoide. In der Notfallmedizin finden die Glukokortikoide ihren Einsatz u. a. im Rahmen von allergischen Reaktionen, entzündlichen Atemwegsobstruktionen und bei Reizgasinhalationen.
- Spasmolytika werden zur Behandlung von kolikartigen Schmerzen eingesetzt. Neben dem Wirkstoff Butylscopolamin hat auch das nichtopioid Analgetikum Metamizol eine spasmolytische Wirkung.
- Die Gruppe der Gynäkologika lässt sich unterteilen in Tokolytika und Uterotonika. Das bekannteste Tokolytikum stellt der Wirkstoff Fenoterol dar.
- Die Tranexamsäure ist ein Antifibrinolytikum, das man auch als Hämostyptikum bezeichnen kann. Hämostyptika sind blutstillende, die Gerinnung fördernde Wirkstoffe.
- Infusionslösungen unterscheidet man in kristalloide und kolloidale Infusionslösungen. Präklinisch werden heutzutage hauptsächlich kristalloide Infusionslösungen als Trägerlösung, zum Offenhalten von intravasalen Zugängen oder zur Volumensubstitution eingesetzt. Glukoselösungen werden den Infusionslösungen ebenso wie das Natriumhydrogenkarbonat zugerechnet.
- Als Antidote bezeichnet man Gegengifte. Neben Atropin gehören u. a. Naloxon, Aktivkohle und Toloniumchlorid zur Mindestausstattung der im Rettungsdienst verfügbaren Gegengifte.

## 20.1 Applikationsarten und -wege

**Arzneistoffe** können auf unterschiedliche Arten verabreicht werden. Wird der Arzneistoff z. B. intravenös appliziert, so handelt es sich um eine **parenterale Gabe**. Hierunter versteht man die Applikation unter der Umgehung des Magen-Darm-Trakts. Zu den parenteralen Applikationsarten gehören neben der intravenösen Applikation u. a. auch die intraossäre oder die intramuskuläre Applikation. Durch die Umgehung des Verdauungstrakts kommt es zu einem deutlich schnelleren Wirkungseintritt. Wird ein Arzneistoff z. B. peroral aufgenommen, so spricht man von einer enteralen Gabe. Die Arzneistoffe durchlaufen bei der **enteralen Gabe** nach der Resorption im Darm den Pfortaderkreislauf und müssen die Leber passieren. Dort werden die Arzneistoffe verstoffwechselt. Man spricht von der **Biotransformation eines Arzneistoffs**. Das so entstandene Stoffwechselprodukt kann in seiner Wirkung deutlich abgeschwächt oder verstärkt, mitunter toxisch sein.

### 20.1.1 Intravasale Applikation

Die **intravasale Applikation** stellt die gebräuchlichste Applikationsart für **Notfallmedikamente** dar. Der Wirkstoff wird nicht erst resorbiert und somit ist ein schneller Wirkungseintritt zu erwarten. Neben der Punktion peripherer Venen, wie z. B. die V. cephalica, steht die intraossäre Punktion als Alternative zur Verfügung. Bei der intraossären Punktion wird in den meisten Fällen die Markhöhle der großen Röhrenknochen punktiert. So applizierte Arzneistoffe werden sehr schnell der systemischen Zirkulation zugeführt.

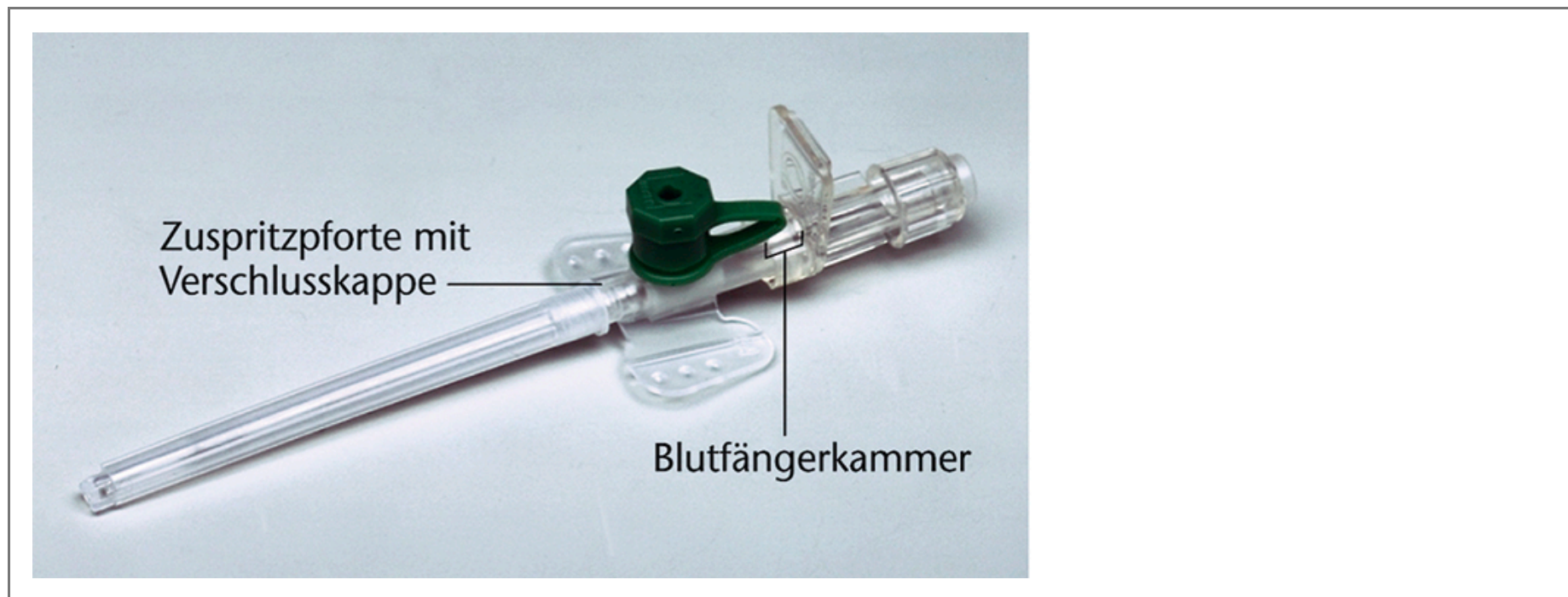
#### Periphervenöser Zugang

#### Aufbau und Größen

Der prinzipielle Aufbau der für den Rettungsdienst geeigneten **Verweilkanülen** ([Abb. 20.1](#) und [Abb. 20.2](#)) ist bei zahlreichen Marken gleich. Das Innenteil der Kanüle besteht aus einer Stahlpunktionsnadel mit angeschliffener Spitze (**Mandrin**). Die Qualität des Anschliffs ist entscheidend dafür, wie gut die Kanüle bei der Punktion durch die Haut dringt. Über die

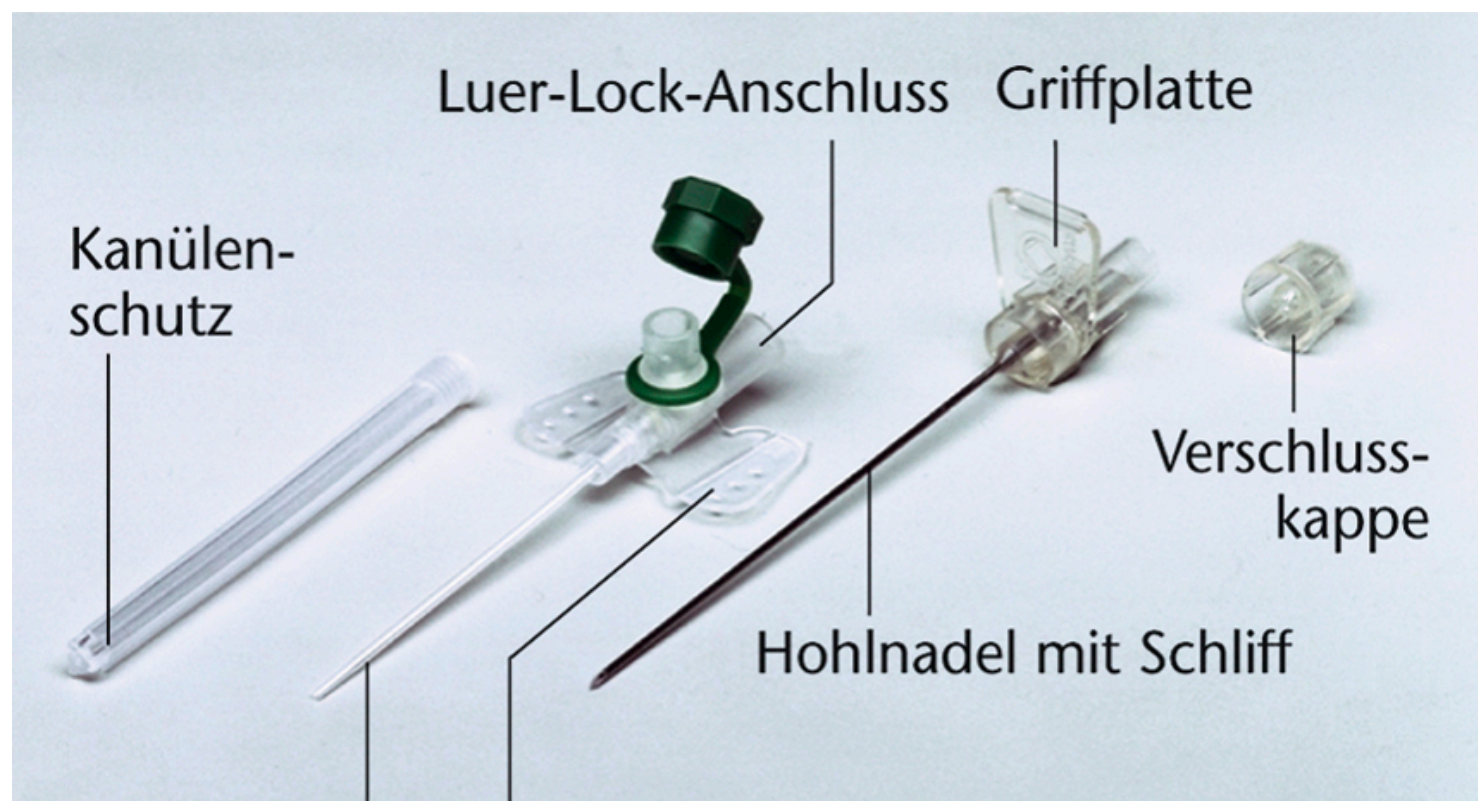
Stahlpunktionsnadel ist die eigentliche **Verweilkanüle aus Kunststoff** aufgezogen. Diese sollte mit einer **Zuspritzpforte** ausgestattet sein, um auch bei angeschlossener Infusion hygienisch einwandfreie Injektionen durchführen zu können. Die Verweilkanüle sollte mit einer ausreichend großen **Griffplatte** für den Daumen der Punktionshand und einer **Bodenplatte** versehen sein, um eine einwandfreie Führung bei der Punktion und eine anschließende Fixierung der Verweilkanüle zu ermöglichen. Die Verweilkanüle ist an ihrem stumpfen Ende verschlossen, sodass nach der Venenpunktion kein Blut austreten kann.

Venenverweilkanüle [K183]



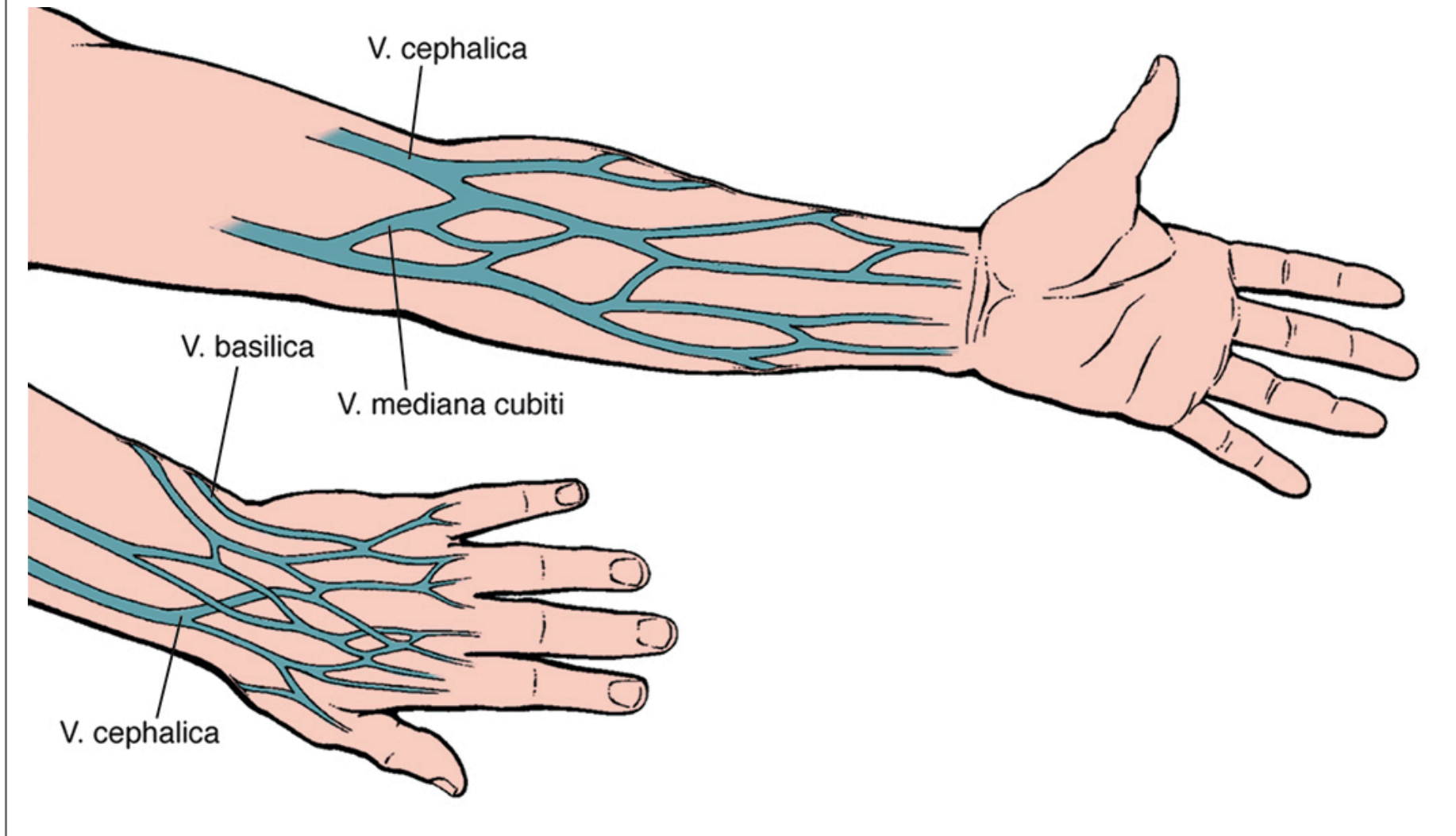
Venenverweilkanüle, zerlegt in ihre Einzelteile [K183]





Unterschiedliche **Größen** sind farblich gekennzeichnet (Abb. 20.3). Entscheidend für die Geschwindigkeit der Volumengabe ist der Innendurchmesser, der die Durchflussrate in ml/Min. bestimmt. Die Verwendung möglichst großlumiger Venenverweilkanülen sollte nur dann erfolgen, wenn große Infusionsvolumina appliziert werden müssen.

Größe und Durchflussraten unterschiedlicher Venenverweilkanülen [L108]



Je größer allerdings der Außendurchmesser der Kanüle bzw. des Kunststoffverweilkatheters im Verhältnis zum Gefäßlumen ist, desto größer ist die Gefahr der Venenwandreizung und der Thrombosebildung. Kleinere Katheter gestatten in entsprechend größeren Gefäßlumen einen stärkeren Blutfluss. Hierdurch wird eine schnellere Verdünnung der applizierten Medikamente erreicht und so das Risiko einer Gefäßschädigung verringert. Hinzu kommt, dass der Einsatz kleinerer Kanülen auch geringere mechanische Reizungen hervorruft und es somit zu einer Schmerzreduzierung kommt.

Das Einbringen einer Verweilkanüle aus Kunststoff in die Vene bietet eine jederzeit verfügbare Verbindung zur Beeinflussung des Kreislaufs. Sie ermöglicht die sichere und schnelle **Zufuhr von Medikamenten und Infusionslösungen. Indikationen** für einen peripheren venösen Zugang sind die Vorsorge (Offenhalten einer Vene), die diagnostische Blutentnahme und die intravenöse Applikation von Medikamenten und Infusionslösungen.

### Auswahl des Punktionsortes

Die Auswahl des richtigen **Punktionsortes** sollte unter Beachtung einiger wichtiger Gesichtspunkte erfolgen. Der Zustand der Venen, die angedachte therapeutische Maßnahme, die Größe des Venenverweilkatheters und der Patientenkomfort müssen in Betracht gezogen werden.

Bei einer Punktion über Gelenken kann der Patient in seiner Bewegung eingeschränkt werden und es kann zusätzlich zu einer verstärkten Venenreizung durch Bewegungen führen. Auch die Dislokation des Venenverweilkatheters ist so einfacher möglich. Als ideale Punktionsorte erscheinen die Venen des Unterarms. Eine Punktion in diesem Bereich hilft, zusätzlich das **Abknicken des Venenverweilkatheters** zu verhindern, wie dies z. B. bei der Punktion eines Gefäßes in der Ellenbeuge vorkommen kann. Sollte nur dort eine Punktion möglich sein, sollte der Arm des Patienten anschließend z. B. mittels einer Punktionsschiene immobilisiert werden (Abb. 20.4). Neben der Gefahr des Abknickens besteht bei der Punktion eines Gefäßes in der Ellenbeuge die zusätzliche **Gefahr**, versehentlich eine **Arterie zu punktieren** oder eine nachfolgende **Dislokation des Katheters** in eine Arterie. Neben einer Punktion der Gefäße am Unterarm oder in der Ellenbeuge stellt auch das Gefäßnetz des Handrückens einen alternativen Punktionsort dar. Allerdings besteht auch dort nach der Punktion eine Bewegungseinschränkung des Patienten sowie des Gefahr des Abknickens und der Dislokation. Auch in diesem Fall sollte der Unterarm nach der Punktion immobilisiert werden. Lässt es die Einsatzsituation zu, so kann in Erfahrung gebracht werden, ob es sich bei dem Patienten um einen Rechts- oder Linkshänder handelt. Eine Punktion der nicht dominierenden Seite, stellt einen erheblichen Komfortgewinn für den Patienten dar. Hat der Patient bestehende Paresen, so sollte der paretische Arm möglichst nicht punktiert werden.

Punktionsorte zur Anlage eines periphervenösen Zugangs [J747]



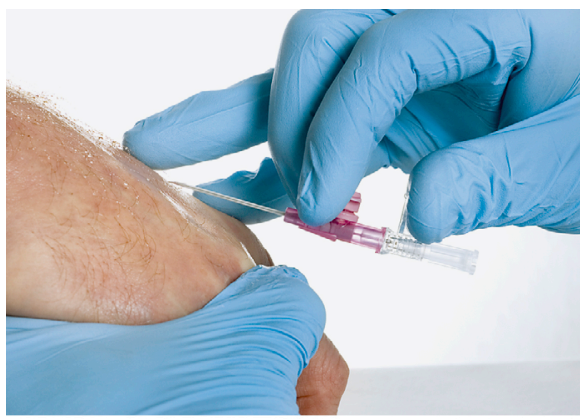


## Durchführung der Punktion

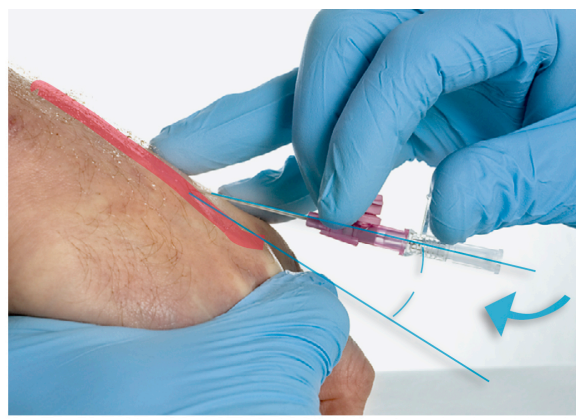
Vor der eigentlichen **Punktion** ist der Patient über die Maßnahme aufzuklären und sollte sein Einverständnis zu dieser Maßnahme geben. Dies ist auch unbedingt im Notfallprotokoll zu dokumentieren. Damit die Durchführung zügig erfolgen kann, ist das Material vorher bereitzulegen. Bewährt hat sich die Bereitstellung von **Punktionssets** ([Abb. 20.5](#)), bei denen sich z. B. in einer Nierenschale das gesamte Material für die Punktion befindet. Eine anschlussfertige Infusionslösung sollte ebenfalls vorbereitet werden.

Material zur Punktion eines peripheren Gefäßes [J747]





a) Punktion



b) Punktionswinkel



c) Fixierung der Venenverweilkanüle

Nach Auswahl eines geeigneten Punktionsortes muss dieser gemäß hygienischen Standards desinfiziert werden. Hierzu sind die Anwendungshinweise der Hersteller der verwendeten Hautdesinfektionsmittel zu beachten. Anschließend ist eine Stauung anzulegen. Dabei ist zu beachten, dass nur die venösen Gefäße gestaut werden. Bis sich die Gefäße durch die Stauung darstellen, sollte die empfohlene Einwirkzeit des Hautdesinfektionsmittels verstrichen sein. Eine Punktion durch Areale, die noch vom Hautdesinfektionsmittel feucht sind, führt häufig zu Schmerzen bei der Punktion. Grund hierfür ist der hohe Alkoholgehalt der meisten Hautdesinfektionsmittel. Ist nach dem Aufbringen des Hautdesinfektionsmittels noch einmal ein Abwischen notwendig, sollten hierfür auf jeden Fall sterile Tupfer verwendet werden. Die Verwendung unsteriler Materialien führt zu einer erneuten Kontamination des Punktionsortes. Dies gilt selbstverständlich auch für den unsterilen Finger, der einen bereits desinfizierten Punktionsort erneut berührt.

Vor der eigentlichen Punktion ist der Patient auf den **Punktionschmerz** hinzuweisen. Verfährt man nicht in dieser Weise, zieht der Patient möglicherweise die Hand oder den Arm beim Punktionsversuch weg und die Punktion ist eventuell nicht erfolgreich. Die Haut sollte am Punktionsort optimal gespannt werden, um diese gut und schnell zu durchdringen. Zur Punktion wird die Kanüle im Winkel von  $30\text{--}40^\circ$  leicht seitlich der Vene in die Haut eingestochen, anschließend den Winkel auf ca.  $15^\circ$  abflachen. Bei erfolgreicher Punktion füllt sich die Blutfängerkammer mit Blut. Jetzt wird die Punktionskanüle mit einer Hand fixiert und der Venenverweilkatheter vorgeschoben. Nun wird die Stauung geöffnet und die vorbereitete Infusion an den Venenverweilkatheter angeschlossen. Danach sollte der Venenverweilkatheter mittels einem dafür vorgesehenen Fixierpflaster gesichert werden. Der Infusionsschlauch wird zur Zugentlastung in einer Schlaufe mit einem zusätzlichen Pflasterstreifen fixiert.

Komplikationen und Kontraindikationen der peripheren venösen Punktion

Zu den **Komplikationen**, die bei der peripheren venösen Punktion auftreten können, zählen Schmerzen bei der Punktion, die Perforation des punktierten Gefäßes, die Ausbildung eines Hämatoms, die paravasale Applikation, die arterielle Punktion, die Thrombophlebitis und die Luftembolie. **Schmerzen** bei der Punktion können entstehen, wenn durch die noch nicht komplett getrocknete Haut nach der Desinfektion punktiert wird. Entstehen während oder nach der Punktion stärkste Schmerzen mit Sensibilitätsstörungen und Lähmungserscheinungen, wurde möglicherweise ein Nerv punktiert. In diesem Fall muss die Punktion sofort unterbrochen und die Kanüle entfernt werden. Möglicherweise muss der Patient einem Neurologen vorgestellt werden. Kommt es zu einer **Perforation des Gefäßes**, wird die Kanüle entfernt und für kurze Zeit direkter Druck auf die Punktionsstelle ausgeübt. Durch die Perforation des Gefäßes kann es auch zur Entstehung eines Hämatoms kommen.

Wird die Venenwand unbemerkt durchstoßen und es werden anschließend Medikamente oder Infusionen appliziert, fällt dies entweder durch Schmerzen bei der Applikation oder durch eine zunehmende Schwellung des umliegenden Gewebes auf. In jedem Fall muss die Applikation sofort unterbrochen und der Venenverweilkatheter umgehend entfernt werden. Die **paravasale Applikation** ist entsprechend zu dokumentieren und bei der Übergabe des Patienten zu berichten, sodass eine eventuell notwendige Therapie schnellstens eingeleitet werden kann. Je nach appliziertem Wirkstoff kann die paravasale Applikation schwerwiegende Nekrosen nach sich ziehen.

Bei der versehentlichen **Punktion einer Arterie** wird hellrotes Blut pulsierend austreten. Möglicherweise kommt es distal des Punktionsortes zu brennenden Schmerzen und zu einer Entfärbung bzw. Blässe bis in die Finger. Die Gefahr für eine arterielle Punktion besteht insbesondere beim Versuch, die V. basilica in der Ellenbeuge zu punktieren, wobei es dann versehentlich zu einer Punktion der A. brachialis kommt. Im Fall einer arteriellen Punktion muss der Venenverweilkatheter umgehend entfernt werden, anschließend wird direkter Druck auf die Punktionsstelle ausgeübt, bis ein Kompressionsverband angelegt werden kann. Als Folgen der versehentlichen arteriellen Punktion können eine Dissektion, ein Verschluss oder die Bildung eines Aneurysmas der Arterie entstehen. Wird die arterielle Punktion nicht erkannt und werden Medikamente und Infusionslösungen appliziert, kann dies bis hin zum Verlust der betroffenen Extremität führen.

Die Ursachen für eine **Thrombophlebitis** nach der Anlage eines Venenverweilkatheters sind durch den Katheter oder applizierte Medikamente bzw. Infusionslösungen verursachte

Venenwandreizungen. In seltenen Fällen kann die Thrombophlebitis aber auch durch Keime, die über den Venenverweilkatheter eingeschwemmt bzw. mit dem Stanzzyylinder eingebracht werden, ausgelöst werden.

**Luftembolien** sind nach der Punktion peripherer Venen eher selten. Insbesondere, wenn die zu punktierende Extremität korrekt tief gelagert wird. Werden allerdings Jugularvenen oder die V. subclavia punktiert, besteht ein hohes Risiko für eine Luftembolie. Man geht davon aus, dass es bei Luftmengen von 70–130 ml, die in den Körper eindringen, zu letalen Ausgängen kommen kann.

## Intraossärer Zugang

Der **intraossäre Zugang** stellt einen alternativen, intravaskulären Zugang, insbesondere bei kritisch kranken oder verletzten Patienten, dar. Entsprechend den aktuellen Empfehlungen soll der intraossäre Zugang angewendet werden, wenn innerhalb von **90–120 Sekunden** kein periphervenöser Zugang etabliert werden kann. Ausnahme hiervon sind pädiatrische Patienten (Kap. 35.8.3). Hier lautet die Empfehlung, dass der intraossäre Zugang bei **Kindern im Herz-Kreislauf-Stillstand** oder im Stadium des **dekompensierten Schocks**, den **Zugangsweg der ersten Wahl** darstellt. Bei allen anderen kritisch kranken oder verletzten Kindern, soll ein intraossärer Zugang etabliert werden, wenn innerhalb von **60 Sekunden** kein periphervenöser Zugang (Kap. 35.8.2) geschaffen werden kann.

Derzeit stehen unterschiedliche Systeme zur intraossären Punktion zur Verfügung. Das Spektrum reicht von manuellen Systemen bis hin zu Intraossärnadeln, die mithilfe einer Bohrmaschine in den Knochen eingebracht werden.

## Auswahl des Punktionsortes

Für die meisten Intraossärsysteme sind bis zu vier Punktionsorte zugelassen. Dabei handelt es sich um den proximalen Humerus ([Abb. 20.6](#)), das distale Femur sowie proximale und distale Tibia. Spezielle Systeme sind auch zur Punktion des Sternums zugelassen. An den langen Röhrenknochen wird im Bereich der Epiphyse punktiert, da dort die Kortikalis des Knochens relativ dünn ist und der Markraum dort rotes Knochenmark enthält.



## Komplikationen und Kontraindikationen

Als **Kontraindikationen** für einen intraossären Zugang gelten:

- Fraktur des Knochens am geplanten Punktionsort
- Prothesen (auch an Gelenkprothesen denken)
- Intraossärer Zugang an derselben Extremität innerhalb der letzten 48 Stunden
- Lokale Infektion der Haut am geplanten Punktionsort
- Unmöglichkeit, die anatomischen Strukturen zu identifizieren (z. B. Adipositas per magna)

Mit die häufigsten **Komplikationen** bei der intraossären Punktion sind **Fehler bei der Anwendung**, die entweder vom Anwender selbst oder vom verwendeten Intraossärsystem ausgehen. Um diese zu vermeiden, sind eine herstellerkonforme Basisschulung und ein kontinuierliches Training sehr wichtig.

Eine weitere Komplikation stellt die **Dislokation** der Intraossärnadel dar. Hieraus kann eine **Extravasation** entstehen, die im schlimmsten Fall zu einem **Kompartmentsyndrom** führt. Diese Komplikationen lassen sich weitestgehend vermeiden, wenn die Intraossärnadel nach der Punktion umgehend mit Daumen und Zeigefinger auf Hautniveau fixiert und anschließend mit



einem speziellen Fixierpflaster versehen wird.

Auch die **Fraktur** des Knochens am Punktionsort stellt eine Komplikation dar, die sich allerdings vermeiden lässt, indem man bei der Punktion nicht viel Kraft aufwendet oder im Falle der Verwendung z. B. von manuellen Systemen den Punktionsort gut unterpolstert.

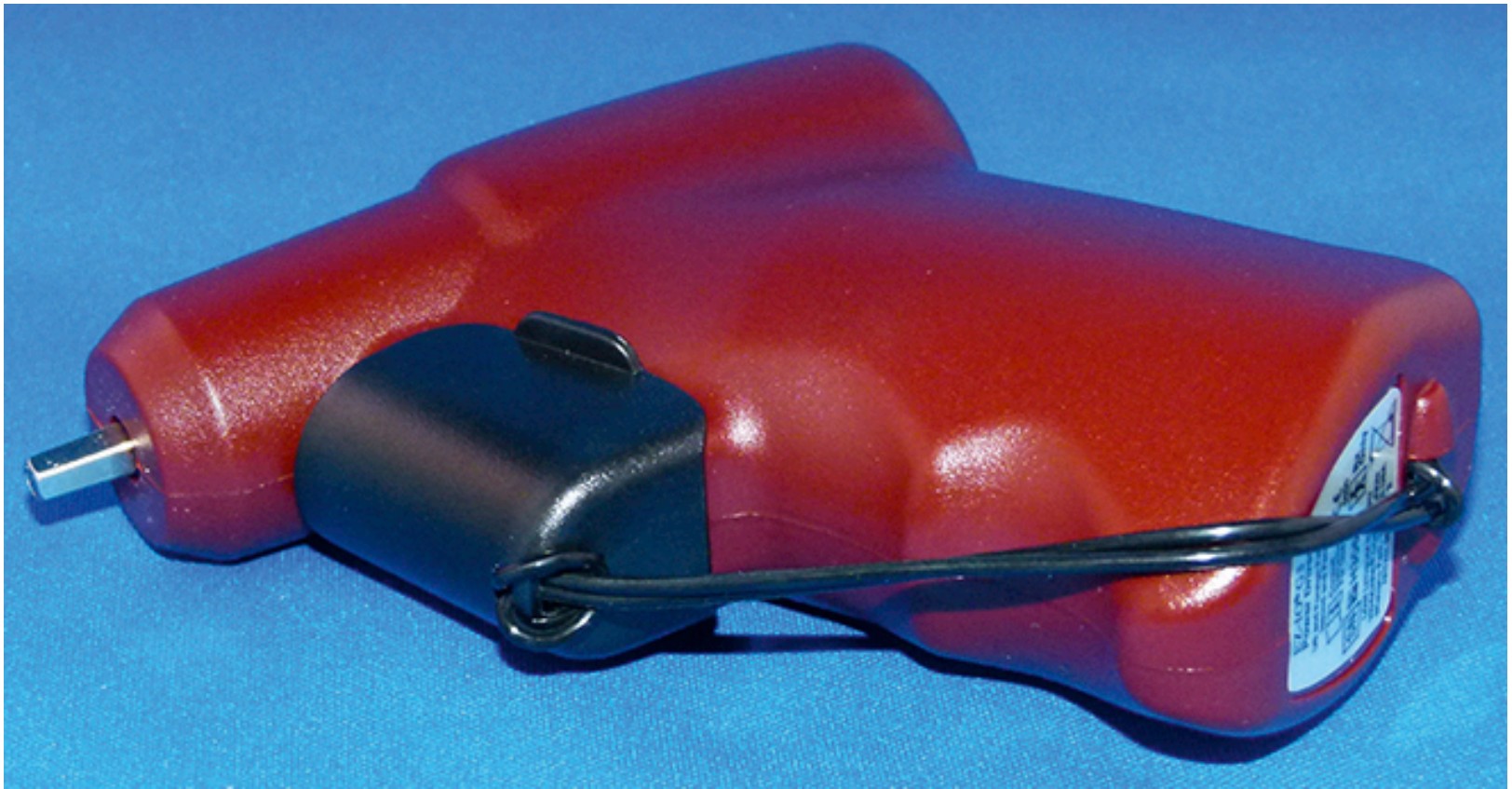
Auch Infektionen können als Komplikation nach einer intraossären Punktion auftreten. Allerdings ist die Rate sehr gering. Bereits im Jahr 1985 wurde die Rate für das Auftreten einer Osteomyelitis im Rahmen einer Untersuchung an ca. 4 000 pädiatrischen Patienten mit  $< 0,6 \%$  angegeben.

Auch Schmerzen stellen eine Komplikation der intraossären Punktion dar. Allerdings verursacht die Punktion selbst häufig nur geringe Schmerzen (NRS 1–3). Die Applikation von Flüssigkeiten oder Medikamenten führt bei wachen Patienten ohne vorherige Gabe eines Lokalanästhetikums zu sehr starken Schmerzen. Die Schmerzen sind auch vom gewählten Punktionsort abhängig. In Untersuchungen hat die Applikation von Flüssigkeiten oder Medikamenten über einen intraossären Zugang am proximalen Humerus deutlich geringere Schmerzen (NRS  $4,6 \pm 2,9$ ) verursacht, als z. B. an der proximalen Tibia (NRS  $7,9 \pm 2,8$ ). In beiden Fällen wurde nach der Punktion ein Lokalanästhetikum in den Markraum appliziert ([Kap. 20.3.8](#)).

## Praxistipp

**Durchführung einer intraossären Punktion** (Beispiel EZ-IO<sup>®</sup>; [Abb. 20.7](#)):

EZ-IO-Bohrmaschine [M844]



- Punktionsort aufsuchen
- Hautdicke bestimmen (zur Auswahl der korrekten Nadellänge)
- Punktionsort desinfizieren (Einwirkzeit beachten)
- Material vorbereiten
  - Luer-Lock-Spritzen mit NaCl 0,9 % oder bei wachen Patienten mit Lidocain 2 % füllen
  - Verbindungsleitung (EZ-Connect mit NaCl 0,9 % oder Lidocain 2 % spülen – Totraum 1 ml)
  - Infusion vorbereiten (evtl. Druckinfusionsmanschette bereitlegen)
  - 3-Wege-Hahn an Infusionsleitung anschließen (fehlender Applikationsport an der Verbindungsleitung)
  - Trokarabwurfbehälter bereitstellen
  - Armband bereitlegen (Datum und Uhrzeit der Punktion vermerken)
- Nadel mit dem Magnetaufnehmer der Bohrmaschine aufnehmen
- Nadel an der Bohrmaschine mit Zeige- und Mittelfinger sichern und anschließend die Schutzkappe entfernen
- Ohne Kraftaufwand durch die Haut stechen, bis der Widerstand des Knochens spürbar ist
- Bohrschalter betätigen und ohne hohen Kraftaufwand bohren

- Bei Erwachsenen kann bis auf das Hautniveau gebohrt werden (die richtige Nadellänge vorausgesetzt), ohne Druck auf die Haut auszuüben
- Bei Kindern aufhören zu bohren, sobald der Widerstand verloren gegangen ist
- Nadel mit Zeigefinger und Daumen auf Hautniveau sichern und anschließend die Bohrmaschine senkrecht von der Nadel entfernen
- Trokar entfernen (ca. 2,5 Umdrehungen gegen den Uhrzeigersinn)
  - Erste optische Lagekontrolle durchführen: Blut an der Trokarspitze
- Trokar sicher entsorgen
- Spezielles Fixierpflaster aufbringen
  - Zweite optische Lagekontrolle durchführen: Aufsteigendes Blut im Intraossärkanülenanschluss
- Verbindungsleitung mit vorkonnectierter Luer-Lock-Spritze an die Intraossärkanüle anschließen
  - Dritte Lagekontrolle durchführen: Aspirationsversuch
- Bolusgabe oder Lidocain-Applikation durchführen
- Infusion anschließen (evtl. Druckinfusion erforderlich)

## Zentralvenöser Katheter (ZVK)

**Zentralvenöse Katheter** werden hauptsächlich im klinischen Alltag angewendet. Sie eignen sich zur Applikation von Infusionen, Medikamenten (z. B. stark venenwandreizenden Substanzen, Katecholaminen oder Zytostatika) und zur Messung des zentralen Venendrucks. Punktionsorte sind unter anderem die V. basilica, V. jugularis oder V. subclavia. Aufgrund einer hohen Komplikationsrate bei der Anlage eines ZVK, werden diese in der Präklinik nur noch selten angewendet. Zu den möglichen Komplikationen gehören z. B. das Entstehen eines Pneumo- oder Hämatothorax durch eine Fehlpunktion, die Luftembolie sowie die große Gefahr von

katheterassoziierten Infektionen.

## Arterielle Punktion

Im Rettungsdienst werden Arterien hauptsächlich zur **Messung des intraarteriellen Blutdrucks** punktiert. Die Messung des intraarteriellen Blutdrucks wird am häufigsten bei Intensivverlegungstransporten angewendet. Vorteile dieser Messmethode sind eine sog. „Schlag-für-Schlag-Registrierung“ des Blutdrucks, eine hohe Messgenauigkeit, ein schnelles Erkennen hämodynamischer Störungen, die Darstellung der Pulswelle und hämodynamischer Auswirkungen von Herzrhythmusstörungen. In den meisten Fällen wird die A. radialis, idealerweise der nicht dominierenden Hand des Patienten, mit einer speziellen Arterienkanüle der Größe 18–20 G punktiert. Weitere Punktionsorte sind die A. ulnaris, A. brachialis, A. axilaris, A. femoralis und die A. dorsalis pedis.

### 20.1.2 Intranasale Applikation (LMA MAD Nasal™)

Die **intranasale Applikation** von Medikamenten ist eine schnelle und nahezu schmerzlose Methode. Lipophile Wirkstoffe werden bei entsprechender Teilchengröße (10–50 µm) im Bereich der oberen Nasenhöhle sehr gut resorbiert und gelangen von dort sehr schnell an ihren Wirkort.

**Indikationen** für die intranasale Applikation sind meist die Analgesie, die Durchbrechung zerebraler Krampfanfälle, die Gabe von Antidotem und die Sedierung.

Intranasal applizierte Medikamente unterliegen nicht dem sog. First-Pass-Metabolismus. Die Bioverfügbarkeit ist recht hoch, sie liegt z. B. für den Opiatantagonisten Naloxon bei über 90 %, für Fentanyl bei über 80 %. Die Vorteile der nasalen Applikation sind die nahezu immer einfache Erreichbarkeit des Applikationsortes und der schnelle sowie schmerzlose Zugang zum Körper des Patienten. Um ein Medikament nasal zu applizieren, ist kein spezielles Training erforderlich, die Anwendung ist sehr einfach.

Allerdings müssen für eine funktionierende intranasale Applikation einige **Voraussetzungen** erfüllt sein:

- Normale Beschaffenheit der Nasenschleimhaut
- Keine stark verschleimte Nase („verstopfte Nase“)
- Keine vorherige Benutzung von Vasokonstriktoren, z. B. Nasenspray, Drogen (Kokain)

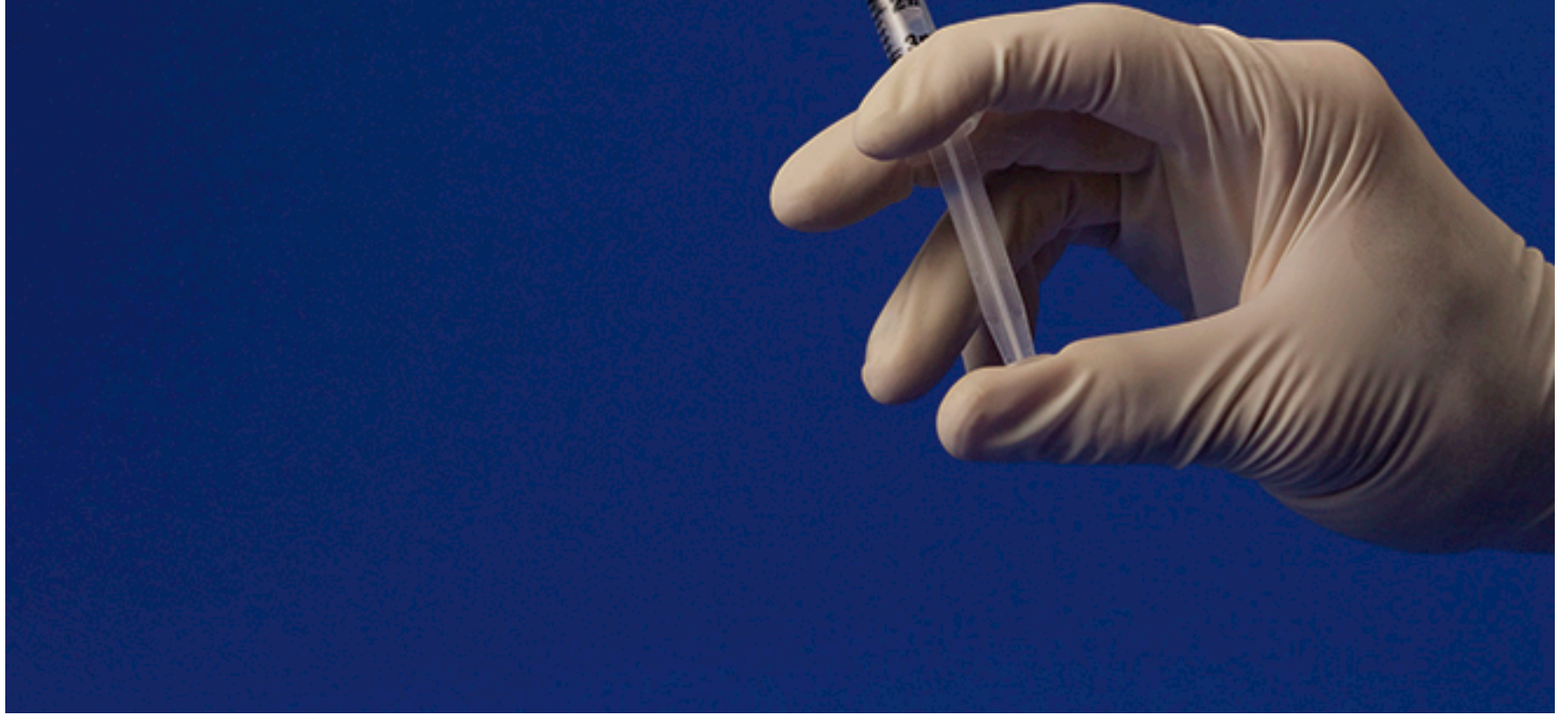


- Keine Verletzungen der Nase
- Lipophile Wirkstoffe
- Geringes Flüssigkeitsvolumen bei hoher Wirkstoffkonzentration

Mithilfe des LMA MAD Nasal™ ([Abb. 20.8](#)) werden die Wirkstoffe in einer Teilchengröße von 30–100 µm auf die Nasenschleimhaut im Bereich der sog. Regio olfactoria aufgebracht. Dazu muss der Wirkstoff schnell und mit hohem Druck über das MAD-System appliziert werden. Dies erreicht man am besten, wenn man das MAD mit einer Luer-Lock-Spritze verbindet.

LMA MAD Nasal™ mit angeschlossener Luer-Lock-Spritze [V420]





Auch die **Menge und Konzentration eines Wirkstoffs** spielen bei der intranasalen Applikation eine wichtige Rolle. Die Nasenschleimhaut ist nicht in der Lage, große Flüssigkeitsmengen in kurzer Zeit zu resorbieren. Deshalb sollte bei der intranasalen Applikation nie mehr als 1 ml Flüssigkeit pro Nasenloch appliziert werden ([Tab. 20.1](#)). Größere Flüssigkeitsmengen laufen entweder wieder aus der Nase heraus oder sie laufen in den Rachen. Insbesondere bei Wirkstoffen mit einem niedrigen pH-Wert können so Missempfindungen oder gar Schmerzen verursacht werden. Wiederholungsgaben sollten erst nach wenigen Minuten erfolgen.

Dosierungsempfehlungen zur intranasalen Applikation

Tab. 20.1

Notfallsituation	Wirkstoff/Dosierung	Bemerkungen
<b>Zerebraler Krampfanfall</b>	Midazolam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis 10 kg KG = 2,5 mg</li> <li>• 10–20 kg KG = 5,0 mg</li> <li>• &gt; 20 kg KG = 10,0 mg</li> </ul>	Midazolam 5 mg/ml verwenden, z. B. Dormicum® 15 mg/3 ml
<b>Sedierung</b>	Midazolam: 0,4–0,5 mg/kg	Titrierte Gabe möglich
<b>Analgesie</b>	Fentanyl: 2,0	Fentanyl ideal für Kinder bis zur Pubertät,



	$\mu\text{g}/\text{kg}$ Sufentanil: 0,4–0,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Esketamin: 2,0 $\text{mg}/\text{kg}$	Sufentanil für Jugendliche und Erwachsene
<b>Opiatüberdosierung</b>	Naloxon: 2 mg	Zur nasalen Applikation ist eine Konzentration von 1 mg/ml notwendig (in Deutschland derzeit nicht erhältlich)

## Achtung

Nie mehr als 1 ml Flüssigkeit pro Nasenloch applizieren!

Die intranasale Applikation stellt insbesondere bei der Behandlung von Kindern eine sehr gute Alternative zu anderen, teilweise schmerzhaften Applikationsarten dar.

Bei dieser Applikationsart von Medikamenten handelt es sich allerdings um einen sog. „**off label use**“, da keines der Medikamente für die nasale Applikation zugelassen ist. Viele Untersuchungen und reale Anwendungen haben aber gezeigt, dass Medikamente, intranasal appliziert, sehr gut und schnell wirken. Diese Untersuchungen konnten auch nachweisen, dass die Nebenwirkungsrate deutlich geringer ist als z. B. bei der intravenösen Applikation.

## Die Geschichte des MAD-Systems

Medikamente werden schon seit langer Zeit nasal appliziert. Beispielsweise wurde das Nasenspray Nasivin<sup>®</sup> 1961 auf den Markt gebracht. Die intranasale Applikation von Midazolam wurde zum ersten Mal von Jöhr, einem Schweizer Anästhesisten, im Jahr 1993 beschrieben. Seit mehr als 10 Jahren ist nun, insbesondere für den Bereich der Notfallmedizin, die intranasale Applikationshilfe MAD (Mucosal Atomization Device) auf dem Markt erhältlich. Heute wird das Produkt unter dem Namen LMA MAD Nasal<sup>™</sup> vertrieben.

Diese kleine Applikationshilfe wurde von Dr. Timothy Wolfe und dem Ingenieur Marshall Tory Denton entwickelt. Dr. Wolfe hat während seiner Ausbildung in den 1980er-Jahren häufig Patienten versorgt, die Heroin und Kokain nasal aufgenommen hatten, um einen Rauschzustand

zu erlangen. Dabei fiel ihm auf, dass die Nasenschleimhaut ein effektiver Weg sein muss, um Medikamente zu verabreichen. Insbesondere im Hinblick auf die Versorgung von Kindern erschien Dr. Wolfe diese Applikationsform ideal.

In den nachfolgenden Jahren hat Dr. Wolfe Erfahrungen mit den unterschiedlichsten Methoden, Medikamente nasal zu applizieren, gesammelt. Leider ist wohl ein Großteil der nasal applizierten Medikamente wieder auf seinem Kittel oder in seinem Gesicht gelandet. Er fand heraus, dass die Tropfen der Medikamente einfach zu groß waren, um schnell durch die Nasenschleimhaut resorbiert zu werden. Ihm kam die Idee, die Medikamente zu zerstäuben. Aus dieser Idee entstand das MAD. Die ersten Medikamente, die Dr. Wolfe hierüber applizierte waren Midazolam zur Sedierung von Kindern und Naloxon als Antidot bei Opiatüberdosierungen. Später kamen Fentanyl zur Analgesie von Kindern und Sufentanil zur Analgesie von Erwachsenen hinzu.

### 20.1.3 Inhalative Applikation

Die inhalative Applikation von Medikamenten erfolgt meist über Dosieraerosole oder **Verneblermasken** (sog. Feuchtverneblermasken; [Abb. 20.9](#)). Die Medikamente gelangen so direkt an ihren Wirkort. Hierdurch wird das Entstehen unerwünschter Nebenwirkungen deutlich reduziert. Im Rettungsdienst werden am häufigsten Adrenalin, Anticholinergika,  $\beta$ -2-Mimetika, Kortikoide und Sauerstoff inhalativ appliziert.

Inhalative Applikation mittels Verneblermaske [J747]





Während der Patient beim Einsatz von Dosieraerosolen mitarbeiten muss, ist dies bei der Verwendung von Sauerstoff- und Verneblermasken sowie Sauerstoffbrillen nicht notwendig.

**Sauerstoffbrillen** können für einen Sauerstofffluss bis 6 l/Min. verwendet werden, höhere Flussraten führen zu keiner Erhöhung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration und können zusätzlich die Nasenschleimhaut schädigen. **Sauerstoffmasken ohne Reservoir** eignen sich für Flussraten von 6–10 l/Min., höhere Flussraten werden die inspiratorische Sauerstoffkonzentration

durch Beimischung von Umgebungsluft nicht steigern. Sollen hohe inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen erreicht werden, müssen **Sauerstoffmasken mit Reservoirsystem und Nicht-Rückatemventil** verwendet werden. So kann man bei einer Flussrate von 15 l/Min. eine inspiratorische Sauerstoffkonzentration von 0,85 erreichen.

Die im Rettungsdienst üblichen Verneblermasken werden mit 6–8 l/Min. Sauerstoff betrieben. Für die korrekte Funktion muss sich bei vielen Verneblermasken zu Applikationsbeginn mindestens eine Flüssigkeitsmenge von 5 ml im Verneblertopf befinden. Ist die zu applizierende Wirkstoffmenge geringer, ist der Verneblertopf mit NaCl 0,9 % aufzufüllen.

## Praxistipp

**„Regel der 6“:** Sauerstoff- oder Verneblermasken müssen mindestens mit einem **Sauerstofffluss von 6 l/Min.** betrieben werden. Ein geringerer Sauerstofffluss kann zu einer Rückatmung von ausgeatmetem CO<sub>2</sub> führen.

Bei der **Anwendung von Dosieraerosolen** sind unterschiedliche Anwendungsschritte zu beachten:

- Patienten über die Maßnahme aufklären
- Alle Schritte der Maßnahme erklären
- Dosieraerosol vor der Anwendung gut schütteln (Vermischung Wirkstoff und Treibmittel)
- Patienten anleiten, vor der Inhalation kräftig auszuatmen
- Tief einatmen und dabei Aerosolstoß synchron applizieren
- Patient muss den Atem nach Abgabe des Aerosolstoßes mindestens 5 Sekunden anhalten
- Weiteren Aerosolstoß frühestens nach 30 Sekunden applizieren

Die Applikation mit einem Dosieraerosol kann durch die **Verwendung einer Applikationshilfe** oder durch sog. **Spacer** vereinfacht werden. Beispielsweise wird eine kleinvolumige Applikationshilfe auf ein Dosieraerosol aufgesteckt und mit der Verschlusskappe des Aerosols verschlossen. Der Aerosolstoß wird in die Applikationshilfe abgegeben und anschließend kann der Patient aus der Applikationshilfe inhalieren. Spacer werden hauptsächlich für die Inhalation von



Kortikoiden verwendet. Neben den Dosieraerosolen existieren noch weiterentwickelte Applikationssysteme, wie z. B. sog. Autohaler oder Easi-Breathe-Systeme, bei denen das Aerosol durch den Atemzug getriggert abgegeben wird.

## Achtung

Seit dem Erscheinen der ERC-Guidelines 2010 wird die **endobronchiale (endotracheale) Medikamentenapplikation** für Erwachsene nicht mehr empfohlen.

Unvorhersehbare Plasmakonzentrationen und vorwiegend  $\beta$ -adrenerge Effekte des Adrenalins können für den Patienten nachteilig sein. Weiterhin können sich aufgrund einer geringeren Lungenperfusion unter kardiopulmonaler Reanimation Wirkstoffdepots bilden, aus denen bei Wiedereintritt eines Spontankreislaufs das Adrenalin freigesetzt wird und zum erneuten Auftreten von lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörungen führen kann.

Lediglich bei der **kardiopulmonalen Reanimation von Kindern** kann die endobronchiale Applikation als letzte Option in Erwägung gezogen werden. Dies aber nur, wenn sowohl intravenöser, als auch intraossärer Zugang nicht möglich sind.

### 20.1.4 Bukkale und sublinguale Applikation

Einige Medikamente sollen sublingual, also unter die Zunge, appliziert werden. Der Wirkstoff des Nitrolingual<sup>®</sup> Pumpsprays wird z. B. sublingual gegeben. Sicherlich gelingt dies aber nicht immer und die Wirkstoffe werden bukkal appliziert. Hierunter versteht man die **Applikation auf die Mund- und Zungenschleimhaut**. Ob bukkal oder sublingual, die Wirkstoffe werden dort sehr rasch resorbiert und es kommt häufig sehr schnell zu einer systemischen Wirkung. Auch das Antikonvulsivum Lorazepam wird in Form eines speziellen Plättchens (Tavor<sup>®</sup> Expidet<sup>®</sup>) bukkal appliziert. Das Plättchen zergeht sehr schnell auf der Mund- oder Zungenschleimhaut und es kommt rasch zu einer systemischen Wirkung.

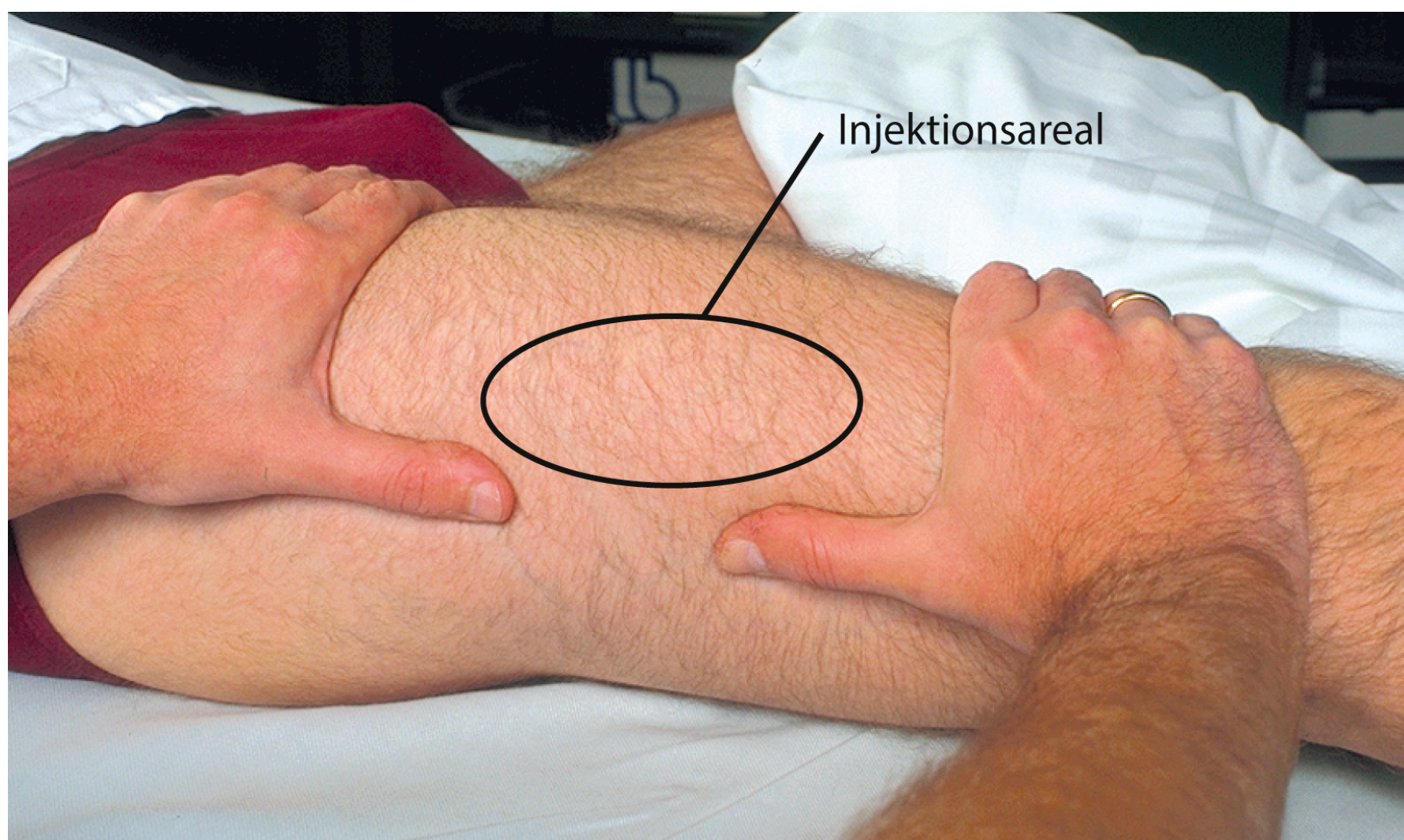
### 20.1.5 Orale Applikation

Im Rettungsdienst **werden nur wenige Wirkstoffe oral appliziert**. Hierzu gehören z. B. die Aktivkohle oder Simeticon. Soll ein Wirkstoff oral appliziert werden, darf das Bewusstsein des Patienten nicht gestört sein. Die Wirkung tritt verzögert ein und die Wirkstoffe unterliegen dem First-Pass-Metabolismus. Die Bioverfügbarkeit ist deutlich geringer als bei parenteralen Applikationsformen.

## 20.1.6 Intramuskuläre Applikation

Bei der intramuskulären Applikation werden die **Wirkstoffe** mittels einer zur intramuskulären Punktion geeigneten Kanüle (z. B. 0,8 × 40 mm, grün) **in den Muskel eingebracht**. Bei der intramuskulären Applikation kommt es nicht so schnell zu einer systemischen Wirkung, wie bei z. B. bei der intravenösen Applikation. Allerdings ist auch die Rate an unerwünschten Nebenwirkungen geringer. Insbesondere bei einer schweren Anaphylaxie ist diese Applikationsart das Mittel der Wahl, um das überlebenswichtige Adrenalin zu verabreichen. Applikationsort ist häufig der Oberschenkel, dort wird der M. vastus lateralis punktiert ([Abb. 20.10](#)).

Punktionsort für die intramuskuläre Applikation am Oberschenkel [K183]





## Durchführung einer **intramuskulären Applikation:**

- Bein leicht anwinkeln und nach innen rotieren
- Punktionsort identifizieren
- Haut desinfizieren
- Senkrecht durch die Haut in den Muskel einstechen
- Aspirationsversuch zum Ausschluss einer intravasalen Lage
- Applikation des Wirkstoffs über 10 Sekunden
- Injektionskanüle nach Applikation zügig entfernen und sicher entsorgen
- Punktionsstelle mit einem Tupfer komprimieren und anschließend mit einem Pflaster versorgen

## 20.1.7 Subkutane Applikation

Bei der subkutanen Applikation wird der **Wirkstoff in das Unterhautfettgewebe (Subkutis) verabreicht**. Wirkstoffe werden aus der Subkutis nur langsam resorbiert, am Punktionsort bilden sich Wirkstoffdepots aus. Im Rettungsdienst werden nur wenige Wirkstoffe wie z. B. Terbutalin subkutan appliziert. Teilweise werden in Notfallsituationen aber auch Analgetika, Antidote oder Neuroleptika subkutan verabreicht.

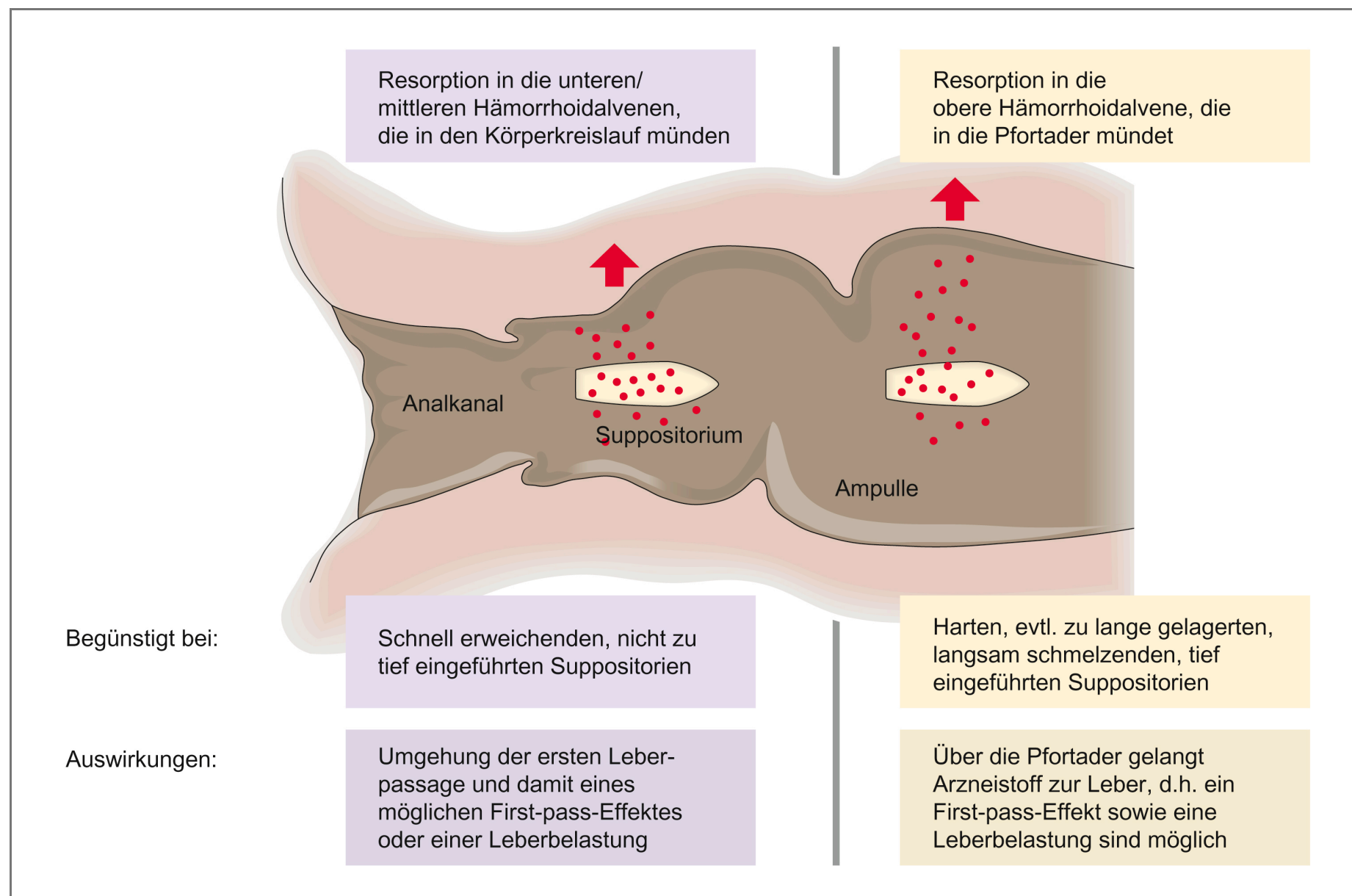
Das Rettungsdienstpersonal kann aber auch mit Patienten konfrontiert werden, die Autoinjektoren mit sich führen und in der Notfallsituation möglicherweise Hilfe bei der Applikation benötigen. Beispielsweise handelt es sich hierbei um Adrenalin-Autoinjektoren mit einem Wirkstoffgehalt von 0,15–0,5 mg.

## 20.1.8 Rektale Applikation

Verglichen mit anderen Applikationsarten weist die rektale Applikation eine **geringere Resorptionsrate** auf. Werden die Wirkstoffe über die unteren Hämorrhoidalvenen aufgenommen, kann es zu einer Umgehung der Leber kommen. Dies ist von der Einführtiefe und dem Beginn der Auflösung der Suppositorien (Zäpfchen) abhängig. Werden die Suppositorien nicht zu tief eingeführt und beginnen sich rasch aufzulösen, kann es eher zu einer Aufnahme in die unteren Hämorrhoidalvenen kommen. Kommt es im Gegensatz hierzu zu einer Aufnahme über

die obere Hämorrhoidalvene, wird der Wirkstoff über die Pfortader der Leber zugeführt und er durchläuft den First-Pass-Metabolismus ([Abb. 20.11](#)).

## Rektale Resorption [L157]



Im Rettungsdienst werden **Suppositorien hauptsächlich bei pädiatrischen Notfällen**

verabreicht. Hierbei handelt es sich meist um Kortikoide, Ibuprofen und Paracetamol.

Neben den Suppositorien kommen auch Rektaltuben zur Anwendung. Der Wirkstoff liegt in den Rektaltuben in einer Lösung vor. Zur Anwendung wird die Rektaltube aus der Umverpackung entnommen, anschließend die Verschlusskappe entfernt und die Tubenspitze in den Analkanal eingeführt. Der Inhalt der Rektaltube wird durch kräftigen Druck entleert. Die Rektaltube muss anschließend unter aufrechterhaltenem Druck wieder entfernt werden. Wird dieser Druck beim Entfernen nicht aufrechterhalten, kann die Rektallösung unter Umständen wieder zurückgesaugt werden. Nach der Entfernung der Rektaltube sollten die Gesäßbacken des Patienten, wie auch bei der Applikation von Suppositorien, für einige Zeit zusammengedrückt werden, um ein Herauslaufen der Lösung zu verhindern. Als Rektaltube kommt hauptsächlich der Wirkstoff Diazepam zum Einsatz.

## 20.2 Pharmakologie

### 20.2.1 Grundlagen der Pharmakologie

Die Pharmakologie ist die **Lehre von den Wechselwirkungen zwischen Arzneistoffen und dem Organismus**. Man unterteilt die Pharmakologie in die Fachgebiete **Pharmakokinetik**, **Pharmakodynamik** und **Toxikologie**.

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurden zur Behandlung von Krankheiten hauptsächlich frische oder getrocknete Pflanzen oder Pflanzenteile verwendet. Schon früh machte man die medizinisch wirksamen Substanzen der Pflanzen durch Trocknen oder Einlegen in Alkohol haltbar. Gerade viele heimische Pflanzen bieten eine Unzahl von Wirkstoffen, die auch noch heute – allerdings meist synthetisch hergestellt – zur Behandlung von Krankheiten dienen. Beispiele hierfür sind:

- Digitalis purpurea (Roter Fingerhut): Digoxin (Herzglykosid)
- Salix alba (Korb- oder Silberweide): Salicylsäure (Analgetikum)
- Colchicum autumnale (Herbstzeitlose): Kolchizin (Mittel bei Gichtanfällen)

Heute werden Arzneimittel in pharmazeutischen Unternehmen entwickelt und hergestellt. Von der **Entwicklung bis zur Zulassung eines Arzneimittels** vergehen teilweise mehr als 10 Jahre. Bevor ein Arzneimittel zugelassen wird, muss es mehrere **Prüfphasen** durchlaufen. Von rund 10 000 Substanzen, die zu Beginn der Entwicklung synthetisiert wurden, bleibt nach Abschluss aller Prüfphasen lediglich ein Wirkstoff übrig.

Während der ersten Prüfung, der sog. „präklinischen Prüfung“, werden die Wirkung auf Körperfunktionen, der Wirkmechanismus und die Giftigkeit einer Substanz untersucht. Dies geschieht an Zellkulturen, isolierten Körperzellen, isolierten Organen und im Tierversuch. Nach Beendigung dieser Prüfphase bleiben von den ursprünglichen 10 000 Substanzen gerade noch zehn übrig.

An die **präklinische Prüfung** schließen sich **drei klinische Prüfphasen** an. Hier werden die Substanzen zuerst an gesunden Versuchspersonen eingesetzt. In der ersten Phase wird die Wirkung auf die Körperfunktion und die Pharmakokinetik betrachtet. Diese Phase dient auch der Dosisfindung. Während der zweiten klinischen Prüfphase werden die Substanzen an ausgewählten Patienten auf Verträglichkeit, Dosierung und vor allen Dingen Wirkung in Bezug auf die Krankheit hin untersucht. Zeigt sich in dieser Phase eine gute Verträglichkeit mit geringen Nebenwirkungen,

werden die Substanzen an einer größeren Zahl von Patienten untersucht. Um die Wirkungsbeeinflussung durch den Faktor Mensch zu eliminieren, führt man häufig Blindstudien durch. Hierbei wissen die Anwender nicht, ob sie die zu untersuchende Substanz oder ein Plazebo einnehmen.

Nach Durchlaufen der dritten klinischen Prüfphase bleibt nur noch ein Wirkstoff übrig, der nun auf Antrag des Herstellers durch das **Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte** (BfArM) zugelassen wird. Nach der Zulassung und Beginn des Vertriebs des Arzneimittels schließt sich eine letzte klinische Prüfung an. Während dieser vierten klinischen Prüfphase erfolgt eine Abwägung von Nutzen und Risiko des Arzneimittels in der Langzeitanwendung. Nicht selten kommt es dazu, dass sich erhebliche Risiken von Arzneimitteln erst während der Langzeitanwendung zeigen. Beispiele hierfür sind Contergan, Lipobay oder auch Teldane. Alles Arzneimittel, die in der Langzeitanwendung zu Behinderungen oder gar zum Tod geführt haben.

## Wichtige Begriffe der Pharmakologie

Um sich im Fachgebiet Pharmakologie zurechtzufinden, ist die Kenntnis einiger **Fachbegriffe** notwendig. Einige der Fachbegriffe sind durch das Arzneimittelgesetz (AMG) geregelt, andere Begriffe stammen aus dem Fach Pharmakologie ([Tab. 20.2](#)).

Übersicht: Wichtige Begriffe der Pharmakologie

Tab. 20.2

<b>Begriff</b>	<b>Definition</b>
<b>Wirkstoff</b>	Substanzen, die in lebenden Organismen eine biologische Wirkung hervorrufen
<b>Arzneistoff</b>	Wirkstoffe, die zur Vorbeugung, Linderung, Heilung oder Erkennung von Erkrankungen dienen können
<b>Hilfsstoff</b>	Stoffe, die kaum eine nennenswerte Eigenwirkung besitzen, aber den Geschmack, das Aussehen oder die Haltbarkeit von Arzneistoffen beeinflussen
<b>Generika</b>	Arzneimittel, die nach Ablauf des Patentschutzes meist unter der INN-Bezeichnung auf den Markt kommen

<b>INN</b>	International Nonproprietary Name (internationaler Freiname)
<b>Indikation</b>	Grund für den Einsatz von Arzneimitteln; in der Packungsbeilage oder Fachinformation auch als Anwendungsgebiet bezeichnet
<b>Nebenwirkung</b>	Wirkungen, die neben der Hauptwirkung eines Arzneimittels auftreten. Im allgemeinen Sprachgebrauch sind damit zumeist unerwünschte Nebenwirkungen gemeint.
<b>Kontraindikation (Gegenanzeige)</b>	Angabe, wann ein Arzneimittel nicht eingesetzt werden darf. Man unterscheidet in absolute und relative Kontraindikationen. In den Fachinformationen der Hersteller sind die Kontraindikationen immer unter dem Begriff Gegenanzeigen angegeben.
<b>Wechselwirkung</b>	Physikalisch-chemische Reaktionen zwischen Arzneistoffen untereinander oder diesen und den pharmazeutischen Grund- und Hilfsstoffen sowie Nahrungsmitteln

## Wirkstoff

Das **Arzneimittelgesetz** definiert Stoffe im Sinne des Gesetzes. Man unterscheidet hierbei:

- Chemische Elemente und chemische Verbindungen sowie deren natürlich vorkommenden Gemische und Lösungen
- Pflanzen, Pflanzenteile, Pflanzenbestandteile sowie Algen, Pilze und Flechten in bearbeitetem oder unbearbeitetem Zustand
- Tierkörper, auch lebender Tiere, sowie Körperteile, -bestandteile und Stoffwechselprodukte von Mensch und Tier in bearbeitetem oder unbearbeitetem Zustand
- Mikroorganismen einschließlich Viren sowie deren Bestandteile oder Stoffwechselprodukte

Wirkstoffe sind Substanzen, die in einem lebenden Organismus eine biologische Wirkung hervorrufen.

## Arzneistoff

Der Begriff Arzneistoff ist **spezifischer als der Begriff Wirkstoff**. Arzneistoffe sind, gemäß Arzneimittelgesetz, Stoffe oder Zubereitungen aus Stoffen, die zur Anwendung im oder am menschlichen Körper bestimmt sind. Sie sind als Mittel mit Eigenschaften zur Heilung, Linderung oder zur Verhütung menschlicher Krankheiten oder krankhafter Beschwerden bestimmt. Oder es werden damit Stoffe bezeichnet, die im oder am menschlichen Körper verabreicht werden können, um entweder physiologische Funktionen durch pharmakologische, immunologische oder metabolische Wirkung wiederherzustellen, zu korrigieren oder zu beeinflussen. Weiterhin können Arzneistoffe der Diagnosestellung dienen.

## Hilfsstoff

Als Hilfsstoffe werden Stoffe bezeichnet, die **neben dem eigentlichen Arzneistoff in einem Arzneimittel enthalten** sind. Sie besitzen häufig kaum eine Eigenwirkung, beeinflussen aber das Aussehen, die Form, den Geschmack oder die Haltbarkeit der Arzneimittel. Teilweise können sie mit anderen Arzneistoffen oder den Hilfsstoffen von Arzneistoffen Wechselwirkungen hervorrufen.

## Generika

Der Duden bezeichnet Generika als *„Arzneimittel, die einem auf dem Markt befindlichen und als Markenzeichen eingetragenen Präparat in der Zusammensetzung gleicht, i. d. R. aber günstiger angeboten wird“*. Bei den Generika handelt es sich um Arzneimittel, die nach Ablauf des Patentschutzes unter der INN-Bezeichnung auf den Markt kommen. Heute sind viele altbekannte Präparate überhaupt nicht mehr verfügbar. Deshalb macht auch das Einprägen der INN-Bezeichnung mehr Sinn, als sich Präparatenamen zu merken. So wird auch z. B. die rettungsdienstbereichsübergreifende Zusammenarbeit viel einfacher.

## Internationaler Freiname (International Nonproprietary Name – INN)

Der internationale Freiname ist die international verwendete pharmakologische Kurzbezeichnung eines Arzneistoffs. Das **INN-System** wurde im Jahr 1950 von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Etablierung international einheitlicher Bezeichnungen für Wirkstoffe ins Leben

gerufen. Die chemisch korrekten Bezeichnungen der Wirkstoffe sind kompliziert, sehr lang und so nicht gut zu merken. Ein Beispiel für eine chemische Wirkstoffbezeichnung wäre:

- N-[2-[[5-[(Dimethylamino)methyl]furfuryl]thio]ethyl]-N'-methyl-2-nitrovinylidendiaminmonohydrochlorid
- Der INN dazu lautet: Ranitidin

## Indikation

In der Pharmakologie versteht man unter dem Begriff Indikation den **Grund für den Einsatz eines Arzneimittels**. Häufig gibt es nicht nur einen Grund, ein Arzneimittel einzusetzen. In den Fachinformationen der Hersteller wird die Indikation auch als Anwendungsgebiet bezeichnet.

## Nebenwirkung

Als Nebenwirkungen bezeichnet man **Wirkungen, die neben der Hauptwirkung eines Arzneimittels auftreten**. Allgemein versteht man darunter unerwünschte Wirkungen eines Arzneimittels. Nicht selten werden Arzneimittel aber gerade wegen ihrer Nebenwirkung eingesetzt.

Ein Beispiel hierfür ist sicherlich das Arzneimittel Aspirin<sup>®</sup> i. v. 500 mg. Eigentlich handelt es sich dabei um ein nichtopioides Analgetikum. Der häufigste Einsatz ist aber die Thrombozytenaggregationshemmung im Rahmen eines ACS.

## Kontraindikation

In den Fachinformationen der Hersteller werden Kontraindikationen auch als **Gegenanzeigen** bezeichnet. Eine Kontraindikation gibt an, wann ein Arzneimittel nicht eingesetzt werden darf. Man unterscheidet allerdings in absolute und relative Kontraindikationen. Liegt eine **absolute** Kontraindikation vor, darf das Arzneimittel auf keinen Fall eingesetzt werden. Handelt es sich aber um eine **relative** Kontraindikation, muss eine Nutzen-Risiko-Abwägung durchgeführt werden. Liegt der Nutzen höher als das zu erwartende Risiko, wird man sich für die Applikation des Arzneimittels entscheiden.

# Wechselwirkung

Generell versteht man unter einer Wechselwirkung eine **physikalisch-chemische Reaktion** zwischen Arzneistoffen oder den Arzneistoffen und pharmazeutischen Grund- und Hilfsstoffen sowie Nahrungsmitteln.

Wechselwirkungen lassen sich in pharmakokinetische und pharmakodynamische Wechselwirkungen sowie Wechselwirkungen mit Nahrungsmitteln unterscheiden.

**Pharmakokinetische** Wechselwirkungen können sowohl bei der Resorption, der Verteilung, der Biotransformation und der Exkretion auftreten. Bei der Resorption kann z. B. eine Veränderung des pH-Wertes eine Wechselwirkung hervorrufen.

Zu **pharmakodynamischen** Wechselwirkungen kommt es, wenn verschiedene Arzneimittel verabreicht werden und sich diese in ihrer Wirkung beeinflussen. Wechselwirkungen können auch durch die gleichzeitige Aufnahme von Alkohol oder Tabakrauch entstehen. Werden z. B. Arzneistoffe mit zentral dämpfender Wirkung zusammen mit Alkohol eingenommen, so kann die Wirkung dieser Arzneistoffe deutlich verstärkt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Einnahme von Benzodiazepinen in Verbindung mit Alkohol. Hierdurch entstehen schnell schwerwiegende Vergiftungen (Kap. 40.3.1).

Arzneimittel können auch bei gleichzeitiger Aufnahme verschiedener **Nahrungsmittel** Wechselwirkungen hervorrufen. Der Verzehr der Grapefruit (auch der Saft der Grapefruit) hemmt Enzyme, die für die Biotransformation wichtig sind. Hierdurch können Arzneistoffe in ihrer Wirkung verstärkt werden (z. B. Verapamil).

Weitere **Lebensmittel**, die in Verbindung mit bestimmten Arzneimitteln Wechselwirkungen hervorrufen, sind:

- Milch und Milchprodukte
- Zitrone (z. B. in Limonaden oder Fruchtsäften enthalten)
- Vitamin-K-haltige Nahrungsmittel
- Tyraminhaltige Nahrungsmittel
- Koffeinhaltige Getränke und Nahrungsmittel
- Gerbstoffe (z. B. in Rotwein enthalten)
- Eisen(II)salze



# Dosierung von Arzneimitteln in der Notfallmedizin

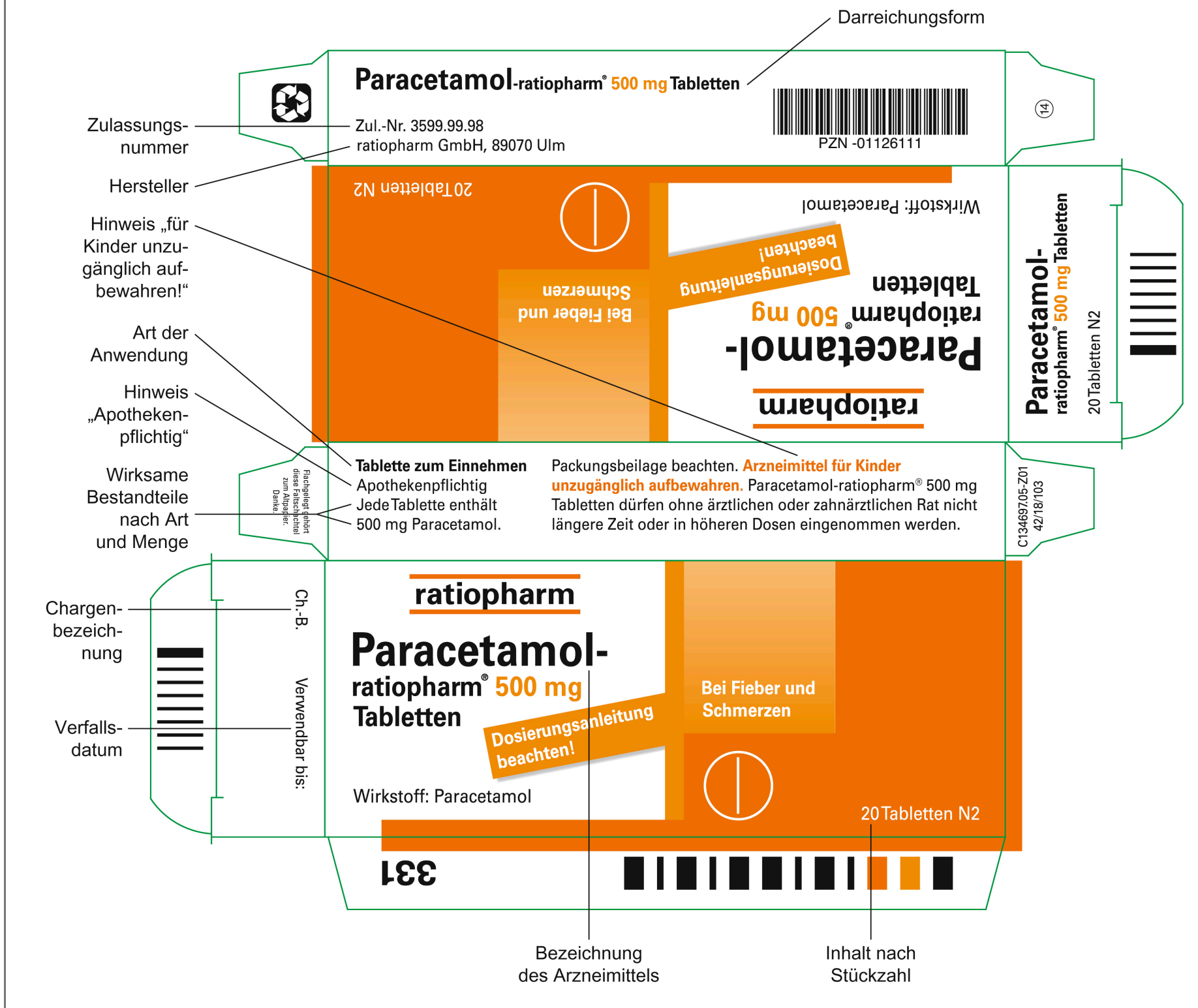
Die applizierte Menge eines Arzneimittels sollte so gewählt sein, dass sie zwar den gewünschten Effekt auslöst, jedoch keine Nebenwirkungen auftreten. Die Größe der Dosis ist von vielen Faktoren abhängig, die bei der Applikation berücksichtigt werden müssen. Körpergewicht, Lebensalter, Begleiterkrankungen, eingeschränkte Organfunktionen sind nur einige davon. In der Notfallmedizin sollen Arzneimittel einen **raschen Wirkungseintritt** besitzen und **gut steuerbar sein**, d. h. eine **kurze Wirkdauer aufweisen**.

Man unterscheidet die **Initialdosis** und die **Repetitionsdosen** (Wiederholungsgaben). Die ideale Dosierung wird unter anderem durch die therapeutische Breite (Kap. 20.2.3) des Pharmakons bestimmt.

## Schachtel, Packungsbeilage und Fachinformation

Informationen über Arzneimittel erhält man aus der **Packungsbeilage** und der Umverpackung (Abb. 20.12). Im Arzneimittelgesetz ist geregelt, welche Angaben auf der Umverpackung aufgebracht sein müssen. Neben dem Namen und der Anschrift des Herstellers müssen Zulassungsnummer, falls erforderlich besondere Vorsichtsmaßnahmen bei der Beseitigung von nicht verwendeten Arzneimitteln sowie Hinweise zur Aufbewahrung des Arzneimittels vermerkt sein. Besonders wichtig sind aufgebrachte Angaben wie:

Wichtige Informationen einer Arzneimittelverpackung [U230]



- Bezeichnung des Arzneimittels
- Stärke des Arzneimittels
- Darreichungsform
- Internationaler Freiname (INN)
- Inhalt nach Gewicht, Raum und Stückzahl
- Art der Anwendung
- Verfalldatum
- Bei verschreibungspflichtigen Arzneimitteln, der Hinweis „verschreibungspflichtig“

**Weitergehende Informationen** findet man auf der Packungsbeilage des Arzneimittels. Hierin finden sich Angaben über:

- Wirkstoff und Wirkstoffmenge

- Anwendungsgebiete (Indikationen)
- Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen
- Anwendungs- und Dosierungshinweise
- Wechselwirkung mit anderen Arzneimitteln
- Nebenwirkungen
- Aufbewahrungshinweise

Die umfangreichsten Informationen erhält man allerdings aus der **Fachinformation** der Hersteller. Auf diese kann man nach Anmeldung über die Internetplattform [www.rote-liste.de](http://www.rote-liste.de) zugreifen oder man erhält sie auf Nachfrage direkt bei den Herstellern.

Die Abfrage der Bedarfs- oder Dauermedikation erfolgt im Rahmen der Erhebung der SAMPLER-Anamnese (Kap. 17.1.5). Patienten und Angehörige sind allerdings nicht immer in der Lage, adäquate Auskunft über die einzunehmenden Medikamente zu geben. Ein Blick auf die Umverpackung oder die Packungsbeilage an der Einsatzstelle vorhandener Medikamente kann bei der Diagnostik sehr hilfreich sein.

## Lagerung von Arzneimitteln im Rettungsdienst

Arzneimittel werden für den stationären Bedarf hergestellt. Dort werden sie unter optimalen Bedingungen gelagert. Generell sollten Arzneimittel **lichtgeschützt, bei konstanter Temperatur und trocken** gelagert werden. Diese Voraussetzungen sind auf den Rettungsmitteln leider nicht gegeben. In den Fahrzeugen und Notfallkoffern/-rucksäcken kommt es zu enormen Temperaturschwankungen und mechanischen Einflüssen. Man geht davon aus, dass diese Einflüsse die Laufzeiten der Arzneimittel deutlich verkürzen können.

Für die Lagerung der Arzneimittel gilt, dass die Lagerungshinweise der Hersteller in jedem Fall zu beachten sind. Diese findet man in der Packungsbeilage bzw. in der jeweiligen Fachinformation.

Arzneimittel für den Rettungsdienst sollten in den Einsatzfahrzeugen, wie auch im Medikamentenlager auf der Rettungswache, nur in **einsatztaktisch sinnvollen Mengen** vorgehalten werden. Ansonsten gelten die Prinzipien wie sie für die stationäre Vorhaltung von Medikamenten gelten, d. h., die Medikamente müssen

- lichtgeschützt,

- trocken,
- bei konstanter Temperatur,
- u. U. gekühlt (Vorhaltung von Kühlschränken auf Rettungswache und im Rettungsmittel) und
- unter Verschluss

gelagert werden. Der Bestand muss regelmäßig kontrolliert und dokumentiert werden. Für Betäubungsmittel gelten besondere Aufbewahrungspflichten. Die Lagerhaltung kann durch Rettungsdienstpersonal vorgenommen werden, verantwortlich für die Arzneimittelsicherheit, -information und -versorgung ist ein Apotheker. Ein Arzt ist zuständig für die Arzneimittelverordnung.

## Auswahl der Arzneimittel

Arzneimittel, die im Rettungsdienst eingesetzt werden, müssen eine Reihe von **Voraussetzungen** erfüllen, um den Anforderungen nach Wirksamkeit und Sicherheit gerecht zu werden. Die eingesetzten Pharmaka sollten einen raschen Wirkungseintritt, eine kurze Wirkdauer und eine gute Steuerbarkeit aufweisen. Sie sollten keine negativen Auswirkungen auf kardiozirkulatorische, respiratorische und zerebrale Funktionen haben, keine allergische Potenz besitzen und nicht mit anderen Arzneimitteln und Infusionen interagieren, z. B. Wirkungen vermindern oder verstärken. Eine unkomplizierte Lagerung (licht- und temperaturunempfindlich) und einfache Applikation sollten gewährleistet sein.

Die Auswahl der Arzneimittel sollte nicht nur nach dem Aspekt der **Kostensenkung** und danach, mit welchem Medikament das eingesetzte Personal die meisten persönlichen Erfahrungen gemacht hat, geschehen. Wichtig hingegen ist auch der Anspruch, dass die medikamentöse Therapie hinsichtlich Auswahl und Dosierung kontinuierlich dem **aktuellen Wissensstand** angepasst wird. Es ist ratsam, **neue Arzneimittel kritisch zu betrachten**, da neue Medikamente nicht automatisch auch die besseren sind. Auf neue Medikamente sollte dann umgestellt werden, wenn die oben genannten Voraussetzungen besser erfüllt werden als bei den aktuell gebräuchlichen. Die Wahl der Notfallmedikamente, die beim Einsatz mitgeführt werden, sollte sich auf ca. 30 Arzneimittel beschränken, wobei die Zusammenstellung nach individuellen Gesichtspunkten innerhalb des Einsatzbereichs erfolgt. Eine Norm gibt es nicht.

Die **Einteilung in den Rettungsmitteln oder den Notfallrucksäcken/-koffern** geschieht



entweder alphabetisch oder nach Indikationsgruppen. Sie sollte für alle Rettungsmittel eines Einsatzbereichs identisch sein.

## Praxistipp

**8-R-Regel** zum Umgang mit Arzneimitteln: Um Fehler bei der Applikation von Arzneimitteln zu vermeiden, sollte jeder, der Arzneimittel appliziert, die acht „**Rs**“ beachten:

- **R**ichtiges Medikament (Namensähnlichkeiten)
- **R**ichtiger Patient (Kontraindikationen)
- **R**ichtige Menge (Körpergewicht, Alter, Grunderkrankung)
- **R**ichtige Konzentration (Einheiten g, mg, %)
- **R**ichtige Applikationsart (Terbutalin: Zulassung nur zur subkutanen Applikation)
- **R**ichtige Lagerung (verschlossen, kein Frostschaden)
- **R**ichtige Applikationstemperatur (Infusionen)
- **R**ichtige Vorbereitung (gelöst, gemischt)

## Rechtliche Aspekte

Das **Notfallsanitätäergesetz** regelt in § 4, Abs. 2, Nr. 1, welche invasiven Maßnahmen der Notfallsanitäter durchführen darf. Hierzu gehört auch die Gabe von Medikamenten. Der Ärztliche Leiter Rettungsdienst (ÄLRD) entscheidet darüber, welche Medikamente in seinem Rettungsdienstbereich durch Notfallsanitäter eigenverantwortlich oder im Rahmen der Mitwirkung bzw. der Assistenz verabreicht werden dürfen.

Um bundesweit eine Einheitlichkeit zu erreichen, wurde vom Bundesverband der Ärztlichen Leiter Rettungsdienst der sog. Pyramidenprozess initiiert. Aus diesem Prozess ist ein Medikamentenkatalog hervorgegangen, der den Mindestumfang der Medikamente darstellt, die während der Ausbildung zum Notfallsanitäter erlernt werden soll (Tab. 20.3).

Medikamentenkatalog gemäß Pyramidenprozess (Stand Februar 2014)

Tab. 20.3

Medikament	Anwendungsbereich
<b>Adrenalin i. m.</b> ( <a href="#">Tab. 20.38</a> )	Anaphylaxie
<b>Adrenalin i. v.</b> ( <a href="#">Tab. 20.38</a> )	Reanimation, Anaphylaxie, Bradykardie
<b>Adrenalin inhalativ</b> ( <a href="#">Tab. 20.38</a> )	Asthma, Anaphylaxie, Pseudokrupp
<b>Amiodaron</b> ( <a href="#">Tab. 20.29</a> )	Reanimation, ventrikuläre Tachykardie
<b>Antiemetika</b> ( <a href="#">Tab. 20.17</a> und <a href="#">Tab. 20.18</a> )	Starke Übelkeit und Erbrechen
<b>Acetylsalicylsäure</b> ( <a href="#">Tab. 20.5</a> )	ACS
<b>Atropin</b> ( <a href="#">Tab. 20.31</a> )	Bradykardie, Vergiftung mit Alkylphosphaten
<b>Benzodiazepine</b> ( <a href="#">Tab. 20.15</a> )	(Fieber-)Krampfanfall, Status epilepticus, Sedierung, Erregungszustände
<b><math>\beta</math>-2-Sympathomimetika und Ipratropiumbromid</b> ( <a href="#">Tab. 20.19</a> )	Asthma, COPD, Bronchitis
<b>Butylscopolamin</b> ( <a href="#">Tab. 20.47</a> )	Koliken
<b>Furosemid</b> ( <a href="#">Tab. 20.34</a> )	Lungenödem
<b>Glukose</b> ( <a href="#">Tab. 20.52</a> )	Hypoglykämie
<b>H1- und H2-Blocker</b> ( <a href="#">Tab. 20.42</a> , <a href="#">Tab. 20.43</a> und <a href="#">Tab. 20.44</a> )	Allergische Reaktion
<b>Heparin</b> ( <a href="#">Tab. 20.35</a> )	ACS
<b>Ibuprofen und Paracetamol</b> ( <a href="#">Tab. 20.7</a> , <a href="#">Tab. 20.8</a> und <a href="#">Tab. 20.9</a> )	Antipyretika, Analgesie

<b>Ketamin</b> ( <u>Tab. 20.14</u> )	Analgesie
<b>Kortison</b> ( <u>Tab. 20.45</u> und <u>Tab. 20.46</u> )	Asthma, Allergie
<b>Kristalloide Infusion (balancierte VEL, <u>Tab. 20.50</u>)</b> Ringer-Acetat-Lösung <b>Tab. 20.50</b>	Volumenersatz, Medikamententräger

<b>Int. Freiname</b>	–
<b>Indikationen</b>	Flüssigkeits- und Elektrolytsubstitution bei ausgeglichenem Säure-Basen-Haushalt und bei leichter Azidose, als kurzfristiger intravasaler Volumenersatz, isotone Dehydratation, hypotone Dehydratation, als Trägerlösung für kompatible Elektrolytkonzentrate und Medikamente
<b>Darreichungsformen/Bestandteile</b>	1 Infusionsflasche (Polyethylen) – 500 ml Ringer-Acetat; Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,0 g Natriumchlorid</li> <li>• 0,2 g Kaliumchlorid</li> <li>• 0,067 g Kalziumchlorid 2 H<sub>2</sub>O</li> <li>• 0,102 g Magnesiumchlorid 6 H<sub>2</sub>O</li> <li>• 1,85 g Natriumacetat</li> </ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Bei bestimmungsgemäßer Anwendung keine

<b>Kontraindikationen</b>	Hyperhydratationszustände
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtet sich nach dem klinischen Zustand des Patienten</li> <li>• Volumenmangel: initial 20 ml/kg KG</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: nach 30–60 Min. nur noch ein Drittel bis ein Viertel des infundierten Volumens im kardiovaskulären System, lediglich kurzfristige hämodynamische Wirkung</li> <li>• HWZ: –</li> </ul>

**Kolloidale Lösungen** ([Tab. 20.51](#))

Volumenersatz

**Lidocain** ([Tab. 20.41](#))

Intraossäre Punktion

**Metamizol** ([Tab. 20.6](#))

Antipyretika, Analgesie

**Naloxon** ([Tab. 20.54](#))

Opiatintoxikation

Naloxon-ratiopharm<sup>®</sup> 0,4 mg/ml

[Tab. 20.54](#)

<b>Int. Freiname</b>	Naloxon
<b>Indikationen</b>	Vollständige oder teilweise Aufhebung von Atemdepression und zentralnervösen Dämpfungszuständen verursacht durch natürliche und synthetische Opioide, Aufhebung von Koma und Atemdepression



	bei vermuteter oder bekannter Opioidüberdosierung oder -vergiftung
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 1 ml – 0,4 mg Naloxon
<b>Nebenwirkungen</b>	Allergische Reaktionen (Urtikaria, Rhinitis, Dyspnoe, Quincke-Ödem), anaphylaktischer Schock, Schwindel, Kopfschmerzen, Tremor, Schwitzen, Krampfanfälle, Nervosität, Tachykardie, Hypo- oder Hypertonie, Arrhythmien, Bradykardie, Kammerflimmern, Herz-Kreislauf-Stillstand, Lungenödem, Übelkeit, Erbrechen, Diarrhö, Mundtrockenheit, Erythema multiforme
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff,
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Opioidüberdosierung oder -vergiftung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erwachsene: 0,4–2 mg langsam i. v., Repetition nach 3 Min. möglich – 0,4 mg</li> <li>◦ Kinder: 0,01 mg/kg KG langsam i. v., Repetition nach 3 Min. möglich</li> </ul> </li> <li>• <b>Nasale Applikation:</b> 2 mg intranasal</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 1–2 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 15–90 Min.</li> <li>• HWZ: 1–1,5 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Nasale Applikation aufgrund der geringen Wirkstoffkonzentration und der hohen Flüssigkeitsmenge kaum möglich ( <u>Kap.</u>

**Nitrate** (Tab. 20.37)

ACS, Lungenödem

**Opiate** (Tab. 20.11, Tab. 20.12 und Tab. 20.13)

Analgesie bei ACS und Trauma

Dipidolor®

## Tab. 20.11

<b>Int. Freiname</b>	Piritramid
<b>Indikationen</b>	Starke und stärkste Schmerzen
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 2 ml – 15 mg Piritramid
<b>Nebenwirkungen</b>	Tachykardie, Hypotonie, Stupor, Schwindel, Somnolenz, Übelkeit, Würgereiz, Erbrechen, Blässe, Kopfschmerzen, Bradypnoe, Anaphylaxie, anaphylaktischer Schock, Bewusstlosigkeit, Miosis, Bradykardie, Bradyarrhythmie, Atemdepression, Bronchospasmus
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, komatöse Zustände, Atemdepression, Schwangerschaft und Stillzeit
<b>Dosierung</b>	7,5–22,5 mg langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungseintritt: 5–10 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 4–6 Std.</li> <li>• HWZ: 6–8 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	2 ml auf 15 ml Gesamtlösung verdünnen, ergibt 1 mg/ml

Morphin Merck® 10 mg/20 mg

## Tab. 20.12

<b>Int. Freiname</b>	Morphin
<b>Indikationen</b>	Starke bis stärkste Schmerzen

<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Ampulle – 1 ml – 10 mg Morphin</li> <li>• 1 Ampulle – 1 ml – 20 mg Morphin</li> </ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	<p>Kopfschmerzen, Schwindel, Tremor, unwillkürliches Muskelzucken, Hyperalgesie oder Allodynie insbesondere bei hoher Dosierung, Euphorie oder Dysphorie, Sedierung, verschwommenes Sehen, Doppelbilder, Miosis, Übelkeit, Erbrechen, Mundtrockenheit, Ileus, Bauchschmerzen, Gallenkoliken, Störungen der Blasenentleerung, Nierenkoliken, Muskelkrämpfe, Bronchospasmen, Dyspnoe, Schwitzen, Überempfindlichkeitsreaktionen, Hypo- und Hypertonie, Brady- und Tachykardie, Gesichtsrötungen, Herzklopfen</p>
<b>Kontraindikationen</b>	<p>Überempfindlichkeit gegen Morphin, Ileus, Atemdepression, schwere chronische Atemwegserkrankungen, akutes Abdomen, Anwendung in der Schwangerschaft nur nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung, Stillzeit: Nach Morphingabe sollte das Stillen abgesetzt werden</p>
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwachsene: 5–10 mg langsam i. v.</li> <li>• Kinder: 0,05–0,1 mg/kg KG langsam i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungseintritt: 1–2 Min.</li> <li>• Wirkdauer: ca. 3–5 Std.</li> <li>• HWZ: ca. 2 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	<b>Morphin Merck® 10 mg:</b> Lösung mit NaCl

0,9 % auf 10 ml verdünnen, ergibt 1 mg/ml

Fentanyl<sup>®</sup>-Janssen 0,1 mg/0,5 mg

Tab. 20.13

<b>Int. Freiname</b>	Fentanyl
<b>Indikationen</b>	Narkoseprämedikation, Neuroleptanalgesie, als analgetische Komponente bei Anästhesien mit endotrachealer Intubation und Beatmung, Monoanästhetikum bei Allgemeinanästhesie, zur Schmerzbehandlung in der Intensivmedizin
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Ampulle – 2 ml – 0,1 mg Fentanyl</li><li>• 1 Ampulle – 10 ml – 0,5 mg Fentanyl</li></ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Übelkeit, Erbrechen, Muskelrigidität, Dyskinesie, Sedierung, Schwindel, Sehstörung, Miosis, Bradykardie, Tachykardie, Arrhythmie, Hypotonie, Hypertonie, Venenschmerz, Laryngospasmus, Bronchospasmus, Apnoe, Euphorie, Kopfschmerz, Phlebitis, Hyperventilation, Schluckauf, Schüttelfrost, Hypothermie, anaphylaktische Reaktionen bis hin zum anaphylaktischen Schock, Ruhelosigkeit, Halluzinationen, Krampfanfall, Bewusstlosigkeit, Myoklonie, Herzstillstand, orthostatische Regulationsstörungen, Atemdepression, Obstipation, Pruritus, Schwitzen, Tonuserhöhung der ableitenden Harnwege
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Fentanyl oder andere Opioide, Schwangerschaft und



	Stillzeit	
<b>Dosierung</b>	Analgesie: 1–2 µg/kg KG i. v.	
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungseintritt: nach Sekunden</li> <li>• Wirkdauer: 0,3–0,5 Std.</li> <li>• HWZ: 3–3,5 Std.</li> </ul>	
<b>Nitrendipin</b> (Tab. 20.33)		Hypertone Krise

Welche Medikamente in einem Rettungsdienstbereich vorgehalten und eingesetzt werden dürfen, darüber wird auch zukünftig der zuständige Ärztliche Leiter Rettungsdienst entscheiden.

## Arzneimittelgesetz und Betäubungsmittelgesetz

Das **Gesetz über den Verkehr mit Arzneimittel** (Arzneimittelgesetz, AMG) sorgt im Interesse einer ordnungsgemäßen Arzneimittelversorgung von Mensch und Tier für die Sicherheit im Verkehr mit Arzneimitteln. Das **AMG** regelt Begriffsbestimmungen und die Kennzeichnung von Arzneimitteln. Es macht Vorgaben zur Packungsbeilage und zu den Fachinformationen des jeweiligen Arzneimittels. Es regelt die Herstellung, Zulassung und das Inverkehrbringen von Arzneimitteln. Auch die Produkthaftung der Hersteller ist im Arzneimittelgesetz geregelt.

Neben dem Betäubungsmittelgesetz (BtMG) ist die Betäubungsmittel-Verschreibungsverordnung (BtMVV) für den Umgang mit Medikamenten, die unter das **BtMG** fallen, von Bedeutung. Wie im AMG sind im BtMG besondere Begriffe geregelt. Weiterhin sind darin unter anderem die Erlaubnis zum Verkehr mit Betäubungsmitteln, die Sachkenntnis, die Abgabe und der Erwerb, die Verschreibung und die Abgabe auf Verschreibung sowie Sicherungsmaßnahmen, die Vernichtung und Aufzeichnungen geregelt.

Zum BtMG gehören drei Anlagen, in denen die Wirkstoffe aufgelistet sind, die als Betäubungsmittel gelten. In **Anlage 1** sind nicht verkehrsfähige Betäubungsmittel gelistet, hierzu gehören z. B. die Rauschdroge Cathinon, Phencyclidin oder Psilocybin. **Anlage 2** listet alle verkehrs-, aber nicht verschreibungsfähigen Betäubungsmittel. Das sind z. B. Methamphetamin oder Cannabis. **Anlage 3** beinhaltet alle verkehrsfähigen und verschreibungsfähigen Betäubungsmittel. Hierin findet man Wirkstoffe wie Fentanyl, Morphin oder Piritramid. Diese

Anlage enthält aber auch Wirkstoffe wie Diazepam und Midazolam. Sie gehören, wie alle Benzodiazepine, zu den Betäubungsmitteln, fallen allerdings nicht unter die BtMVV.

Die **BtMVV** regelt auch die Verschreibung von Betäubungsmitteln für den Rettungsdienst. Danach muss der Träger oder Durchführende des Rettungsdienstes einen Arzt beauftragen, der die benötigten Betäubungsmittel verschreibt. Weiterhin muss die Belieferung mit Betäubungsmitteln sowie die halbjährliche Überprüfung der Vorräte mit einer Apotheke vereinbart werden. Der Bestand sowie Ab- und Zugänge sind in einem Betäubungsmittelbuch genau zu dokumentieren. Bei Großschadensfällen dürfen die benötigten Betäubungsmittel durch den zuständigen Leitenden Notarzt (LNA) verschrieben werden.

## Internationale Empfehlungen und Leitlinien

Nicht immer decken sich die verwendeten Dosierungen von Medikamenten mit den Dosierungsangaben der Hersteller. Vielmehr orientieren sie sich an internationalen Empfehlungen oder Leitlinien der Fachgesellschaften. Ein Beispiel hierfür ist die Applikation der Acetylsalicylsäure intravenös beim ACS. Es gibt für diese Indikation weder eine Zulassung noch wird in der Fachinformation eine entsprechende Dosierung durch den Hersteller vorgegeben. Allerdings wird die Gabe von Acetylsalicylsäure durch den **European Resuscitation Council** (ERC) sowie die **European Society of Cardiology** (ESC) zur Thrombozytenaggregationshemmung empfohlen.

## Arzneimittelformen

Es existieren unzählige **Arzneimittelformen**, von denen allerdings nicht alle auch im Rettungsdienst Anwendung finden. Generell unterscheidet man feste, halbfeste, flüssige und gasförmige Arzneiformen sowie Parenteralia.

Zu den **festen** Arzneiformen gehören z. B. Granulate, Pulver oder Tabletten. Als **halbfeste** Arzneiform bezeichnet man Cremes, Gele oder Salben. Emulsionen, Säfte oder Tropfen werden den **flüssigen** Arzneimittelformen zugerechnet. Sogenannte „reine Gase“, also medizinische Gase in höchster Reinheit wie Narkosegase oder Sauerstoff gehören zu den **gasförmigen** Arzneiformen. Daneben gehören selbstverständlich auch die Aerosole zur Gruppe der gasförmigen Arzneistoffe. Zu den **Parenteralia** zählt man sterile Injektions- und Infusionszubereitungen, aber

auch Implantate, wie z. B. das Osteosynthesematerial bei Knochenbrüchen.

## Praxistipp

Um alles Wesentliche über die Notfallmedikamente zu lernen, ist es sinnvoll, sich erst einmal einen Überblick über die vorhandenen Präparate im eigenen Rettungsdienstbereich zu verschaffen. Da Lesen und Schreiben die Merkfähigkeit deutlich steigern, ist es sinnvoll, sich alle vorhandenen Notfallmedikamente zu notieren.

Danach können die Medikamente einzelnen, vorher festgelegten Arzneimittelgruppen, zugeordnet werden.

Nun beginnt das Lernen, für das verschiedene Hilfen zur Verfügung stehen.

Beispielsweise gibt es das **Karteikastensystem**. Der Karteikasten wird in vier Bereiche unterteilt. Zuerst kommen alle Karteikarten in die erste Unterteilung. Karten, die richtig beantwortet werden, können direkt in die vierte Unterteilung gesteckt werden. Karten, bei denen man länger überlegen muss, um auf die richtige Antwort zu kommen, gehören in die dritte Unterteilung. Und Karten, bei denen man überhaupt nicht richtig lag, kommen in die zweite Unterteilung. Bei der nächsten Lerneinheit beginnt man dann am besten mit der zweiten Unterteilung. Dies wiederholt man so lange, bis alle Karten in der vierten Unterteilung gelandet sind.

So ist gewährleistet, dass man schon einmal alle im eigenen Rettungsdienstbereich vorhandenen Arzneimittel entsprechenden Arzneimittelgruppen richtig zuordnen kann. Wer es eher technisch mag, kann auch auf den Computer zurückgreifen. Viele der erhältlichen **Vokabeltrainer** lassen sich frei programmieren und so kann man statt fremdsprachlicher Vokabel auch Notfallmedikamente und die dazugehörigen Arzneimittelgruppen lernen.

Danach sollte man mit dem **Lernen der internationalen Freinamen** weitermachen. Die sog. Generika kommen immer häufiger vor und es macht zunehmend weniger Sinn, sich Handels- bzw. Präparatenamen zu merken.

Weiter geht es mit den Notfallmedikamenten, die gemäß lokalem Algorithmus durch das

Rettungsdienstpersonal appliziert werden dürfen. Wer **Notfallmedikamente** anwenden möchte, muss Indikation, Wirkung, Nebenwirkung, Kontraindikationen und die richtige Dosierung kennen. Ebenso muss man wissen was zu tun ist, wenn etwaige Nebenwirkungen auftreten.

## 20.2.2 Pharmakokinetik

Um zu verstehen, was unter Pharmakokinetik verstanden wird, hilft bei der Betrachtung eines Arzneimittels die Frage: „Was macht der Körper mit dem Arzneimittel?“ Die Pharmakokinetik beschäftigt sich mit der **Aufnahme**, der **Resorption**, der **Verteilung** und der **Elimination** von Arzneistoffen.

### Phasen des Arzneimittels im Körper

Generell kann man den Weg eines Arzneimittels im Körper in **drei Phasen** beschreiben ([Abb. 20.13](#)). Zwei dieser Phasen werden der Pharmakokinetik zugerechnet. Dies sind die **pharmazeutische** und die **pharmakokinetische** Phase. Dazwischen liegt die **pharmokodynamische** Phase. Die pharmazeutische Phase beschreibt die Aufnahme des Arzneimittels in den Körper (Applikationsarten und -wege, [Kap. 20.1](#)).

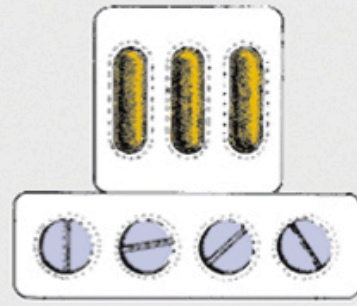
Phasen eines Arzneimittels im Körper [A400]



Arzneimittelgabe

Zerfall der Darreichungsform, Lösung des Wirkstoffs

Wirkstoff ist für Resorption verfügbar (pharmazeutische Verfügbarkeit)



Resorption

Verteilung

Speicherung

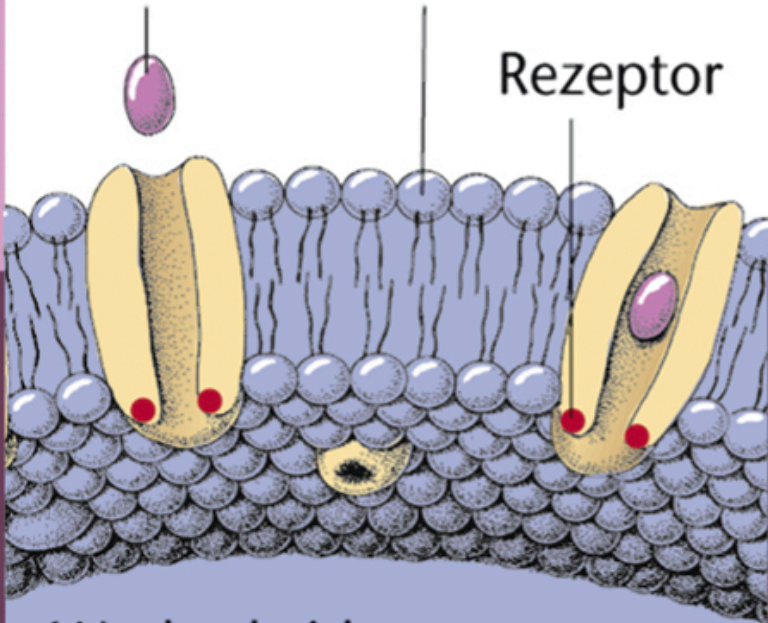
Wirkstoff ist für Wirkung verfügbar (Bioverfügbarkeit)

Pharmakokinetische Phase

Wirkstoffmolekül

Zellmembran

Rezeptor



Biotransformation

Ausscheidung

Pharmakodynamische Phase

Wechselwirkung von Wirkstoff und Rezeptor am Wirkort

Wirkung

Nebenwirkung

# Arzneimittelresorption und -verteilung

Wie viel in welcher Zeit von einem Arzneistoff resorbiert wird, hängt von mehreren Faktoren ab:

- Arzneiform
- Dosierung
- Applikationsart
- Größe der Resorptionsfläche
- Durchblutung des Resorptionsorgans
- Zustand der Membranen
- Physikalisch-chemische Eigenschaften des Arzneistoffs

Arzneistoffe müssen in der Lage sein bestimmte Membranen zu passieren, um zu ihrem vorgesehenen Wirkort zu gelangen. Die wichtigste Resorptionsbarriere ist hierbei die Lipidmembran.

Den Arzneistoffen stehen grundsätzlich **drei Verteilungsräume** zur Verfügung. Entweder bleiben sie im **Gefäßsystem**, verteilen sich in umliegendes **Gewebe** oder sie verteilen sich in der **intrazellulären Flüssigkeit**. Entscheidend für die Verteilung von Arzneistoffen ist auch deren Affinität, also die Tendenz eines Arzneistoffs, eine bestimmte Bindung einzugehen oder sich in bestimmten Strukturen anzureichern. Dabei spielt auch die Eiweißbindung von Arzneistoffen eine große Rolle. Gehen Arzneistoffe eine Plasma-Eiweiß-Bindung ein, stehen sie für eine Wirkung nicht zur Verfügung. Wirksam sind nur nicht eiweißgebundene Stoffe. Da Arzneistoffe mit hoher Eiweißbindung häufig zur Kumulation neigen, muss dies für Repetitionsgaben (Wiederholungsgaben) beachtet werden, um Überdosierungen vorzubeugen.

## Biotransformation

Viele Medikamente werden im Körper verstoffwechselt. Diesen Vorgang bezeichnet man als **Biotransformation**. Die Stoffwechselprodukte, die nach der Biotransformation entstehen, heißen **Metaboliten** und können wirksamer oder weniger wirksam, giftiger oder weniger giftig, kürzer oder länger wirksam als der ursprüngliche Wirkstoff sein.

Die Leber ist das wichtigste Organ für die Biotransformation. Beim Vorhandensein von

Biokatalysatoren können die Biotransformationsreaktionen auch in anderen Bereichen des Körpers stattfinden. Die wichtigste Aufgabe der Biotransformation ist es, die Arzneistoffe in ausscheidungsfähige Stoffe umzuwandeln.

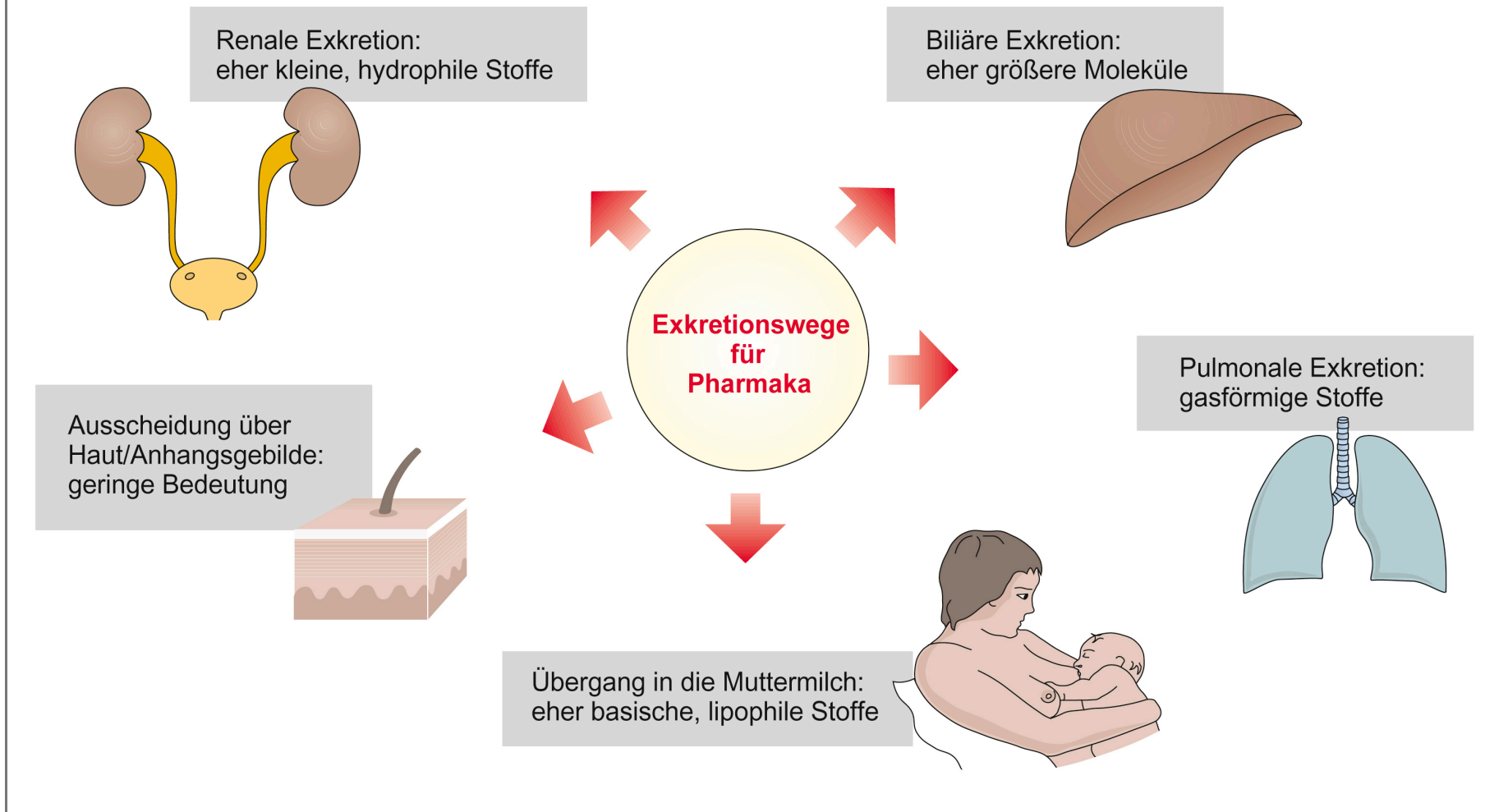
Die Biotransformation wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Beispielsweise ist bei Erkrankungen der Leber die Biotransformation häufig vermindert. Da Säuglinge und ältere Menschen nicht selten über geringere Enzymaktivitäten verfügen, kann bei diesen die Biotransformation vermindert sein. In solchen Fällen ist eine Dosisanpassung der Arzneistoffe notwendig.

Die Wirkung und Dosierung eines Arzneistoffs wird durch das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Biotransformation beeinflusst. In diesem Zusammenhang spielt der **First-Pass-Effect** einiger Arzneistoffe eine wichtige Rolle. Insbesondere nach oraler Applikation passiert der Arzneistoff zuerst die Leber, bevor er seinen Wirkort erreicht. Arzneistoffe mit einem hohen First-Pass-Effect werden zu großen Teilen verstoffwechselt und abgebaut und nur ein kleiner Anteil erreicht den Wirkort. Glyceroltrinitrat ([Kap. 20.3.7](#)) ist z. B. ein Arzneistoff mit einem sehr hohen First-Pass-Effect. Es wird nicht nur sublingual verabreicht, um einen schnellen Wirkungseintritt zu erzielen, sondern auch, um den First-Pass-Effect zu umgehen.

## Exkretion/Elimination

Nach Resorption, Verteilung, Bindung und Wirkung muss der Arzneistoff auch wieder aus dem Körper ausgeschieden werden ([Abb. 20.14](#)). Die wichtigsten Ausscheidungsorgane stellen hierbei die Niere und die Leber dar. Gasförmige Arzneistoffe werden auch über die Lunge ausgeschieden. Die Haut spielt als Ausscheidungsorgan eine eher untergeordnete Rolle. Da Arzneistoffe durch Ausscheidung auch in die Muttermilch übergehen können, muss eine mögliche Beeinflussung des Säuglings durch das Stillen berücksichtigt werden.

Mögliche Exkretionswege für Arzneistoffe [L157]



## Halbwertszeit

Die Zeit, nach der die Arzneistoffkonzentration im Blut bzw. im Organismus um 50 % abgenommen hat, wird als Halbwertszeit (HWZ) oder auch als **Eliminationshalbwertszeit** bezeichnet.

## 20.2.3 Pharmakodynamik

Die Pharmakodynamik beschreibt die **Wirkweisen eines Arzneimittels** im Körper. Um die Pharmakodynamik besser zu verstehen, sollte man sich die Frage stellen: „Was macht das Arzneimittel mit dem Körper?“ Generell können **vier Wirkweisen** beschrieben werden:

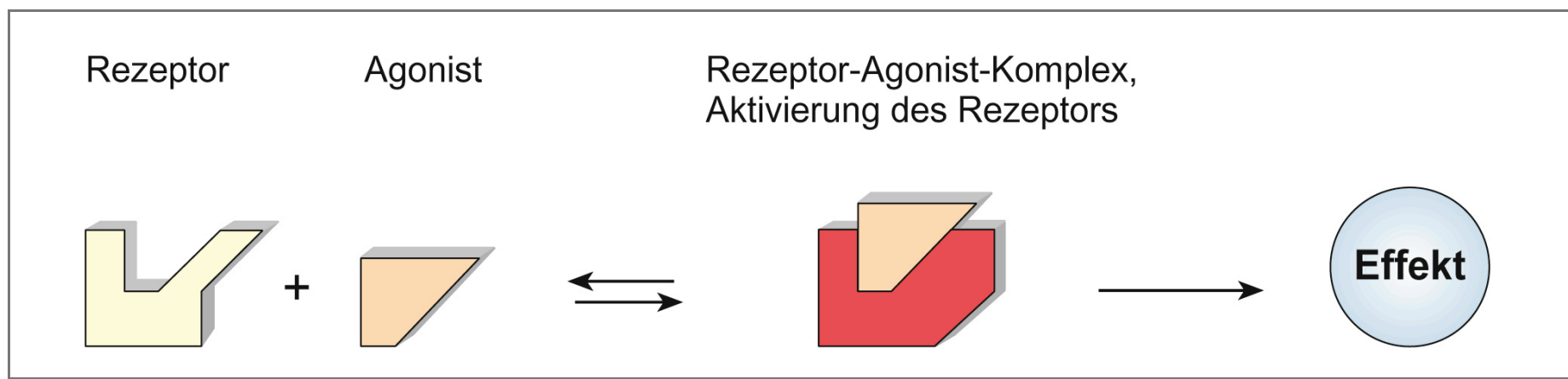
- Rezeptorvermittelte Arzneimittelwirkung
- Hemmung oder Aktivierung von Enzymen
- Beeinflussung des Stoffwechsels von Mikroorganismen
- Hemmung oder Aktivierung von Transportsystemen oder Ionenkanälen

## Rezeptorvermittelte Arzneimittelwirkungen



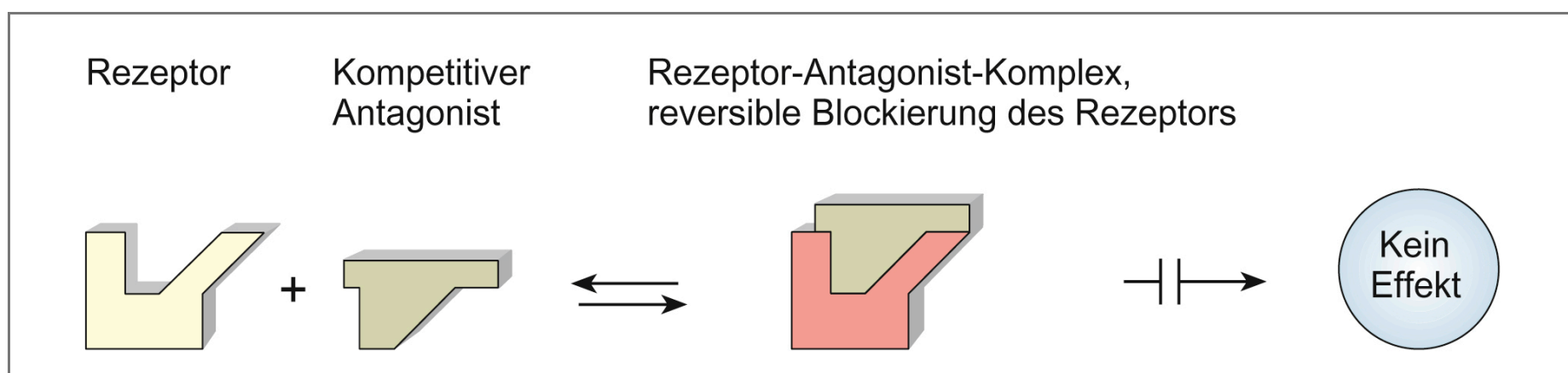
Wirkt ein Arzneimittel an einem bestimmten Rezeptor und löst dort einen Reiz aus, wird das Arzneimittel als **Agonist** oder als „Spieler“ bezeichnet ([Abb. 20.15](#)). Der „Gegenspieler“ wird **Antagonist** genannt. Bei den Rezeptoren handelt es sich um Bindungsstellen an der Zellmembran oder in der Zelle selbst. Nur Arzneistoffe mit passender Struktur können sich an einen Rezeptor binden. Man kann die Verbindung von Arzneimitteln mit Rezeptoren mit einem „Schlüssel-Schloss-Prinzip“ vergleichen. Der Agonist entspricht dem Schlüssel, der in das Schloss passt. Nach dem Schließen öffnet sich die Tür. Einen Antagonisten kann man sich wiederum als „Kaugummi“ vorstellen, der ins Schloss geklebt wird und verhindert, dass in der nächsten Zeit ein Schlüssel in das Schloss geschoben werden kann.

### Wirkung eines Agonisten [L157]



Antagonisten können auf verschiedene Weisen an den Rezeptoren wirken. Verdrängen die Antagonisten aufgrund einer größeren Wirkstoffmenge oder einer höheren Bindungsfähigkeit den Agonisten vom Rezeptor, spricht man von einem **kompetitiven Antagonismus** ([Abb. 20.16](#)). Ein Beispiel hierfür sind die Betablocker, die hauptsächlich an den  $\beta$ -1-Rezeptoren wirken. Als Agonist fungiert am  $\beta$ -1-Rezeptor z. B. Adrenalin.

### Kompetitiver Antagonismus [L157]

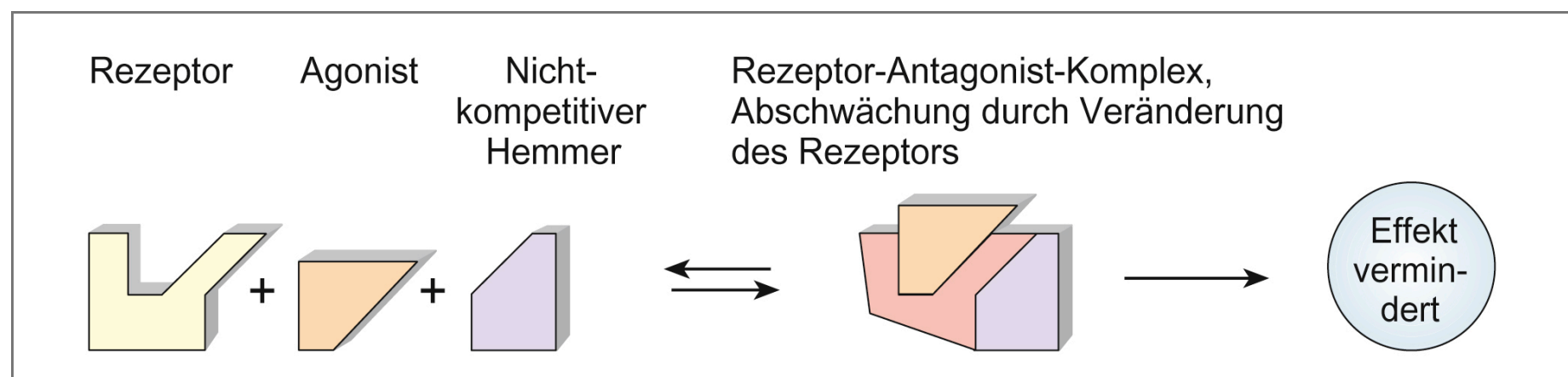


Bindet ein Antagonist neben dem Agonist an einem Rezeptor und verändert er im Grunde genommen lediglich die strukturelle Oberfläche, wird dies als **nichtkompetitiver Antagonismus** ([Abb. 20.17](#)) bezeichnet. Dies führt dazu, dass z. B. Reize nicht voll ausgebildet



werden. Ein Beispiel für einen nichtkompetitiven Antagonismus ist das Esketamin, das am NMDA-Rezeptor anbindet. Dort blockiert das Esketamin nicht den Neurotransmitter Glutamat, sondern nur die Porenkanäle.

## Nichtkompetitiver Antagonismus [L157]



Neben kompetitiven und nichtkompetitiven Antagonisten gibt es noch funktionelle und chemische Antagonisten. Unter einem **funktionellen Antagonismus** wird die entgegengesetzte Wirkung eines Arzneistoffs an einem anderen Rezeptor verstanden. Führt Histamin z. B. über eine agonistische Wirkung an Histaminrezeptoren zu einer Bronchokonstriktion, wirkt das  $\beta$ -2-Mimetikum Salbutamol an den  $\beta$ -2-Rezeptoren bronchodilatatorisch. Beim **chemischen Antagonismus** werden Stoffe umgewandelt. Ein Beispiel hierfür ist die Umwandlung des Methämoglobin-Zyanid-Komplexes in Rhodanid durch Natriumthiosulfat.

## Hemmung oder Aktivierung von Transportsystemen oder Ionenkanälen

Manche Arzneistoffe wirken durch die Hemmung oder Aktivierung von Transportsystemen oder Ionenkanälen. **Antiarrhythmika** der Klasse I ([Kap. 20.3.7](#)) hemmen den schnellen Natriumeinstrom in die Zelle durch direkte Blockade der Natriumkanäle. Amiodaron, ein Antiarrhythmikum der Klasse III beeinflusst die Kaliumkanäle.

Ein Beispiel für die Beeinflussung von Transportsystemen ist das **Schleifendiuretikum Furosemid** ([Kap. 20.3.7](#)). Furosemid verhindert die Wiederaufnahme von Kochsalz. Dies führt dazu, dass auch Wasser nicht wiederaufgenommen, sondern ausgeschieden wird. Grund hierfür ist eine Hemmung des  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ - $2\text{Cl}^-$ -Transporters.

## Arzneimittelwirkungen an Enzymen

Viele Reaktionen im Körper werden erst dadurch möglich, dass ein Enzym mit einem Wirkstoff einen Komplex bildet. Ein Beispiel für die Hemmung oder Aktivierung von Enzymen ist die Hemmung der Prostaglandinsynthese zu Schmerzbekämpfung ([Kap. 20.3.1](#) und Kap. 21) durch **nichtopioid Analgetika** wie die **Acetylsalicylsäure**.

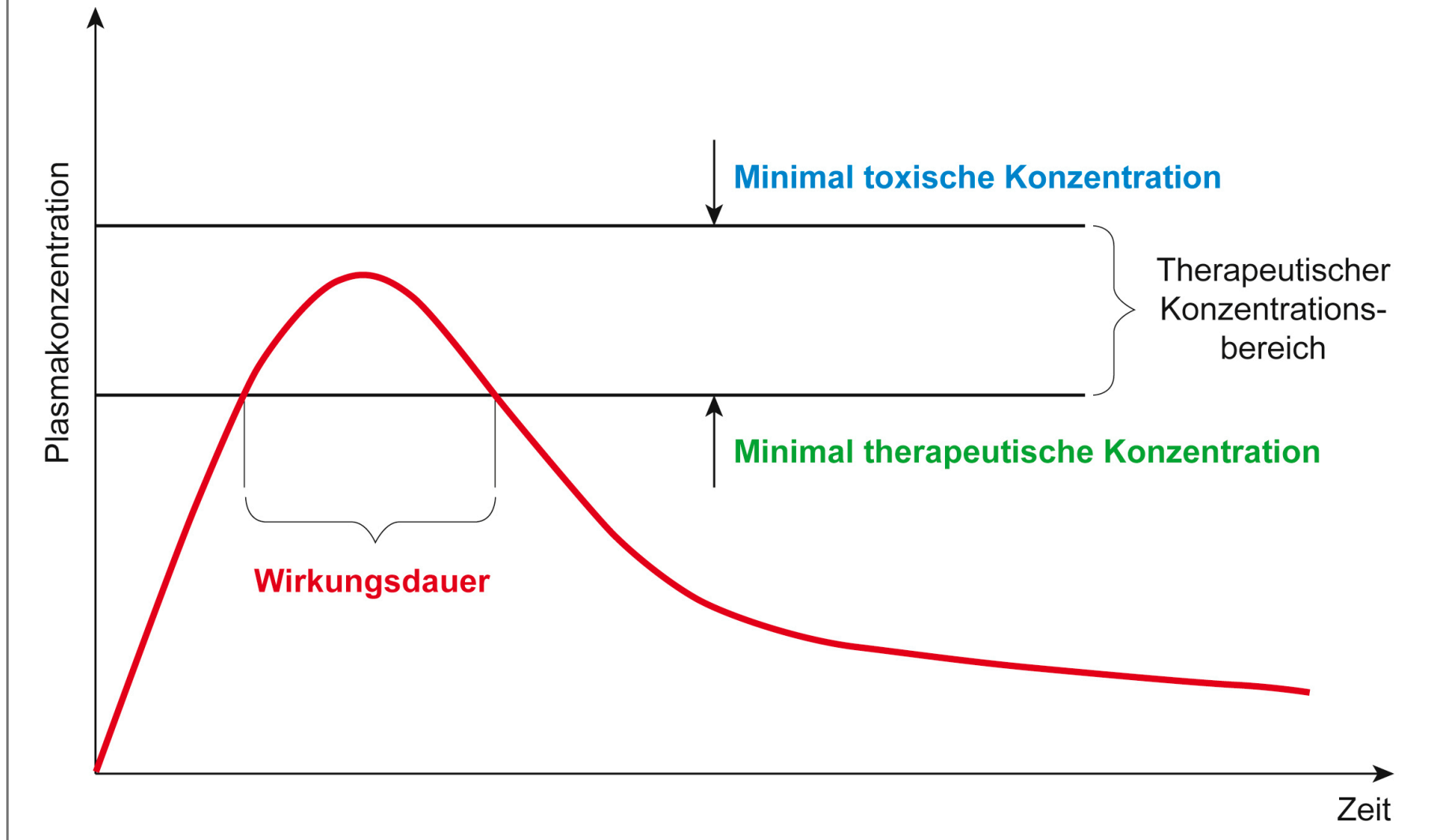
## Arzneimittelwirkungen durch Beeinflussung des Stoffwechsels von Mikroorganismen

Wirken Arzneistoffe durch die Beeinflussung des Stoffwechsels von Mikroorganismen, so sind an erster Stelle die **Antibiotika** zu nennen. **Penizilline** unterdrücken z. B. den Zellwandaufbau vieler Bakterien.

## Therapeutische Breite eines Arzneimittels

Die **therapeutische Breite** eines Arzneimittels beschreibt den Bereich von minimal therapeutischer zur minimal toxischen Konzentration eines Arzneimittels ([Abb. 20.18](#)). Die therapeutische Breite gilt als **Maß für die Sicherheit bei der Dosierung** von Arzneimitteln. Je größer die therapeutische Breite eines Arzneimittels, desto sicherer kann es angewendet werden. Ein Beispiel für ein Arzneimittel mit einer sehr geringen therapeutischen Breite ist der Wirkstoff Theophyllin ([Kap. 20.3.5](#)).

Therapeutische Breite eines Arzneimittels [M844/L143]



## Schwellendosis, Letaldosis und Effektivdosis

Ein Arzneistoff beginnt zu wirken, wenn die Schwellendosis erreicht wurde. Bezogen auf die therapeutische Breite eines Arzneimittels ([Abb. 20.18](#)) entspricht die Schwellendosis der **minimal therapeutischen Konzentration**.

Die Letaldosis ( $LD_{50}$ ) bezeichnet die Menge des Arzneistoffs, nach deren Applikation 50 % der Versuchstiere im Labor sterben. Die Effektivdosis ( $ED_{50}$ ) ist die Dosis, bei der ein halbmaximaler Effekt nach der Gabe eines Arzneistoffs erreicht wird, d. h. bei 50 % der Versuchstiere wird die gewünschte Wirkung erzielt.

Aus dem Verhältnis von Effektivdosis und Letaldosis ergibt sich der therapeutische Quotient bzw. die therapeutische Breite eines Arzneistoffs.

## 20.3 Medikamente im Rettungsdienst

Die Anzahl an sog. **Notfallmedikamenten** ist überschaubar. Sie lassen sich nach ihren Einsatzgebieten gruppieren. Die Anwendung von Arzneimitteln im rettungsdienstlichen Einsatz setzt das Wissen über Indikation, Wirkung, Nebenwirkungen, Kontraindikationen, die richtige Applikationsart und die korrekte Dosierung voraus. Ebenso wichtig ist das Wissen darüber, wie

aufgetretene Nebenwirkungen effektiv behandelt werden können.

## 20.3.1 Analgetika

Analgetika sind Wirkstoffe mit denen eine **Schmerztherapie** (Kap. 21) durchgeführt werden kann. Man unterscheidet generell zwei Gruppen. Dies sind die nichtopioiden Analgetika sowie die Opioid-Analgetika. Esketamin nimmt hierbei eine Sonderstellung ein. Eigentlich handelt es sich um ein Anästhetikum, allerdings mit einer hohen analgetischen Potenz.

### Nichtopioid-Analgetika

Nichtopioid Analgetika wirken analgetisch, antipyretisch (fiebersenkend) und teilweise antiphlogistisch (entzündungshemmend). Der Wirkmechanismus besteht in einer Hemmung des Enzyms Cyclooxygenase. Hierdurch wird die Synthese von Prostaglandinen und Thromboxan verhindert.

- **Prostaglandine** sind Gewebshormone, die zuerst im Sekret der Prostata gefunden wurden und daher ihren Namen tragen. Sie kommen in allen Geweben und Organen des menschlichen Körpers vor. Prostaglandine werden aus der Arachidonsäure gebildet und haben Effekte auf die Schleim- und Säureproduktion des Magens, können Uteruskontraktionen auslösen und scheinen auch für die Bronchodilatation mitverantwortlich zu sein. Daneben sind die Prostaglandine an der Entstehung von Entzündungen und Schmerzen beteiligt.
- **Thromboxane** fördern die Thrombozytenaggregation. Hierdurch kommt es zur Bildung von Plättchenthromben. Thromboxan besitzt zudem eine vasokonstriktorische Wirkung.

**Im Rettungsdienst** werden **hauptsächlich** Acetylsalicylsäure (Tab. 20.5), Ibuprofen (Tab. 20.9), Metamizol (Tab. 20.6) und Paracetamol (Tab. 20.7 und Tab. 20.8) vorgehalten. Die Gruppe der nichtopioiden Analgetika wird in saure und nichtsaure Analgetika unterscheiden. Zu den sauren nichtopioiden Analgetika zählen Acetylsalicylsäure und Ibuprofen. Metamizol und Paracetamol gehören der Gruppe der nichtsauren Analgetika an.

Novalgin<sup>®</sup> 1 g-Injektionslösung

### Tab. 20.6

<b>Int. Freiname</b>	Metamizol
----------------------	-----------

<b>Indikationen</b>	Akute starke Schmerzen, z. B. nach Verletzungen, Koliken, therapieresistentes Fieber
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle 2 ml – 1 g Metamizol
<b>Nebenwirkungen</b>	Ausgeprägte Hypotension, anaphylaktische Reaktionen bis hin zum anaphylaktischen Schock, Analgetika-induziertes Asthmasyndrom, Übelkeit, Erbrechen, Agranulozytose
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, bekanntes Analgetika-Asthma, 1. und 3. Trimenon der Schwangerschaft nur nach strenger Indikationsstellung (Nutzen-Risiko-Abwägung), bestehende Hypotonie und instabile Kreislagsituation
<b>Dosierung</b>	Initial 1 g, idealerweise in 100 ml NaCl 0,9 % als Kurzinfusion über 15 Min.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn nach 20–30 Min.</li> <li>• Wirkdauer: ca. 3–5 Std.</li> <li>• HWZ: 4–7 Std.</li> </ul>

Perfalgan® 10 mg/ml

Tab. 20.7

<b>Int. Freiname</b>	Paracetamol
<b>Indikationen</b>	Kurzzeitbehandlung von mäßig starken Schmerzen sowie zur Kurzzeitbehandlung von Fieber
<b>Darreichungsform</b>	1 Durchstechflasche 100 ml – 1 000 mg Paracetamol
<b>Nebenwirkungen</b>	Überempfindlichkeitsreaktionen wie Flush, Urtikaria, Erythem, Pruritus bis hin zum anaphylaktischen Schock, Tachykardie, Leber- und Nierentoxizität nach Überdosierung
<b>Kontraindikationen</b>	Bekannte Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, schwere Leberinsuffizienz, Gabe in der Schwangerschaft nur nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung



<b>Dosierung</b>	Patienten ohne Risikofaktoren für eine Lebertoxizität: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>&gt; 50 kg KG:</b> 1 000 mg i. v. langsam über 15 Min.</li> <li>• <b>≥ 33 kg KG und ≤ 50 kg KG:</b> 15 mg/kg KG i. v. langsam über 15 Min.</li> <li>• <b>&gt; 10 kg KG und ≤ 33 kg KG:</b> 15 mg/kg KG i. v. langsam über 15 Min.</li> <li>• <b>≤ 10 kg KG:</b> 7,5 mg/kg KG</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 5–10 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 6–8 Std.</li> <li>• HWZ: 2 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Bei Überdosierung können schwere Vergiftungen auftreten (Kap. 40.3.1).

ben-u-ron<sup>®</sup>-Zäpfchen

Tab. 20.8

<b>Int. Freiname</b>	Paracetamol
<b>Indikationen</b>	Symptomatische Behandlung leichter bis mäßig starker Schmerzen und/oder Fieber
<b>Darreichungsformen</b>	1 Zäpfchen (Suppositorium) – 75, 125, 250, 500 oder 1 000 mg Paracetamol
<b>Nebenwirkungen</b>	Anstieg der Lebertransaminasen, Thrombozytopenie, Agranulozytose, bei prädisponierten Patienten: Bronchospasmus (Analgetika-Asthma), Überempfindlichkeitsreaktionen wie Hautrötung, Urtikaria bis hin zum anaphylaktischen Schock, Leber- und Nierentoxizität nach Überdosierung
<b>Kontraindikationen</b>	Bekannte Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, schwere Leberinsuffizienz, Gabe in der Schwangerschaft nur nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung, Säuglinge < 3 kg

<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3–6 kg KG: 75 mg Supp. rektal</li> <li>• 7–12 kg KG: 125 mg Supp. rektal</li> <li>• 13–25 kg KG: 250 mg Supp. rektal</li> <li>• 26–43 kg KG: 500 mg Supp. rektal</li> <li>• &gt; 43 kg KG: 500–100 mg Supp. rektal</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 30–60 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 6–8 Std.</li> <li>• HWZ: 2 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Bei Überdosierung können schwere Vergiftungen auftreten (Kap. 40.3.1).

Imbun<sup>®</sup>-Zäpfchen

Tab. 20.9

<b>Int. Freiname</b>	Ibuprofen
<b>Indikationen</b>	Leichte bis mäßig starke Schmerzen, Fieber
<b>Darreichungsformen</b>	1 Zäpfchen (Suppositorium) – 500 mg Ibuprofen
<b>Nebenwirkungen</b>	Peptische Ulzera, Perforationen oder Blutungen im Gastrointestinaltrakt, Übelkeit, Erbrechen, Diarrhö, Blähungen, Obstipation, Verdauungsbeschwerden, abdominale Schmerzen, Teerstuhl, Hämatemesis, ulzerative Stomatitits, Verschlimmerung von Kolitis und Morbus Crohn, Ödeme, Hypertonus, Herzinsuffizienz, Palpitationen, Kopfschmerz, Schwindel, Erregung, Reizbarkeit, Müdigkeit, Sehstörungen
<b>Kontraindikationen</b>	Bekannte Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff; bekannte Reaktionen wie Bronchospasmus, Asthma, Rhinitis, Urtikaria nach der Einnahme von anderen nichtopioiden Analgetika wie ASS, Ulzera, GI-Blutungen, schwere Leber- und Nierenfunktionsstörungen, schwere Herzinsuffizienz, Schwangerschaft (3. Trimenon), Kinder < 12 Jahre

<b>Dosierung</b>	≥ 40 kg KG: 500 mg Supp. rektal
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 15 Min.</li> <li>• Wirkdauer: ca. 2 Std.</li> <li>• HWZ: 2 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Ibuprofen steht auch als Injektionslösung zur Verfügung. Das Präparat heißt Pedea® 5 mg/ml und wird zur Behandlung eines hämodynamisch wirksamen offenen Ductus arteriosus Botalli bei Frühgeborenen vor der 34. SSW eingesetzt.

Durch die Hemmung der Cyclooxygenase wird eine Reihe von **Nebenwirkungen** auf die unterschiedlichen Organsysteme verursacht (Tab. 20.4).

Durch Cyclooxygenase-Hemmung verursachte Nebenwirkungen

Tab. 20.4

<b>Organsystem</b>	<b>Nebenwirkung</b>
<b>ZNS</b>	Kopfschmerzen, Schwindel, Hör- und Sehstörungen
<b>Lunge</b>	Bronchokonstriktion, sog. „Analgetika-Asthma“
<b>Magen-Darm-Trakt</b>	Magenbeschwerden, Ulzera, GI-Blutungen, Diarrhö
<b>Niere</b>	Ödeme, Hyperkaliämie, Diureseminderung
<b>Uterus</b>	Kontraktionshemmung
<b>Thrombozytenaggregation</b>	Aggregationshemmung

## Opioid-Analgetika

Im  **Rettungsdienst häufig** zu findende Opioid-Analgetika sind Morphin, Fentanyl und Piritramid. Neben diesen Wirkstoffen existieren selbstverständlich noch weitere Opioid-Analgetika (Kap. 21). Die Opioid-Analgetika wirken an den Opioidrezeptoren. Dort wirken auch die körpereigenen Endorphine. Opioidrezeptoren kommen sowohl im ZNS als auch peripher vor. Man unterscheidet:

- $\mu$ -(Mü)-Rezeptoren
- $\kappa$ -(Kappa)-Rezeptoren
- $\delta$ -(Delta)-Rezeptoren

Die einzelnen Wirkstoffe rufen an den verschiedenen Opioidrezeptoren unterschiedlich starke Effekte hervor. Sie fungieren je nach Rezeptor als Agonist, Antagonist bzw. als partieller Agonist oder Antagonist. Die Aktivierung der Rezeptoren führt zu einer Blockade von präsynaptischen Kalziumkanälen und verhindert so die Freisetzung von Neurotransmittern. An der Postsynapse werden Kaliumkanäle geöffnet und somit die Nervenmembran hyperpolarisiert. Sie wird hierdurch schlechter erregbar.

Die Wirkungen der Opioid-Analgetika lassen sich in zentrale und periphere Wirkungen unterscheiden. Zu den **zentralen Wirkungen** gehören:

- Analgesie
- Sedierung
- Anxiolyse
- Euphorie und Dysphorie
- Atemdepression
- Antitussive Wirkung
- Rigidität der Skelettmuskulatur
- Übelkeit und Erbrechen
- Miosis
- Antidiuretische Wirkung

An **peripheren Wirkungen** sind bekannt:

- Analgesie
- Verzögerte Magenentleerung
- Kontraktion der Sphinkteren im Bereich der Gallenwege
- Tonussteigerung von Harnblasenmuskulatur und Blasenschließmuskel
- Tonusreduktion der Blutgefäße
- Histaminfreisetzung

Die Nebenwirkungen, die nach der Gabe von Opioid-Analgetika auftreten, sind abhängig von dem

Rezeptor, an dem die Opioide wirken. Obstipation, Übelkeit und Erbrechen, Sedierung, Atemdepression, Hypotension, Harnverhalt, Miosis, Juckreiz, Schwitzen, Bronchospasmus, Thoraxrigidität und eine Hyperalgesie können als Nebenwirkungen auftreten.

Morphin gilt als Referenzsubstanz zur Beurteilung der analgetischen Potenz der übrigen Opioid-Analgetika ([Tab. 20.10](#)).

Analgetische Potenz der verschiedenen Opioid-Analgetika

Tab. 20.10

Opioid	Analgetische Potenz bei parenteraler Applikation
<b>Fentanyl</b> ( <a href="#">Tab. 20.13</a> )	125
<b>Morphin</b> ( <a href="#">Tab. 20.12</a> )	1
<b>Pethidin</b>	0,1
<b>Piritramid</b> ( <a href="#">Tab. 20.11</a> )	0,7
<b>Sufentanil</b>	1 000
<b>Tramadol</b>	0,1–0,2

## Esketamin und Ketamin

Ketamin ist ein Derivat des Phencyclidin, besser bekannt als **„Angel Dust“** oder PCP. Ketamin wurde während der 1960er-Jahre von der Firma Parke-Davis entwickelt. Erste klinische Erfahrungen stammen von Domino und Corssen aus dem Jahr 1966. Bei Ketamin handelt es sich um ein Racemat aus zwei Enantiomeren, dem S(+)-Ketamin und dem R(-)-Ketamin. Seit 1997 ist das Esketamin verfügbar, beim dem es gelungen ist, das S(+)-Ketamin vom R(-)-Ketamin zu trennen.

Esketamin ([Tab. 20.14](#)) und Ketamin bewirken eine sog. **dissoziative Anästhesie**. Hierunter versteht man einen unvollständigen Bewusstseinsverlust mit fehlender Assoziations- und Kooperationsfähigkeit. Beide wirken durch einen nichtkompetitiven Antagonismus am NMDA-Rezeptor. Zusätzlich wirken sie agonistisch an Opiatrezeptoren. Esketamin und Ketamin beeinflussen die zentrale und periphere cholinerge und monoaminerge Übertragung. Auch die periphere Wiederaufnahme von Katecholaminen wird durch Esketamin und Ketamin gehemmt.



Esketamin ist doppelt so stark wirksam wie Ketamin. Im Gegensatz dazu scheinen die **Aufwachreaktionen** (Tab. 20.14) nach der Gabe von Esketamin geringer ausgeprägt.

Ketanest<sup>®</sup> S

Tab. 20.14

<b>Int. Freiname</b>	Esketamin
<b>Indikationen</b>	Einleitung und Durchführung einer Allgemeinanästhesie ggf. in Kombination mit Hypnotika, Anästhesie und Schmerzbekämpfung in der Notfallmedizin, Intubation im Status asthmaticus in Kombination mit einem Muskelrelaxans, Schmerzbekämpfung bei künstlicher Beatmung
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 mg/ml – 1 Ampulle – 5 ml – 25 mg Esketamin</li> <li>• 25 mg/ml – 1 Ampulle – 2 ml – 50 mg Esketamin</li> </ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Anaphylaktische Reaktionen, Aufwachreaktionen (lebhaftes Träumen, Albträume, Schwindel und motorische Unruhe), Halluzinationen, Dysphorie, Angst, Orientierungsstörungen, tonisch-klonische Kontraktionen, Nystagmus, verschwommenes Sehen, Doppelsehen, Zunahme des intraokularen Drucks, Blutdruck- und Herzfrequenzanstieg (Anstieg über 20 % des Ausgangswerts ist häufig), temporäre Tachykardie, Arrhythmie, Bradykardie, Hypotonie, erhöhte Mukussekretion, erhöhter Sauerstoffverbrauch, Laryngospasmus und temporäre Atemdepression, Übelkeit, Erbrechen, erhöhte Salivation, Hautrötung, Exanthem, Schmerzen an der Injektionsstelle
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, Patienten, für die ein erhöhter Blutdruck oder ein gesteigerter Hirndruck ein ernsthaftes Risiko darstellt, schlecht eingestellter oder unbehandelter Hypertonus (arterielle Hypertonie RR > 180/100 mmHg in Ruhe), Eklampsie und Präeklampsie, drohende Uterusruptur, Nabelschnurvorfälle, Anwendung als einziges Anästhetikum bei manifesten ischämischen Herzerkrankungen, Schwangerschaft

<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analgesie: 0,125–0,25 mg/kg KG langsam i. v.</li> <li>• Intubation beim Status asthmaticus: 0,5–1,0 mg/kg KG, bei Bedarf bis 2,5 mg/kg KG i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 30 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 5–15 Min.</li> <li>• HWZ: 2–3 Std.</li> </ul>

## 20.3.2 Sedativa

Sedieren bedeutet dämpfen oder beruhigen, z. B. durch die Gabe eines Sedativums. Zu den klassischen Sedativa gehören die **Barbiturate** und die **Benzodiazepine**. Daneben haben aber auch noch andere Medikamente eine sedierende Wirkung, hierzu gehören z. B.

benzodiazepinähnliche Substanzen (z. B. Zolpidem), Chloralhydrat, Antihistaminika, Antidepressiva oder Neuroleptika.

Zur **Sedierung im Rettungsdienst** kommen hauptsächlich **Benzodiazepine** zum Einsatz.

Benzodiazepine wirken im Allgemeinen

- sedierend,
- antikonvulsiv,
- anxiolytisch,
- amnestisch sowie
- zentral muskelrelaxierend.

Im Rettungsdienst häufig **verwendete Benzodiazepine** sind

- Clonazepam,
- Diazepam,
- Lorazepam und
- Midazolam.

Benzodiazepine wirken an den gabaergen Rezeptoren. Dort verstärken die Benzodiazepine den Effekt von GABA, der Gammaaminobuttersäure. Es kommt zu einem vermehrten Einstrom von

Chloridionen in den Intrazellulärraum und nachfolgend zu einer Hyperpolarisation der Zellmembran und einer hieraus resultierenden verminderten Erregbarkeit des Neurons. Es sind zwei unterschiedliche GABA-Rezeptoren bekannt, der GABA<sub>A</sub>- und der GABA<sub>B</sub>-Rezeptor.

Benzodiazepine binden an den GABA<sub>A</sub>-Rezeptor. An den gleichen Rezeptor binden auch die Barbiturate.

GABA-Rezeptoren finden sich im gesamten ZNS. Nicht alle dieser Rezeptoren besitzen eine Bindungsstelle für die Benzodiazepine. Rezeptoren, die eine entsprechende Bindungsstelle aufweisen, befinden sich hauptsächlich im limbischen System.

Benzodiazepine weisen eine große therapeutische Breite auf. Ist einmal die Maximaldosis erreicht, sind Wirkungssteigerungen nahezu unmöglich. Dies bezeichnet man auch als den sog.

### „Ceilingeffekt“.

Trotz der großen therapeutischen Breite kann es z. B. durch die zentral muskelrelaxierende Wirkung zu einer Atemwegsbehinderung kommen. Auch ein Blutdruckabfall ist möglich, kann aber durch eine langsame Applikation vermieden werden. Bei Patienten jenseits des 60.

Lebensjahres und bei Menschen mit eingeschränkter Atmungs- und/oder Herz-Kreislauf-Funktion ist die Wahrscheinlichkeit einer Atemwegsbehinderung oder eines Blutdruckabfalls durch eine zu schnelle Applikation deutlich erhöht.

Die Benzodiazepine werden in der Leber metabolisiert. Nicht selten haben die so entstandenen Metaboliten eine längere Halbwertszeit (HWZ) als das ursprünglich verabreichte Benzodiazepin.

Der Wirkstoff **Midazolam** (Tab. 20.15) gehört mit einer HWZ von 1–3 Stunden zu den kurz wirksamen Benzodiazepinen. **Diazepam** gehört mit einer HWZ von bis zu 100 Stunden zu den lang wirksamen Benzodiazepinen.

Dormicum<sup>®</sup>-Injektionslösung

Tab. 20.15

<b>Int. Freiname</b>	Midazolam
<b>Indikationen</b>	Analgesedierung, Narkose, Sedierung auf der Intensivstation
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 mg/1 ml: 1 Ampulle – 1 ml – 5 mg Midazolam</li><li>• 5 mg/5 ml (V 5): 1 Ampulle – 5 ml – 5 mg Midazolam</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 mg/3 ml: 1 Ampulle – 3 ml – 15 mg Midazolam</li> </ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Überempfindlichkeit, Angioödem, anaphylaktischer Schock, Verwirrheitszustände, euphorische Stimmung, Halluzinationen, Agitiertheit, Feindseligkeit, Wut, Aggressionen, Erregung, unwillkürliche Bewegungen, Hyperaktivität, Sedierung, herabgesetzte Aufmerksamkeit, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, Ataxie, anterograde Amnesie, Krampfanfälle bei Früh- und Neugeborenen, Bradykardie, Herzstillstand, Hypotonie, Vasodilatation, Thrombophlebitis, Thrombose, Atemdepression, Apnoe, Dyspnoe, Laryngospasmus, Schluckauf, Übelkeit, Erbrechen, Mundtrockenheit, Hautausschlag, Juckreiz, Schmerzen an der Injektionsstelle
<b>Kontraindikationen</b>	Bekannte Überempfindlichkeit gegen Benzodiazepine, Analgosedierung bei Patienten mit schwerer Ateminsuffizienz oder akuter Atemdepression
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedierung: 0,03–0,3 mg/kg in Schritten von 1–2,5 mg</li> <li>• Krampfdurchbrechung &gt; 50 kg KG: 5 mg langsam i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 3 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 1–2 Std.</li> <li>• HWZ: 1–3 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Midazolam kann als Antikonvulsivum auch nasal appliziert werden (Dosierungen <a href="#">Kap. 20.1.2</a> ).

### 20.3.3 Neuroleptika

Neuroleptika zählen zur Gruppe der **Antipsychotika**. Sie werden zur Behandlung der Schizophrenie, aber auch zur Behandlung verschiedener Erregungszustände und nichtschizophrener Psychosen eingesetzt. Neuroleptika werden in klassische oder konventionelle sowie atypische Neuroleptika unterschieden.

Im **Rettungsdienst** kommen überwiegend die **klassischen Neuroleptika** zum Einsatz. Dies

sind das schwach antipsychotisch wirksame **Promethazin** (Atosil<sup>®</sup>-Injektionslösung N) und das stark antipsychotisch wirksame **Haloperidol** (Haldol<sup>®</sup>-Janssen-Injektionslösung 5 mg/ml). Sie heben die Wirkungen von Dopamin durch einen Antagonismus am Dopamin-2-Rezeptor auf.

Promethazin ist eigentlich ein H<sub>1</sub>-Antihistaminikum, das aber aufgrund seiner ausgeprägt dämpfenden Eigenschaften den klassischen Neuroleptika zugerechnet wird. Indikationen für Promethazin sind akute allergische Reaktionen, bei denen eine Sedierung indiziert ist, sowie akute Unruhe- und Erregungszustände im Rahmen von psychiatrischen Grunderkrankungen.

Haloperidol gehört zu den sehr stark potenten Neuroleptika. Es wird zur Behandlung psychotischer und deliranter Zustandsbilder sowie zur Behandlung von schwerster psychomotorischer Erregung eingesetzt.

### 20.3.4 Antiemetika

Als Antiemetika werden H<sub>1</sub>-Antihistaminika (Dimenhydrinat, z. B. Vomex<sup>®</sup> A-Injektionslösung), Dopamin<sub>2</sub>-Antagonisten (Metoclopramid, z. B. Paspertin<sup>®</sup>) und bisher seltener 5-HT<sub>3</sub>-Antagonisten (z. B. Ondansetron; z. B. Zofran<sup>®</sup> [Tab. 20.18](#)) eingesetzt.

Ondansetron B. Braun 2 mg/ml

Tab. 20.18

<b>Int. Freiname</b>	Ondansetron
<b>Indikationen</b>	Prophylaxe und Therapie von Übelkeit und Erbrechen, verursacht durch zytotoxische Chemotherapie und Strahlentherapie; Prophylaxe von Übelkeit und Erbrechen nach Operationen (PONV = postoperative Nausea und Vomitus)
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 2 ml – 4 mg Ondansetron
<b>Nebenwirkungen</b>	Überempfindlichkeitsreaktionen vom Soforttyp, schwere Anaphylaxie, Kopfschmerzen, extrapyramidale Reaktionen, Schwindel insbesondere bei rascher intravenöser Applikation, Sehstörungen, Thoraxschmerzen mit und ohne ST-Streckensenkung, Herzrhythmusstörungen (Bradykardie), QT-Verlängerung einschließlich Torsade-de-pointes-Tachykardie, Wärmegefühl, Flush, Hypotonie, Singultus, lokale



	Reaktionen an der Stelle der intravenösen Injektion
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Ondansetron oder andere selektive 5-HT <sub>3</sub> -Rezeptorantagonisten (z. B. Granisetron)
<b>Dosierung</b>	4 mg langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: 3 Std.</li> <li>• HWZ: 3 Std.</li> </ul>

Übelkeit und Erbrechen sind häufige Symptome in der präklinischen Notfallmedizin. Die Ursachen dafür können vielfältig sein ([Tab. 20.16](#)).

Ursachen von Übelkeit und Erbrechen

Tab. 20.16

<b>Zentralnervös</b>	Kinetosen, Meningitis, Migräne, Hirndruckerhöhung, Morbus Menière
<b>Kardiovaskulär</b>	Myokardinfarkt, arterielle Hyper- und Hypotonie, Lungenembolie
<b>Gastrointestinal</b>	Gastroenteritis, Nahrungsmittelvergiftung, Ösophagitis, Gastritis, Gallenkolik, Ulkus, Überfüllung des Magens, akutes Abdomen, Ileus, Berührung der Rachenschleimhaut, Strahlentherapie, starke Schmerzen
<b>Medikamentös-toxisch</b>	Digitalis, Zytostatika, Betablocker, Antibiotika, Opiate, Alkohol, Nikotin, Pilzvergiftung
<b>Metabolisch-endokrin</b>	Diabetische Ketoazidose, Urämie, Thyreotoxikose, Morbus Addison, Hyper- und Hypoparathyreoidismus, Schwangerschaft
<b>Urogenital</b>	Nierenkolik (reflektorisch)
<b>Psychogen</b>	Anorexie, Bulimie, Angst, unangenehme Geruchsempfindungen, ekelerregende Stimuli
<b>Sonstige</b>	Glaukom (reflektorisch), zyklisches Erbrechen

Das **Brechzentrum** liegt in der Formatio reticularis der Medulla oblongata. Durch aufsteigende Impulse aus dem oberen Gastrointestinaltrakt in das Brechzentrum, die Erregung von Chemorezeptoren in der Area postrema sowie die Reizung des N. vestibularis wird Erbrechen

ausgelöst. An der Auslösung des Erbrechens sind Dopamin<sub>2</sub>-Rezeptoren, 5-HT<sub>3</sub>-Rezeptoren, Histamin<sub>1</sub>-Rezeptoren sowie m-Cholinozeptoren beteiligt. Dies erklärt auch, warum die Antiemetika aus unterschiedlichen Substanzklassen kommen.

**Dimenhydrinat** wird im Rettungsdienst fast so häufig als Antiemetikum vorgehalten wie **Metoclopramid** (Tab. 20.17). Insbesondere Metoclopramid wird nicht selten zur Behandlung des opioidinduzierten Erbrechens eingesetzt. Die Wirksamkeit hierfür ist allerdings nicht belegt. Aktuell wird vor der unkritischen, häufig sogar prophylaktischen Gabe von Metoclopramid zur Verhinderung des opioidinduzierten Erbrechens gewarnt. Metoclopramid kann insbesondere bei Kindern und Jugendlichen schwere extrapyramidale Störungen hervorrufen.

Paspertin<sup>®</sup> 10 mg/2 ml-Ampullen

Tab. 20.17

<b>Int. Freiname</b>	Metoclopramid
<b>Indikationen</b>	Vorbeugung und Behandlung von Übelkeit, Brechreiz und Erbrechen
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 2 ml – 10 mg Metoclopramid
<b>Nebenwirkungen</b>	Durchfall, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, Angstzustände, Ruhelosigkeit, Depressionen, Methämoglobinämie, extrapyramidale Reaktionen, dyskinetisches Syndrom
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, Phäochromozytom, gastrointestinale Blutungen, mechanische Obstruktionen, gastrointestinale Perforationen, Vorgeschichte neuroleptische oder durch Metoclopramid verursachte Spätdyskinesien, Epilepsie, Morbus Parkinson, Patienten mit extrapyramidalen Störungen, Kombination mit Levodopa oder dopaminergen Antagonisten, bekannte Vorgeschichte einer Methämoglobinämie mit Metoclopramid, Kinder < 1 Jahr, Stillzeit
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–18 Jahre: 0,1–0,15 mg/kg KG</li> <li>• &gt; 18 Jahre: 10 mg langsam i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische</b>	

## Daten

- Wirkungsbeginn: 1–3 Min.
- Wirkdauer: ca. 3 Std.
- HWZ: 4–5 Std.

Auch Dimenhydrinat hat eine Reihe von Nebenwirkungen, zeigt aber bei Kinetosen eine gute antiemetische Wirkung. Allerdings kam es in der Vergangenheit durch die unkritische Gabe zu schweren Vergiftungen bei Kindern.

Die 5-HT<sub>3</sub>-Antagonisten gelten bei Beachtung der Nebenwirkungen (z. B. Verlängerung der QT-Zeit bei hohen Dosierungen) und Kontraindikationen (Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff) als potente und gut verträgliche Antiemetika.

## 20.3.5 Broncholytika

Als Broncholytika werden Wirkstoffe bezeichnet, die in der Lage sind, einen **Bronchospasmus** zu **lösen**. Zu den Broncholytika zählt man  $\beta$ -2-Mimetika, Theophyllin sowie Parasympatholytika (Anticholinergika).

### $\beta$ -2-Mimetika

Die  $\beta$ -2-Mimetika sind die **wirksamsten Bronchodilatoren**. Sie wirken durch kompetitiven Agonismus, vorwiegend an den  $\beta$ -2-Rezeptoren. Dort verursachen sie eine Relaxierung der glatten Bronchial- und Trachealmuskulatur, wirken antiödematös und verbessern die mukoziliäre Clearance. Weiterhin wirken sie Mastzellstabilisierend, steigern die Zwerchfellmotilität und führen zu einer Druckminderung im Pulmonalkreislauf. Relevant für den Rettungsdienst sind:

- Salbutamol ([Tab. 20.19](#))

Salbutamol-ratiopharm<sup>®</sup>-Fertiginhalat

Tab. 20.19

<b>Int. Freiname</b>	Salbutamol
<b>Indikationen</b>	Symptomatische Behandlung von Erkrankungen mit reversibler Atemwegsobstruktion, wie z. B. Asthma bronchiale oder COPD mit reversibler Komponente, Verhütung von Asthmaanfällen durch Anstrengung oder Allergenkontakt

<b>Darreichungsformen</b>	1 Einzeldosisbehältnis – 2,5 ml – 1,25 mg Salbutamol
<b>Nebenwirkungen</b>	Tremor, Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel, Palpitationen, Überempfindlichkeitsreaktionen, Schwitzen, Tachykardie, Arrhythmien, Beeinflussung des Blutdrucks (Senkung oder Steigerung), Hypokaliämie, Hyperglykämie, Hyperaktivität, Schlafstörungen, Halluzinationen (insbesondere bei Kindern bis 12 Jahren), Myalgien, Muskelkrämpfe, Missempfindungen im Mund- und Rachenraum, Husten, paradoxe Bronchospasmen
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, in der Schwangerschaft (insbesondere 1. Trimenon) sollte Salbutamol nur nach besonders kritischer Indikationsstellung angewendet werden, Gabe in der Stillzeit erst nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erwachsene: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Initial 5 mg über Verneblermaske</li> <li>▪ Wiederholung nach 15–20 Min. möglich</li> </ul> </li> <li>◦ Kinder: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Initial 2,5 mg über Verneblermaske</li> <li>▪ Wiederholung nach 15–20 Min. möglich</li> </ul> </li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wirkungsbeginn: sofort</li> <li>◦ Wirkdauer: 4–6 Std.</li> <li>◦ HWZ: 2–7 Std.</li> </ul>

- Fenoterol
- Reproterol
- Terbutalin

Der inhalativen Therapie von **Salbutamol** kommt besondere Bedeutung zu. In den ERC-Guidelines aus dem Jahr 2010 wird die inhalative Gabe von Salbutamol als Grundpfeiler der

broncholytischen Therapie bezeichnet. Die inhalative Therapie ist genauso effektiv, wie die intravenöse Applikation, verursacht aber deutlich weniger Nebenwirkungen.

Salbutamol gehört wie Fenoterol, Reproterol und Terbutalin zu den kurz wirksamen  $\beta$ -2-Mimetika.

## Theophyllin

Theophyllin ist ein Methylxanthinderivat, wie z. B. auch das Koffein, und gehört zu den am längsten eingesetzten Wirkstoffen zur **Broncholyse**. Schon in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde die gute antiasthmatische Wirksamkeit von Kaffee beschrieben.

Aufgrund der geringen therapeutischen Breite und der Unmöglichkeit der inhalativen Therapie hat das Theophyllin in der **broncholytischen Akutherapie** zunehmend an Bedeutung verloren. Die Wirkung von Theophyllin beruht wahrscheinlich auf einer Beeinflussung der Kalziumaufnahme und -speicherung sowie der Hemmung der Phosphodiesterase und von Adenosin-Rezeptoren.

## Parasympatholytika (Anticholinergika)

Von den Parasympatholytika steht **Ipratropiumbromid** ([Tab. 20.20](#)) für die **inhalative Akuttherapie** einer Bronchoobstruktion zur Verfügung. Bei Ipratropiumbromid handelt es sich um einen kompetitiven Antagonisten des Acetylcholins an Muskarinrezeptoren. Diese sind in Form von drei Subtypen ( $M_1$ - $M_3$ ) im Bereich der Atemwege lokalisiert. Die Blockade dieser Rezeptoren kann die acetylcholinvermittelte Bronchokonstriktion der glatten Muskulatur aufheben.

Atrovent<sup>®</sup> 500  $\mu$ g/2 ml (250  $\mu$ g/2 ml)-Fertiginhalat

### Tab. 20.20

<b>Int. Freiname</b>	Ipratropiumbromid
<b>Indikationen</b>	Verhütung und Behandlung von Atemnot bei COPD sowie leichtem bis mittelschwerem Asthma bronchiale im Erwachsenen- und Kindesalter als Ergänzung zu $\beta$ -2-Mimetika im akuten Asthmaanfall
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 500 <math>\mu</math>g/2 ml: 1 Eindosisbehälter – 2 ml – 500 <math>\mu</math>g Ipratropiumbromid</li><li>• 250 <math>\mu</math>g/2 ml: 1 Eindosisbehälter – 2 ml – 250 <math>\mu</math>g Ipratropiumbromid</li></ul>



<b>Nebenwirkungen</b>	Kopfschmerzen, Schwindel, verschwommenes Sehen, Mydriasis, Anstieg des Augeninnendrucks, Sehen von Nebel- und Regenbogenfarben, Bindehauthyperämie, Hornhautödem, Glaukom, Akkomodationsstörungen, Palpitationen, Tachykardien, Husten, Rachenirritation, paradoxer Bronchospasmus, Laryngospasmus, Rachenödem, trockener Mund und Rachen, Geschmacksstörung, gastrointestinale Motilitätsstörungen, Übelkeit, Erbrechen, Obstipation, Durchfall, Bauchschmerzen, Stomatitis, Mundödem, Hautausschlag, Pruritus, Angioödem, Harnverhalt
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, Schwangerschaft (insbesondere 1. Trimenon) und Stillzeit nur nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwachsene: 0,5 mg (500 µg) über Verneblermaske</li> <li>• Kinder: 0,25 mg (250 µg) über Verneblermaske</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: 4–8 Std.</li> <li>• HWZ: 1,6 Std.</li> </ul>

## 20.3.6 Narkotika

Zur **Einleitung und Aufrechterhaltung** einer Narkose (Kap. 22) werden hauptsächlich Wirkstoffe aus vier Arzneimittelgruppen verwendet. Hierzu gehören:

- Analgetika ([Kap. 20.3.1](#))
- Hypnotika
- Sedativa ([Kap. 20.3.2](#))
- Muskelrelaxanzien

### Hypnotika

Hypnotika sind **schlaffördernde Medikamente**. Man unterscheidet Barbiturathypnotika und Nichtbarbiturathypnotika. Der genaue Wirkmechanismus der Hypnotika scheint noch nicht vollständig geklärt. Man geht davon aus, dass die meisten Hypnotika die Wirkung der Gammaaminobuttersäure (GABA) verstärken.

Die **Barbiturate** sind die am längsten bekannten Hypnotika. Sie weisen keine analgetische Wirkung auf und sind aus diesem Grund nicht als Monoanästhetikum geeignet. Barbiturate sind fettlösliche Substanzen und treten daher sehr schnell in das Gehirn über. Maximale Konzentrationen im Gehirn sind bereits nach 60 Sekunden erreicht.

Zu den Nichtbarbiturathypnotika gehören **Etomidat** ([Tab. 20.22](#)) und **Propofol** ([Tab. 20.23](#)). Etomidat ist ein sehr potentes Hypnotikum. Es hat einen schnellen Wirkungseintritt und eine kurze Wirkdauer (ca. 3–4 Min.). Die Wirkung von Etomidat setzt innerhalb von 30 Sekunden nach intravenöser Gabe ein. Es verursacht nur in geringem Umfang eine Atemdepression und hat geringe kardiovaskuläre Nebenwirkungen. Wie **Thiopental** ([Tab. 20.21](#)) hat Etomidat keine analgetische Wirkung. Gemäß der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (Stand 07/2011) soll die Gabe von Etomidat als Einleitungshypnotikum bei Traumapatienten aufgrund der assoziierten Nebenwirkungen auf die Nebennierenfunktion vermieden werden.

Trapanal® 0,5 g

Tab. 20.21

<b>Int. Freiname</b>	Thiopental
<b>Indikationen</b>	Kurzarkosen ohne Intubation, Einleitung einer Allgemeinanästhesie mit oder ohne Intubation, Durchbrechung eines zerebralen Krampfanfalls
<b>Darreichungsformen</b>	1 Durchstechflasche – 20 ml – 0,5 g Thiopental
<b>Nebenwirkungen</b>	Dosisabhängiger Blutdruckabfall, Abfall des Herzminutenvolumens, Atemdepression bis hin zur Apnoe, Laryngospasmus, Bronchospasmus, Histaminfreisetzung, Venenreizung, unwillkürliche Muskelbewegungen, <b>bei paravenöser Injektion = Gewebsnekrosen</b>
<b>Kontraindikationen</b>	Schwere Hypovolämie, Schock, manifeste Herzinsuffizienz, Atemwegsobstruktion, Porphyrie, Überempfindlichkeit gegen den

	Wirkstoff, Schwangerschaft: strenge Indikationsstellung nach Nutzen-Risiko-Abwägung
<b>Dosierung</b>	3–5(–7) mg/kg KG langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 10–20 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 6–8 Min.</li> <li>• HWZ: 11,6 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	<p>Trockensubstanz in 10 oder 20 ml Aqua ad injectabilia lösen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 ml = 25 mg/ml</li> <li>• 10 ml = 50 mg/ml</li> </ul>

Etomidat-<sup>®</sup>Lipuro

Tab. 20.22

<b>Int. Freiname</b>	Etomidat
<b>Indikationen</b>	Narkoseeinleitung vor allem bei kardiovaskulären Risikopatienten, alten Patienten, zerebralsklerotischen Patienten, intravasalem Volumenmangel
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 10 ml – 20 mg Etomidat
<b>Nebenwirkungen</b>	Überempfindlichkeitsreaktionen, Bronchospasmus, schwere allergische Reaktionen auf Sojabohnenöl, Hemmung der Steroidsynthese der Nebennierenrinde, unwillkürliche Muskelbewegungen, Schüttelfrost, tonisch-klonische Krämpfe, Herzrhythmusstörungen, leichter temporärer Blutdruckabfall, Atemdepression bis Apnoe insbesondere nach höheren Dosen, Übelkeit und Erbrechen, Schluckauf, lokale Schmerzen während der Injektion
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, Sojabohnenöl oder einen der weiteren Bestandteile, Neugeborene und Säuglinge bis zum Alter von 6 Monaten, in der Schwangerschaft nur bei zwingender Indikation, Stillzeit: Wiederaufnahme des Stillens erst 24 Stunden nach

	Anwendung von Etomidat
<b>Dosierung</b>	0,15–0,3 mg/kg KG
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 30–60 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 3–5 Min.</li> <li>• HWZ: 2,4–5 Std.</li> </ul>

Disoprivan® 1 %

Tab. 20.23

<b>Int. Freiname</b>	Propofol
<b>Indikationen</b>	Einleitung und Aufrechterhaltung einer Narkose bei Erwachsenen und Kindern ab dem 1. Monat, Sedierung von beatmeten Patienten, Sedierung bei chirurgischen und diagnostischen Maßnahmen
<b>Darreichungsformen</b>	1 Durchstechflasche – 20 ml Emulsion – 200 mg Propofol
<b>Nebenwirkungen</b>	Atemdepression, Hyperventilation, Hustenreiz, Blutdruckabfall, Bradykardie, Krampfanfälle, Muskelzuckungen, Kopfschmerzen, Schwindelgefühl, Frösteln und Kälteempfindungen, schwere anaphylaktische Reaktionen, metabolische Azidose, Hyperkaliämie, Übelkeit und Erbrechen, Schluckauf, sexuelle Enthemmtheit, lokale Schmerzen bei der Injektion
<b>Kontraindikationen</b>	Hypovolämie, Herzinsuffizienz, Überempfindlichkeit auf Soja oder Erdnüsse, Schwangerschaft, Neugeborene
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Narkoseeinleitung: 1,5–2–2,5 mg/kg KG</li> <li>• Narkoseaufrechterhaltung: 4–6(–10) mg/kg KG/Std.</li> <li>• Analgosedierung: 0,5–1,0 mg/kg KG</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 30–40 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 5–8 Min.</li> <li>• HWZ: ca. 55 Min.</li> </ul>

Wie Etomidat ist auch Propofol ein **Nichtbarbiturathypnotikum**. Neben der Verstärkung der gabaergen Wirkungen, hemmt Propofol den NMDA-Rezeptor. Auch Propofol besitzt keine analgetische Wirkung.

## Muskelrelaxanzen

Die Geschichte der Muskelrelaxanzen geht bis in die Zeit der spanischen Eroberer zurück. Die südamerikanischen Indianer verwendeten Muskelrelaxanzen als Pfeilgift. Die damals am häufigsten verwendete Substanz war Curare. Es wird aus den Pflanzen Chondendron und Strychnos gewonnen. Im Jahr 1942 wurden die Muskelrelaxanzen zum ersten Mal in die Anästhesie eingeführt.

Man unterscheidet **depolarisierende** und **nicht depolarisierende Muskelrelaxanzen** (Tab. 20.24). Sie blockieren den nikotinergeren Acetylcholinrezeptor an der motorischen Endplatte. Hierdurch bewirken die Muskelrelaxanzen eine reversible Lähmung der Muskulatur.

### Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzen

Tab. 20.24

Int. Freiname	Handelsname	Anschlagzeit (Sek.)	Wirkdauer (Min.)
<b>Atracurium</b>	Atracurium-hameln 10 mg/ml	90	60 (mittellang)
<b>Cisatracurium</b>	Nimbex® 5 mg	120	60 (mittellang)
<b>Mivacurium</b>	Mivacron® 10 mg	120	15–25 (kurz)
<b>Pancuronium</b>	Pancuroniumbromid-ratiopharm® 2 mg/ml	120–150	90–120 (lang)
<b>Rocuronium</b>	Esmeron® 10 mg/ml (Tab. 20.25) Esmeron® 10 mg/ml Tab. 20.25	60–90	60–90 (mittellang)



<b>Int. Freiname</b>	Rocuronium
<b>Indikationen</b>	Muskelrelaxation zur Erleichterung der endotrachealen Intubation
<b>Darreichungsformen</b>	1 Durchstechflasche – 10 ml – 100 mg Rocuronium
<b>Nebenwirkungen</b>	Anaphylaktische Reaktion, schlaffe Lähmung, Hautrötung, Tachykardie, Hypotonie, Schock, Bronchospasmus, Ateminsuffizienz, Apnoe, Urtikaria, Pruritus, Exanthem
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegenüber Rocuronium oder das Bromidion
<b>Dosierung</b>	RSI: 1,0 mg/kg KG
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 60–90 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 20–40 Min.</li> <li>• HWZ: 66–80 Min.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Als Antagonist steht

		Sugammadex (Bridion®) zur Verfügung.		
<b>Vecuronium</b>	Norcuron® 10 mg		120–180	60–90 (mittellang)

Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien besetzen den Acetylcholinrezeptor, ohne dass ein Aktionspotenzial ausgelöst wird.

Den depolarisierenden Muskelrelaxanzien liegen zwei Wirkungsmechanismen zugrunde. Zunächst reagieren sie, wie Acetylcholin selbst, mit dem Rezeptor der postsynaptischen Membran und depolarisieren diese. Eine Erregung breitet sich aus. Das Muskelrelaxans verweilt anschließend noch eine Zeit am Rezeptor, da es nicht so schnell abgebaut wird wie das Acetylcholin. Während dieser Zeit bleibt die Depolarisation der Muskelzellmembran bestehen, sie ist während dieser Zeit unerregbar. Diesen Zustand bezeichnet man als **Phase-I-Block** oder **Depolarisationsblock**. Dieser kann nicht durch die Gabe von Medikamenten aufgehoben werden.

Durch die Gabe hoher Dosen der depolarisierenden Muskelrelaxanzien kann es zur Entstehung eines **Dualblocks (Phase-II-Block)** kommen, dieser lässt sich mit Cholinesterasehemmstoffen wie Neostigmin oder Pyridostigmin antagonisieren.

Der Wirkstoff **Suxamethoniumchlorid** ([Tab. 20.26](#)) stellt das einzige depolarisierende Muskelrelaxans dar. Aufgrund seiner ultrakurzen Anschlagzeit wird es häufig für die Narkoseeinleitung beim aspirationsgefährdeten Patienten verwendet. Für diese Form der Narkoseeinleitung werden mehrere Begriffe synonym verwendet:

Lysthenon® 5 %-Injektionslösung

Tab. 20.26

<b>Int. Freiname</b>	Suxamethoniumchlorid (Succinylbicholin)
<b>Indikationen</b>	Muskelrelaxation zur Intubation im Rahmen einer Narkoseeinleitung
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 2 ml – 100 mg Suxamethoniumchlorid
<b>Nebenwirkungen</b>	Hyperkaliämie, Herzrhythmusstörungen wie Bradykardie oder junctionale Rhythmen, vermehrte Speichel- und Bronchialsekretion,

	laryngeales und pulmonales Ödem, Bronchospasmen, Anstieg des intragastralen Drucks (Gefahr von Erbrechen und Aspiration), Erhöhung des Augeninnendrucks, Histaminfreisetzung, möglicherweise Trigger einer malignen Hyperthermie, Myoglobinämie, Muskelschmerzen, Faszikulationen der Muskulatur häufig an Hals-, Brust-, Schulter- und Rückenbereich
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, fehlende Möglichkeit zur Durchführung einer künstlichen Beatmung, Patienten mit schwerwiegenden Verbrennungen oder schwerwiegenden Verletzungen, schwere Sepsis, maligne Hyperthermie, schwere Hyperkaliämie, Herzrhythmusstörungen, Stillzeit
<b>Dosierung</b>	1,0–1,5 mg/kg KG i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 40–60 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 5–10 Min.</li> <li>• HWZ: 3–10 Min.</li> </ul>

- Ileuseinleitung
- Blitzeinleitung
- Crush-Intubation

Heutzutage wird vermehrt der Begriff **Rapid Sequence Induction** (RSI) für diese Form der Narkoseeinleitung verwendet.

Der Einsatz von Suxamethoniumchlorid wird aufgrund der **teilweise schweren Nebenwirkungen** zunehmend kritisch bewertet. Beispielsweise hat der Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V. (DGAI) ausdrücklich den Verzicht auf Suxamethoniumchlorid gefordert.

Mit dem nicht depolarisierenden Muskelrelaxans Rocuronium ist eine interessante Alternative verfügbar. Rocuronium ist eine Weiterentwicklung des Wirkstoffs Vecuronium. Der Name Rocuronium bezieht sich auf die sehr kurze Anschlagzeit und bedeutet „rapid onset vecuronium“. Rocuronium ist seit 1996 verfügbar und seit 2008 mit Sugammadex der dazugehörige Antagonist.

Sugammadex ist nicht nur in der Lage, die Wirkung von Rocuronium, sondern auch die von Vecuronium zu antagonisieren.

## 20.3.7 Kardiaka

Unter dem Begriff Kardiaka sind alle Wirkstoffe mit vorwiegender **Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System** zusammengefasst.

### Antiarrhythmika

**Antiarrhythmika** werden zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen eingesetzt. Der ERC hat zur Behandlung bradykarder und tachykarder Herzrhythmusstörungen entsprechende Algorithmen (Kap. 23.5) herausgegeben.

Antiarrhythmika lassen sich in vier Klassen unterteilen (Tab. 20.27). Vaughan Williams hat diese Klassifizierung aufgrund des elektrophysiologischen Wirkungsspektrums der Antiarrhythmika im Jahr 1970 vorgenommen.

### Antiarrhythmikaklassen

Tab. 20.27

Klasse	Wirkung	Wirkstoffe (Beispiele)
<b>Ia</b> <b>(Chinidintyp)</b>	Verlängerung des Aktionspotenzials (AP) und der Refraktärzeit	Ajmalin, Chinidin
<b>Ib</b> <b>(Lidocaintyp)</b>	Verkürzung des AP, keine Beeinflussung oder nur geringe Verkürzung der Refraktärzeit	Lidocain, Mexiletin
<b>Ic</b>	Kein Einfluss auf AP-Dauer, Verlängerung der Refraktärzeit, Verlangsamung der Erregungsausbreitung	Flecainid, Propafenon

**II**

Unterdrückung von  
Katecholamineffekten (v. a.  
Kalziumeinstrom)

Atenolol, Bisoprolol, Esmolol, Metoprolol (Tab.  
20.28), Propranolol

Beloc<sup>®</sup> i. v.

Tab. 20.28

<b>Int. Freiname</b>	Metoprolol
<b>Indikationen</b>	Tachykarde Herzrhythmusstörungen, akuter Myokardinfarkt
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 5 ml – 5 mg Metoprolol
<b>Nebenwirkungen</b>	Blutdruckabfall, Synkopen, Palpitationen, Bradykardie, Belastungsdyspnoe, AV- Überleitungsstörungen, Verstärkung einer Herzinsuffizienz, kardiogener Schock, Atemnot, Auslösung einer Bronchokonstriktion, Müdigkeit, Schwindel, Kopfschmerz, allergische Reaktionen, Parästhesien
<b>Kontraindikationen</b>	Manifeste Herzinsuffizienz, Schock, AV-Block II. oder III. Grades, Sinusknotensyndrom, sinuatrialer Block, Bradykardie, Hypotonie



			(RR <sub>sys</sub> < 90 mmHg), Azidose, bronchiale Hyperreagibilität, gleichzeitige Einnahme von MAO-Hemmern, Überempfindlichkeit gegenüber anderen Betarezeptorenblockern, i. v. Applikation von Beloc®, bei Patienten unter Therapie mit Kalziumantagonisten vom Verapamil- und Diltiazemtyp sowie der i. v. Gabe der genannten Kalziumantagonisten
		<b>Dosierung</b>	Initial 5 mg langsam (1– 2 mg/Min.) i. v.
		<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 3–4 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 8–15 Std.</li> <li>• HWZ: 2–5 Std.</li> </ul>
<b>III</b>	Kaliumaustromhemmung, Verlängerung des AP und der Refraktärzeit	Amiodaron, Dronedaron, Sotalol	
<b>IV</b>	Kalziumeinstromhemmung, Leistungsverzögerung v. a. im Sinus- und AV-Knoten	Diltiazem, Gallopamil, Verapamil	

- Klasse I: Natriumkanalblocker

- Klasse II: Betarezeptorenblocker
- Klasse III: Kaliumkanalblocker
- Klasse IV: Kalziumkanalblocker

Antiarrhythmika der Klasse I werden noch einmal in drei Unterklassen unterteilt.

Neben den so klassifizierten Antiarrhythmika existieren noch weitere Wirkstoffe, die zur Therapie von Herzrhythmusstörungen eingesetzt werden können. Hierzu gehören Digitalis (z. B. Lanicor<sup>®</sup>) und Adenosin (z. B. Adrekar<sup>®</sup>).

Auch wenn Atropin zur Behandlung bradykarder Herzrhythmusstörungen eingesetzt wird, gehört es nicht zu den Antiarrhythmika im engeren Sinn.

Als Antiarrhythmikum der Klasse I wird im Rettungsdienst hauptsächlich **Ajmalin** (Gilurytmal<sup>®</sup>) zur antiarrhythmischen Therapie eingesetzt. Bei dem Klasse-Ib-Antiarrhythmikum **Lidocain** handelt es sich eigentlich um ein Lokalanästhetikum. Zur Therapie von Herzrhythmusstörungen wird Lidocain kaum noch eingesetzt. Durch die häufigere Anwendung intraossärer Zugänge auch bei wachen Patienten wird Lidocain nach erfolgreicher intraossärer Punktion als Lokalanästhetikum eingesetzt ([Kap. 20.1.1](#) und [Kap. 20.3.8](#)).

**Betarezeptorenblocker** (Klasse-II-Antiarrhythmika) werden als Antihypertensiva, Antianginosa, Antiarrhythmika, aber auch zur Prophylaxe der Migräne als Bedarfs- oder Dauermedikation eingesetzt. Sie wirken ausschließlich antagonistisch an den Betarezeptoren und blockieren dort die Katecholaminwirkungen (Adrenalin und Noradrenalin). Manche Betarezeptorenblocker werden als sog.  $\beta$ -1-selektive Betablocker bezeichnet. Dies bedeutet, dass sie vorwiegend an den  $\beta$ -1-Rezeptoren blockierend wirken. Leider können aber auch diese Betablocker an den  $\beta$ -2-Rezeptoren antagonistisch wirken, hierdurch kann bei prädisponierten Patienten ein Bronchospasmus ausgelöst werden.

**Amiodaron** (Cordarex<sup>®</sup>, [Tab. 20.29](#)) ist sicherlich der bekannteste Vertreter der Antiarrhythmika. Als Klasse-III-Antiarrhythmikum hemmt es den Kaliumausstrom. Amiodaron hat Lidocain bei der kardiopulmonalen Reanimation zu größten Teilen abgelöst. Bis zum Erscheinen der Guidelines im Jahr 2000 war Lidocain das Antiarrhythmikum der Wahl zur Behandlung von therapierefraktärem Kammerflimmern oder einer pulslosen ventrikulären Tachykardie. Aktuell soll Lidocain in diesen Situationen nur noch eingesetzt werden, wenn Amiodaron (Kap. 23.3) nicht zur Verfügung steht.

Tab. 20.29

<b>Int. Freiname</b>	Amiodaron
<b>Indikationen</b>	Symptomatische behandlungsbedürftige tachykarde supraventrikuläre Herzrhythmusstörungen wie AV-junktionale Tachykardie, supraventrikuläre Tachykardien bei WPW-Syndrom, paroxysmales Vorhofflimmern, schwerwiegend symptomatische Herzrhythmusstörung, im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation bei therapierefraktärem Kammerflimmern und pulsloser ventrikulärer Tachykardie
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 3 ml – 150 mg Amiodaron
<b>Nebenwirkungen</b>	Bradykardie, AV-Blockierungen bis hin zur Asystolie, proarrhythmische Wirkungen mit Veränderung oder Verstärkung der Herzrhythmusstörung bis hin zum Herz-Kreislauf-Stillstand, in Einzelfällen Torsade-de-pointes-Tachykardien und Kammerflimmern
<b>Kontraindikationen</b>	Sinusbradykardie, alle Formen der Leitungsverzögerung, AV-Block II. und III. Grades, bi- und trifaszikuläre Blöcke, vorbestehende QT-Verlängerung, Hypokaliämie, Kreislaufkollaps, Hypotonie, schwere Ateminsuffizienz, Herzinsuffizienz
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 mg/kg KG über mind. 3 Min. i. v., Repetition frühestens nach 15 Min.</li> <li>• Nach <b>nicht</b> erfolgreicher Kardioversion: 300 mg i. v. über 10–20 Min.</li> <li>• Kardiopulmonale Reanimation (therapierefraktäres VF/pVT): 300 mg als Bolus direkt nach der ersten Adrenalingabe (direkt nach dem 3. Schock), weitere 150 mg zu einem späteren Zeitpunkt möglich</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: wenige Minuten nach i. v. Gabe</li> <li>• Wirkdauer: bis zu 4 Std.</li> </ul>

- HWZ: bei oraler Therapie bis zu 100 Tage

Von den Klasse-IV-Antiarrhythmika ist der Wirkstoff **Verapamil** (Isoptin<sup>®</sup>) im Rettungsdienst am häufigsten verbreitet. Verapamil hemmt den Kalziumeinstrom in die Zelle. Es wird zur Behandlung supraventrikulärer Tachykardien sowie zur Therapie von Vorhofflimmern oder -flattern eingesetzt.

Generell sollten bei der Behandlung von Herzrhythmusstörungen die Algorithmen des ERC (**Brady- und Tachykardiealgorithmus**) beachtet werden (Kap. 23.5).

**Adenosin** (Adrekar<sup>®</sup>) galt als Mittel der Wahl (siehe Bemerkungen in [Tab. 20.30](#)) bei regelmäßigen supraventrikulären Tachykardien. Es wirkt durch die Aktivierung von Kalium- und Natriumkanälen in Sinus- und AV-Knoten. Zusätzlich führt es zu einer Verlängerung der AV-Knotenrefraktärzeit durch eine Hemmung des Kalziumeinstroms. Es kommt zu einer Hemmung der AV-Überleitung. Nebenwirkungen der Gabe von Adenosin ist eine Vasodilatation mit Flush und Hypotonie. Weiterhin kann ein Bronchospasmus auftreten.

Adrekar<sup>®</sup>

Tab. 20.30

<b>Int. Freiname</b>	Adenosin
<b>Indikationen</b>	Paroxysmale AV-junktionale Tachykardien; paroxysmale supraventrikuläre Tachykardien bei Kindern und Jugendlichen
<b>Darreichungsformen</b>	1 Durchstechflasche – 2 ml – 6 mg Adenosin
<b>Nebenwirkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sehr häufig</b> (<math>\geq 10\%</math>): Bradykardie, Asystolie (i. d. R. transient und selbst limitierend), Sinuspause, Herzstolpern, Vorhofextrasystolen, AV-Block, erhöhte ventrikuläre Erregbarkeit (z. B. ventrikuläre Extrasystolen), Arrhythmien (anhaltende oder selbst limitierende ventrikuläre Tachykardien), Dyspnoe, Gefühl der Brusteingengung, Brustschmerz, Brustdruck, Flush</li> <li>• <b>Häufig bzw. gelegentlich:</b> anaphylaktische Reaktionen, innere Unruhe, Kopfschmerzen, Schwindel, Benommenheit, Bewusstlosigkeit, Krampfanfälle, Sehstörungen, Sinustachykardie, Palpitationen, Blutdruckabfall, Vorhofflimmern, Myokardinfarkt,</li> </ul>

	Hyperventilation, Bronchospasmus, akute Ateminsuffizienz, Apnoe, Übelkeit, Erbrechen, metallischer Geschmack, brennendes Gefühl, Schwitzen, allgemeines Unwohlsein
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Adenosin, AV-Block II. und III. Grades, Sick-Sinus-Syndrom, Vorhofflimmern oder -flattern, chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Asthma bronchiale, verlängertes QT-Intervall, schwere Hypotonie, dekompensierte Herzinsuffizienz
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initial 3 mg i. v. als Bolus schnell über 2 Sek., bei Wirkungslosigkeit nach jeweils 1–2 Min.:</li> <li>• 2. Dosis: 6 mg</li> <li>• 3. Dosis: 9 mg</li> <li>• 4. Dosis: 12 mg jeweils als i. v. Bolus schnell über 2 Sek.</li> <li>• <b>ERC-Empfehlung:</b> 6–12–12 mg jeweils als Bolus schnell über 2 Sek. i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: sofort nach Applikation</li> <li>• Wirkdauer: &lt; 10 Sek.</li> <li>• HWZ: &lt; 10 Sek.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Der Hersteller informiert in der aktuellen Fachinformation (Stand Februar 2015), dass sich Adrekar bei Patienten mit Vorhof- oder Kammertachykardien oder Tachykardien, die auf Vorhofflimmern oder -flattern zurückzuführen sind, als <b>wirkungslos erwiesen</b> hat

Adenosin ist kontraindiziert bei AV-Blockierungen Grad II und III, einem Sick-Sinus-Syndrom, Vorhofflimmern, verlängertem QT-Intervall sowie bei obstruktiven Atemwegserkrankungen.

Adenosin wird initial als Bolus sehr schnell in einer Dosierung von 6 mg (abweichend von den Herstellerempfehlungen) intravenös appliziert. Bei Erfolglosigkeit können Wiederholungsgaben von jeweils 12 mg erfolgen.

**Digitalis** kommt im Rettungsdienst nur noch sehr selten zum Einsatz. Grund hierfür ist die

geringe therapeutische Breite dieser Wirkstoffe und die damit verbundenen schnell auftretenden Nebenwirkungen. Digitalispräparate wirken durch eine Hemmung der Natrium-Kalium-Pumpe.

## Anticholinergika

Neben Ipratropiumbromid ([Kap. 20.3.5](#)) gehört das Atropin zu den **Anticholinergika** oder auch Parasympatholytika. **Atropin** ([Tab. 20.31](#)) wird sowohl als Antidot bei Vergiftungen mit Cholinesterasehemmstoffen ([Kap. 40.3.3](#)) als auch zur Behandlung bradykarder Herzrhythmusstörungen eingesetzt. Im Rahmen einer Narkose kann Atropin zur Prämedikation zum Zweck einer Vagusdämpfung verabreicht werden.

Atropinsulfat B. Braun 0,5 mg/ml/Atropinsulfat – 100 mg (Antidot)

### Tab. 20.31

<b>Int. Freiname</b>	Atropinsulfat (Atropin)
<b>Indikationen</b>	Narkoseprämedikation, Kurzzeittherapie von akut aufgetretenen bradykarden Herzrhythmusstörungen, Antidot bei Vergiftungen mit Parasympathomimetika (Cholinesterasehemmstoffe)
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Ampulle – 1 ml – 0,5 mg Atropin</li><li>• 1 Ampulle – 10 ml – 100 mg Atropin (Antidot)</li></ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Mundtrockenheit, Abnahme der Schweißsekretion, Sehstörungen, Halluzinationen, Auslösung eines anticholinergen Syndroms, tachykarde Herzrhythmusstörungen, Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs
<b>Kontraindikationen</b>	Tachykarde Herzrhythmusstörungen, Tachykardie bei Herzinsuffizienz, Koronarstenose, akutes Lungenödem, Engwinkelglaukom, paralytischer Ileus, bekannte Überempfindlichkeit gegenüber Atropin oder anderen Anticholinergika
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Symptomatische Bradykardie:</b> 0,5–3 mg i. v.</li><li>• <b>Vergiftung mit Parasympathomimetika:</b></li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erwachsene: initial 2–5 mg i. v.</li> <li>◦ Kinder: initial 0,5–2 mg i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 5–40 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 30–120 Min.</li> <li>• HWZ: 2,5 Std.</li> </ul>

Bei bradykarden Herzrhythmusstörungen (Kap. 23.5) wird einem instabilen Patienten gemäß ERC-Bradykardiealgorithmus 0,5 mg Atropin i. v. appliziert. Bei nicht ausreichender Wirkung können bis zu 3 mg Atropin gegeben werden.

Atropin wirkt durch eine kompetitive Hemmung von Acetylcholin an muskarinergen, cholinergen Neuronen. Die Wirkungen von Atropin sind dosisabhängig und rufen im Maximalfall ein anticholinerges Syndrom (Kap. 40.2) hervor. Nach der Gabe von 3 mg Atropin kommt es bei einem Erwachsenen zu einer kompletten Blockade des N. vagus. Diese Dosis reicht allerdings bei Vergiftungen mit Cholinesterasehemmstoffen häufig nicht aus. Der konkurrierende Kampf um den Rezeptor ist abhängig von der Menge des jeweiligen Wirkstoffs. Sobald der Antagonist in einer höheren Dosierung vorliegt, ist er in der Lage, den Agonisten vom Rezeptor zu verdrängen.

## Antihypertonika

Zur **Therapie der arteriellen Hypertonie** werden Betarezeptorenblocker, Kalziumantagonisten, Diuretika, Alpharezeptorenblocker und ACE-Hemmer eingesetzt. Im Rettungsdienst findet man neben den Diuretika ([Kap. 20.3.7](#)) als klassische Antihypertonika die  $\alpha$ -2-Rezeptorenagonisten und  $\alpha$ -1-Rezeptorenantagonisten sowie die Kalziumantagonisten zur Behandlung des hypertensiven Notfalls ([Kap. 27.2.7](#)).

**Clonidin** (Catapresan<sup>®</sup>) ist ein Imidazolinderivat mit agonistischer Wirkung an den  $\alpha$ -2-Rezeptoren. **Urapidil** ([Tab. 20.32](#)) blockiert die präsynaptischen  $\alpha$ -1-Rezeptoren, was zu einer peripheren Vasodilatation führt. Zusätzlich verursacht es durch zentrale Stimulierung von Serotoninrezeptoren eine Sympathikolyse. Es kommt zu einer Abnahme des pulmonalarteriellen Drucks sowie der links- und rechtsventrikulären Fülldrücke. **Nitrendipin** (Bayotensin<sup>®</sup> akut, [Tab. 20.33](#)) ist ein Kalziumantagonist vom Nifedipin-Typ. Diese wirken vermehrt an der glatten

Muskulatur der Gefäße. Durch die Blockade des Kalziumeinstroms kommt es zu einer Dilatation der Widerstandsgefäße und der epikardialen Koronarien.

Ebrantil® i. v. 50 mg

Tab. 20.32

<b>Int. Freiname</b>	Urapidil
<b>Indikationen</b>	Hypertensive Notfälle, schwere und schwerste Formen der Hypertonie, therapieresistente Hypertonie
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 10 ml – 50 mg Urapidil
<b>Nebenwirkungen</b>	Schwindel, Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Schweißausbrüche, Müdigkeit, Herzklopfen, Brady- oder Tachykardie, Arrhythmie, Druckgefühl oder Schmerzen in der Brust (ähnlich Angina pectoris), Dyspnoe, allergische Reaktionen wie Pruritus, Hautrötung und Exantheme, Angioödem, Urtikaria, Priapismus, Verminderung der Thrombozytenzahl
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, bekannte Aortenisthmusstenose und arteriovenöser Shunt, Stillzeit
<b>Dosierung</b>	10–50 mg langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: innerhalb von 5 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 1–3 Std.</li> <li>• HWZ: 2–4 Std.</li> </ul>

Bayotensin® akut

Tab. 20.33

<b>Int. Freiname</b>	Nitrendipin
<b>Indikationen</b>	Behandlung des hypertensiven Notfalls
<b>Darreichungsformen</b>	1 Phiole – 1 ml – 5 mg Nitrendipin
<b>Nebenwirkungen</b>	Allergische Reaktionen, Angstzustände, Schlafstörungen,

	Kopfschmerzen, Schwindel, Benommenheit, Müdigkeit, Hypästhesien, Sehstörungen, Palpitationen, Angina pectoris, Thoraxschmerzen, Tachykardie, Ödeme, Flush mit Erythem, Hypotonie, Dyspnoe, Epistaxis, Flatulenz, gastrointestinale und abdominale Schmerzen, Durchfall, Völlegefühl, Übelkeit, Erbrechen, Mundtrockenheit, Dyspepsie, Obstipation, Gastroenteritis, Leberenzym erhöhungen, Myalgie, Polyurie, unspezifischer Schmerz
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, Schock, instabile Angina pectoris, akuter Myokardinfarkt (innerhalb der ersten 4 Wochen), dekompensierte Herzinsuffizienz, höhergradige Aortenstenose, Schwangerschaft, Stillzeit
<b>Dosierung</b>	<b>1 Phiole – 5 mg</b> wird in den Mund hinein ausgedrückt und die Lösung sofort hinuntergeschluckt, Repetition nach 30–60 Min. möglich
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: 4–6 Std.</li> <li>• HWZ: 8–12 Std.</li> </ul>

## Antihypotonika

Abhängig von der Ursache kann eine **Hypotonie** unter anderem durch die direkten und indirekten Sympathomimetika behandelt werden. Ist ein Volumenmangel Grund der Hypotonie, muss dieser natürlich zuerst behandelt werden.

Nicht immer sind potente direkte Sympathomimetika wie die Katecholamine ([Kap. 20.3.7](#)) notwendig. Oftmals ist das Wirkstoffgemisch **Theodrenalin/Cafedrin** (Akrinor<sup>®</sup>) zur Behandlung der Hypotonie ausreichend. Theodrenalin ist ein Gemisch aus Theophyllin und Noradrenalin, Cafedrin ein Gemisch aus Koffein und Ephedrin.

Das Wirkstoffgemisch wirkt zweiphasig, in der ersten Phase kommt es zu einer die Stimulation von  $\alpha$ - und  $\beta$ -1-Rezeptoren. Hieraus resultieren eine Kontraktilitätszunahme des Myokards und eine Erhöhung des peripheren Widerstands. Diese Phase wird durch Theodrenalin hervorgerufen. Die

zweite Phase setzt verzögert ein, in dieser Phase wird die Betarezeptorenstimulation durch Cafedrin wieder reduziert. Dies führt zu einer Tonuserhöhung der großen Venen mit nachfolgender Erhöhung der ventrikulären enddiastolischen Wandspannung. Dies führt insbesondere bei relativem Volumenmangel zu einer Verbesserung der Kontraktilität. Das Medikament wird nach klinischer Wirkung dosiert.

## Diuretika

Diuretika sind Wirkstoffe, die eine **vermehrte Harnausscheidung** bewirken. Im Rettungsdienst kommt das Schleifendiuretikum **Furosemid** zum Einsatz (Tab. 20.34). Schleifendiuretika wirken an der Henle-Schleife. Dort führen sie zu einer reversiblen Hemmung des  $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-2Cl}^-$ -Transporters. Als Folge werden diese Elektrolyte vermehrt ausgeschieden. Durch den Volumenverlust kommt es zu einer Vorlastsenkung und zu einer milden Senkung der Nachlast durch Vasodilatation.

Lasix<sup>®</sup> 40 mg-Injektionslösung

Tab. 20.34

<b>Int. Freiname</b>	Furosemid
<b>Indikationen</b>	Lungenödem (z. B. bei akuter Herzinsuffizienz), hypertensiver Notfall (neben anderen therapeutischen Maßnahmen)
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 4 ml – 40 mg Furosemid
<b>Nebenwirkungen</b>	Schwere anaphylaktische Reaktionen, Hypovolämie, Hypotonie, Kreislaufkollaps, Elektrolytstörungen und deren Folgen Übelkeit, Erbrechen, Parästhesien, reversibler Hörsturz vor allem bei zu schneller Injektion
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Furosemid und Sulfonamide, Nierenversagen mit Anurie, Koma und Praecoma hepaticum, schwere Hypokaliämie, schwere Hyponatriämie, Hypovolämie, Dehydratation, Stillzeit, Kinder < 15 Jahre dürfen Furosemid nur ausnahmsweise bei bedrohlichen Zuständen erhalten
<b>Dosierung</b>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initial 20–40 mg i. v.</li> <li>• Kinder: 1 mg/kg KG i. v. (<b>Ausnahmefälle!</b>)</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 2–15 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 3–6 Std.</li> <li>• HWZ: 1 Std.</li> </ul>

## Antikoagulanzen

Antikoagulanzen verhindern durch eine verminderte Fibringerinnung den endgültigen Wundverschluss, die sekundäre Hämostase wird gehemmt. Man unterscheidet **direkte** und **indirekte Antikoagulanzen**. Zu den direkten Antikoagulanzen gehört das **Heparin** (Tab. 20.35). Es greift unmittelbar hemmend in die Gerinnungskaskade ein. Indirekte Antikoagulanzen führen über eine verminderte Bildung des Prothrombin zu einer gerinnungshemmenden Wirkung.

Heparin-Natrium-5000-ratiopharm®

### Tab. 20.35

<b>Int. Freiname</b>	Heparin
<b>Indikationen</b>	ACS, akute Lungenembolie, arterielle und venöse Verschlüsse
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 0,2 ml – 5 000 IE Heparin
<b>Nebenwirkungen</b>	Blutungen aus Haut, Schleimhäuten, Wunden, Gastrointestinal- und Urogenitaltrakt, allergische Reaktionen bis hin zum anaphylaktischen Schock, Vasospasmen, Priapismus
<b>Kontraindikationen</b>	Allergisch bedingte Thrombozytopenie, hämorrhagische Diathese, Ulzera im Magen-Darm-Trakt, manifeste Blutung
<b>Dosierung</b>	70–100 IE/kg KG – max. 5 000 IE i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn. sofort nach i. v. Gabe</li> <li>• Wirkdauer: –</li> <li>• HWZ: dosisabhängig 90–120 Min.</li> </ul>

Heparin wird bei einem ACS (Kap. 27.2.5) in einer Dosierung von 70–100 IE/kg KG bis zu einer maximalen Dosierung von 5 000 IE eingesetzt.

## Thrombozyten-Aggregationshemmstoffe

Thrombozyten-Aggregationshemmstoffe werden **beim ACS** eingesetzt. Die **Acetylsalicylsäure**, eigentlich ein Schmerzmittel, gilt hierfür als Standardwirkstoff. ASS (Tab. 20.5) führt zu einer irreversiblen Hemmung der Cyclooxygenase. Folge hiervon ist die Hemmung der Thombosynthese.

Aspirin<sup>®</sup> i. v.

Tab. 20.5

<b>Int. Freiname</b>	Acetylsalicylsäure
<b>Indikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Akute mäßige bis starke Schmerzen, Fieber, akute Behandlung der Kopfschmerzphase von Migräneanfällen</li><li>• <b>Rettungsdienstrelevanter Einsatz:</b> <b>Thrombozytenaggregationshemmung bei ACS</b></li></ul>
<b>Darreichungsformen</b>	1 Durchstechflasche – Inhalt entspricht 0,5 g Acetylsalicylsäure – und 1 Ampulle – 5 ml – Lösungsmittel
<b>Nebenwirkungen</b>	Schlechte Magenverträglichkeit, Ulkusneigung, Übelkeit, Erbrechen bei hohen Dosierungen, Auslösung einer Bronchokonstriktion möglich
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff oder andere Salicylate, Asthmaanfälle in der Vergangenheit durch Salicylate ausgelöst, akute gastrointestinale Ulzera, hämorrhagische Diathese, Leber- und Nierenversagen, schwere nicht eingestellte Herzinsuffizienz, letztes Trimenon der Schwangerschaft
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analgesie und Antipyrese: 500–1 000 mg langsam i. v.</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thrombozytenaggregationshemmung bei ACS: 75–325 mg langsam i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thrombozytenaggregationshemmung ab &lt; 30 mg/d</li> <li>• Wirkungseintritt: nach ca. 30 Min.</li> <li>• Wirkdauer: Analgesie: 4–6 Std., Thrombozytenaggregation: mehrere Tage</li> <li>• HWZ: 2–3 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	ASS kann zur Thrombozytenaggregationshemmung auch oral (z. B. Aspirin® Protect 300 mg) verabreicht werden (Empfehlung: ERC/ESC).

## Geschichte der Acetylsalicylsäure

Die Acetylsalicylsäure ist das älteste nichtopioid Analgetikum. Schon Hippokrates erkannte, dass die Rinde und Blätter des Weidenbaums zu medizinischen Zwecken zu gebrauchen waren. Im Jahr 1897 gelang es Felix Hofmann, einem Chemiker der Firma Bayer, den Wirkstoff Acetylsalicylsäure in reiner und stabiler Form herzustellen. Zwei Jahre später wurde das Medikament „Aspirin“ in die Warenzeichenrolle des kaiserlichen Patentamtes aufgenommen und somit offiziell zu einer Marke. 1900 wurde die erste 500-mg-Tablette auf den Markt gebracht und Aspirin war damit eines der ersten Medikamente der Welt, das in einer exakt dosierbaren Form erhältlich war. Nach dem Zweiten Weltkrieg entdeckte Singer die Blutungstendenz nach chirurgischen Interventionen, wenn Aspirin als Schmerzmittel eingenommen wurde. Erst im Jahr 1971 entdeckte Sir John Vane die prostaglandinsynthesehemmende Wirkung von Aspirin. Im Jahr 1983 erscheint die Publikation über die erste plazebokontrollierte, randomisierte Doppelblindstudie über die prophylaktische Einnahme von Aspirin bei Männern mit einem ACS. Damals wurden 324 mg pro Tag eingenommen. Im Jahr 1993 erhielt Aspirin die **Zulassung zur oralen Akuttherapie** des Herzinfarkts. Eine Zulassung zur parenteralen Akuttherapie des Herzinfarkts bzw. des ACS gibt es nicht.

## Fibrinolytika

Fibrinolytika sind Wirkstoffe, die die **Auflösung von Blutgerinnsel** fördern. Die klassischen Fibrinolytika sind die Streptokinase und die Urokinase. Beide Substanzen sind sog. Plasminogenaktivatoren, sie wirken unspezifisch auf Fibrinogen und Fibrin. Als Referenzsubstanz für die neueren Plasminogenaktivatoren, Reteplase und Tenecteplase (Tab. 20.36), gilt die Alteplase. Diese Wirkstoffe haben eine höhere Fibrinaffinität, wodurch es zu einer hohen lokalen Effektivität am Thrombus und zu geringeren systemischen Effekten kommt.

Metalyse<sup>®</sup> 10 000 U

Tab. 20.36

<b>Int. Freiname</b>	Tenecteplase (TNK)
<b>Indikationen</b>	Thrombolytische Therapie bei V. a. Myokardinfarkt mit andauernder ST-Streckenhebung oder frischem Linksschenkelblock; Lysetherapie unter laufender Reanimation wenn als reversible Ursache ein thromboembolisches Ereignis (LAE) vermutet wird
<b>Darreichungsformen</b>	1 Durchstechflasche – 10 000 U* (50 mg) Tenecteplase + 1 Fertigspritze mit 10 ml Wasser für Injektionszwecke
<b>Nebenwirkungen</b>	Anaphylaktische Reaktion, intrakranielle Blutungen, Augenblutungen, Blutungen generell, Reperfusionarrhythmien, perikardiale Blutung, Embolien (thrombotische Embolisierung), Nasenbluten, pulmonale Blutungen, GI-Blutungen, Übelkeit und Erbrechen, Fieber, selten: Herzstillstand, Re-Infarkt, kardiogener Schock, Mitralklappeninsuffizienz, Perikarderguss, venöse Thrombosen, Herztamponade, Myokardruptur
<b>Kontraindikationen</b>	<b>Absolute Kontraindikation:</b> schwere Blutung (akut oder innerhalb der letzten 6 Monate), orale Antikoagulantientherapie, bekannte hämorrhagische Diathese, schwere nicht kontrollierbare Hypertonie, große Operationen, Biopsie eines parenchymatösen Organs oder schweres Trauma in den letzten 2 Monaten, kürzlich erlittene Schädelverletzungen, akute Perikarditis und/oder subakute bakterielle Endokarditis, akute Pankreatitis, schwere Leberfunktionsstörung einschließlich Leberversagen, Zirrhose, Pfortaderhochdruck

(Ösophagusvarizen) und aktiver Hepatitis, aktive peptische Ulzera, arterielles Aneurysma und bekannte arteriovenöse Missbildungen, hämorrhagischer Schlaganfall oder Schlaganfall unklarer Genese in der Anamnese in den vergangenen 6 Monaten, Demenz, Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff

### Dosierung

- Gewichtsbezogene Dosierung:
  - < 60 kg KG = 6 000 U
  - 60–70 kg KG = 7 000 U
  - 70–80 kg KG = 8 000 U
  - 80–90 kg KG = 9 000 U
  - > 90 kg KG = 10 000 U
- Maximaldosis: 10 000 U

### Pharmakokinetische Daten

HWZ: 24 Min.

\* U = Units, wird mit IE = internationale Einheiten gleichgesetzt

Präklinisch konnte sich die Lysetherapie als Mittel der ersten Wahl, z. B. bei einem ST-Hebungsinfarkt (STEMI, Kap. 27.2.5) oder bei der Lungenarterienembolie (Kap. 27.3.4) nicht durchsetzen. Ihren berechtigten Einsatz hat die Lysetherapie nur in wenigen Ausnahmefällen, z. B. bei einem STEMI mit hämodynamischer Instabilität in ländlichen Gebieten. Das Gleiche gilt für eine Lungenarterienembolie. Auch im Rahmen einer kardiopulmonalen Reanimation bei vermuteter Lungenarterienembolie (LAE) als Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstands kann eine Lysetherapie indiziert sein (Kap. 23.2.5).

## Nitrate

Die Nitrate werden meist zur **Behandlung der Angina pectoris** als sog. Antianginosa eingesetzt. Im Rettungsdienst kommt hauptsächlich der Wirkstoff Glyceroltrinitrat ([Tab. 20.37](#)) zum Einsatz. Daneben gibt es noch die Wirkstoffe

Tab. 20.37

<b>Int. Freiname</b>	Glyceroltrinitrat
<b>Indikationen</b>	Behandlung des akuten Angina-pectoris-Anfalls, akuter Myokardinfarkt, akute Linksherzinsuffizienz
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Flasche mit 20 ml Spray</li> <li>• 1 Sprühstoß – 0,4 mg Glyceroltrinitrat</li> </ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Kopfschmerz (Nitratkopfschmerz), Reflextachykardie, Blutdruckabfall, Kollapszustände, bradykarde Herzrhythmusstörungen, Flush, allergische Reaktionen, Übelkeit, Erbrechen, Methämoglobinämie
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Glyceroltrinitrat, akutes Kreislaufversagen, ausgeprägte Hypotonie ( $RR_{\text{sys}} < 90 \text{ mmHg}$ ), hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie, Erkrankungen die mit einem erhöhten intrakraniellen Druck einhergehen (zerebrale Blutungen, SHT), schwere Anämie, Einnahme von PDE-5-Hemmern innerhalb der letzten 48 Stunden
<b>Dosierung</b>	1–3 Sprühstöße (entspricht 0,4–1,2 mg); Sprühstöße im Abstand von ca. 30 Sek. bei angehaltenem Atem in die Mundhöhle sprühen
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 1–2 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 30–60 Min.</li> <li>• HWZ: 3 Min.</li> </ul>

- Isosorbiddinitrat,
- Isosorbidmononitrat und
- Pentaerythrithyltetranitrat.

Als Spray stehen nur Glyceroltrinitrat (z. B. Nitrolingual akut<sup>®</sup> Spray) und Isosorbiddinitrat (Isoket<sup>®</sup> Spray) zur Verfügung. Neben Kapseln und Tabletten existieren auch transdermale Pflaster zur Applikation von Nitraten.

Die Tonussenkung der glatten Gefäßmuskelzelle resultiert aus der Aktivierung der Guanylatzyklase und einer damit verbundenen Erhöhung des zellulären cGMP-Gehalts. Diese Aktivierung kommt durch die Freisetzung von Stickstoffmonoxid zustande. Durch die Gabe von Nitraten wird verstärkt Stickstoffmonoxid freigesetzt. Nachfolgend kommt es zu einer Vasodilatation mit Senkung der Vorlast. In höherer Dosierung kommt es auch zu einer Senkung der Nachlast durch eine arterielle Vasodilatation. Weiterhin nimmt die Myokardperfusion zu. Die Nitratgabe bewirkt zudem eine Dilatation der glatten Muskulatur im Bronchial-, Gastrointestinal- und Gallenwegssystem sowie dem Harnleiter.

Bei kontinuierlicher Einnahme von Nitraten kommt es zu einer **Nitrattoleranz** mit einer Abschwächung der Nitratedeffekte.

Nitrate dürfen **auf keinen Fall verabreicht** werden, wenn innerhalb der letzten 48 Stunden Phosphodiesterase-5-Hemmstoffe (PDE 5) eingenommen wurden. Diese Wirkstoffe werden zu Behandlung der erektilen Dysfunktion (z. B. Viagra<sup>®</sup>) oder zur Behandlung des pulmonalen Hochdrucks (z. B. Revatio<sup>®</sup>) eingesetzt. PDE 5 ist für den Abbau von Stickstoffmonoxid verantwortlich. Die Kombination von PDE-5-Hemmstoffen und Nitraten würde zu einem Überschuss an Stickstoffmonoxid und letztendlich zu massiven Blutdruckabfällen führen.

## Achtung

Vor der Applikation von Nitraten müssen alle Patienten, unabhängig von Alter und Geschlecht, **zwingend** nach einer möglichen Einnahme von PDE-5-Hemmstoffen gefragt werden. Patienten die innerhalb der letzten 48 Stunden PDE-5-Hemmstoffe eingenommen haben, dürfen keine Nitrate erhalten. PDE-5-Hemmstoffe sind die Wirkstoffe:

- Sildenafil (Viagra<sup>®</sup>, Revatio<sup>®</sup>)
- Tadalafil (Cialis<sup>®</sup>, Adcirca<sup>®</sup>)
- Vardenafil (Levitra<sup>®</sup>)

# Katecholamine

Als **Katecholamine** bezeichnet man die Gruppe der biogenen Amine. Dopamin und Noradrenalin werden als primäre Katecholamine, Adrenalin als sekundäres Katecholamin bezeichnet.

Die Synthese der Katecholamine erfolgt durch die Umwandlung von L-Tyrosin im Zytoplasma der Nervenzelle und in der Nebennierenmarkszelle zu Dopamin. Durch die Dopamin-Beta-Hydroxylase entsteht in den sympathischen Nervenenden und im Nebennierenmark Noradrenalin. Adrenalin entsteht durch die Umwandlung von Noradrenalin mittels der Phenyl-N-Methyltransferase im Nebennierenmark sowie einigen Neuronen des ZNS.

Adrenalin ([Tab. 20.38](#)), Dopamin und Noradrenalin ([Tab. 20.39](#)) sind also natürlich vorkommende Katecholamine, während Isoprenalin, Dobutamin und Dopexamin synthetische Katecholamine darstellen.

Suprarenin<sup>®</sup>-Ampullen

Tab. 20.38

<b>Int. Freiname</b>	Adrenalin (Epinephrin)
<b>Indikationen</b>	Kardiopulmonale Reanimation, schwere anaphylaktische Reaktion, anaphylaktischer Schock, hämodynamisch wirksame Bradykardie, Obstruktion der oberen Atemwege aufgrund allergisch/entzündlicher Reaktionen
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 1 ml – 1 mg Adrenalin
<b>Nebenwirkungen</b>	Tachykarde Herzrhythmusstörungen bis hin zum Kammerflimmern, pectanginöse Beschwerden, Myokardischämie, Hypertonus, Hypokaliämie, Hypomagnesiämie, Dyspnoe, Lungenödem, zerebrale Krampfanfälle, evtl. schwere Hypoglykämie, Mydriasis, Kopfschmerz, Tremor, Hypersalivation, Übelkeit, Erbrechen, Blässe, Muskelkrämpfe, Oligurie, Anurie, Miktionsstörungen, ischämische Nekrosen im Anwendungsgebiet insbesondere bei para- oder perivasaler Gabe
<b>Kontraindikationen</b>	Tachykarde Herzrhythmusstörungen, Hypertonus, Cor pulmonale,



schwere Niereninsuffizienz

## Dosierung

- **Kardiopulmonale Reanimation:**

- Erwachsene: 1 mg alle 3–5 Min. i. v. oder i. o.
- Kinder: 0,01 mg/kg KG alle 3–5 Min.

- **Schwere anaphylaktische Reaktion:**

- Erwachsene/Kinder > 12 Jahre: 0,5 mg i. m.
- Kinder 6–12 Jahre: 0,3 mg i. m.
- Kinder < 6 Jahre: 0,15 mg i. m.

- **Atemwegsobstruktion aufgrund allergisch/entzündlicher Reaktionen:** Verneblung: 2–5 mg

## Pharmakokinetische Daten

- Wirkungsbeginn: 30–60 Sek.
- Wirkdauer: 3–5 Min.
- HWZ: 3–10 Min.

Arterenol<sup>®</sup> 1 ml

### Tab. 20.39

<b>Int. Freiname</b>	Noradrenalin (Norepinephrin)
<b>Indikationen</b>	Septischer Schock, wenn durch alleinige Volumentherapie keine Kreislaufstabilisierung erreicht werden kann
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 1 ml – 1 mg Noradrenalin
<b>Nebenwirkungen</b>	Herzklopfen, pectanginöse Beschwerden, myokardiale Ischämie, Hypertonus, reflektorische Bradykardie, Herzrhythmusstörungen bis hin zum Kammerflimmern, Vasokonstriktion, Kältegefühl in den Extremitäten, Hyperglykämie, metabolische Azidose, Dyspnoe, Lungenödem bei zu starkem Blutdruckanstieg, Hypersalivation, Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Unsicherheits- und Angstgefühl,

	Zittern, Ruhelosigkeit, Verwirrheitszustände und Psychosen, Oligurie, Anurie, Miktionsstörungen, Blässe, Schwitzen, ischämische Nekrosen im Anwendungsgebiet insbesondere bei para- oder perivascularer Gabe
<b>Kontraindikationen</b>	Hypertonie, Hyperthyreose, Phäochromozytom, Engwinkelglaukom, paroxysmale Tachykardie, hochfrequente absolute Arrhythmie, schwere Nierenfunktionsstörungen, Prostataadenom mit Restharnbildung, Koronar- und Herzmuskelerkrankungen, sklerotische Gefäßveränderungen, Cor pulmonale
<b>Dosierung</b>	0,014–0,28 µg/kg KG/Min. i. v., Applikation idealerweise über eine Spritzenpumpe: 5 ml Noradrenalin (entspricht 5 mg) mit NaCl 0,9 % auf 50 ml Gesamtvolumen. Laufgeschwindigkeit: 0,6–12 ml/Std.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: sofort</li> <li>• Wirkdauer: 1–2 Min.</li> <li>• HWZ: 2 Min.</li> </ul>

Katecholamine kommen vorwiegend zur Behandlung von **Erkrankungen mit Einschränkungen der Hämodynamik** zum Einsatz. Die wichtigsten Effekte der Katecholamine sind die Vasokonstriktion (arteriell und venös) und die Vermittlung von positiv chrono- und inotropen Effekten am Herzen. Katecholamine wirken unterschiedlich ausgeprägt über ihre mimetische Wirkung an Alpha- und Betarezeptoren.

## Mineralstoffpräparate – Kalzium und Magnesium

Kalzium und Magnesium sind Mineralstoffe. **Kalzium** wird zur Behandlung von Flusssäureverätzungen eingesetzt. Hierbei wird das Kalzium in die verletzte Haut infiltriert. Weiterhin wird Kalzium im Rahmen der Behandlung einer Hyperkaliämie zur Neutralisierung der hyperkaliämischen Effekte am Myokard eingesetzt. Hierzu werden 10 ml Kalziumglukonat 10 % über 2–5 Minuten intravenös appliziert. Die Wirkung von Kalium und Kalzium ist am Herz- und Skelettmuskel sowie an der Nervenzelle antagonistisch.

**Magnesium** ist an mehr als 300 intrazellulären und membranassoziierten Reaktionen beteiligt. Dies beruht auf der Funktion von Magnesium als Kofaktor enzymatischer Reaktionen und der

Wirkung als Kalziumantagonist. Magnesium wirkt relaxierend auf die glatte Muskulatur.

Es wird zur Therapie ventrikulärer Herzrhythmusstörungen (Kap. 27.2.9) in Form einer **Torsade-de-pointes-Tachykardie** eingesetzt. Hierzu werden 2 g Magnesiumsulfat (z. B. Cormagnésin 400) langsam i. v. appliziert (Tab. 20.40).

Cormagnésin 400

Tab. 20.40

<b>Int. Freiname</b>	Magnesiumsulfat
<b>Indikationen</b>	Kardiopulmonale Reanimation (therapierefraktäre pVT als Torsade-de-pointes-Tachykardie), Herzrhythmusstörungen besonders Torsade-de-pointes-Tachykardien, ventrikuläre Tachykardien infolge einer Digitalistherapie, Präeklampsie, Eklampsie, schwerer Asthmaanfall
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 10 ml – 2 g Magnesiumsulfat
<b>Nebenwirkungen</b>	Bei hoher Dosierung sind Bradykardien, Blutdrucksenkung, Überleitungsstörungen und periphere Gefäßerweiterung möglich, bei zu schneller Injektion: Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerz, Wärmegefühl, Schwindel und Unruhezustände
<b>Kontraindikationen</b>	Ausgeprägte Bradykardie, AV-Block
<b>Dosierung</b>	2 g langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	Keine Angaben

Magnesiumsulfat kann auch zur Therapie von **Präeklampsie und Eklampsie** eingesetzt werden. Zur Therapie eines eklamptischen Anfalls werden initial 6 g Magnesiumsulfat als intravenöser Bolus über 20 Minuten appliziert.

Auch bei obstruktiven Atemwegserkrankungen kann Magnesium aufgrund seiner relaxierenden Wirkung auf die glatte Muskulatur eingesetzt werden, falls die Standardtherapie mit inhalativen  $\beta$ -2-Mimetika und Anticholinergika (Kap. 20.3.5) nicht den gewünschten Erfolg bringt.

## 20.3.8 Lokalanästhetika

Nur das Lokalanästhetikum **Lidocain** (Tab. 20.41) kommt im Rettungsdienst zum Einsatz. Wurde

das Lidocain früher häufig als Antiarrhythmikum und im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation eingesetzt, so findet es heute eigentlich nur noch Verwendung bei der **intraossären Punktion** ([Kap. 20.1.1](#)). Die intraossäre Punktion selbst ist nicht sehr schmerzhaft. Bei wachen Patienten verursacht die Applikation von Flüssigkeiten oder Medikamenten in die Markhöhle der Knochen sehr starke Schmerzen. Deshalb muss bei wachen Patienten zuerst Lidocain in die Markhöhle appliziert werden, bevor weitere Flüssigkeiten gegeben werden können.

Xylocain 2 %

Tab. 20.41

<b>Int. Freiname</b>	Lidocain
<b>Indikationen</b>	Lokalanästhesie nach intraossärer Punktion
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 5 ml – 100 mg Lidocain
<b>Nebenwirkungen</b>	Hypo- und Hypertonie, Herzrhythmusstörungen, Übelkeit, Erbrechen, Parästhesien, Schwindel, allergische Reaktionen (Urtikaria, Ödem, Bronchospasmus), Atemdepression, Sehstörungen
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff
<b>Dosierung</b>	<p>Als Lokalanästhetikum nach intraossärer Punktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwachsene: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 40 mg langsam über 2 Min. intraossär,</li> <li>◦ Daran schließt sich die Bolusgabe von NaCl 0,9 % (Erwachsene 5–10 ml) an</li> <li>◦ Anschließend weitere 20 mg langsam über 1 Min. intraossär</li> </ul> </li> <li>• Kinder: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 0,5 mg/kg KG langsam über 2 Min. intraossär,</li> <li>◦ Daran schließt sich die Bolusgabe von NaCl 0,9 % (Kinder 2–5 ml) an</li> <li>◦ Anschließend weitere 0,25 mg/kg KG langsam über 1 Min. intraossär</li> </ul> </li> </ul>

<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 1–2 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 15–20 Min.</li> <li>• HWZ: 1,6 Std.</li> </ul>
---------------------------------	--

Nach der eigentlichen Punktion des Knochens werden beim **Erwachsenen initial 40 mg Lidocain 2 %** über einen Zeitraum von **2 Minuten** appliziert. Anschließend wird der Markraum mit einem **Bolus von 5–10 ml NaCl 0,9 % aufgespült**. Danach werden weitere **20 mg Lidocain 2 % über eine Minute** appliziert.

Bei Kindern beträgt die Dosis initial 0,5 mg/kg KG (über 2 Minuten) und nach der Bolusgabe (2–5 ml NaCl 0,9 %) 0,25 mg/kg KG Lidocain 2 % (über 1 Minute) appliziert. Bei sehr kleinen Kindern kann anstatt der Gabe von Lidocain 2 %, die Gabe von Lidocain 1 % sinnvoller sein, da sich die notwendige Menge so besser titrieren lässt.

### 20.3.9 Antihistaminika

Antihistaminika wirken an den Histaminrezeptoren antagonistisch. Man unterscheidet **drei Arten** von **Histaminrezeptoren** (Tab. 20.42).

Wirkungen von Histamin an den unterschiedlichen Histaminrezeptoren

Tab. 20.42

Histamin-1-Rezeptor	Histamin-2-Rezeptor	Histamin-3-Rezeptor
Vasodilatation mit Flush und Blutdruckabfall	Vasodilatation mit Flush und Blutdruckabfall	Präsynaptisch (ZNS), Regulation der Histaminsynthese und -freisetzung
Permeabilitätserhöhung	Steigerung der Magensaftsekretion	
Bronchokonstriktion	Positive Chrono- und Inotropie	
Darmkontraktion		
Uteruskontraktion		
Vasokonstriktion großer Gefäße		

An Histamin-1-Rezeptorenblockern stehen im Rettungsdienst **Clemastin** und **Dimetinden** (Tab. 20.43) zur Verfügung. Zur Blockade des Histamin-2-Rezeptors steht der Wirkstoff **Ranitidin** (Tab. 20.44) zur Verfügung.

Fenistil<sup>®</sup>-Injektionslösung

Tab. 20.43

<b>Int. Freiname</b>	Dimetinden
<b>Indikationen</b>	Akutbehandlung allergischer Erkrankungen, unterstützend beim anaphylaktischen Schock
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 4 ml – 4 mg Dimetinden
<b>Nebenwirkungen</b>	Müdigkeit, Mundtrockenheit, Übelkeit, Schwindel, Erregung, Kopfschmerzen
<b>Kontraindikationen</b>	Kinder < 1 Jahr, Schwangerschaft, Stillzeit
<b>Dosierung</b>	4 mg langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	Wirkungsbeginn: 30–60 Min. Wirkdauer: 4–5 Std. HWZ: 6 Std.

Ranitidin-ratiopharm<sup>®</sup> 50 mg/5 ml-Injektionslösung

Tab. 20.44

<b>Int. Freiname</b>	Ranitidin
<b>Indikationen</b>	Häufig in Kombination mit H1-Rezeptorenblockern bei allergischen Reaktionen, Duodenalulzera, benigne Magenulzera, Refluxösophagitis und Zollinger-Ellison-Syndrom, als unterstützende Maßnahme bei Blutungen aus Erosionen oder Ulzerationen im Magen und Duodenum
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 5 ml – 50 mg Ranitidin
<b>Nebenwirkungen</b>	Kopfschmerzen, Diarrhö, Obstipation, Hautausschlag, in seltenen Fällen Erythema multiforme, Juckreiz, Müdigkeit, Schwindel oder Übelkeit, Verwirrheitszustände, Unruhezustände, Depressionen, Halluzinationen, anaphylaktischer Schock, Urtikaria, Quincke-Ödem,



	Fieber, Bronchospasmus, Blutdruckabfall, Brustschmerzen, akute Pankreatitis, Laryngospasmus
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Ranitidin, Kinder < 6 Monate
<b>Dosierung</b>	50 mg langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: –</li> <li>• HWZ: 2–3 Std.</li> </ul>

## Achtung

Die im Dezember 2013 fertiggestellte S2-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie (DGAKI) zu Akuttherapie und Management der Anaphylaxie unterstreicht die Wichtigkeit des **Adrenalins** zur Behandlung der schweren anaphylaktischen Reaktion. Hierin heißt es auch, dass die Rolle der Histamin-1-Rezeptorenblocker zur Behandlung der akuten Urtikaria oder der Rhinokonjunktivitis unbestritten ist. Ihre Wirkung auf den Kreislauf und die Bronchokonstriktion ist allerdings nicht belegt. Zudem haben sie einen deutlich langsameren Wirkungseintritt als Adrenalin. Auch für die Wirksamkeit von Histamin-2-Rezeptorenblockern gibt es wenig Evidenz. In der Leitlinie wird die zusätzliche Gabe von H2-Rezeptorenblockern bei schweren und therapieresistenten Anaphylaxien empfohlen.

### 20.3.10 Kortikoide

In der Nebennierenrinde werden die physiologischen Glukokortikoide **Kortisol** und **Kortison** in einem Tag-Nacht-Rhythmus gebildet. Die Plasmakortisolkonzentration ist in den frühen Morgenstunden am höchsten. Man unterscheidet die physiologischen Glukokortikoide von den synthetischen Derivaten. Nur Prednison und Prednisolon ([Tab. 20.45](#)) weisen noch eine mineralkortikoide Restwirkung auf.

# Infectocortikrupp<sup>®</sup>-Zäpfchen

Tab. 20.45

<b>Int. Freiname</b>	Prednisolon
<b>Indikationen</b>	Behandlung der stenoisierenden Laryngotracheitis (Krupp-Syndrom, Pseudo-Krupp), spastische Bronchitis, allergische Reaktionen vom Soforttyp
<b>Darreichungsformen</b>	1 Zäpfchen (Suppositorium) – 100 mg Prednisolon
<b>Nebenwirkungen</b>	Bei kurzfristiger Anwendung keine
<b>Kontraindikationen</b>	Bekannte Überempfindlichkeit gegen Prednisolon
<b>Dosierung</b>	100 mg Supp. rektal
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	Wirkungsbeginn: 30 Min. Wirkdauer: 12–36 Std. HWZ: 18–36 Std.

Kortikoide wirken antiphlogistisch, antiödematös und membranstabilisierend. Die Stabilisierung der Mastzellmembran ist auch für die antihistaminische Wirkung der Kortikoide verantwortlich.

Im Rettungsdienst werden Kortikoide inhalativ, intravenös oder rektal appliziert. Hierbei handelt es sich um die Wirkstoffe **Beclometason** (z. B. Junik<sup>®</sup> Autohaler<sup>®</sup> 100 µg), **Methylprednisolon** (z. B. Urbason<sup>®</sup> solubile forte 250/1 000 mg), **Prednison** (z. B. Rectodelt<sup>®</sup> 100) und **Prednisolon** (z. B. Solu-Decortin<sup>®</sup> H 100 mg, [Tab. 20.46](#)).

Solu-Decortin<sup>®</sup> H

Tab. 20.46

<b>Int. Freiname</b>	Prednisolon
<b>Indikationen</b>	Allergische Reaktion, anaphylaktischer Schock; Lungenödem durch Inhalation toxischer Substanzen wie Chlorgas, Isocyanate, Schwefelwasserstoff, Phosgen, Nitrosegase; schwerer akuter Asthmaanfall, Pseudo-Krupp
<b>Darreichungsformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Ampulle – 50 mg Trockensubstanz Prednisolon + 1 Ampulle/1 ml</li> </ul>

	<p>Wasser für Injektionszwecke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Ampulle – 100 mg Trockensubstanz Prednisolon + 1 Ampulle/1 ml Wasser für Injektionszwecke</li> <li>• 1 Durchstechflasche – 250 mg Trockensubstanz Prednisolon + 1 Ampulle/5 ml Wasser für Injektionszwecke</li> <li>• 1 Durchstechflasche – 500 mg Trockensubstanz Prednisolon + 1 Ampulle/5 ml Wasser für Injektionszwecke</li> <li>• 1 Durchstechflasche – 1 000 mg Trockensubstanz Prednisolon + 1 Ampulle/10 ml Wasser für Injektionszwecke</li> </ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Im Notfall keine
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen Prednisolon
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwerer Asthmaanfall: 50–100 mg i. v.</li> <li>• Allergische Reaktion: 250–1 000 mg i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: ca. 30 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 12–36 Std.</li> <li>• HWZ: 18–36 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	<b>Bei der anaphylaktischen Reaktion ist Adrenalin das Mittel der 1. Wahl!Kortikoide spielen nur eine nachgeordnete Rolle.</b>

Kortikoide werden bei anaphylaktischen Reaktionen, Bronchoobstruktion (z. B. Asthma bronchiale), Pseudo-Krupp und Reizgasinhalationen eingesetzt.

### 20.3.11 Spasmolytika

Spasmolytika werden zur **Therapie abdomineller, insbesondere kolikartiger Schmerzen** eingesetzt. Der Wirkstoff **Butylscopolamin** gehört zu den Parasympatholytika (Anticholinergika) und ist mit Atropin artverwandt ([Tab. 20.47](#)). Im Gegensatz zu Atropin ist das Butylscopolamin nicht liquorgängig. Butylscopolamin wirkt relaxierend, bevorzugt an der glatten Muskulatur des Magen-Darm-Trakts sowie der ableitenden Harnwege.

Tab. 20.47

<b>Int. Freiname</b>	Butylscopolamin
<b>Indikationen</b>	Spasmen im Bereich von Magen, Darm, Gallenwegen und ableitenden Harnwegen sowie des weiblichen Genitale
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 1 ml – 20 mg Butylscopolamin
<b>Nebenwirkungen</b>	Akkomodationsstörungen, Mydriasis, Tachykardie, Schwindel, Blutdruckabfall, Flush, Hemmung der Speichelsekretion, Hemmung der Schweißsekretion, Miktionsstörungen
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, tachykarde Herzrhythmusstörungen, mechanische Stenosen des Magen-Darm-Trakts, Megakolon, Harnverhalt bis subvesikale Obstruktion, Myasthenia gravis, Schwangerschaft, Stillzeit
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwachsene: 20–40 mg langsam i. v.</li> <li>• Kinder &gt; 6 Jahre: 0,3–0,6 mg/kg KG</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 20–120 Sek.</li> <li>• Wirkdauer: 3–4 Std.</li> <li>• HWZ: 5 Std.</li> </ul>

### 20.3.12 Gynäkologika

Unter dem Begriff der **Gynäkologika** werden die Tokolytika und die Uterotonika zusammengefasst.

**Tokolytika** sind wehenhemmende Mittel. Das einzige für die Notfallsituation zugelassene Medikament ist Partusisten® intrapartal mit dem Wirkstoff **Fenoterol** (Tab. 20.48). Bei Fenoterol handelt es sich um ein  $\beta$ -2-Mimetikum. Durch die agonistische Wirkung an den  $\beta$ -2-Rezeptoren im Uterus, kommt es zu Relaxierung der glatten Uterusmuskulatur.

Tab. 20.48

<b>Int. Freiname</b>	Fenoterol
<b>Indikationen</b>	Notfalltokolyse, z. B. bei drohender Uterusruptur, Nabelschnurvorfal
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 1 ml – 25 µg Fenoterol
<b>Nebenwirkungen</b>	Allergische Reaktionen, Hyperglykämie, Hypokaliämie (kann besonders ausgeprägt auftreten bei Patienten, die gleichzeitig mit Theophyllin, Kortikoiden und Diuretika behandelt werden), Tremor, Kopfschmerz, Angst, Unruhezustände, Palpitationen, Tachykardie, Tachyarrhythmie, pectanginöse Beschwerden, Hypertonus, EKG-Veränderungen in Form von ST-Streckensenkungen und T-Abflachung, ventrikuläre Extrasystolen, paradoxe Bronchospasmen, Übelkeit, Erbrechen
<b>Kontraindikationen</b>	Tachykarde Arrhythmien, Überempfindlichkeit gegen Fenoterol, V.-cava-Kompressionssyndrom, schwere genitale Blutungen z. B. bei Placenta praevia, pulmonale Hypertonie, Verminderung der Blutgerinnung
<b>Dosierung</b>	1 Ampulle mit 4 ml geeigneter Trägerlösung (z. B. NaCl 0,9 %) in eine Spritze aufziehen. Gesamtlösung über 2–3 Min. applizieren. Bei unzureichender Wirkung kann diese Dosierung einmalig wiederholt werden.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: sofort</li> <li>• Wirkdauer: ca. 6 Std.</li> <li>• HWZ: 6–7 Std.</li> </ul>
<b>Bemerkungen</b>	Der Wirkstoff Fenoterol ist auch im Berotec® N-Dosieraerosol enthalten. Berotec hat allerdings <b>keine</b> Zulassung zur Tokolyse.

Viele Indikationen für eine Notfalltokolyse in der Prälinik gibt es nicht. Sie wird z. B. bei einer drohenden Uterusruptur oder einem Nabelschnurvorfal durchgeführt.

**Uterotonika** werden in der Notfallsituation bei postpartalen Blutungen infolge einer

Uterusatonie eingesetzt. Hierfür steht präklinisch der Wirkstoff **Oxytocin** zur Verfügung. Oxytocin ist ein Hormon des Hypothalamus und bewirkt nach Ausschüttung unter anderem eine Kontraktion des Uterus. Bei einer postpartalen Blutung werden initial **3 IE Oxytocin** langsam intravenös appliziert.

### 20.3.13 Hämostyptika

Als Hämostyptika bezeichnet man **blutstillende Arzneimittel**, die gerinnungsfördernd, vasokonstriktorisch oder **antifibrinolytisch** wirken.

Patienten mit schweren Blutungen, insbesondere nach Trauma, entwickeln rasch eine Koagulopathie. Um dies zu verhindern, scheint die frühzeitige Gabe von Hämostyptika sehr wichtig. In einer großen Untersuchung aus dem Jahr 2010 (CRASH-2) an mehr als 20 000 Traumapatienten wurde der Nutzen einer frühzeitigen Gabe der **Tranexamsäure (TXA)** nachgewiesen ([Tab. 20.49](#)).

Cyklokapron<sup>®</sup>-Injektionslösung

Tab. 20.49

<b>Int. Freiname</b>	Tranexamsäure (TXA)
<b>Indikationen</b>	Prophylaxe und Behandlung von Blutungen aufgrund einer lokalen oder generalisierten Hyperfibrinolyse bei Erwachsenen und Kinder ab 1 Jahr
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 10 ml – 1 000 mg Tranexamsäure
<b>Nebenwirkungen</b>	Allergische Dermatitis, Diarrhö, Erbrechen, Übelkeit, Krampfanfälle, Sehstörungen, Hypotonie, arterielle und venöse Embolien, Überempfindlichkeitsreaktionen bis hin zur Anaphylaxie
<b>Kontraindikationen</b>	Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff, akute venöse oder arterielle Thrombosen, schwere Nierenfunktionsstörung, Krampfanfälle in der Anamnese
<b>Dosierung</b>	Initial 1 000 mg langsam i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: 4–6 Std.</li> </ul>



- HWZ: 2 Std.

Die Tranexamsäure (z. B. Cyklokapron<sup>®</sup>-Injektionslösung) wirkt durch Besetzung der Lysinbindungsstellen am Plasminogen und verhindert somit die Bindung von Plasminogen an Fibrin. Zusätzlich hemmt die Tranexamsäure die physiologischen Plasminogenaktivatoren irreversibel. So wird die Umwandlung von Plasminogen in Plasmin blockiert und die Fibrinolyse gehemmt. Initial wird 1 g Tranexamsäure langsam i. v. appliziert.

## 20.3.14 Infusionslösungen im Rettungsdienst

Infusionslösungen werden **im Notfalleinsatz**

- zur Volumensubstitution,
- als Trägerlösung für Medikamente,
- als Wirkstoff selbst (z. B. Glukoselösung als Kurzinfusion bei der Hypoglykämie),
- zum Verdünnen von Medikamenten und
- zum Offenhalten eines Gefäßzugangs

verwendet. Generell kann man zwischen **kristalloiden** und **kolloidalen Infusionslösungen**, sowie den **Glukose-** und **Pufferlösungen** unterscheiden. Nur diese haben Relevanz für die präklinische Notfallmedizin.

Insbesondere in den letzten Jahren hat die **Volumentherapie** zu erheblichen Diskussionen darüber geführt, welche Art der Infusionslösung für den Patienten die am besten geeignete Lösung darstellt. Im Juli 2014 wurde nun, federführend durch die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), die S3-Leitlinie zur „Intravasalen Volumentherapie beim Erwachsenen“ mit dem Ziel, die Versorgungsqualität bei der Volumentherapie von stationär behandelten erwachsenen Patienten zu verbessern, publiziert. Auch wenn es in der Leitlinie um die Volumentherapie bei stationär behandelten Patienten geht, kann diese Leitlinie auch bei der Versorgung von Patienten in der Präklinik Anwendung finden.

### Kristalloide Infusionslösungen

Der Begriff „kristalloid“ bezeichnet einen Stoff der kristallisierbar ist und in gelöstem Zustand

durch Membranen diffundieren kann. Zu den kristalloiden Infusionslösungen zählt man **Elektrolytlösungen** und **niederprozentige Glukoselösungen** (z. B. Glukose 5 %).

Kristalloide Infusionslösungen verteilen sich nach der Applikation auf den gesamten Extrazellulärraum. Es gibt kristalloide Infusionslösungen in verschiedenen Zusammensetzungen. Sie enthalten unterschiedliche Elektrolyte wie Natrium, Chlorid, Kalium, Kalzium und Magnesium. Zu den kristalloiden Infusionslösungen gehören:

- NaCl 0,9 % (physiologische Kochsalzlösung)
- Ringer-Lösung
- Ringer-Laktat-Lösung
- Ringer-Acetat-Lösung

Die jüngere Vergangenheit hat gezeigt, dass vermeintlich unproblematische Infusionslösungen für den Patienten ein **großes Risiko** darstellen können. Die sog. „physiologische“ NaCl-Lösung ist, vergleicht man die Elektrolytkonzentration, alles andere als physiologisch. Sowohl der Natrium- als auch der Chloridgehalt ist deutlich höher als dies physiologisch im Blutplasma der Fall ist. Folge der Applikation physiologischer NaCl-Lösung ist eine reduzierte Wasserrückresorption in der Niere und eine Verminderung ihrer Filtrationsrate. Das fehlende Bikarbonat in dieser Lösung führt bei größeren, applizierten Mengen zu einer Dilutionsazidose.

Um einer Dilutionsazidose entgegenzuwirken werden den Infusionslösungen metabolisierbare Anionen hinzugefügt. Die erste Lösung dieser Art war die Ringer-Laktat-Lösung. Laktat wird in der Leber metabolisiert, bei diesem Prozess wird allerdings der Sauerstoffverbrauch stark erhöht. Acetat wird unabhängig von der Leber metabolisiert, ohne den Sauerstoffverbrauch zu erhöhen.

Aus den oben genannten Gründen sollte eine **Infusionstherapie mit balancierten Vollelektrolytlösungen**, wie z. B. der Ringer-Acetat-Lösung, erfolgen. Zur Verdünnung von Medikamenten oder als Trägerlösung im Rahmen einer Kurzinfusion kann auch die 0,9-prozentige Kochsalzlösung verwendet werden.

## Kolloidale Infusionslösungen

Als kolloidale Infusionslösungen bezeichnet man kristalloide Lösungen, in denen Makromoleküle gelöst sind. Im Gegensatz zu den kristalloiden Infusionslösungen verbleiben die kolloidalen

Lösungen im Intravasalraum. Kolloidale Lösungen werden nicht selten als **Plasma- oder Blutersatzmittel** bezeichnet. Dies ist allerdings nicht richtig, da sie weder Gerinnungsfaktoren enthalten noch den Sauerstoff transportieren können.

Im Rettungsdienst steht als kolloidale Infusionslösung die **Hydroxyethylstärke** (HES) zur Verfügung ([Tab. 20.51](#)). Durch eine Risiko-Nutzen-Bewertung der Europäischen Arzneimittel-Agentur (EMA) kam es im Jahr 2013 zu einer Anwendungsbeschränkung für HES.

Hydroxyethylstärke soll demnach nur noch zur Behandlung einer Hypovolämie aufgrund eines akuten Blutverlustes verwendet werden, wenn die Gabe von kristalloiden Infusionslösungen nicht ausreicht. Falls die Anwendung notwendig wird, sollte HES in der niedrigsten wirksamen Dosierung und nur so kurz wie nötig gegeben werden. HES-haltige Infusionslösungen sind **kontraindiziert** bei:

HAES-steril<sup>®</sup> 6 %

Tab. 20.51

<b>Int. Freiname</b>	Hydroxyethylstärke (HES)
<b>Indikationen</b>	Therapie und Prophylaxe von Hypovolämie und Schock
<b>Darreichungsformen/Bestandteile</b>	500 ml Infusionslösung im freeflex <sup>®</sup> -Beutel enthalten: <ul style="list-style-type: none"><li>• 30 g Hydroxyethylstärke (mittleres Molekulargewicht 200 000 Da)</li><li>• 4,5 g Natriumchlorid (Na<sup>+</sup> 154 mmol, Cl<sup>-</sup> 154 mmol)</li></ul>
<b>Nebenwirkungen</b>	Juckreiz, Verdünnung von Blutkomponenten, z. B. Gerinnungsfaktoren oder anderen Plasmaproteinen, Hämatokritabfall, Erhöhung der Serumamylase, anaphylaktische Reaktionen
<b>Kontraindikationen</b>	Sepsis, Verbrennungen, eingeschränkte Nierenfunktion, Nierenersatztherapie, intrakranielle oder zerebrale Blutungen, kritisch kranke Patienten (i. d. R. auf der Intensivstation)

<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtet sich nach dem klinischen Zustand des Patienten</li> <li>• <b>Volumenmangel:</b> initial 20 ml/kg KG</li> <li>• <b>Tagesmaximaldosis: 33 ml/kg KG</b></li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: rasch</li> <li>• Wirkdauer: 4 Std.</li> <li>• HWZ: 8 Std.</li> </ul>

- Sepsis
- Verbrennungen
- Eingeschränkter Nierenfunktion oder bei Nierenersatztherapie,
- Intrakranieller oder zerebraler Blutung
- Hyperhydratation, einschließlich Patienten mit Lungenödem
- Dehydratation
- Schwerer Gerinnungsstörung
- Schweren Leberfunktionsstörungen

HES ist auch in **hyperton-hyperonkotischen Infusionslösungen** (HyperHAES<sup>®</sup>) enthalten.

## Achtung

Der Hersteller von HyperHAES hat zu Beginn des Jahres 2014 auf die Zulassung verzichtet und seit März 2014 ist HyperHAES nicht mehr verkehrsfähig!

Die hyperton-hyperonkotischen Lösungen wurden im Rahmen der sog. „**Small-Volume-Resuscitation**“ (Kap. 31.9.3) eingesetzt. Die Wirkung dieser Lösung beruht auf der hochprozentigen Kochsalzlösung (7,2 %). Es kommt zu einer plötzlichen Erhöhung der Osmolarität und darauffolgend zur Verschiebung von Flüssigkeit aus dem Interstitium in den

Intravasalraum. Der Volumeneffekt wird als 3- bis 7-fach höher angegeben. Initial sollten dem Patienten 4 ml/kg KG appliziert werden.

## Glukoselösungen

Glukoselösungen werden im Notfalleinsatz zur **Behandlung der Hypoglykämie** (Kap. 30.1.7) oder als Trägerlösung für Medikamente eingesetzt. Als Trägerlösung wird die 5-prozentige Glukoselösung, zur Behandlung der Hypoglykämie die 20- bzw. 40-prozentige Glukoselösung eingesetzt.

Durch die intravenöse Applikation von Glukose wird der Blutzuckerspiegel umgehend angehoben. Aufgrund der starken Venenreizung sollte 20-prozentige Glukoselösung verwendet werden (Tab. 20.52). Durch die Applikation der Glukoselösung im Bypass zu einer balancierten Vollelektrolytlösung kann das Risiko einer Venenreizung weiter minimiert werden.

Glukose 20 % B. Braun

Tab. 20.52

<b>Int. Freiname</b>	Glukose
<b>Indikationen</b>	Hypoglykämische Zustände
<b>Darreichungsformen</b>	1 Glasflasche – 100 ml – 20 g Glukose
<b>Nebenwirkungen</b>	Venenreizung, Hyperglykämie
<b>Kontraindikationen</b>	Hyperglykämie, Hypokaliämie, Azidose
<b>Dosierung</b>	Initial 8–10 g i. v., bei Persistenz nach 3 Min. weitere 8–10 g i. v.
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	Wirkungsbeginn: sofort
<b>Bemerkungen</b>	Zur Reduktion der Venenreizung sollte die Glukoselösung im Bypass (unter Verwendung eines 3-Wege-Hahns) zu einer kristalloiden Infusion infundiert werden.

Merke

Zur Erhöhung des Blutzuckerspiegels um 100 mg/dl (5,6 mmol/l) müssen 0,5 mg Glukose/kg KG appliziert werden.

## Pufferlösungen

**Natriumhydrogenkarbonat** (Natriumbikarbonat) wirkt hauptsächlich extrazellulär, da es kaum in der Lage ist die Zellmembranen zu durchdringen. Durch die Gabe von Natriumhydrogenkarbonat wird die Protonenkonzentration rasch gesenkt und dabei wird CO<sub>2</sub> frei, das abgeatmet werden kann. Dies führt zu einer Alkalisierung. Zusätzlich werden dem Organismus Natriumionen in großer Menge zugeführt.

Natriumhydrogenkarbonat wird präklinisch zur Behandlung einer **Vergiftung mit trizyklischen Antidepressiva** (Kap. 40.3.1) sowie im Rahmen einer kardiopulmonalen Reanimation aufgrund einer **Hyperkaliämie** angewendet.

## Merke

**Dosierung von Natriumhydrogenkarbonat** bei einer Vergiftung mit trizyklischen Antidepressiva und kardiopulmonaler Reanimation aufgrund einer Hyperkaliämie:

- Erwachsene: 50 mmol i. v.
- Kinder: 1 mmol/kg KG i. v.

## 20.3.15 Antidote

Antidote werden im Rahmen von **Vergiftungen** (Kap. 40) eingesetzt. Nicht für jedes Gift existiert ein spezielles Antidot. Nicht alle verfügbaren Antidote eignen sich für den Einsatz im Rettungsdienst. Häufig werden die Antidote auf den Rettungsmitteln mitgeführt, bis sie beim Erreichen des Verfalldatums gegen neue Präparate ersetzt werden müssen.

Die Giftinformationszentrale in Göttingen hat in Zusammenarbeit mit Arbeitsgemeinschaft in



Norddeutschland tätiger Notärzte (AGNN), der Deutschen Rettungsflugwacht und der ADAC-Luftrettung im Jahr 2012 eine Mindestausstattung der Rettungsmittel mit Antidoten erarbeitet. Die sog. **Bremer Antidot-Liste** (Tab. 20.53) stellt eine Minimalliste dar und kann nach regionalen Besonderheiten erweitert werden.

## Bremer Antidot-Liste

Tab. 20.53

Wirkstoff	Handelsname	Darreichungsform	Indikation
<b>Atropin</b> (Kap. 20.3.7)	–	1 Ampulle – 10 ml – 100 mg	Organophosphatvergiftung
<b>4-Dimethylaminophenol</b> (Kap. 40.3.2)	4-DMAP	1 Ampulle – 5 ml – 250 mg	Zyanidvergiftung
<b>Naloxon</b> (Tab. 20.54, Kap. 40.4.2)	–	1 Ampulle – 1 ml – 0,4 mg	Opioidvergiftung
<b>Toloniumchlorid</b>	Toluidinblau	1 Ampulle – 10 ml – 300 mg	Vergiftungen mit Methämoglobinbildnern
<b>Aktivkohle</b> (Kap. 40.1.2)	Ultracarbon®	1 Flasche – 500 ml – 50 g	Giftadsorbens

## Physostigmin

Bei Patienten mit einem **ausgeprägten anticholinergen Syndrom** (Kap. 40.2.2), welches z. B. bei Vergiftungen mit Atropin, Nachtschattengewächsen, trizyklischen Antidepressiva, Antihistaminika oder Pilztoxinen auftreten kann, steht mit **Physostigmin** (Tab. 20.55) ein weiteres Antidot zur Verfügung.

## Anticholium®-Injektionslösung

Tab. 20.55

<b>Int. Freiname</b>	Physostigmin
<b>Indikationen</b>	Antidot bei Vergiftungen bzw. Überdosierungen mit:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkohol</li> <li>• Hyoscyamin, Atropin, Scopolamin, wie z. B. in Engelstrompete oder Tollkirsche</li> <li>• Panther- und Fliegenpilz</li> <li>• Trizyklische Antidepressiva</li> <li>• Neuroleptika (z. B. Promethazin oder Haloperidol)</li> <li>• Benzodiazepine</li> <li>• Spasmolytika</li> <li>• Antiparkinsonmittel</li> <li>• Gammahydroxybuttersäure (GHB)</li> <li>• Ketamin</li> </ul>
<b>Darreichungsformen</b>	1 Ampulle – 5 ml – 2 mg Physostigmin
<b>Nebenwirkungen</b>	Auslösung eines cholinergen Syndroms
<b>Kontraindikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Absolute Kontraindikationen:</b> Depolarisationsblock nach depolarisierenden Muskelrelaxanzien, Vergiftungen durch irreversibel wirkenden Cholinesterasehemmer, SHT, Obstruktionen im Magen-Darm-Trakt und den ableitenden Harnwegen</li> <li>• <b>Relative Kontraindikationen (Nutzen-Risiko-Abwägung):</b> Asthma bronchiale, Diabetes mellitus, Bradykardie, AV-Reizleitungsstörungen, Schwangerschaft, Morbus Parkinson, Colitis ulcerosa</li> </ul>
<b>Dosierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Erwachsene:</b> initial 0,04 mg/kg KG langsam i. v.</li> <li>• <b>Kinder:</b> initial 0,5 mg langsam i. v.</li> </ul>
<b>Pharmakokinetische Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsbeginn: 5–15 Min.</li> <li>• Wirkdauer: 20–45 Min.</li> <li>• HWZ: 20–60 Min.</li> </ul>

# Toloniumchlorid

Toloniumchlorid (Toluidinblau) wird zur Therapie von **Vergiftungen mit Methämoglobinbildnern** (z. B. 4-DMAP, Nitrate) eingesetzt. Bei dem Wirkstoff handelt es sich um einen sog. Redoxfarbstoff. Toloniumchlorid reduziert Methämoglobin (Hämoglobin) zu Hämoglobin. Die Rückreduktion erfolgt durch die NADPH-abhängige Diaphorase-II der Erythrozyten.

An **Nebenwirkungen** sind eine temporäre Zyanose sowie eine Blutfärbung des Speichels und des Urins bekannt. Bei zu schneller Injektion ist ein Blutdruckabfall möglich.

Toloniumchlorid wird in einer Dosierung von 2–4 mg/kg KG langsam intravenös appliziert. Die Wirkung tritt innerhalb von 10 Minuten ein.

## Wiederholungsfragen

1. Nennen Sie die zugelassenen Punktionsorte für einen intraossären Zugang (Kap. 20.1.1).
2. In welchem Bereich der Nasenhöhle müssen Medikamente eingebracht werden, um eine rasche Wirkung hervorzurufen (Kap. 20.1.2)?
3. Welches Gesetz regelt Begriffsbestimmungen und die Kennzeichnung von Arzneimitteln (Kap. 20.2.1)?
4. Welche Arzneimittelformen gehören zu den festen Arzneimittelformen (Kap. 20.2.1)?
5. Welche Organe stellen die wichtigsten Organe bei der Exkretion von Arzneimitteln dar (Kap. 20.2.3)?
6. Welche Formen der rezeptorvermittelten Arzneimittelwirkung kennen Sie (Kap. 20.2.3)?
7. Was versteht man unter einem funktionellen Antagonismus (Kap. 20.2.3)?
8. Erklären Sie den Begriff „therapeutische Breite“ (Kap. 20.2.3).
9. Welches Enzym wird durch die Gabe von nichtopioiden Analgetika gehemmt (Kap. 20.3.1)?
10. In welcher Dosierung wird die Acetylsalicylsäure zur Thrombozytenaggregation bei ACS appliziert (Kap. 20.3.1)?
11. Welche Opioidrezeptoren unterscheidet man (Kap. 20.3.1)?

12. Welches Opioidanalgetikum fällt nicht unter das BtMG ([Kap. 20.3.1](#))?
13. Mit welcher Droge ist das Esketamin artverwandt ([Kap. 20.3.1](#))?
14. Nennen die Hauptwirkungen der Benzodiazepine ([Kap. 20.3.2](#)).
15. Was wird in den ERC-Guidelines aus dem Jahr 2010 als Grundpfeiler der broncholytischen Therapie bezeichnet ([Kap. 20.3.5](#))?
16. Nennen Sie 2 Nichtbarbiturathypnotika ([Kap. 20.3.6](#)).
17. Muskelrelaxanzien unterscheidet man in depolarisierende und nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien. Nennen Sie das nicht depolarisierende Muskelrelaxans mit der kürzesten Anschlagzeit ([Kap. 20.3.6](#)).
18. Klassische Antiarrhythmika werden nach Vaughan Williams in verschiedene Klassen eingeteilt. Zu welcher Klasse gehört das Antiarrhythmikum Amiodaron ([Kap. 20.3.7](#))?
19. Welche Rezeptoren werden nach der Gabe von Urapidil blockiert ([Kap. 20.3.7](#))?
20. Wo wirken die Schleifendiuretika ([Kap. 20.3.7](#))?
21. Aus welchem Stoffgemisch besteht der Wirkstoff Theodrenalin ([Kap. 20.3.7](#))?
22. Wie lange nach der Einnahme von PDE-5-Hemmstoffen dürfen keine Nitrate verabreicht werden ([Kap. 20.3.7](#))?
23. Welche Katecholamine zählt man zu den natürlich vorkommenden Katecholaminen ([Kap. 20.3.7](#))?
24. Bei welchen Notfällen im Rahmen einer Schwangerschaft kann Magnesiumsulfat eingesetzt werden ([Kap. 20.3.7](#))?
25. In welcher Dosierung wird das Lokalanästhetikum Lidocain 2 % vor der Applikation von Flüssigkeiten nach der intraossären Punktion gegeben ([Kap. 20.3.8](#))?
26. Nennen Sie die Wirkungen von Kortikoiden ([Kap. 20.3.10](#)).
27. In welcher Dosierung wird das Spasmolytikum Butylscopolamin bei einem Erwachsenen appliziert ([Kap. 20.3.11](#))?
28. Nennen Sie die Kontraindikationen für die Hydroxethylstärke ([Kap. 20.3.14](#)).
29. Wie hoch wird Glukose 20 % bei einer Hypoglykämie initial dosiert ([Kap. 20.3.14](#))?
30. Nennen Sie die fünf Antidote, die zur Mindestausstattung von Rettungsmitteln gehören sollten ([Kap. 20.3.15](#)).

# Verdachtsdiagnosen

- Zerebrale Blutung
- Schlaganfall
- Überdosierung von Medikamenten
- Vergiftung
- Herzrhythmusstörungen
- Trauma

## Erstmaßnahmen

Die ABCDE-Beurteilung ergibt einen verlegten Atemweg, der sich allerdings schnell durch den modifizierten Esmarch-Handgriff und Einlage eines Nasopharyngealtubus beheben lässt. Der Patient atmet sehr langsam, sodass umgehend eine assistierte Beatmung mit hoch dosiertem Sauerstoff durchgeführt wird.

Der periphere Puls ist gut tastbar und normofrequent. Bei der Beurteilung des mentalen Status (D) fallen die stecknadelkopfgroßen Pupillen des Patienten auf. Im Rahmen der Ganzkörperuntersuchung wird auch der Rücken des Patienten beurteilt, dabei fällt ein Pflaster auf der rechten Schulter auf.

Das Pflaster entpuppt sich als transdermales Applikationsystem Durogesic<sup>®</sup> SMAT. Der enthaltene Wirkstoff ist Fentanyl in einer Dosierung von 75 µg/Std. Das Pflaster wird umgehend entfernt und dem Patienten ein venöser Zugang am rechten Unterarm gelegt. Zum Offenhalten wird eine kristalloide Infusionslösung angeschlossen. Anschließend wird in eine Spritze der Wirkstoff Naloxon aufgezogen und dem Patienten werden 0,4 mg Naloxon i. v. gemäß des lokalen Algorithmus appliziert.

Die parallel ablaufende Fremdanamneseerhebung gemäß SAMPLER-Schema ergibt, dass der Patient aufgrund stärkerer Schmerzen zusätzlich zu dem gestern durch den Hausarzt frisch verabreichten Fentanyl-Pflaster noch Tramadol-Tropfen eingenommen hat.

Nach kurzer Zeit wird der Patient zunehmend wach, eine weitere Gabe von Naloxon

scheint vorerst nicht notwendig.

## Diagnose

Opioidvergiftung durch Überdosierung von Opioidanalgetika.

## Weiterführende Literatur

### **Bechtold, 2017**

 H. Bechtold

Pharmakologie für den Rettungsdienst 2. Aufl. 2017, Elsevier/Urban & Fischer München


### **Jelinek, 2013**

 A. Jelinek

Arzneimittellehre für Pflegeberufe 1. Aufl. 2013, Elsevier/Urban & Fischer München

### **Lüllmann, 2008**

 H. Lüllmann

 K. Mohr


 L. Hein

Taschenatlas Pharmakologie 6. Aufl. 2008, Thieme Verlag Stuttgart

### **Dönitz and Flake, 2015**

S. Dönitz F. Flake Mensch Körper Krankheit für den Rettungsdienst 2015, Elsevier/Urban & Fischer München

 **Schubert and Koch, 2010**

 A. Schubert

 T. Koch

Infusionen und Injektionen – Schritt für Schritt in Wort und Bild

1. Aufl. 2010, Elsevier/Urban & Fischer München

 **Semmel, 2014**

 T. Semmel

Rettungsdienst kompakt

2., Aufl. Der intraossäre Zugang , Auflage Band 6, 2014, Stumpf & Kossendey Edewecht

# Medizinwelten

Abrechnung

Akupunktur

Allgemeinmedizin

Chirurgie

Gynäkologie

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](#)