1 Hormone und hormonelle Regelkreise

Hormone (von griech. „hormãn“ = anregen, in Bewegung setzen, antreiben) sind Botenstoffe, die – ebenso wie Neurotransmitter – zur Signalübermittlung im Körper dienen. Sie werden in spezialisierten Zellen oder endokrinen Drüsen gebildet und über das Blut zu spezifischen Zielzellen und -organen transportiert, in denen sie metabolische und physiologische Parameter regulieren. Im Gegensatz dazu geben exokrine Drüsen ihre Stoffe nach außen ab, beispielsweise den Schweiß an Schweißdrüsen auf die Oberfläche der Haut. Die Wirkung von **Neurotransmittern** bezieht sich auf die Übertragung von Informationen zwischen Nervenzellen im Gehirn und im Körper. Beide Botenstoffgruppen sind – neben der elektrischen Signalweitergabe über Nervenzellen – Bestandteile der Signalübertragung im menschlichen Körper und koordinieren zahlreiche lebenswichtige Prozesse.

Dies erfordert eine feine Abstimmung sowohl in Bezug auf die Ausschüttung von Hormonen wie auch auf den Signalempfang durch Rezeptoren in den Zielzellen bzw. -organen. Übergeordnete Regulationsmechanismen und feste Abfolgen innerhalb des Hormonsystems sorgen dafür, dass diese Abstimmung den Erfordernissen des Körpers angepasst ablaufen kann. Gerät dieses Gefüge allerdings (dauerhaft) aus dem Gleichgewicht, entstehen hormonelle Dysbalancen (S. 146), die verschiedene Erkrankungen nach sich ziehen können.

Das Fachgebiet der **Endokrinologie** befasst sich mit den Hormonen und den hormonell gesteuerten Abläufen im Körper, wobei das Wort selbst aus dem Altgriechischen stammt und sich von „endon“ (= innen), „krinein“ (= abscheiden, absondern) und „logos“ (= Lehre) ableitet. Das endokrine System setzt sich in seiner Gesamtheit aus spezialisierten Organen, Geweben und Zellgruppen zusammen und steuert mithilfe der Hormone komplexe Körperfunktionen (z. B. Wachstum, Fortpflanzung). In diesem Buch beschäftigen wir uns also im weitesten Sinne mit der „Lehre der Drüsen“, die zur Regelung der Körpervorgänge ihre Stoffe im Inneren des Körpers ausschütten.

1.1 Aufgaben und Einteilung der Hormone

Im Prinzip ist das **Hormonsystem** – auf die eine oder andere Art – an den meisten Vorgängen des Körpers beteiligt, z. B. an Wachstum, Fortpflanzung, Energie-, Elektrolyt- und Wasserhaushalt, Stoffwechsel, Verdauung und Immunsystem, aber auch an der Regulation der emotionalen und der psychischen Stabilität oder an nach außen gerichteten Interaktionen mit unserem Umfeld.

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

Für die Befehlsübermittlung benötigt das Hormonsystem Minuten, manchmal aber auch Stunden, Tage oder Wochen, bis die gewünschte Reaktion vom Körper umgesetzt werden kann: Die endokrinen Drüsen geben ihren produzierten Botenstoff ins Blut ab. Dort zirkuliert das Hormon, bis es in der Zielzelle an dem für genau dieses Hormon passenden Rezeptor andockt. Hormone und Rezeptoren funktionieren mithilfe des Schlüssel-Schloss-Prinzips (S. 21). Dies bedeutet, dass sich ein Hormon nur an einen Rezeptor mit einer bestimmten Form binden kann, nicht aber an den Rezeptor eines anderen Hormons.

Manche Botschaften bedürfen allerdings schnellerer Informationswege, die dann über das **Nervensystem** ablaufen: Einerseits gibt dieses über die Nervenzellen binnen Bruchteilen einer Sekunde Signale an das Zielorgan weiter, andererseits erreichen Informationen im vegetativen Nervensystem innerhalb von Sekunden bis zu wenigen Minuten das Erfolgsorgan. Die Übermittlung über Nervenzellen erfolgt mithilfe elektrischer Impulse und – zum Großteil – über durch den elektrischen Impuls ausgelöste Neurotransmitterausschüttungen.

Neurotransmitter bilden eine Schnittstelle zwischen dem Hormon- und dem Nervensystem. Manche Neurotransmitter sind gleichzeitig als Hormone klassifiziert. Hier wären z. B. Adrenalin, Noradrenalin und Histamin zu nennen. Sie können sowohl als Neurotransmitter eine Nervenzellerregung auslösen als auch als Hormon ein Zielorgan stimulieren.

Während das Nervensystem schnell verfügbare Informationen steuert, ist das Hormonsystem eher für längerfristige Prozesse zuständig. Das Nerven- und das Hormonsystem beeinflussen sich einerseits gegenseitig und ergänzen sich andererseits. Das neuroendokrine System oder Hypothalamus-Hypophysen-System stellt die Schnittstelle beider Systeme dar.

1.1.1 Signalübertragung von Zelle zu Zelle

Um von einer Zelle zur anderen Signale zu übermitteln, sind verschiedene Schritte erforderlich:

a) Signalentstehung: Sekretion des Botenstoffs und Transport zur Zielzelle
b) Signalaufnahme: Bindung des Botenstoffs an den Rezeptor
c) Signalkaskade: Umwandlung des zunächst außerhalb der Zelle befindlichen (extrazellulären) Signals in ein Signal innerhalb der Zelle (intrazelluläres Signal), z. B. durch sekundäre Botenstoffe (sog. Second Messenger)
d) Signalverarbeitung: Wirkung in der Zielzelle wie Proteinaktivierung, Genexpression u. a.

Es gibt 4 verschiedene Wege der Signalübertragung, die sich darin unterscheiden, wie weit der Weg bis zur Zielzelle ist:

- Endokrine Sekretion: Das Hormon gelangt über den Blutstrom zu seiner Zielzelle (z. B. Schilddrüsenhormone).
- Neuro(endo)krine Sekretion: Das Hormon (Neurohormon) wird aus einer Nervenzelle freigesetzt (z. B. Releasing-Hormone aus dem Hypothalamus).
- Parakrine Sekretion: Ein Botenstoff diffundiert von der sezernierenden zu einer benachbarten Zelle (z. B. Somatostatin).
- Autokrine Sekretion: Der Botenstoff wirkt direkt am Produktionsort auf die sezernierende Zelle selbst oder auf Nachbarzellen des gleichen Typs (z. B. Histamine, Leukotriene, Prostaglandine, Interleukine).

Praxistipp

Die Hormonkonzentrationen bewegen sich im Blut und im Speichel im Mikrogramm- bis Pikogrammbereich.

1.1.2 Einteilung der Hormone

Hormone können anhand ihres Entstehungsorts, ihrer chemischen Struktur und ihrer biochemischen Eigenschaften eingeteilt werden.

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

Einteilung anhand des Entstehungsorts

Je nach ihrem Entstehungsort werden Hormone in glanduläre und aglanduläre Hormone eingeteilt, die verschiedene chemische Strukturen aufweisen. Zytokine (S. 20), deren generelle Zuordnung zu den Hormonen durchaus kritisch diskutiert wird, sind kleine Polypeptide, während andere Hormone unterschiedlichen chemischen Gruppen (S. 17) angehören.

Glanduläre Hormone. Diese werden von den endokrinen Drüsen (lat. „glandulae“) gebildet. Hierzu gehören folgende (**Abb. 1.1**):

- Hypophysenvorderlappen (Adenohypophyse) → u. a. Adrenokortikotropes Hormon (ACTH), Luteinisierendes Hormon (LH), Follikel-stimulierendes Hormon (FSH), Prolaktin, Somatotropin/Somatotropes Hormon (STH), Thyroidea-stimulierendes Hormon (TSH)
- Schilddrüse (Glandula thyroidea) → Schilddrüsenhormone

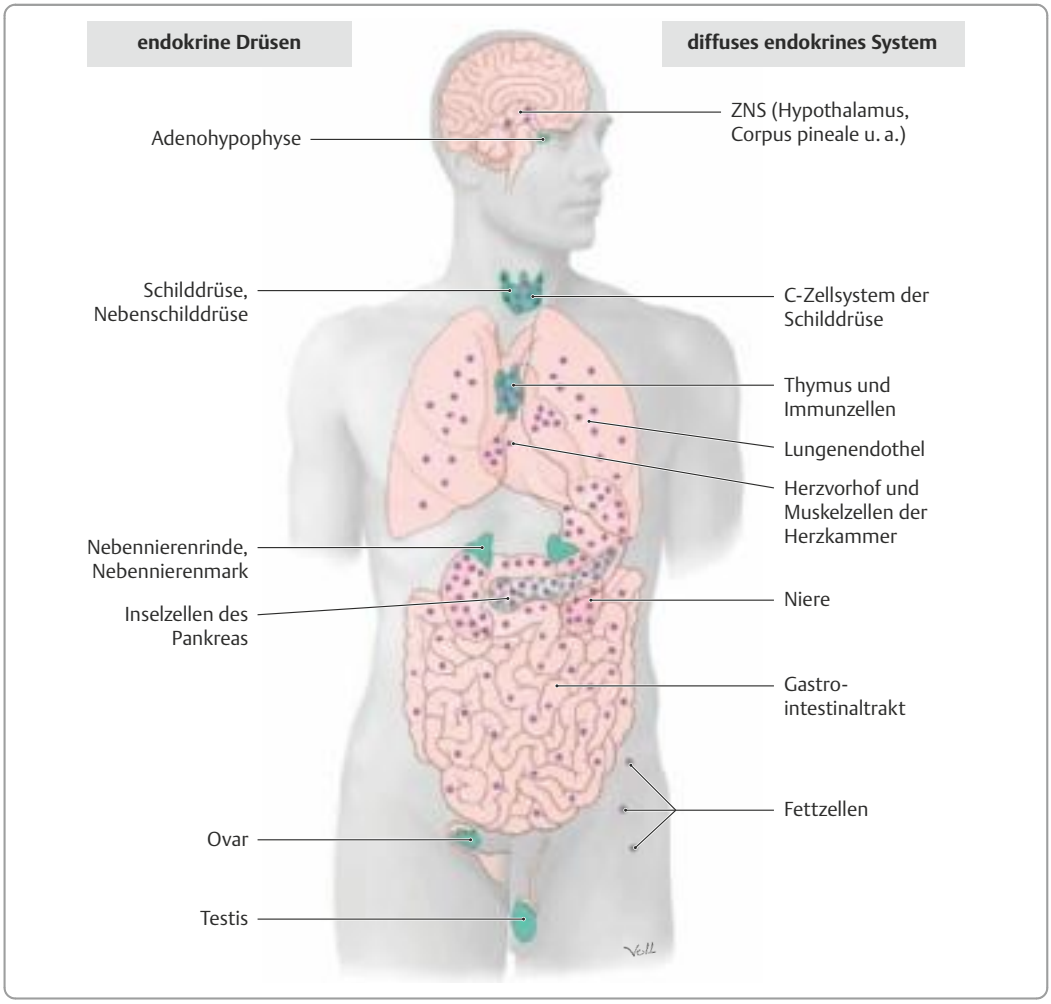


Abb. 1.1 Endokrines System. Das endokrine System umfasst sowohl die endokrinen Drüsen (links) wie auch einzelne Zellen oder kleine Gruppen von Zellen, die ebenfalls Hormone freisetzen (rechts). Hierbei handelt es sich um diffuse endokrine Zellen, die sich in vielen Organen des Körpers, sowie natürlich in den endokrinen Drüsen, befinden. ZNS = Zentralnervensystem. (Quelle: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K, Hrsg. Prometheus LernAtlas – Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 6. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2022)

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

- Nebenschilddrüse (Glandula parathyroidea) → Parathormon
- Nebennieren (Glandulae suprarenales):
  - Nebennierenrinde → Aldosteron, Kortisol, Dehydroepiandrosteron (DHEA)
  - Nebennierenmark → Adrenalin, Noradrenalin
- Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) → Insulin, Glukagon, Somatostatin
- Keimdrüsen:
  - Eierstöcke (Ovarien) → Östrogene, Progesteron
  - Hoden (Testikel) → Testosteron

Aglanduläre Hormone. Ihre Bildung erfolgt in endokrinen Zellen oder Zellgruppen, die nicht in einer endokrinen Drüse liegen müssen. Folgende Organe bzw. Gewebe können mithilfe dafür spezialisierter Zellen Hormone bilden und ausschütten (**Abb. 1.1**):

- Hypothalamus → Antidiuretisches Hormon (ADH), Oxytocin, Releasing- und Inhibiting-Hormone, Somatostatin
- Zirbeldrüse (Epiphyse, Corpus pineale, Epiphysis cerebri, Glandula pinealis) → Melatonin
- C-Zellen der Schilddrüse → Kalzitonin
- Thymus (bildet sich in der Pubertät zurück) → z. B. Thymopoetin, Thymosin
- Herz → Atriales Natriuretisches Peptid (ANP), Brain Natriuretic Peptide (BNP)
- Lunge (Endothelzellen) → Angiotensin-Converting-Enzym (ACE)
- Leber → z. B. Angiotensin, Pregnenolon, Angiotensinogen
- Niere → Renin, Erythropoetin
- Gastrointestinaltrakt/Magen-Darm-Trakt → z. B. Gastrin, Sekretin, Somatostatin, Leptin
- Fettgewebe → z. B. Ghrelin, Leptin

Zu den aglandulären Hormonen gehören auch die Gewebshormone (S. 20).

Einteilung anhand der chemischen Struktur

Hormone werden anhand ihrer chemischen Struktur folgenden Gruppen zugeordnet:

Peptidhormone/Proteohormone. Diese Hormongruppe umfasst Hormone, die aus verschiedenen Aminosäuren bestehen. Sie sind hydrophil und aus Sicht eines Biochemikers eigentlich Peptide. Bedeutende Peptidhormone sind STH, LH, FSH, Insulin (senkt den Blutzuckerspiegel), Glukagon (regt die Steigerung des Blutzuckerspiegels an), ANP aus den Herzvorhöfen (stimuliert als Gegenspieler des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems [RAAS] die Flüssigkeitsausscheidung und senkt den Blutdruck), Somatostatin und Gastrin.

Ein Peptidhormon besteht aus weniger als 100 Aminosäuren; bei mehr als 100 Aminosäuren wird es auch als Proteohormon bezeichnet, wobei eine derartige Differenzierung aus chemischer Sicht nicht notwendig erscheint.

Aminosäurederivate. Aufgeführt sind die wichtigsten Gruppen:

Vom Tyrosin abstammende Hormone. Dies sind Hormone, die aus **L-Tyrosin** gebildet werden. Aus Jodid und L-Tyrosin entstehen in der Schilddrüse die Hormone Thyroxin (T_4) und Trijodthyronin (T_3; **Abb. 3.9**). Aus L-Tyrosin wird außerdem Dopamin gebildet. Da aus Dopamin im Nebennierenmark Noradrenalin und in der Folge, ebenfalls im Nebennierenmark, Adrenalin synthetisiert wird, zählen auch Adrenalin und Noradrenalin zu den vom Tyrosin abstammenden Hormonen (**Abb. 3.11**).

Katecholamine. Dies sind Hormone, die aus **biogenen Aminen** bestehen und gleichzeitig der Gruppe der Hormone und der Neurotransmitter angehören. Dazu gehören Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin.

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

Steroidhormone. Diese Hormone werden aus **Cholesterin** gebildet und sind lipophil. Steroidhormone binden sich an spezielle Transporteiweiße und können dadurch im Blut transportiert werden. Zu nennen sind die Gestagene (Progesteron), die Androgene (DHEA, Testosteron, Dihydrotestosteron [DHT]), die Östrogene (Östradiol, Östriol, Östron, Östetrol), die Glukokortikoide (Kortisol, Kortison), das Kortikosteron sowie die Mineralokortikoide (Aldosteron). Hierzu gehören ebenfalls Zwischenstufen wie Androstendion sowie alle aus den vorgenannten Hormonen entstehenden Metaboliten wie u. a. Allopregnanolon aus dem Vorläuferhormon Progesteron oder 7-Keto-DHEA aus dem Prohormon DHEA.

Die Abfolge der **Biosynthesewege der Steroidhormone** (Steroidhormonkaskade) ist unabänderlich, da für die verschiedenen Synthesewege bestimmte Enzyme und/oder Voraussetzungen notwendig sind (**Abb. 1.2**). So kann der Körper z. B. aus Pregnenolon nicht geradewegs Aldosteron herstellen, da keiner der Zwischenschritte übersprungen werden kann.

Neurosteroidhormone. Diese sind aufgrund ihres Aufbaus keine eigene Klasse im eigentlichen Sinne, sondern werden – neben dem Hauptbildungsort – im Gehirn aus **Cholesterin** gebildet. Hierzu zählen Pregnenolon, DHEA, Progesteron, Testosteron und Östradiol, außerdem die Metaboliten Pregnenolon-S, DHEA-S, Allopregnanolon (Metabolit von Progesteron). Sie alle beeinflussen das Denk- und das Lernvermögen sowie die Stimmung und sind im Gehirn auch dann noch nachweisbar, wenn Nebennieren, Hoden oder Eierstöcke vollständig entfernt wurden. Dies lässt darauf schließen, dass das Gehirn diese Hormone in geringen Mengen selbst produziert.

Einteilung anhand biochemischer Eigenschaften

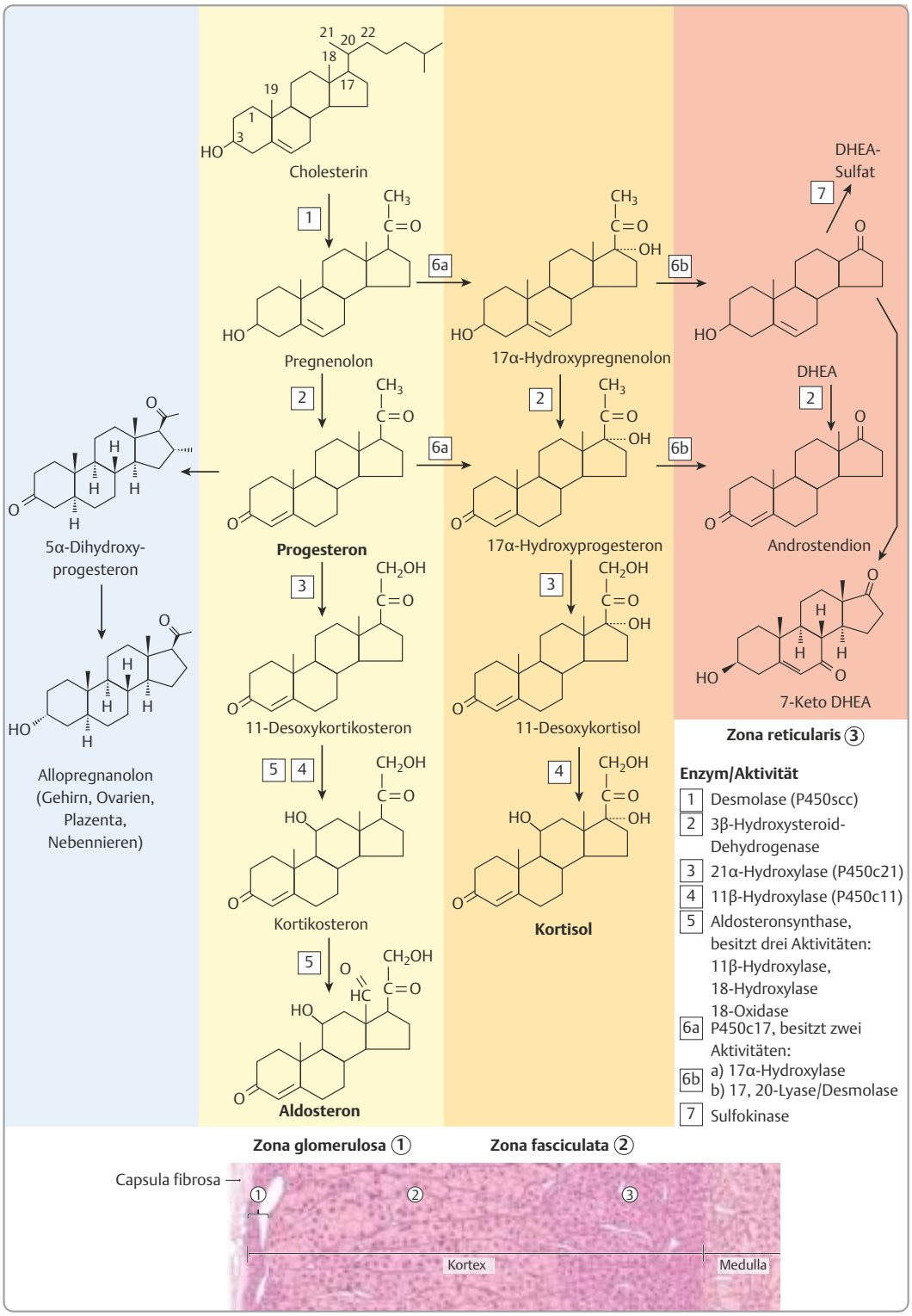
Die biochemischen Eigenschaften der Hormone und hormonähnlichen Substanzen und insbesondere ihre (Nicht-)Wasserlöslichkeit tragen maßgeblich dazu bei, wie die Sekretion ins Blut, der Transport zu Zielorgan/-zelle, die Wirkung und der Abbau erfolgen. Unterschieden werden hydrophile („wasser-“) und lipophile („fettliebende“) Hormone:

- **Hydrophile Hormone** sind wasserlöslich. Zu diesen gehören die Peptid-/Proteohormone und die meisten Aminosäurederivate (außer den Schilddrüsenhormonen).
- **Lipophile Hormone** sind hingegen nicht wasserlöslich. Diese Gruppe umfasst als Abkömmlinge des Cholesterins die Steroidhormone, aber auch die Schilddrüsenhormone.

Auch bezüglich der Hormonsynthese und der -speicherung gibt es grundlegende Unterschiede: Hydrophile Hormone können auf Vorrat in Vesikeln gespeichert und bei Bedarf in die Blutbahn abgegeben werden, wo sie eine sehr viel kürzere Halbwertszeit aufweisen als Steroidhormone. Demgegenüber werden die Steroidhormone bei Bedarf direkt gebildet.

Abb. 1.2 Übersicht über die wichtigsten Biosynthesewege der Steroidhormone in der Nebennierenrinde (histologische Teilabbildung aus: Aumüller et al. Duale Reihe Anatomie. Thieme; 2014). Die Nebenniere ist der Hauptsyntheseort für Kortison, DHEA (Dehydroepiandrosteron) und Aldosteron. (Quelle: nach Deutzmann R. Überblick. In: Behrends J, Bischofberger J, Deutzmann R, Ehmke H, Frings S, Grissmer S, Hoth M, Kurtz A, Leipziger J et al., Hrsg. Duale Reihe Physiologie. 4., unveränderte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2021. doi:10.1055/b000000462; Histologische Teilabbildung aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. 4.5 Nebennieren (Glandulae suprarenales). In: Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K, Hrsg. Prometheus LernAtlas - Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 6. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022) ▶

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York



aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

1.1.3 Gewebshormone (Mediatoren)

Gewebshormone nehmen unter den Hormonen eine Sonderstellung ein, da sie nicht endokrin, sondern parakrin von Zellen in verschiedensten Geweben sezerniert werden. Das heißt, dass sie nicht ins Blut abgegeben werden, sondern ihre Wirkung überwiegend direkt und lokal im umliegenden Gewebe entfalten. Die Gewebshormone umfassen verschiedene Substanzklassen:

- biogene Amine: z. B. Histamin, Serotonin
- Eikosanoide (Arachidonsäurederivate): z. B. Leukotriene, Prostaglandine, Thromboxan A2
- Gase: z. B. Stickstoffmonoxid (NO)
- Polypeptide: z. B. Kinine (Bradykinin, Neurokinin), Zytokine (Wachstumsfaktoren, Interferone, Interleukine)

Wichtige Gewebshormone sind u. a. folgende:

- **Erythropoetin** (EPO) gehört als hämatopoetischer (blutbildender) Wachstumsfaktor zu den Zytokinen und wird in den Nieren (S. 47) gebildet. Bekannt ist es durch seine Verwendung in der Therapie einer Anämie und als Dopingmittel im Leistungssport, da es die Bildung roter Blutkörperchen anregt.
- **Gastrin** ist ein Peptidhormon im Magen-Darm-Trakt (S. 51) und beeinflusst u. a. die Produktion von Magensäure.
- **Histamin** (S. 111) gehört zu den biogenen Aminen und ist als Gewebshormon und Neurotransmitter u. a. beteiligt an allergischen Reaktionen, am Immunsystem, im Magen-Darm-Trakt an der Regulation der Magensäureproduktion sowie im Zentralnervensystem (ZNS) an der Steuerung des Schlaf-Wach-Rhythmus und der Appetitkontrolle.
- **Insulinähnliche Wachstumsfaktoren** (Insulin-Like Growth Factor = IGF) sind ebenfalls Zytokine und werden in der Leber und im Fettgewebe synthetisiert:
  - IGF-1 ist allgemein an der Steuerung des Zellwachstums, insbesondere der Osteoblasten, beteiligt. IGF-1 und das von der Hypophyse ausgeschüttete Wachstums- und Reparaturhormon Somatotropin (STH) oder (Human) Growth Hormone (GH/HGH) verstärken gemeinsam den Vitamin-D_3-Metabolismus.
  - IGF-2 ist v. a. während der embryonalen Entwicklung an der Wachstumsregulation beteiligt, außerdem regt es ähnlich wie Insulin den Körper an, Glukose in die Zellen aufzunehmen. IGF-2 wirkt unterstützend für die Hormone LH und FSH und dadurch stimulierend auf die Follikelbildung. Nach dem Eisprung regt es die Progesteronbildung an. Es scheint ebenfalls die Gedächtnisleistung zu verbessern.
- **Prostaglandine** (S. 115) sind eine Gruppe von Hormonen, die zu den Eikosanoiden gehören. Sie kommen fast überall im Körper vor und spielen u. a. als Schmerzmediator und als Mediatoren für die Wirkung von Hormonen eine Rolle.
- **Renin** wird in den Nieren (S. 47) gebildet und ist Teil des RAAS (S. 31). Es ist damit wesentlich an der Blutdruckregulation beteiligt. Hierzu wandelt Renin das von der Leber synthetisierte inaktive Angiotensinogen in das aktive Angiotensin I um. Aufgrund der nachfolgenden Kaskade steigt der Blutdruck an.
- **Sekretin** ist wie Gastrin ein Peptidhormon im Magen-Darm-Trakt (S. 51) und u. a. dessen Gegenspieler, unterbindet also die Bildung von Magensäure.
- Zu den **Zytokinen** gehören außerdem Interferone, Interleukine, koloniestimulierende Faktoren, Tumornekrosefaktoren und Chemokine. Als Mediatoren des Immunsystems werden sie u. a. von natürlichen Killerzellen (NK-Zellen), Makrophagen sowie B- und T-Lymphozyten gebildet. Sie regulieren darüber hinaus als allgemeine und hämatopoetische Wachstumsfaktoren die Proliferation und die Differenzierung von Körperzellen. Sogenannte Silent Inflammations (stille Entzündungen) führen zu einer erhöhten Zytokinaktivität, während physiologische Testosteronspiegel die Zytokinsynthese eindämmen können.

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

1.1.4 Freie und gebundene Hormone

Im Blut liegen die Hormone in 3 verschiedenen Stadien vor:

1. als ungebundene, vom Körper direkt nutzbare Hormone: Sie werden auch als unkonjugierte, **freie** oder bioaktive **Hormone** bezeichnet. Nur diese Form kann sich an Rezeptoren binden. Von der Gesamtmasse der Hormone nimmt diese Form mit weniger als 5 % den kleinsten Anteil ein.
2. als an Speichereiweiße gebundenen Hormone: Auf diesem Weg kann der Körper die Hormone speichern und über den Blutkreislauf transportieren. Deshalb werden Hormone in dieser Form auch Speicher- oder **Transporthormone** (S. 127) genannt. Sie sind durch ihre Bindung inaktiv, da sie sich nicht an den Rezeptoren andocken können, solange sie an das Eiweiß gebunden sind.
3. als von der Leber bereits zum Abbau umgebaute, hydrophile Form: Dies sind die Hormone, die über den Harn oder den Stuhlgang ausgeschieden werden (**konjugierte Hormone**).

Praxistipp

Die Differenzierung zwischen freien, Transport- oder konjugierten Hormonen ist wichtig für den Nachweis von Hormonen in Blut, Speichel, Urin und Stuhl.

1.1.5 Bindung der Hormone an Rezeptoren

Für die informationsvermittelnde Wirkung muss sich ein Hormon an einen Rezeptor in der Zielzelle binden. Sowohl das Hormon als auch der Rezeptor haben ohne den anderen Part keine Wirkungsmöglichkeit. Erst durch die eingegangene Verbindung mittels des **Schlüssel-Schloss-Prinzips** von Hormonmolekül und Rezeptor wird die Information an das Gewebe weitergegeben. Manche Hormone lösen in Abhängigkeit von der Art des Gewebes am Rezeptor unterschiedliche Wirkungen aus. Beispielsweise sorgt Progesteron an den Rezeptoren des Uterus dafür, dass eine Schwangerschaft erhalten wird, während es im Gehirn die Gedächtnisleistung verbessert.

Hormonrezeptortypen

Da die verschiedenen Hormone unterschiedlich schnell ihre Wirkung entfalten können und müssen, gibt es verschiedene Rezeptorsysteme, die entweder eine sehr schnelle Wirkreaktion ermöglichen oder zum Aufbau eines konstanten Hormonspiegels beitragen können.

So benötigt z. B. die durch Erythropoetin angeregte Bildung von Erythrozyten etwa 3–4 Tage. Diese lange Zeitdauer bis zum Wirkeintritt würde in einer Kampf- oder Fluchtsituation, die auf der Wirkung von Adrenalin beruht, im schlimmsten Fall tödlich enden – hier muss es sehr schnell gehen. Adrenalin entfaltet seine Wirkung deshalb im Nanosekundenbereich. Für die zügig benötigten Reaktionen gibt es spezielle Rezeptoren in den Zellmembranen, die **Ionenkanal-** und die **G-Protein-gekoppelte Rezeptoren** (**Abb. 3.14**).

Deutlich mehr Zeit benötigt der intrazelluläre **Kernrezeptor**. Dieser ist ein Transkriptionsfaktor, der sich erst mithilfe eines Liganden (zumeist sind dies Hormone) an die Desoxyribonukleinsäure (DNA) im Zellkern binden kann und die Transkription eines oder mehrerer Gene steuert, um z. B. ein bestimmtes Protein zu produzieren oder dessen Produktion zu unterdrücken (**Abb. 1.3**). Dazu werden die Hormone durch die äußere Zellmembran passiv in die Zelle und den Zellkern geschleust. Zu den Kernrezeptoren gehören die Rezeptoren der Steroidhormone, der Schilddrüsenhormone und der Retinoide. Retinoide sind chemische Substanzen, die z. B. dem Vitamin A ähneln. Aktiviert werden die Rezeptoren durch spezifische lipophile Hormonmoleküle.

Abweichend von den Bindungsabläufen bei den Kortisol-, Progesteron- und Östrogenrezeptoren sind die Rezeptoren der Schilddrüsenhormone auch in Abwesenheit von Hormonmolekülen bereits im Zellkern an die DNA gebunden.

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

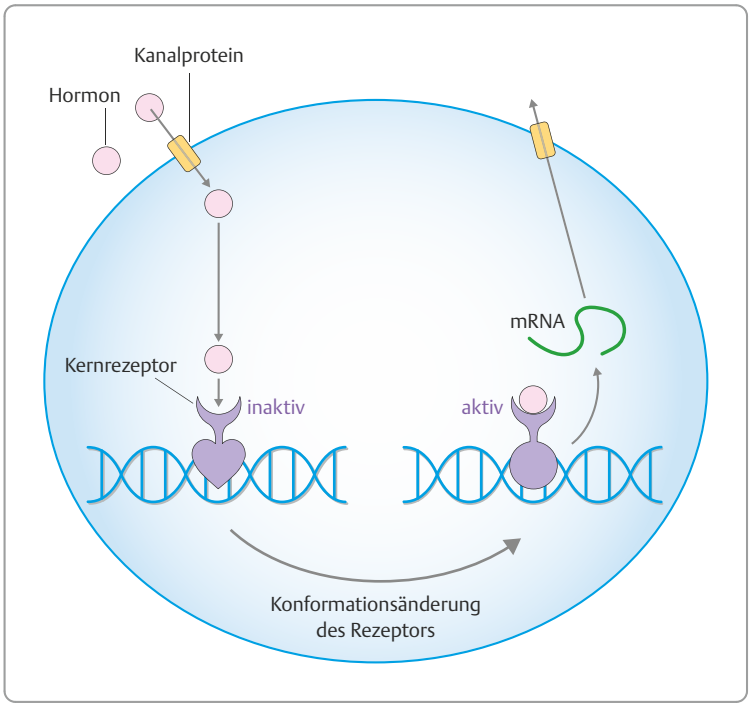


Abb. 1.3 Funktionsweise der Kernrezeptoren, zu denen u. a. die Schilddrüsen- und Östrogenrezeptoren gehören.

Die Anbindung von Molekülen an die für sie spezifischen Rezeptoren unterliegt dem sog. Schlüssel-Schloss-Prinzip. Diesem Prinzip zufolge kann sich nicht jedes beliebige Molekül, das den Rezeptor passiert, mit diesem eine Verbindung eingehen, sondern nur mit denjenigen, die genau auf diesen Rezeptor abgestimmt sind. So können Wirkeffekte gezielt gesteuert werden.

Wie die einzelnen Rezeptortypen bei den verschiedenen Hormonen arbeiten, können Sie den jeweiligen Steckbriefen (S. 58) entnehmen.

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York

Exkurs: Hormonähnliche Moleküle

In einigen Fällen können Moleküle, die einem bestimmten Hormonmolekül, beispielsweise einem Östradiolmolekül, sehr ähnlich sind, sich ebenfalls an die Rezeptoren binden. Dies sind die hormonähnlichen Moleküle, in diesem Beispiel etwa die Lignane (z. B. aus Leinsamen – östrogenähnlich), Isoflavonoide (z. B. aus Rotklee, Soja – östrogenähnlich), das synthetische Östradiol aus hormonellen Kontrazeptiva, Diosgenin (z. B. aus der Yamswurzel – progesteronähnlich) oder auch hormonähnliche Moleküle, die beispielsweise in dem Weichmacher Bisphenol A (BPA) vorkommen und deshalb als endokrine Disruptoren (S. 144) bezeichnet werden.

Binden sich hormonähnliche Moleküle – gleichgültig, ob es Weichmacher, hormonelle Kontrazeptiva, Phytohormone oder andere hormonähnliche Substanzen sind – an die spezifischen Hormonrezeptoren, muss man bedenken, dass verschiedene Effekte daraus resultieren können:

- Hormonähnliche Moleküle können den Rezeptor einerseits besetzen. Das bedeutet, dass er für die körpereigenen Hormone blockiert ist, ein weiterer direkter Wirkeffekt entsteht aufgrund dieser Bindung jedoch nicht. Es ist dennoch heikel, denn eine Rezeptorbesetzung führt aufgrund der negativen Rückkopplung auf lange Sicht bzw. bei genügend hohem Fremdeintrag der ähnlichen Moleküle zu einer Reduktion der körpereigenen Hormonproduktion. Dies kann problematisch sein, wenn das körpereigene Hormonmolekül weiter metabolisiert werden müsste, um bestimmte Abläufe aufrechtzuerhalten, wie es z. B. bei Progesteron gegeben ist. Es ist in diesem Fall zu erwarten, dass die nachfolgenden Metaboliten, wie bei diesem Beispiel etwa Allopregnanolon, Aldosteron oder Kortisol, nicht oder in einem deutlich geringeren Maße synthetisiert werden. Dies kann Mangelerscheinungen und erhebliche hormonelle Dysbalancen zur Folge haben.
- Andererseits kann es ebenfalls vorkommen, dass durch die Bindung hormonähnlicher Moleküle durchaus ein Wirkeffekt ausgelöst wird. Dieser Effekt ist besonders häufig bei östrogenähnlichen Molekülen zu sehen. Als mögliche Folge kommen beispielsweise Symptome einer Östradioldominanz in Betracht, während der Mechanismus der negativen Rückkopplung weiterhin greift und die körpereigene Hormonkonzentration des Östradiols sinkt und eine nachfolgende Verstoffwechselung in Östriol, um bei diesem Beispiel zu bleiben, zu niedrig ausfällt. Bei einer Labordiagnostik wird nur das körpereigene, in diesem Fall zu niedrige Hormonmolekül bestimmt. Die hormonähnlichen Moleküle werden dabei nicht ausgewertet. Die Kombination aus niedrigen Laborwerten bei gleichzeitig bestehenden Überschusssymptomen ist hinweisend auf die vorstehend beschriebene Wirkkonstellation.

Bei der Zuführung bioidenter Hormone – gleichgültig, ob als D 4 Potenz oder in allopathischen Dosierungen – werden die Moleküle im Körper für gewöhnlich genauso verwendet, wie das körpereigene Molekül verwendet würde. Bei hohen (Über-)Dosierungen kann die körpereigene Produktion sowie die Rezeptoranzahl jedoch ebenfalls reduziert werden (Down-Regulation).

aus: Herzberg, Hormonelle Dysbalancen (ISBN 9783132461222) © 2026 Georg Thieme Verlag KG Stuttgart • New York