



## 3 Applikation von Arzneimitteln

Ach, wäre das schön, wenn man seine Medikamente nach Lust und Laune nehmen könnte, wenn man sie mit einem Glas Rotwein nachspülen könnte, wenn auch ein Vergessen oder die falsche Arzneiform nicht schlimm wären. Toll wäre auch, wenn man die Tageszeit nicht beachten müsste, zu der die Tabletten am besten wirken, oder das leidige „vor und nach dem Essen“.

Das ist leider nicht möglich, denn schon bei der Einnahme von Medikamenten gibt es viel zu beachten. Gerade die Pflegekräfte sind verantwortlich dafür, dass die richtigen Medikamente in der richtigen Reihenfolge in der richtigen Arzneiform zur richtigen Zeit mit der richtigen Dosis eingenommen werden und die richtige Aufnahme des Wirkstoffs sichergestellt wird.

## 3.1 Barrieren des Körpers

Das Ziel der Arzneimittelgabe ist meist die Aufnahme des Wirkstoffs **in** den Körper und der Transport im Körper **zum Wirkort**. Dazu müssen die schützenden Oberflächen des Körpers, die **Barrieren** darstellen, überwunden werden.

Am Wirkort werden dann Körperfunktionen beeinflusst, indem z. B. die Aktivität von stofflichen Transportprozessen gehemmt oder beschleunigt wird. Auch können Rezeptoren an Zellen besetzt werden, wodurch zum Beispiel körpereigene Überträgerstoffe in ihrer Funktion eingeschränkt werden, was Überreaktionen wie z. B. zu hohen Blutdruck reduziert. Wenn diese Rezeptoren in einer Zelle liegen, muss der Wirkstoff sogar in die entsprechenden Zellen hineingelangen.

Folgende Barrieren spielen bei der Arzneimittelaufnahme eine Rolle:

- Haut: Die Haut stellt eine Barriere dar, die von vielen Arzneistoffen nicht gut überwunden werden kann. Für manche Arzneistoffe ist jedoch eine Aufnahme durch die Haut möglich, für sie wurden spezielle transdermale Systeme entwickelt (► Kap. 3.10.2).
- Schleimhäute: z. B. von Mund, Nase, Magen, Darm (Aufnahmefläche  $120\text{ m}^2$ ), Atemwegen (Aufnahmefläche  $70\text{ m}^2$ ) oder Vagina und Rektum.

Damit der Wirkstoff in den Körper gelangen kann, muss er durch die Arzneizubereitung in eine Form gebracht werden, die die Aufnahme ermöglicht, z. B. Zäpfchen, Tablette, Kapsel oder spezielles Pflaster.

Hat ein Wirkstoff diese Barrieren überwunden – man spricht auch von der „äußeren Schranke“ – wird er in die Blutbahn oder das Lymphgefäß aufgenommen (**resorbiert**).

Mit dem Blut erfolgt dann, ggf. über mehrere Stationen, wie wir bei der „oralen Aufnahme“ besprechen werden, die Verteilung (**Distribution**) im Gesamtorganismus und die Anreicherung am Zielort. Die Ausscheidung (**Elimination**) erfolgt dann vor allem über Leber und Niere. Zu diesen beiden Organen wird der Stoff wiederum in der Blutbahn transportiert (Abb. 3.1).

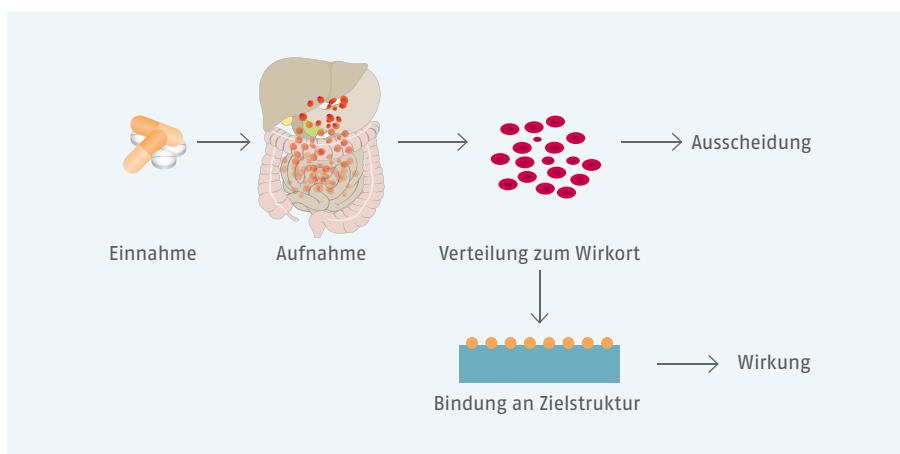


Abb. 3.1 Schematische Darstellung des Wegs eines Arzneimittels im Körper

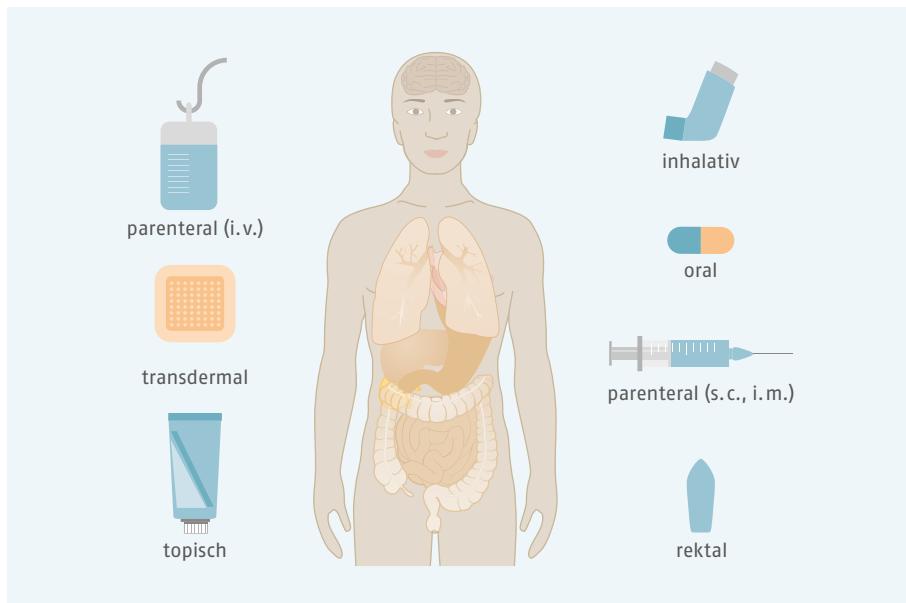


Abb. 3.2 Die wichtigsten Applikationsarten

### 3.2 Verabreichungsmöglichkeiten

Für die Frage, auf welchem Wege ein Arzneistoff am besten dem Körper zugeführt wird, spielen viele Faktoren eine Rolle, z. B.:

- **Aufnahmefähigkeit des Körpers für das Arzneimittel:** Kann der Körper an diesem Resorptionsort das Arzneimittel überhaupt aufnehmen? Würde man Insulin z. B. oral geben, würde es im Magen zerstört und unwirksam. Deshalb muss es injiziert werden.
- **Wirkort des Arzneimittels:** Wo soll die Wirkung des Arzneimittels eintreten? Man unterscheidet die Wirkung auf der Haut oder Schleimhaut (**lokale/topische Wirkung**) von der Wirkung, die über eine Verteilung des Wirkstoffs im ganzen Körper erfolgt (**systemische Wirkung**).
- **Dauer bis zum Wirkeintritt:** Die Wirkung tritt sofort oder verzögert (**retardierte Wirkung**) oder lange anhaltend (**Depotwirkung**) ein.

Arzneimittel können über verschiedene Möglichkeiten in den Körper eingebracht werden (**Applikationsarten**). Abb. 3.2 zeigt die wichtigsten Einbringungsmöglichkeiten mit den entsprechenden Fachbezeichnungen, Abb. 3.3 verdeutlicht die unterschiedlichen Injektionsarten.

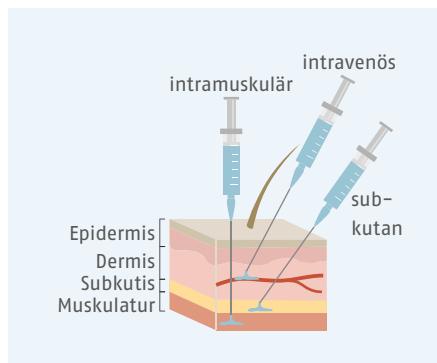


Abb. 3.3 Die wichtigsten Injektionsarten mit dem jeweils erreichten Gewebe

■ Tab. 3.1 Applikationsarten ohne First-Pass-Effekt und ihre pharmakologische Bedeutung

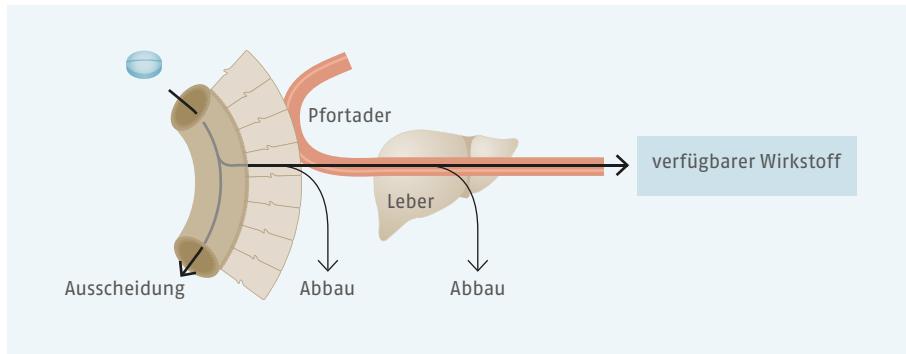
| Applikationsart  | Bedeutung  |
|--|--|
| Intravenös, intramuskulär, subkutan                        | sehr schnelle Wirkung, nicht mehr rückgängig zu machen   |
| Bukkal (in die Backentasche), sublingual (unter die Zunge) | sehr schnelle Aufnahme, nur bei gut wasserlöslichem Wirkstoff  |
| Rektal   | ein Teil passiert zuerst die Leber   |
| Transdermal  | kontinuierliche Arzneistoffaufnahme durch die Haut (►Kap. 3.10.2)                                    |
| Inhalativ  | großer Wirkstoffeintrag von Gasen oder feinen Stäuben, v. a. lokale, jedoch auch systemische Wirkung |

Applikationen, bei denen die Wirkstoffe direkt in den großen Körperkreislauf gelangen, ohne zunächst die Leber zu passieren (kein First-Pass-Effekt) zeigt ■ Tab. 3.1.

### 3.3 Orale Anwendung

Da die orale Anwendung die wichtigste Anwendungsform überhaupt ist, wird sie ausführlicher als die übrigen besprochen. Bei dieser Aufnahmeform werden die Wirkstoffe in den Magen-Darm-Trakt eingebracht und dort von der Schleimhaut resorbiert. An dieser Stelle sei schon auf die Wichtigkeit einer genauen Beachtung der **Einnahmezeiten** eines oralen Arzneimittels hingewiesen: Für die Resorption ist es von großer Bedeutung, ob ein Wirkstoff bis zur Darmwand und den dahinter liegenden Blutkapillaren überhaupt vordringen kann, oder ob Speisebrei diesen Weg blockiert; auch eine mögliche Wechselbeziehung der aufgenommenen Speisen und der Wirkstoffe ist zu berücksichtigen.

Von großer Bedeutung ist bei der oralen Verabreichung der **First-Pass-Effekt**. Dies bedeutet, dass bereits bei dem ersten Durchgang durch die Leber Arzneimittel abgebaut oder chemisch verändert werden und somit ihre Wirkung reduziert wird. So ist z. B. bei Nitroglycerin der First-Pass-Effekt besonders ausgeprägt. Darum wird bei einem Angina-pectoris-Anfall dieser Wirkstoff sublingual gegeben, um die Leberpassage zu vermeiden (● Abb. 3.4).



- Abb. 3.4 Schematische Darstellung des Abbaus eines oral eingenommenen Medikaments in der Darmwand und bei der Leberpassage (First-Pass-Effekt)

### 3.3.1 Feste orale Arzneiformen



## BEISPIELPACKUNGEN AUF EINEN BLICK



Zu den festen oralen Arzneiformen gehören Pulver, Granulate, Tabletten und Kapseln. Technologisch die einfachste Form sind die Pulver.

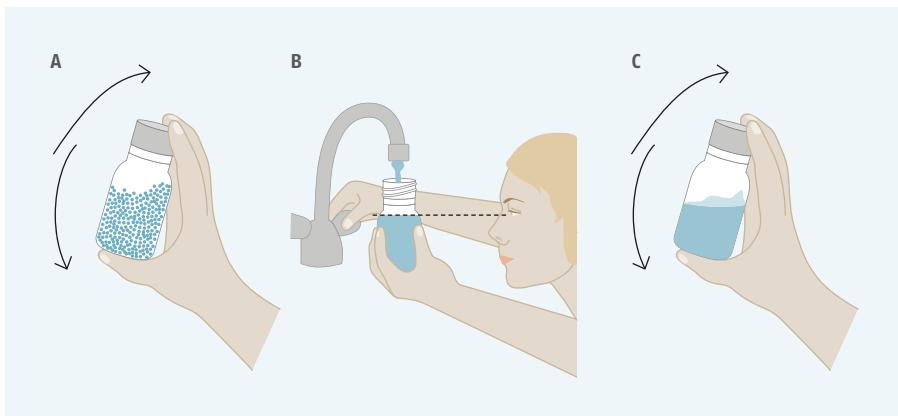
Pulver

Pulver sind Zubereitungen, die aus festen, losen, trockenen und mehr oder weniger feinen Teilchen bestehen. Sie enthalten einen oder mehrere Wirkstoffe mit oder ohne Hilfsstoffe. Man unterscheidet:

- Pulver zur peroralen Direktanwendung. Die Dosierung erfolgt über Messlöffel oder in vorportionierten Beuteln. Durch Einröhren in Wasser, Joghurt oder Apfelmus wird die Einnahme erleichtert (Packungsbeilage!).
  - Pulver zur Herstellung von Flüssigkeiten zur peroralen Anwendung (Trockensäfte).

Im einfachsten Fall kann ein Pulver, nachdem es vorher dosiert wurde, direkt oder mithilfe von ausreichend Wasser heruntergeschluckt werden. Es wird dann einem Dosierbeutel oder einem Gefäß mithilfe eines Dosierlöffels entnommen.

In vielen Fällen handelt es sich aber um eine gepulverte, mengenmäßig genau abgewogene Trockensubstanz in einer Flasche (Trockensaft). Dieses Pulver darf nicht einfach eingenommen werden. Seine Arzneiform muss aus Gründen der Haltbarkeit und Dosierbar-



● Abb. 3.5 Rekonstitution von Trockensäften: A Flasche schütteln, damit sich das Pulver löst, B mit Wasser auffüllen, C Flasche vor jeder Entnahme schütteln

keit erst hergestellt werden, und zwar mit kaltem Leitungswasser, nicht mit Mineralwasser. Manche Firmen bezeichnen das im Beipackzettel, ohne Erklärung, als „Rekonstitution“.

### So einfach – und trotzdem so viele Fehlermöglichkeiten

Bei der Rekonstitution von Trockensäften sind folgende Punkte zu beachten

(● Abb. 3.5):

- Pulver vorher aufschütteln
- Leitungswasser nutzen
- Wasser langsam zugeben (damit nicht versehentlich zu viel Wasser in die Flasche gelangt)
- zunächst bis etwas unter die Soll-Markierung auffüllen und schütteln, dann warten bis der Schaum weg ist, erst danach fertig auffüllen
- es gibt nur wenige Schritte, die bei jedem Saft identisch auszuführen sind (Gebrauchsinfo immer beachten)
- Saft vor jeder Entnahme aufschütteln

Das Herstellungsdatum sollte auf dem Etikett notiert und die Suspension im Umlkarton so aufbewahrt werden, wie in der Packungsbeilage beschrieben, z.B. im Kühlschrank (Gemüsefachtemperatur). Viele Präparate schmecken gekühlt nicht so gut. Darum: Rekonstituierte Trockensäfte, am besten in der Dosierspritze, kurz vor der Gabe in den Händen anwärmen.

### Granulate

Granulate sind Zubereitungen, die aus festen und trockenen Körnern bestehen. Granulate werden entweder (meist aus Portionsbeuteln) ganz geschluckt oder vor der Einnahme in Wasser gerührt und eingenommen.

## Tabletten

Tabletten sind (neben Kapseln) die wichtigsten festen Arzneizubereitungen für den peroralen Gebrauch. Es handelt sich um feste, einzeldosierte Arzneiformen, die durch Verpressen von Pulver unter hohem Druck entstanden sind. Folgende Unterschiede gibt es hinsichtlich der Einnahme:

- Die meisten Tabletten werden **unzerkaut** geschluckt.
- **Kautabletten** müssen vor der Einnahme zerkaut werden.
- **Lutschtabletten** müssen für die lokale Wirkung langsam im Mund aufgelöst werden.
- **Schmelztabletten** (z. B. Expidet®) sind sehr dünn, zergehen auf der Zunge und geben in der Mundhöhle den Wirkstoff frei.
- **Bukkalttabletten** lässt man in der Wangentasche zerfallen.
- **Sublingualtabletten** entfalten ihre Wirkung, indem man sie unter die Zunge legt.
- **Brausetabletten** werden in Wasser aufgelöst und die Lösung dann getrunken.
- **Nicht peroral** eingenommen werden Vaginaltabletten und Rektaltabletten.



### PFLEGETIPP

Schmelztabletten sind besonders geeignet für die Gabe von Analgetika und Sedativa bei Patienten, die an starken Schluckbeschwerden leiden.

Farbstoffe, die den Tabletten bei der Herstellung zugesetzt werden, erleichtern die Identifizierung und erschweren einen versehentlichen falschen Gebrauch. Ebenso dient dazu die individuelle Form (z. B. rund, flach, dreieckig, eiförmig) und eingeprägte Zeichen und Buchstaben (● Abb. 3.6).



### PFLEGETIPP

Um z. B. in Vergiftungsfällen oder bei Unklarheiten schnelle Hilfe leisten zu können, bietet das Online-Tool „Gelbe Liste Identa“ die Möglichkeit, Präparate nach Farbe, Form, Maßangaben und Darreichungsform zu bestimmen. Auch die Teilbarkeit lässt sich überprüfen. Dieser Bestimmungsschlüssel ist auch als Print-Exemplar erhältlich.

## Tabletten mit Spezialüberzug

Für eine spezielle Wirkstofffreisetzung hat man **Filmtabletten** mit einem dünnen, pharmazeutischen Polymer (Kunststoff) überzogen. **Dragees** sind mit einem Überzug aus Zucker versehen. So lassen sich Ort (z. B. erst im Dünndarm) und Zeitpunkt der Wirkstofffreisetzung (z. B. über eine längere Zeit hinweg) steuern. Dies hat zudem folgende Vorteile:

- die Tablette verliert ihren unangenehmen Geschmack,
- sie ist einfacher zu schlucken,
- sie ist besser vor Umwelteinflüssen geschützt und so länger haltbar.

Präparate, bei denen der Wirkstoff über eine längere Zeit freigesetzt wird, heißen **Retard-** oder **Depotarzneimittel**. Dies kann außer durch einen speziellen Überzug auch durch

einen besonderen Aufbau des Präparats erreicht werden: Der Wirkstoff wird z. B. in eine Kunststoffhülle (Matrixtablette) oder in spezielle Wachse oder Fette eingebettet, aus denen er nur langsam abgegeben wird. Diese Arzneimittel haben für den Patienten folgende Vorteile:

- toxische Blutspiegelspitzen werden vermieden,
- die Wirkstoffkonzentration ist auch während der Nacht im therapeutischen Bereich,
- es muss eine geringere Anzahl an Tabletten eingenommen werden, was die Compliance verbessert.



● Abb. 3.6 Beispiele für Unterschiede in Farbe, Durchmesser und Prägezeichen einzelner Tabletten

#### PFLEGETIPP

Tabletten mit modifizierter Wirkstofffreisetzung dürfen meist nicht gemörser oder geteilt werden! Da es Ausnahmen gibt, ist bei Unsicherheiten immer in der Apotheke nachzufragen.



## Kapseln

Kapseln sind feste Arzneiformen mit harter oder weicher Hülle von unterschiedlicher Form und Größe und enthalten eine Einzeldosis an Wirkstoffen (● Abb. 3.7). Die Hülle der **Hartgelatinekapsel** besteht aus 2 vorgefertigten zylindrischen Teilen, die an einem Ende mit einem halbkugeligen Boden abgeschlossen, am anderen offen sind. **Weichgelatinekapseln** werden aus Gelatinefolie in einem Arbeitsgang gefertigt, gefüllt und verschlossen. Oft sind Kapseln an der Oberfläche bedruckt oder ihre Teile sind zur leichteren Unterscheidbarkeit gefärbt. Die Kapseln werden von den Enzymen im Magen zersetzt und der Inhalt freigesetzt. Natürlich gibt es auch Formen, bei denen durch spezielle Überzüge eine Magensaftresistenz angestrebt wird:

- Arzneimittel, die die Magenschleimhaut reizen (z. B. Eisenpräparate),
- Arzneimittel, die durch den Magensaft zersetzt werden (z. B. manche Antibiotika),
- Arzneimittel, die erst im Dünndarm wirken sollen (z. B. Präparate mit Bauchspeichel-drüsenerzymen).



● Abb. 3.7 Beispiele für Hart- und Weich-gelatinekapseln



# Arzneimittel bei Störungen des Hormonsystems

Hormone sind Steuerungselemente im Körper. Als chemische Aktivstoffe übermitteln sie den Zellen Informationen und lenken und regulieren sie. Sie können auch bremsend wirken, wenn einmal „übersteuert“, sprich zu viel Hormon ausgeschüttet wurde. Zahlreiche Körpervorgänge wie Stoffwechsel, Ernährung, Atmung, Blutdruck, Salz- und Wasserhaushalt, Sexualfunktionen und Schwangerschaft können nur mit Hormonen geordnet ablaufen. Wenn die Hormone ausfallen oder nicht im richtigen Verhältnis wirken, gibt es schwere Krankheitsbilder. Mit entsprechenden Medikamenten können Hormone ersetzt werden oder ihre Ausschüttung kann stimuliert oder gebremst werden.

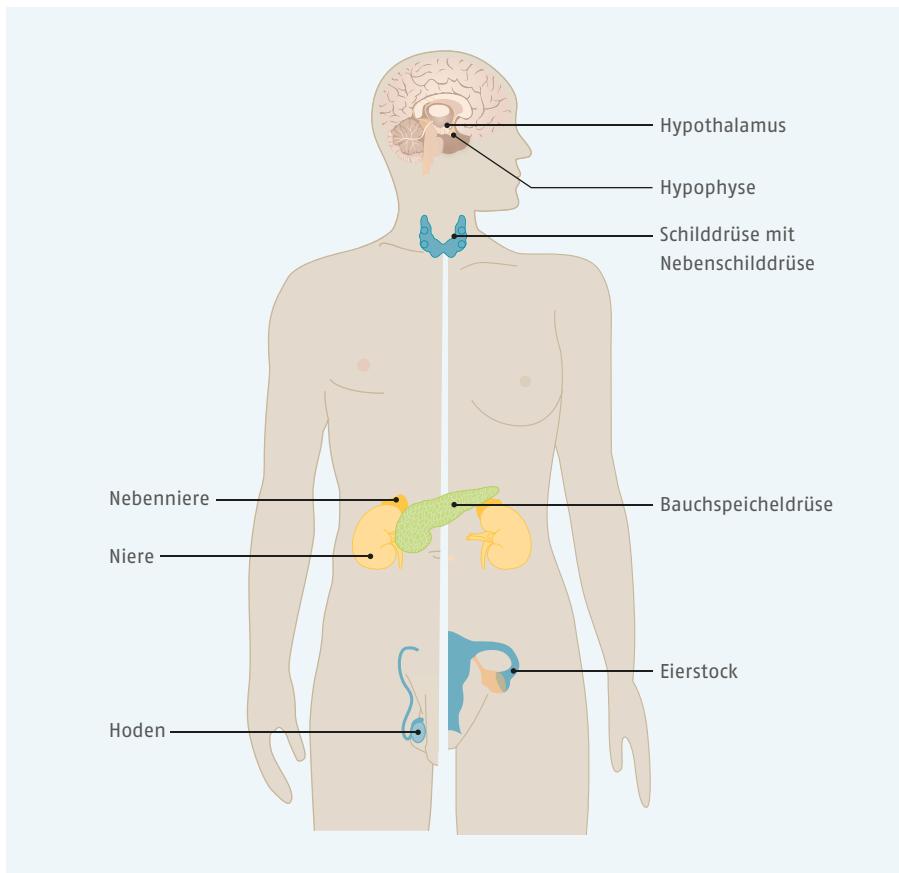


Abb. 14.1 Die wichtigsten Hormondrüsen

## 14.1 Funktion des Hormonsystems

Neben dem Nervensystem, das für eine schnelle Steuerung zuständig ist, ist das Hormonsystem die zweitwichtigste Steuerungs- und Regulationseinrichtung unseres Körpers. Es ist für eine langsamere, aber nachhaltigere Steuerung da. Die Wirkung der Hormone (übersetzt Antreiber), spüren wir bei allen wichtigen Körperfunktionen. Sie steuern beispielsweise das Herz, den Kreislauf, die Verdauung oder die Gehirntätigkeit. Hormone werden mit dem Blut von den Hormondrüsen zu den Zielorganen transportiert. In diesen endokrinen Drüsen, z. B. der Schilddrüse, werden die Hormone gebildet und gespeichert. Die Ausschüttung aus diesen Speichern wird von Hypothalamus und Hypophyse durch Steuerhormone kontrolliert. Zu therapeutischen Zwecken kann man die Hormonausschüttung durch die Gabe der Steuerhormone beeinflussen (Abb. 14.1, Tab. 14.1).

■ Tab. 14.1 Übersicht über die wichtigsten Hormondrüsen und Hormone

| Gebildete Hormone  | Biologische Aufgabe  | Mögliche Erkrankungen                                   |
|--|--|---|
| <b>Hypophyse und Hypothalamus</b>  |  |   |
| Adiuretin (ADH), Vasopressin)  | ■ bremst die Wasserausscheidung durch die Nieren (Antidiuretikum)  | ■ Diabetes insipidus<br>■ bestimmte Formen der Enuresis |
| Somatotropin   | ■ Wachstumshormon  | ■ bei Mangel Kleinwuchs<br>■ bei Überschuss Akromegalie |
| TRH (Thyreotropin-Releasing-Hormon) und TSH (Thyreoidea-stimulierendes Hormon) | steuern in der Schilddrüse:<br>■ das Zellwachstum<br>■ die Aufnahme von Iod<br>■ die Hormonbildung   | ■ Hyperthyreose<br>■ Hypothyreose                       |
| <b>Schilddrüse</b>   |  |   |
| Triiodthyronin (T <sub>3</sub> ), L-Thyroxin (T <sub>4</sub> )                 | ■ erhöhen den Grundumsatz (Kalorienverbrauch in Ruhe)<br>■ erweitern die Blutgefäße<br>■ beschleunigen den Herzschlag<br>■ erhöhen den Blutdruck<br>■ aktivieren die Schweiß- und Talgdrüsenaktivität<br>■ verstärken Glucoseresorption aus Darm | ■ Hyperthyreose<br>■ Hypothyreose                       |
| <b>C-Zellen der Schilddrüse</b>  |  |   |
| Calcitonin bzw. Thyrocalcitonin (nach dem Bildungsort)                         | ■ senkt den Calcium- und Phosphatspiegel im Blut<br>■ hemmt Calciumfreisetzung aus dem Knochen<br>■ Gegenspieler des Parathormons  |   |
| <b>Nebenschilddrüse</b>  |  |   |
| Parathormon  | ■ erhöht Calciumspiegel im Blut durch Freisetzung aus den Knochen<br>■ Gegenspieler von Calcitonin   | ■ Hyperparathyreoidismus<br>■ Hypoparathyreoidismus     |

**Tab. 14.1** Übersicht über die wichtigsten Hormondrüsen und Hormone (Fortsetzung)

| Gebildete Hormone   | Biologische Aufgabe  | Mögliche Erkrankungen   |
|---|--|---|
| <b>Inselzellen der Bauchspeicheldrüse</b>                                   |  |   |
| Insulin,<br>Glucagon<br>(► Kap. 9.4)  | <p>Insulin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ fördert Glucosetransport in die Zellen</li> <li>■ senkt den Blutzucker</li> </ul> <p>Glucagon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ fördert Glucosefreisetzung aus Glykogen</li> <li>■ erhöht den Blutzucker</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diabetes mellitus</li> </ul>   |
| <b>Nieren</b>   |  |   |
| Renin<br>(► Kap. 7)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ erhöht Blutdruck, verengt Gefäße</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ arterielle Hypertonie</li> </ul>   |
| Erythropoetin   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ fördert Bildung von Erythrozyten</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anämie</li> </ul>  |
| <b>Nebennierenrinde (NNR)</b>   |  |   |
| Glucocorticoide:<br>Cortisol (Hydrocortison),<br>Corticosteron,<br>Cortison | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ fördern Glucoseaufbau</li> <li>■ unterdrückt überschießende Reaktionen des Immunsystems</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cushing-Syndrom</li> </ul>   |
| <b>Eierstock/Ovar</b>   |  |   |
| Östrogen,<br>Progesteron  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Follikelreifung und Eisprung</li> <li>■ Steuerung des Menstruationszyklus</li> <li>■ Erhalt der Schwangerschaft</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zyklusstörungen</li> <li>■ Brustkrebs</li> <li>■ Wechseljahresbeschwerden</li> <li>■ Endometriose</li> </ul> |
| <b>Hoden/Testes</b>   |  |   |
| Testosteron   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Spermienbildung</li> <li>■ Erektionsfähigkeit</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erektionsstörungen</li> <li>■ Zeugungsunfähigkeit</li> </ul>   |

## 14.2 Schilddrüse



### BEISPIELPACKUNGEN AUF EINEN BLICK



### 14.2.1 Therapie von Schilddrüsenerkrankungen

Die Schilddrüse ist ein kleines Organ, das unterhalb des Kehlkopfes der Luftröhre anliegt und wichtige Prozesse steuert (Abb. 14.2).

Für die Bildung der Hormone  $T_3$  und  $T_4$  benötigt die Schilddrüse Iod. In der Schilddrüse werden Iodidionen mit Thyronin, der iodfreien Grundsubstanz der Hormone, gekoppelt. Die Hormone unterscheiden sich dann durch ihren Aufbau:

- $T_4$  (L-Thyroxin oder Levothyroxin) heißt so, weil es 4 Iod-Atome gebunden hat. Es wirkt langsamer, aber anhaltender als  $T_3$ .
- $T_3$  (Triiodothyronin oder Liothyronin) hat seinen Namen von der Bindung von 3 Iodatomen. Es ist ca. 100-mal aktiver als  $T_4$  und wirkt dadurch viel schneller. Der größte Anteil von  $T_3$  entsteht durch die Umwandlung von  $T_4$  zu  $T_3$ .



Abb. 14.2 Die Hormone der Schilddrüse wirken in unserem Körper wie ein Gaspedal.

Die Steuerung der Hormonproduktion erfolgt über das thyreoidea-stimulierende Hormon (TSH) der Hypophyse.

Bei einer Schilddrüsenunterfunktion (**Hypothyreose**) werden die fehlenden Hormone und ggf. Iod substituiert, bei einer Schilddrüsenüberfunktion (**Hyperthyreose**) kommen Thyreostatika zum Einsatz. Sollte es zu einer Schilddrüsenvergrößerung (**Struma**) gekommen sein, kann zusätzlich Iod substituiert werden. Bei den L-Thyroxin-Präparaten ist zu beachten, dass ein einmal gewähltes Medikament nicht gewechselt werden soll, weil infolge der winzigen Wirkstoffmengen durch die unterschiedlichen Herstellungsprozesse Wirkunterschiede bestehen können (Tab. 14.2).

Der Einnahmezeitpunkt der Schilddrüsenpräparate ist genau zu beachten, da sich infolge der kleinen Wirkstoffmengen durch Wechselwirkungen mit Lebensmitteln beachtliche Wirkunterschiede ergeben können.

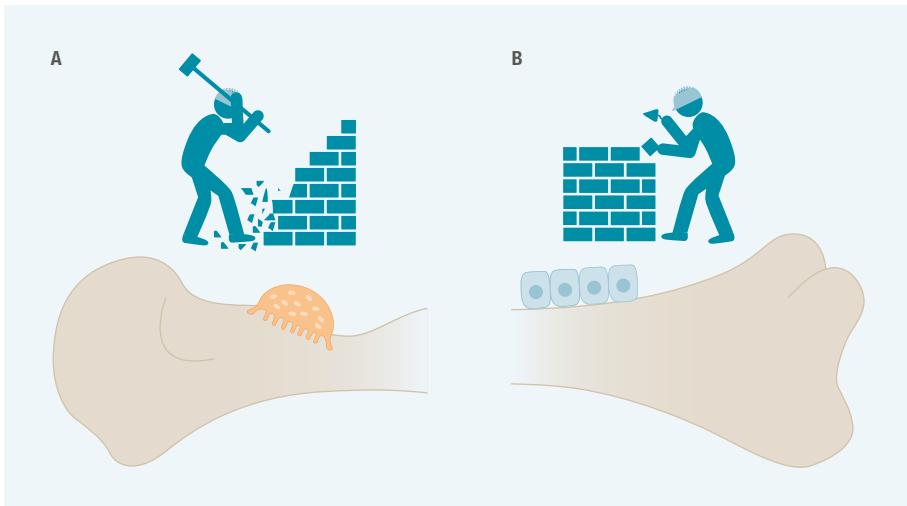
**Tab.14.2** Schilddrüsenmedikamente

| INN  | FAM-Beispiel   | Wirkung   |
|--|--|---|
| <b>Schilddrüsenhormone</b>   |  |   |
| Levothyroxin-Natrium<br>(T <sub>4</sub> = Tetraiodthyronin)        | L-Thyroxin<br>Henning®,<br>L-Thyroxin-Na-<br>ratiofopharm® | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 75 µg decken ca. ¾ des Tagesbedarfs an T<sub>4</sub> ab</li> </ul>   |
| Levothyroxin + Kaliumiodid   | Thyronajod®  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ergänzender Iodanteil bei Vorhandensein einer Struma</li> </ul>  |
| Liothyronin (T <sub>3</sub> = Triiodthyronin)                      | Thybon®  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ wenn zu wenig T<sub>4</sub> in T<sub>3</sub> umgewandelt wird</li> </ul>   |
| Levothyroxin + Liothyronin<br>(= T <sub>4</sub> + T <sub>3</sub> ) | Novothyral®  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kombipräparat mit T<sub>4</sub> und T<sub>3</sub> im Verhältnis 5:1 (physiologische Relation)</li> </ul>                                   |
| <b>Iodpräparate</b>  |  |   |
| Kaliumiodid  | Jodid 200 Mikrogramm, Jodid-<br>ratiofopharm®              | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kaliumiodid wird zugeführt, wenn zu wenig Iod mit der Nahrung zur Hormonbildung aufgenommen wird</li> </ul>                                |
| <b>Thyreostatika</b>   |  |   |
| Thiamazol  | Thiamazol Aristo®  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ hemmt die Umwandlung von Kaliumiodid in Iod</li> <li>■ Hormonbildung wird unterdrückt</li> <li>■ Hyperthyreose schwächt sich ab</li> </ul> |

**PFLEGETIPP**

Von den Herstellern wird vorgegeben: „Zeitpunkt der Einnahme: 30 Minuten vor dem Frühstück“

Es gibt jedoch auch laut Deutscher Apotheker Zeitung vom 29.03.2018 eine Alternative: „Eine abendliche L-Thyroxin-Einnahme, entweder 30 Minuten vor dem Abendessen oder vor dem Schlafengehen mit mindestens 2 Stunden Abstand zur letzten Mahlzeit ist ebenso effektiv wie eine morgendliche Nüchterneneinnahme 30 Minuten vor dem Frühstück“.



● Abb. 14.3 A Osteoklasten klauen. Sie bauen Knochenzellen ab. B Osteoblasten bauen Knochen auf.

### 14.2.2 C-Zellen der Schilddrüse und Nebenschilddrüse

Die hier gebildeten Hormone sind v. a. für den Calciumhaushalt und die Knochenbildung zuständig. Calcium ist der im Körper am häufigsten vorkommende Mineralstoff und wird als Mineral nicht nur für einen regelmäßigen Herzschlag oder die Nierenfunktion gebraucht, sondern auch für den Aufbau unserer Knochen und Zähne.

Im Knochengewebe liegen **Osteozyten** (Knochenzellen) vor, die in **Osteoblasten** (Knochen aufbauende Zellen) und **Osteoklasten** (Knochen abbauende Zellen) differenziert werden (● Abb. 14.3). Weiter besteht das Knochengewebe aus kollagenen Fasern und einer verkalkten Grundsubstanz.

Am ständigen Auf- und Umbau des Knochengewebes und am Knochenstoffwechsel sind beteiligt:

- **Calcium und Phosphat:** Hieraus wird von den Osteoblasten das harte Gewebe des Knochens gebildet, der Apatit. Die Knochen bestehen zu über 50 % aus Apatit. Der Zahnschmelz besteht zu fast 100 % aus diesem Mineral, allerdings in seiner Fluorform.
- **Parathormon:** Das Hormon der Nebenschilddrüsen erhöht den Calciumgehalt im Blut u. a. durch Calciumfreisetzung aus den Knochen mithilfe der Osteoklasten. Die dabei entstehenden Defekte an den Knochen können zur Osteoporose führen.
- **Calcitonin:** Dieses Schilddrüsenhormon senkt den Blutcalciumspiegel, wenn dieser zu hoch wird. Es bremst die Osteoklasten und ist der Gegenspieler des Parathormons.
- **Calcitriol:** Das ist die biologisch aktive Form, die aus Vitamin D<sub>3</sub> gebildet wird. Dies geschieht in einem mehrstufigen Prozess in der Leber, der Haut und der Niere. Dazu sind UV-Strahlen (Sonnenlicht) und Cholesterin erforderlich. Es erhöht in der Zelle die Calciumkonzentration, regt im Dünndarm die Calciumresorption an und reduziert die Calciumausscheidung über die Niere.

## 14.3 Therapie der Rachitis

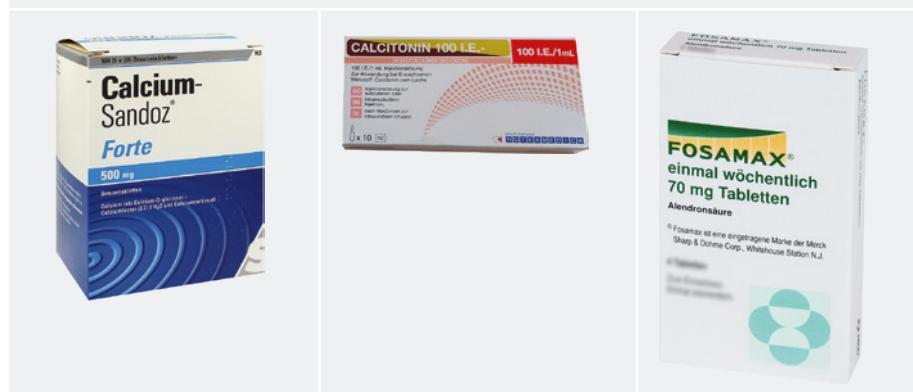
Durch einen Vitamin-D-Mangel kommt es vor allem bei Säuglingen und Kleinkindern zu einer Rachitis, bei der die Knochen weich werden und sich verformen (● Abb. 14.4). Zur Prävention erhalten Kleinkinder Arzneimittel (z.B. Vigantol® 500 I.E.), über die Vitamin D<sub>3</sub> zugeführt wird.



● Abb. 14.4 Röntgenbild von durch Rachitis verformten Beinen

## 14.4 Therapie der Osteoporose

### BEISPIELPACKUNGEN AUF EINEN BLICK



14

### Symptome

Bei dieser Krankheit überwiegt die Tätigkeit der Osteoklasten. Dadurch vermindert sich die Knochenmasse und dies führt zu einer vermehrten Knochenbrüchigkeit (● Abb. 14.5). Besonders häufig kommt es zu Knochenbrüchen am Schenkelhals und im Brust- und

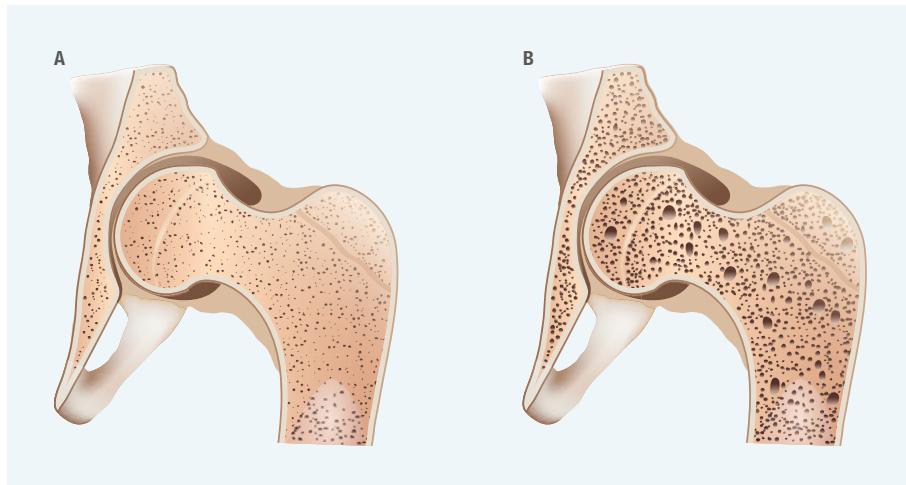


Abb. 14.5 Abbau der Knochensubstanz bei Osteoporose: A gesunder Knochen, B Osteoporose

oberen Lendenwirbelbereich. Zudem klagen die Betroffenen über Knochenschmerzen v. a. im Rückenbereich, die entweder durch Risse der sensiblen Knochenhaut entstehen oder die Folge von unbemerkten Frakturen der Wirbelkörper sind. Dies kann dann auch eine Fehlhaltung mit entsprechenden Muskel- oder Sehnenschmerzen zur Folge haben.

Der Knochenabbau kann durch verschiedene Einflüsse gefördert werden und wird – je nach Ursache – z. B. unterscheiden in:

- postmenopausale Osteoporose (Östrogenmangel fördert eine Osteoporose) und senile Osteoporose,
- medikamentös bedingte Osteoporose, z. B. durch Glucocorticoide, Schilddrüsenhormone, Antiöstrogene (wie Tamoxifen) oder Laxanzien,
- mechanisch bedingte Osteoporose durch mangelnde Belastung der Knochen, z. B. durch Immobilität, Bettruhe oder Lähmungen,
- onkologische Osteoporose, z. B. durch Knochenmetastasen oder bei bestimmten Leukämieformen.

### Medikamente

Bei der Therapie ist mit **Calcium** und **Vitamin D<sub>3</sub>** eine Basisversorgung sicherzustellen. Die Gabe von **Natriumfluorid** führt durch Umlagerung im Knochen zu dessen weiterer Härtung.

Tab. 14.3 Medikamente bei Calcium-Resorptionsstörungen oder Osteoporose und ähnlichen Krankheiten in einer Übersicht

| INN                                      | FAM-Beispiel            | Bemerkung                                  |
|--|-------------------------|--|
| Calcitonin                               | Calcitonin Rotex-medica | ■ beugt akutem Verlust an Knochenmasse vor |
| Colecalciferol (Vitamin D <sub>3</sub> ) | Vigantol®               | ■ ▶ Kap. 14.3                              |

■ **Tab. 14.3** Medikamente bei Calcium-Resorptionsstörungen oder Osteoporose und ähnlichen Krankheiten in einer Übersicht (Fortsetzung)

| INN  | FAM-Beispiel  | Bemerkung  |
|--|---|--|
| Vitamin-D <sub>3</sub> -Derivate, z. B. Alfacalcidol                     | Alfacalcidol<br>Hexal®                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ bei Osteoporose</li> <li>■ bei Vitamin-D<sub>3</sub>-Mangel, z. B. bei Dialyse</li> </ul>   |
| Vitamin-D <sub>3</sub> -Derivate zur äußerlichen Anwendung: Calcipotriol | Daivonex®   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lokaltherapie der Psoriasis, hemmt Wachstum und Vermehrung von Keratinozyten</li> <li>■ entzündungshemmend</li> </ul>   |
| Calcitriol   | Rocaltrol®  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wirkform des Vitamin D<sub>3</sub> (Colecalciferol)</li> <li>■ 20-mal stärker als Vitamin D<sub>3</sub></li> <li>■ zur Korrektur eines gestörten Calcium- und Phosphatstoffwechsels, besonders bei Nierenfunktionsstörungen</li> </ul>  |
| <b>Calciumsubstitution</b>   |   |  |
| Calciumcarbonat, Calciumlactogluconat                                    | Calcium dura®, Calcium Sandoz® forte (enthält beide Formen) | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ nicht bei Nierensteinen</li> <li>■ zusätzliche Gabe von Vitamin D<sub>3</sub> steigert die Wirkung</li> </ul>   |
| <b>Bisphosphonate</b>  |   |  |
| Alendronsäure  | Fosamax®, Alendronsäure Stada®, Binosto® (Brausetabletten)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ blockiert Funktion der Osteoklasten, fördert Aufbau gesunder Knochensubstanz</li> <li>■ Gefahr der Speiseröhrenverätzung, mind. 30 Minuten vor dem Essen einnehmen, anschließend sich nicht hinlegen</li> <li>■ Tabletten nicht zerbeißen</li> <li>■ nicht mit Kaffee, Tee, Saft oder Milch, sondern mit 200 ml Leitungswasser einnehmen</li> </ul> |

tung. Mit **Bisphosphonaten** kann die Tätigkeit der Osteoklasten blockiert und damit der weitere Knochenabbau verhindert werden. **Calcitonin** ist der stärkste Hemmstoff des Parathormons. Es kann nur injiziert oder als Nasenspray angewendet werden, wobei bei letzterem die Zulassung ruht und kein Produkt verfügbar ist. Es muss abgewartet werden muss, ob der Nutzen das Risiko, Krebs zu entwickeln überwiegt (■ Tab. 14.3).

## 14.5 Hormone der Nebennierenrinde

**Glucocorticoide**, die Hormone der Nebennierenrinde, gehören zur Gruppe der Steroidhormone. Sie werden im Körper aus Cholesterin synthetisiert. Die Produktion dieser Hormone erfolgt in einem spezifischen **Tag-Nacht-Rhythmus**: Während der Nacht sinkt der Hormonspiegel und steigt dann in der aktiven Tageszeit wieder an. Bei einem gesunden Erwachsenen werden täglich 20 mg Glucocorticoide gebildet, bei Stress jedoch bis zu 240 mg. Die Medikamente, die Glucocorticoide enthalten, werden als Corticoide oder auch als Cortisone bezeichnet. Die Schreibweise selbst kann variieren. Daneben gibt es auch die ebenfalls in der Nebennierenrinde gebildeten **Mineralcorticoide**. Das wichtigste heißt Aldosteron (► Kap. 7.2.2).

### 14.5.1 Cortisontherapie

Corticoide sind unverzichtbare Arzneimittel, weil sie bei schweren Krankheiten, die oft mit einem körpereigenen Cortisonmangel einhergehen, eingesetzt werden können. Wichtige Indikationen sind alle Erkrankungen mit einem immunologischen Krankheitsgeschehen wie Asthma, Allergien, Rheuma, Nesselsucht oder dem anaphylaktischen Schock.

■ **Tab. 14.4** Wichtige Nebenwirkungen der Cortisone bei systemischer Anwendung

| Angriffsort            | Nebenwirkung  |
|------------------------|---|
| Zentrales Nervensystem | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Euphorie</li> <li>■ Schlaflosigkeit</li> <li>■ Psychose</li> <li>■ Verstärkung psychischer Störungen</li> <li>■ periphere Neuropathie</li> </ul> |
| Elektrolytregulation   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kaliumverlust</li> <li>■ Natriumretention</li> <li>■ Ödeme</li> <li>■ Herzinsuffizienz</li> </ul>  |
| Glucosestoffwechsel    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ erhöhter Blutzuckerspiegel</li> <li>■ manifester Diabetes</li> </ul>   |
| Äußere Erscheinung     | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Adipositas</li> <li>■ Mondgesicht</li> </ul>   |
| Haut                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hautrötung</li> <li>■ Striae</li> <li>■ Elastizitätsverlust</li> <li>■ Atrophie</li> <li>■ schlechte Wundheilung</li> </ul>                      |
| Knochen                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Osteoporose</li> </ul>   |

■ **Tab. 14.4** Wichtige Nebenwirkungen der Cortisone bei systemischer Anwendung (Fortsetzung)

| Angriffsort                      | Nebenwirkung   |
|----------------------------------|--|
| Augen                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Glaukom, Katarakt</li> </ul>  |
| Muskulatur                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Muskelatrophie</li> </ul>   |
| Gastrointestinaltrakt            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Magenulkus</li> <li>■ Pankreatitis</li> <li>■ Dünndarmulzera</li> </ul>   |
| Hemmung der zellulären Immunität | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manifestation latenter Infektionen</li> <li>■ Infektion mit Mykobakterien (Tuberkulose)</li> <li>■ Pilzinfektionen</li> <li>■ Virusinfektionen</li> </ul> |

Sie sind entzündungshemmend, weil sie die Bildung der klassischen Entzündungsbotenstoffe wie Histamin unterdrücken. Dadurch sind sie auch schmerzstillend. Sie können die Immunreaktion stark bremsen, weshalb sie auch bei Organtransplantationen eingesetzt werden.

Als stark wirkende Arzneimittel haben sie sehr viele Nebenwirkungen, was bei manchen Patienten zu einer „Cortisonangst“ führt. Ihre Anwendung muss deshalb von den Pflegenden immer gut erklärt werden (■ Tab. 14.4).

#### MERKE

- Die Dosierung der Corticoide wird vom Arzt individuell festgelegt und richtet sich danach, wie der Patient auf den Wirkstoff anspricht, sowie nach der Art und Schwere der Erkrankung. Die Anfangsdosen z. B. für Prednisolon, das am meisten verwendet wird, können zwischen 30 und 1000 mg schwanken.
- Entsprechend dem physiologischen Hormonspiegel sollte die Einnahme der Corticoide am Morgen erfolgen.
- Bei bedrohlichen Zuständen werden die Präparate intravenös gegeben.
- Nach längerer Einnahme müssen die Präparate ausschleichend abgesetzt werden, da die körpereigene Hormonproduktion erst wieder aktiviert werden muss und es sonst zu Rezidiven der Erkrankung kommt.



## 14.5.2 Systemische Corticoidpräparate (Übersicht)

Außer Hydrocortison sind die Substanzen chemische Abwandlungen der körpereigenen Hormone. Man kann sie nach ihrer entzündungshemmenden Stärke einteilen. Diese wird auf Hydrocortison bezogen (■ Tab. 14.5).

■ **Tab. 14.5** Übersicht der wichtigsten systemischen Glucocorticoide. „Relative antiphlogistische Wirkung“ (RaW) bezieht sich auf den Vergleich mit Hydrocortison.

| INN               | FAM-Beispiel   | Bemerkung   | RaW |
|-------------------|--|---|-----|
| Hydrocortison     | Hydrocortison<br>Hoechst®  | Ersatz des körpereigenen Hydrocortisons   | 1   |
| Prednison         | Decortin® 20 mg, Prednison Galen®                                    | Rheumatherapie, Notfall   | 4   |
| Prednisolon       | Solu-Decortin® H bis 1000 mg, Predni-H-Tablinen®, Prednisolon Galen® | meist parenteral als Notfalltherapie bei Status asthmaticus oder anaphylaktischem Schock, „H“ weist auf Prednisolon hin | 4   |
| Methylprednisolon | Urbason® soluble bis 1000 mg, Predni-M-Tablinen®                     | Notfalltherapeutikum, s.o., M weist auf Methylprednisolon hin   | 5   |
| Triamcinolon      | Volon® 4–16 mg   | sehr breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten  | 5   |
|                   | Volon® A 10 Kristall-suspension®                                     | Depoteffekt bei intraartikulärer Anwendung (Gelenkentzündungen)   |     |
| Dexamethason      | Fortecortin® 0,5–8 mg, Dexamethason-ratiopharm®                      | besonders geeignet zur Prophylaxe und Behandlung eines Hirnödems  | 30  |
| Betamethason      | Celestamine® Lösung  | breites Indikationsspektrum   | 25  |
|                   | Celestan® soluble 4 mg   | zur Injektion in kleine Gelenke   |     |



### BEISPIELPACKUNGEN AUF EINEN BLICK



### 14.5.3 Topische Corticoidpräparate (Übersicht)

Eine wichtige Rolle in der Dermatologie spielen die Glucocorticoide für die äußere (**topische**) Anwendung, also in Cremes, Salben, Fettsalben oder Hautmilch (■ Tab. 14.6 Seite 295). Sie reduzieren nicht nur Entzündungsreaktionen in der Haut, sondern wirken auch stark juckreizstillend.

## BEISPIELPACKUNGEN AUF EINEN BLICK



Auch bei der topischen Anwendung von Glucocorticoiden können spezifische **Nebenwirkungen** auftreten:

- die Haut wird dünner und verliert kollagene und elastische Fasern,
- es kommt zu Haarausfall, v.a. bei der Anwendung auf dem behaarten Kopf,
- durch die immunsuppressive Wirkung können Hautinfektionen begünstigt werden.

### MERKE

- Topische Glucocorticoide sollten nur im akuten Schub und zeitlich und örtlich begrenzt angewendet werden.
- Bei längerer Anwendung langsam ausschleichen, da sonst ein erneuter Schub möglich ist.
- An dünnen Hautstellen, v.a. im Genitalbereich, im Gesicht und auf der Kopfhaut, nur verdünnte Cortisonsalben anwenden (werden in der Apotheke angefertigt).
- Unter Okklusiverbinden (dazu zählen auch Windeln bei Kleinkindern oder Inkontinenzschutzhosen bei Erwachsenen) steigt das Risiko von Nebenwirkungen stark an.
- Als Basistherapie werden wirkstofffreie Cremes eingesetzt.



## 14.6 Hormone der Geschlechtsdrüsen

### 14.6.1 Geschlechtshormone der Frau

14

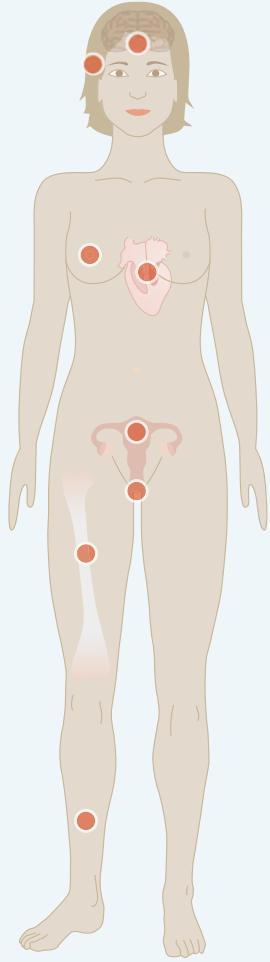
Neben den in ▶ Kap. 14.1 genannten Effekten haben v.a. die weiblichen Geschlechtshormone weitere Wirkung auf Psyche und Körper (● Abb. 14.6).

**Gestagene** wirken gemeinsam mit den Östrogenen auf nahezu alle weiblichen Fortpflanzungsvorgänge. Alle Gestagene unterdrücken dosisabhängig die Ovulation und hemmen die Tubenmotilität. Gestagene werden vor allem in der „Pille“ zur hormonalen Kontrazeption (Empfängnisverhütung) eingesetzt. Dabei erfolgt die Einnahme nach einem festen Schema. Die hormonale Kontrazeption ist auf folgende Weise möglich:

**Kombination von Östrogenen und Gestagenen** z.B.:

- als Einphasenpräparat mit konstanter Dosierung von Östrogen und Gestagen,  
**FAM-Beispiele:** Lovelle® enthält Ethinylestradiol und Levonorgestrel in gleichbleibendem Verhältnis,

| Östrogenmangel  | Östrogenwirkung   |
|---|---|
| <b>Haare</b><br>– Haarausfall<br>– evtl. »Damenbart«  | – dichtes und volles Haar   |
| <b>ZNS</b><br>– Nervosität<br>– Reizbarkeit<br>– Schlafstörungen<br>– reduzierte Merkfähigkeit  | – hebt die Stimmung<br>– fördert Merkfähigkeit  |
| <b>Brustdrüse</b><br>– Verlust Elastizität  | – fördert Entwicklung   |
| <b>Herz- und Blutgefäße</b><br>– Herzjagen<br>– Schweißausbrüche<br>– Hitzewallungen<br>– Schwindel<br>– Anstieg Cholesterin<br>– erhöhtes Risiko für Arteriosklerose und Herzinfarkt | – schützt vor Cholesterin<br>– Schutz vor Herzinfarkt<br>– Schutz vor Arteriosklerose |
| <b>Knochen</b><br>– Sinken des Mineralgehalts<br>– Abbau der Knochenmasse<br>– evtl. Osteoporoseentwicklung   | – Förderung des Knochenaufbaus  |
| <b>Haut</b><br>– Faltenbildung<br>– Hauttrockenheit   | – Elastizität durch Kollagenbildung   |
| <b>Uterus</b><br>– Zyklusstörungen  | – normaler Zyklus   |
| <b>Vagina</b><br>– Trockenheit der Vaginalschleimhaut   | – saurer pH-Wert<br>– fördert Durchblutung  |



● Abb. 14.6 Wirkung der Östrogene auf Körper und Psyche sowie Veränderungen bei Östrogenmangel

- als Mehrphasenpräparat, mit wechselnder, dem weiblichen Zyklus besser angepasster Hormondosierung,
- FAM-Beispiele:** Triquilar® enthält Ethinylestradiol und Levonorgestrel in 3 verschiedenen Stärken.

Kontrazeptiva, die **nur Gestagen** enthalten werden als „Minipille“ bezeichnet. **FAM-Beispiele:** Microlut® enthält nur Levonorgestrel – die „Dreimonatsspritze“ enthält Medroxyprogesteronacetat, z. B. Depo-Clinovir®.

**Tab.14.6** Einteilung der topischen Glucocorticoide in 4 Wirkklassen

| Klasse                    | INN                       | FAM-Beispiel   |
|---------------------------|---------------------------|--|
| 1<br>Schwache Wirkung     | Hydrocortison             | Ebenol®, Hydrocort-1A Pharma® (nicht rezeptpflichtig), HydroGalen® |
| 2<br>Mittelstarke Wirkung | Clobetasonbutyrat         | Emovate®, ClobeGalen®  |
|                           | Fluprednidien-21-acetat   | Decoderm®  |
|                           | Hydrocortisonbutyrat      | Alfason®   |
|                           | Triamcionolonacetonid     | Volonimat®, TriamGalen®  |
| 3<br>Starke Wirkung       | Betamethasonvalerat       | Betnesol®, BetaGalen®  |
|                           | Methylprednisolonaceponat | Advantan®  |
|                           | Mometasonfuroat           | Ecurl®, MomeGalen® (gilt als verträglichstes Mittel)               |
|                           | Prednicarbat              | Dermatop®  |
| 4<br>Sehr starke Wirkung  | Clobetasolpropionat       | ClobeGalen®, Dermoxin®   |

Als **Pille danach** bezeichnete Präparate verhindern auf unterschiedlichem Weg das Einsetzen des befruchteten Eis in die Gebärmutter. Die Dosierungen sind höher als in den normalen oralen Antikonzeptiva. **FAM-Beispiele:** PiDaNa® und EllaOne®.

## 14.6.2 Geschlechtshormone beim Mann

Sie werden mit dem Sammelbegriff Androgene bezeichnet, unter den verschiedene Hormone fallen. Das wichtigste davon ist das Testosteron. Neben den in ▶ Kap. 14.1 genannten Wirkungen fördert es die Entwicklung der Geschlechtsorgane und der sekundären männlichen Geschlechtsmerkmale wie Bartwuchs und Muskelkraft. Außerdem verbessert es die Knochenstruktur. Durch Testosteronmangel kann es beim Mann zu Unfruchtbarkeit, Impotenz, Verlust der Körperbehaarung, reduzierte Muskelmasse oder einer Gynäkomastie kommen.

### Beispiele für Wirkstoffe und Fertigarzneimittel

Testosteron zur Anwendung auf der Haut wie Testogel® oder Testosteron-Tabletten wie Andriol® Testocaps