

# VERDAUUNGSSYSTEM, STOFFWECHSEL, ERNÄHRUNG

## 4.4 Ernährung DIEPHAUS

Der Hunger der Menschen in verschiedenen Teilen der Welt rührt daher, dass viele von uns viel zu viel mehr nehmen, als sie brauchen.  
*Mahatma Gandhi (1869–1948), indischer Widerstandskämpfer*

Jeder kann zaubern, jeder kann seine Ziele erreichen, wenn er denken kann, wenn er warten kann, wenn er fasten kann.  
*Hermann Hesse (1877–1962), deutscher Schriftsteller*

Viele Menschen haben das Essen verlernt. Sie können nur noch schlucken.  
*Paul Bocuse (1926–2018), französischer Starkoch*

Deine Nahrungsmittel seien deine Heilmittel.  
*Hippokrates (460–370 v. Chr.), griechischer Arzt*

Nichts wird die Chance für ein Überleben auf der Erde so steigern wie der Schritt zu einer vegetarischen Ernährung.  
*Albert Einstein (1879–1955), deutscher Physiker*

Wenn der moderne Mensch die Tiere, deren er sich als Nahrung bedient, selbst töten müsste, würde die Anzahl der Pflanzenesser ins Ungemessene steigen.  
*Christian Morgenstern (1871–1914), deutscher Dichter*

Hunger und Liebe sind die Triebkräfte aller menschlichen Handlungen.  
*Anatole France (1844–1924), französischer Dichter*

Nach einem guten Essen könnte man jedem vergeben, selbst seinen eigenen Verwandten.  
*Oscar Wilde (1854–1900), irischer Schriftsteller*

Wo Hunger herrscht, kann Friede keinen Bestand haben.  
*Willy Brandt (1913–1992), deutscher Politiker*

1. *Sammeln Sie weitere Zitate zum Thema Ernährung.*
2. *Teilen Sie die Zitate in Kategorien ein – z. B. Politik, Genuss.*
3. *Wählen Sie eines der Zitate und beschreiben Sie dessen Inhalt und Intention mit eigenen Worten.*
4. *Diskutieren Sie in der Gruppe über die Aussagen der Zitate.*
5. *Nehmen Sie Stellung zu jedem Zitat, indem Sie herausarbeiten, welche Berührungspunkte Sie mit den Inhalten der Zitate haben.*
6. *Machen Sie sich ein Bild von Ihrem eigenen Essverhalten. Halten Sie in einem Ernährungsprotokoll für 7 Tage die Speisen und Getränke, die Sie zu sich nehmen, fest. Im Kapitelverlauf werden Sie dieses Protokoll für weitere Aufgaben nutzen können. Daher ist eine digitale Erarbeitung in einem Tabellenprogramm vorteilhaft, da hier Spalten ergänzt werden können.*

Muster für ein Ernährungsprotokoll/Ernährungstagebuch

Mahlzeit/Uhrzeit	Lebensmittel/Getränk	Menge	Ess-/Trinkmotiv	Wirkung	...

**Ernährung** umfasst die Aufnahme von Lebensmitteln und ihre Verarbeitung im Körper. Die Inhaltsstoffe der Lebensmittel dienen dem Körper als Baustoffe, Wirkstoffe für lebensnotwendige Stoffwechselforgänge und als Energiequelle für jegliche Lebensvorgänge in unseren Zellen. Um den Körper optimal zu versorgen und gesund zu halten, sind eine richtige Zusammensetzung der Lebensmittel und damit deren Inhaltsstoffe notwendig.

Um sich zu „ernähren“, muss jeder Mensch essen. **Essen** wiederum bedeutet zwar auch Nahrungsaufnahme, ist jedoch vornehmlich verknüpft mit Begriffen wie Hunger, Kochen, Geselligkeit (Gesellschaft) und Genuss.

Die Ernährung ist ein Grundbedürfnis und gleichzeitig für die meisten Menschen ein Balanceakt zwischen Vernunft auf der einen Seite und Genuss und Bedürfnissen auf der anderen Seite. Für eine ganzheitliche Betrachtung und Bewertung sowie das Verständnis sind alle Facetten der Ernährung gleichermaßen wichtig.

#### 4.4.1 Einflüsse auf die Ernährung

Die tägliche Auswahl unserer Nahrungsmittel wird durch eine **Vielzahl von Einflussfaktoren** bestimmt, die bewusst oder unbewusst auf uns einwirken.

Die Geschmacksvorlieben sind zwar individuell, sie erfahren jedoch von Lebensbeginn an eine hohe **familiäre und gesellschaftliche Prägung** durch Zugehörigkeiten, Gewohnheiten und Traditionen.

##### Physiologische Einflüsse

In erster Linie ist es der Körper mit den **Signalen des Hungers** und der anschließenden **Sättigung**, der uns dazu bewegt, etwas zu essen und auch damit wieder aufzuhören.

##### Gesellschaftliche Einflüsse

Die Ernährung ist Teil einer sozialen, kulturellen, religiösen und ethischen **Identität** und wird darüber hinaus durch die **Politik** beeinflusst. Gesellschaftliche Einflüsse sind

- kulturell, z. B. späte Abendmahlzeit in den Mittelmeerländern;
- sozial, z. B. Kauf von Fairtrade-Lebensmitteln;

- politisch, z. B. Bevorzugung von Bio-Lebensmitteln;
- regional, z. B. bayerische Weißwurst;
- ethisch, z. B. Verzicht auf Fleisch zum Tierwohl;
- geschlechtsspezifisch, z. B. geringerer Fleischkonsum bei Frauen;
- religiös, z. B. Verzicht auf Schweinefleisch im Islam.

*Stellen Sie die Unterschiede in der Ernährung im Christentum, Judentum, Islam, Hinduismus und Buddhismus zusammen.*

Gesellschaftliche Einflüsse betreffen also sowohl die Lebensmittelauswahl als auch den Mahlzeitenrhythmus oder Rituale. Zudem gibt es immer wieder neue **Ernährungstrends** (→ 4.4.7), die über kurze oder lange Zeit „in“ bleiben. Auch ist das **Lebensmittelangebot** in stetigem Wandel, wie aktuell der Markt an Fleischersatzprodukten zeigt.

Darüber hinaus wird unser Essverhalten von aktuellen Situationen beeinflusst:

Die Corona-Krise hat die Deutschen nach Einschätzung der Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (BVE) als Kochmuffel entlarvt. [...]

„Der Wegfall des Angebots von Schnellrestaurants, Pommies-Buden und Italienerum-die-Ecke wirft die Leute nun dramatisch zurück auf ihre eigenen Kochkünste“, sagte Minhoff [BVE-Hauptgeschäftsführer]. „Und die sind begrenzt.“

WELTonline unter [www.welt.de](http://www.welt.de), 24.04.2020

##### Psychologische Einflüsse

Diverse psychologische Aspekte können ihren Ausdruck über das Essen finden, z. B.:

- Appetit
- Selbstbelohnung
- Zeitvertreib (bei Langeweile)
- Erziehungsmaßnahme (Süßes zur Belohnung, Entzug als Strafe)
- Entspannung
- Probleme (Frustessen)
- Krankheiten (Essstörungen, → 5.15)

##### Persönliche Einflüsse

Unser Wissen und Interesse an gesunder Ernährung entscheiden über die Auswahl der

##### Ernährung:

Nahrungsaufnahme und -verarbeitung im Körper zur Erhaltung der Körperfunktionen

##### Lebensmittel:

Substanzen, die von Menschen zwecks Ernährung oder Genuss über den Mund aufgenommen werden

##### Fairtrade-Lebensmittel:

Lebensmittel, die aus fairem Handel stammen und bei deren Herstellung festgelegte soziale, ökologische und ökonomische Kriterien eingehalten wurden

##### Bio-Lebensmittel:

Lebensmittel, die zu mindestens 95 % aus ökologischem Anbau oder ökologischer Tierhaltung stammen (beim EU-Bio-Logo)

# VERDAUUNGSSYSTEM, STOFFWECHSEL, ERNÄHRUNG

**vegetarische Ernährung:** Ernährung über pflanzliche Lebensmittel sowie Lebensmittel, die vom lebenden Tier stammen, z. B. Milch und Eier

**vegane Ernährung:** ausschließliche Ernährung über pflanzliche Kost, d. h. völliger Verzicht auf alle Lebensmittel tierischen Ursprungs, z. B. auch auf Milch und Eier

**Kilojoule (kJ):** internationale Maßeinheit für Energie

**Kilokalorie:** veraltete Maßeinheit der (Wärme-)Energie; 1 Kilokalorie (kcal) = 4,2 Kilojoule (kJ)

**Grundumsatz:** Ruheenergiebedarf; Energiemenge, die in völliger Ruhe zur Erhaltung aller Körperfunktionen benötigt wird

**Leistungsumsatz:** Energieverbrauch durch körperliche Aktivität

**Nahrungsergänzungsmittel:** Lebensmittel aus Nährstoffen oder sonstigen Stoffen in konzentrierter Form mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung

Nahrungsmittel. Beide werden von persönlichen Faktoren beeinflusst:

- Krankheit, z. B. Diabetes mellitus (→ 4.6)
- Beruf, z. B. Schichtarbeit
- Alltag, z. B. Freizeitsportler
- Lebensstil
- Zeit, die zur Verfügung steht
- Fähigkeit, Nahrung zuzubereiten



Umweltbewusstsein geht sehr oft mit einem vermehrten Kauf von Bio- und Fairtrade-Produkten einher oder führt zu einer vegetarischen oder veganen Ernährungsweise (→ 4.4.4).

## Ökonomische Einflüsse

Die Lebensmittelauswahl unterliegt stets ökonomischen Einflüssen:

- verfügbares Geld
- vorhandenes Angebot
- Haltbarkeit/Lagerungsmöglichkeiten
- verfügbare Zubereitungsmöglichkeiten
- Möglichkeiten der Beschaffung

### 1. Betrachten Sie Ihr persönliches Ernährungsverhalten:

- Versuchen Sie, mit der Ernährung Ihre Gesundheit und Ihren Körper zu optimieren, oder essen Sie frei nach Geschmack?*
- Wie viele Süßigkeiten, wie viel Obst und Gemüse und wie viele Vollkornprodukte stehen auf Ihrem Speiseplan?*
- Befolgen Sie eine bestimmte Ernährungsform wie vegetarisch oder vegan?*
- Wird in Ihrer Familie gekocht und gemeinsam gegessen oder essen Sie vorwiegend außer Haus?*
- Kochen Sie gern und probieren neue Gerichte aus?*
- Welche Lebensmittel gehören zu Ihrer täglichen Auswahl und aus welchen Ländern stammen diese?*
- Gibt es Einflüsse aus anderen Kulturen in Ihrer Küche?*
- Machen Sie Diäten oder nehmen Sie Nahrungsergänzungsmittel ein?*

### 2. Wie sind die Einflüsse auf Ihre tägliche Lebensmittelauswahl? Ergänzen Sie in Ihrem Ernährungsprotokoll (→ 4.4 Kapiteleinstieg) die Spalte „Einflussfaktoren“.

## 4.4.2 Energiebedarf des Menschen

Um zu leben, brauchen wir Menschen Energie, die wir aus pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln gewinnen. Unser Körper bricht hierfür die chemischen Bindungen der energieliefernden Stoffe Kohlenhydrate, Lipide und Proteine auf und wandelt diese mithilfe von Sauerstoff (O<sub>2</sub>) in z. B. Wärme- oder Bewegungsenergie um. Die energiearmen Endprodukte dieses Abbauprozesses sind Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser (H<sub>2</sub>O), die den Körper über die Lunge und die Ausscheidungsorgane wieder verlassen. Die Endprodukte dienen wiederum den Pflanzen als Ausgangsprodukt für die erneute Herstellung von energieliefernden Substanzen wie Glukose (→ Abb. 29).

Der Energiebedarf des Menschen wird in Kilojoule (kJ) oder Kilokalorien (kcal) angegeben und in zwei Kategorien eingeteilt:

- Grundumsatz (GU)
- Leistungsumsatz (LU)

### Grundumsatz

Der Grundumsatz ist die Energie, die der Körper in völliger Ruhe und im Liegen zur Erhaltung all seiner Körperfunktionen, z. B. Atmung, Verdauung und Temperaturregulation, benötigt.

Zur Berechnung dient folgende vereinfachte Formel:

Grundumsatz (Mann) = kg Körpergewicht x 24 Stunden x 4,2 Kilojoule

Zur Berücksichtigung des Geschlechts wird das Ergebnis bei Frauen mit 0,9 multipliziert.

### Leistungsumsatz und PAL-Wert

Der Leistungsumsatz ist die Energie, die zusätzlich zum Grundumsatz durch körperliche Leistungen wie z. B. Heben und Laufen benötigt wird. Geistige Leistungen haben kaum Einfluss auf den Energieverbrauch.

Grundumsatz und Leistungsumsatz zusammen bilden den Gesamtenergiebedarf. Zu dessen Berechnung wird der **PAL-Wert** (PAL = Physical Activity Level, Pegel für körperliche Aktivität) verwendet. Dieser wird mit dem Grundumsatz multipliziert:

**Gesamtenergiebedarf** = GU x PAL-Wert

## 5.11 Schlaganfall REUS

### Behandlungskette bei Schlaganfall



Herr Behrend, 79 Jahre alt, telefoniert mit einem Freund. Plötzlich fällt ihm der Telefonhörer aus der Hand und er kann nur noch unverständlich reden.

Als die Tochter aus der Küche herbeieilt, fällt ihr der hängende Mundwinkel rechts auf. Herr Behrend kann auf Nachfragen nicht angeben, welcher Tag aktuell ist. Die Tochter informiert sofort den Notarzt.



**Bestenfalls Fallbegleitung:** Ein Case Manager koordiniert den gesamten Behandlungsprozess des Patienten und begleitet ihn in Rehabilitation und Nachsorge.



Erstversorgung im Rettungswagen



**Behandlung in einer Stroke Unit:** Abteilung eines Krankenhauses, die auf Schlaganfallpatienten spezialisiert ist

- Neurologen
- Neurochirurgen
- Neuroradiologen
- Kardiologen
- Logopäden
- Internisten
- Physiotherapeuten
- Ergotherapeuten
- Logopäden
- Neuropsychologen
- spezialisierte Pflegefachpersonen



Neurologische Rehabilitation

1. Informieren Sie sich, wo bei Ihnen die nächstgelegene Stroke Unit ist.
2. Kennen Sie Menschen, die einen Schlaganfall erlitten haben? Tragen Sie zusammen, welche Einschränkungen diese Menschen in ihrem Leben haben.
3. Die Bilder zeigen Phasen und Akteure in der Behandlung von Schlaganfall. Stellen Sie Hypothesen auf: Warum sind eine engmaschige Begleitung und das Zusammenspiel der Versorgungsbereiche bei Schlaganfall besonders wichtig?

# NERVENSYSTEM, PSYCHE, PSYCHOSOZIALE GESUNDHEIT

## Schlaganfall:

Apoplex; engl. stroke; akute Durchblutungsstörung im Gehirn, verursacht durch einen Gefäßverschluss oder eine Blutung, die zu einem Ausfall von Hirnfunktionen führt

## ischämisch:

mangelnde oder fehlende arterielle Durchblutung

## hämorrhagisch:

Blutung auslösend oder betreffend

## Thrombus:

Blutgerinnsel, das in einem Gefäß oder im Herzen entsteht und zum arteriellen oder venösen Verschluss führen kann

## Embolus:

körpereigene (z. B. Thrombus) oder körperfremde (z. B. Fetttropfen, Luftblasen) Substanzen, die auf dem Blutweg in ein Gefäß gelangen und dieses plötzlich verschließen

Der **Schlaganfall (Apoplex)** wird durch eine akute Störung der Blutversorgung im Gehirn verursacht. Es handelt sich dabei um einen absoluten **medizinischen Notfall**, der unverzüglich der Behandlung bedarf. Jede Sekunde Zeitverlust bedeutet im schlimmsten Fall unwiederbringlichen Verlust an Gehirnzellen und damit verbundene körperliche und geistige Einschränkungen.

### 5.1.1 Vorkommen

Der Schlaganfall ist weltweit die zweithäufigste Todesursache und eine wichtige Ursache für Behinderung im Erwachsenenalter. Etwa **270 000 Menschen** in Deutschland erleiden pro Jahr einen Schlaganfall. Nach Ergebnissen der Studie GEDA 2014/2015-EHIS hatten insgesamt 1,6% der Erwachsenen in Deutschland in den letzten 12 Monaten einen Schlaganfall oder chronische Beschwerden infolge eines Schlaganfalls (Busch, Kuhnert 2017).

Es handelt sich bei den Betroffenen überwiegend um ältere Personen, Schlaganfälle kommen aber prinzipiell in jeder Altersgruppe vor. Bei Frauen zeigt sich eine Abhängigkeit vom Sozialstatus: Je höher dieser ist, desto niedriger fällt die 12-Monats-Prävalenz aus (→ Tab. 4).

Durch den **demografischen Wandel** mit steigender Lebenserwartung und sinkender Geburtenrate (→ I-3.2) wird die Inzidenz der stark altersabhängigen Erkrankungen – so

auch der Schlaganfall – in den nächsten Jahrzehnten deutlich ansteigen.

Hochrechnungen in Hessen zeigen, dass dort bis zum Jahr 2050 ein Anwachsen der Schlaganfall-Patientenzahlen von momentan 20 000 jährlich auf 35 000 zu erwarten ist (Foerch u. a. 2008).

### 5.1.2 Ursachen und Krankheitsentstehung

Bei einem Schlaganfall handelt es sich immer um eine **Durchblutungsstörung im Gehirn**. Bei der Genese werden zwei große Gruppen unterschieden (→ Abb. 46):

- **Hirninfarkt: ischämischer Schlaganfall**
- **Hirnblutung: hämorrhagischer Schlaganfall**

#### Entstehung eines Schlaganfalls

Bei einem **ischämischen Schlaganfall** verschließt ein **Thrombus oder Embolus** ein Gefäß, das Hirnareale mit Blut versorgt, sodass die Gehirnzellen in diesem Bereich nicht ausreichend Sauerstoff und Nährstoffe erhalten und absterben drohen (→ Abb. 46). Dabei ist zu 90% die linke Hirnhälfte betroffen.

Der **hämorrhagische Schlaganfall** hingegen wird durch eine Blutung verursacht, beispiels-

**Tab. 4** 12-Monats-Prävalenz des Schlaganfalls oder chronische Beschwerden infolge eines Schlaganfalls (GEDA 2014/2015, KI = Konfidenzintervalle → I-2.2.2) (Busch, Kuhnert 2017)

Frauen	%	(95%-KI)
<b>Frauen gesamt</b>	<b>1,7</b>	<b>(1,4–2,0)</b>
<b>Alter</b>		
18–44 Jahre	0,3	(0,1–0,6)
45–54 Jahre	0,5	(0,2–1,0)
55–64 Jahre	1,3	(0,8–2,0)
65–74 Jahre	3,4	(2,5–4,7)
≥ 75 Jahre	6,4	(4,8–8,5)
<b>Bildung</b>		
untere Bildungsgruppe	3,6	(2,7–4,7)
mittlere Bildungsgruppe	1,2	(0,9–1,6)
obere Bildungsgruppe	0,6	(0,4–1,1)
<b>gesamt: Frauen und Männer</b>	<b>1,6</b>	<b>(1,4–1,8)</b>

Männer	%	(95%-KI)
<b>Männer gesamt</b>	<b>1,5</b>	<b>(1,3–1,8)</b>
<b>Alter</b>		
18–44 Jahre	0,1	(0,0–0,4)
45–54 Jahre	0,9	(0,5–1,5)
55–64 Jahre	1,6	(1,1–2,5)
65–74 Jahre	3,8	(2,8–5,2)
≥ 75 Jahre	6,1	(4,7–8,0)
<b>Bildung</b>		
untere Bildungsgruppe	1,9	(1,3–2,6)
mittlere Bildungsgruppe	1,5	(1,2–2,0)
obere Bildungsgruppe	1,3	(1,0–1,7)
<b>gesamt: Frauen und Männer</b>	<b>1,6</b>	<b>(1,4–1,8)</b>

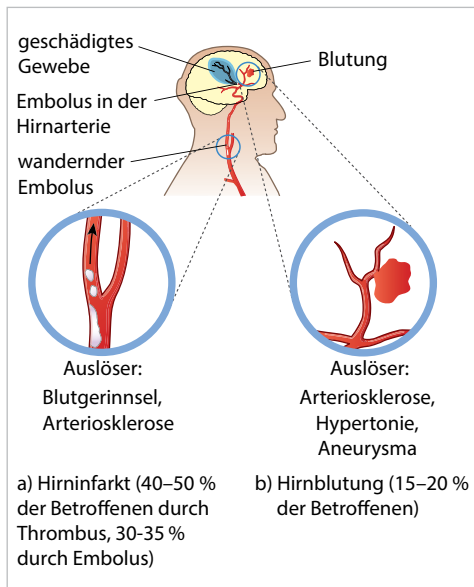


Abb. 46 Entstehung eines Schlaganfalls

weise bei einer **krankhaft veränderten Arterie** im Gehirn, die bei Bluthochdruck (arterielle Hypertonie) (→10.4) plötzlich einreißt. Es kommt zur Hirnblutung, das heißt, aus dem beschädigten Gefäß strömt Blut in umliegenden Gehirngewebe ein (→Abb. 46). Die dadurch verursachte Volumenzunahme im Schädel kann zu Quetschungen und Beeinträchtigungen lebenswichtiger Hirnareale führen, da das Gehirn durch die Schädelknochen begrenzt wird und somit keine Ausweichmöglichkeiten hat. Darüber hinaus werden Nervenzellen im Bereich der Blutung zerstört und von dem defekten Gefäß nicht mehr mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgte Hirnabschnitte geschädigt.

Eine spezielle Form der Hirnblutung kann bei Menschen auftreten, deren Blutgefäße in der das Gehirn umhüllenden Arachnoidea (Spinnwebhaut) sackartige Aufweitungen enthalten, sogenannte **Aneurysmen**. Diese sind meist angeboren. Platzt ein solches Aneurysma, strömt Blut in den Subarachnoidalraum, den Raum zwischen Spinnwebhaut und innerster Hirnhaut, in dem sich die Hirnflüssigkeit befindet (→5.2.3). Diese **Subarachnoidalblutung (SAB)** verursacht heftigste Kopfschmerzen, Schock und Kreislaufstillstand. Der ansteigende Druck auf das Gehirn führt zum Absterben von Hirngewebe und kann tödlich verlaufen.

### Risikofaktoren

Ein **ischämischer Infarkt** beruht häufig auf einer **Makroangiopathie**, meist in Form einer Arteriosklerose mit Ausbildung von Thromben an den Gefäßwänden, die zum Gefäßverschluss führen (→10.5). Die Ausbildung solcher arteriosklerotischer Plaques wird durch folgende Risikofaktoren begünstigt:

- höheres Lebensalter
- Geschlecht
- genetische Prädisposition
- Bluthochdruck
- Diabetes mellitus (→4.6)
- erhöhte Cholesterinwerte
- Rauchen
- hoher Alkoholkonsum
- Fehlernährung
- Übergewicht
- Stress
- Bewegungsmangel

Daneben kann auch eine **Mikroangiopathie** zu einem ischämischen Infarkt führen. Ursächlich kommen dafür neben arteriosklerotischen Veränderungen auch genetische Erkrankungen sowie entzündlich bedingte Gefäßerkrankungen (z. B. Autoimmunerkrankungen) infrage.

Ein Schlaganfall kann aber auch durch einen Embolus ausgelöst werden. Diese Form hat ihren Ursprung meist im Herzen, wo im Rahmen eines Vorhofflimmerns (→10.6.2) kardiale Thromben entstehen, die dann als Embolus direkt in die Hirngefäße wandern können.

Als weitere Risikofaktoren für einen ischämischen Infarkt gelten auch:

- langjährige Pilleneinnahme bei Frauen
- bestimmte Migräneformen
- Störungen der Blutgerinnung
- Gefäßkompressionen durch Tumoren

Zur Gefäßruptur bei hämorrhagischen Infarkten führen dagegen folgende Risikofaktoren:

- Aneurysmen
- Bluthochdruck
- Gehirntumoren
- Gefäßanomalien und -erkrankungen
- Traumata
- Störungen der Blutgerinnung

*Ermitteln Sie Ihr eigenes Schlaganfallrisiko und das eines älteren Verwandten unter [www.schlaganfall-test.de](http://www.schlaganfall-test.de).*

**Makroangiopathie:** krankhafte Veränderung der mittelgroßen und großen Blutgefäße, in der Regel durch Arteriosklerose

**Arteriosklerose:** krankhafte Einlagerung von Cholesterinestern und anderen Fetten in die innere Wandschicht arterieller Blutgefäße (Plaquerbildung) mit Verhärtung, Verdickung, Elastizitätsverlust und Verengung des Gefäßlumens; führt zu Durchblutungsstörungen im betroffenen Gebiet

**Mikroangiopathie:** krankhafte Veränderung der kleinsten Gefäße wie Arteriolen oder Kapillaren

**arterielle Hypertonie:** Bluthochdruck im Körperkreislauf; Blutdruck > 140/90 mmHg

**kardialer Thrombus:** im Herzvorhof entstandenes Blutgerinnsel, häufig bei Vorhofflimmern

**Aneurysma:** krankhafte Aufweitung der Wand eines Blutgefäßes

**Ruptur:** Zerreißen, Aufreißen eines Gefäßes, Organs, Bandes oder einer Sehne

# NERVENSYSTEM, PSYCHE, PSYCHOSOZIALE GESUNDHEIT

In der Regel liegen Schlaganfällen bei Kindern und Jugendlichen andere Ursachen als bei Erwachsenen zugrunde, die in diesem Kapitel jedoch nicht behandelt werden (Olivieri, Tallen 2018).

## 5.11.3 Symptome

### Frühsymptome

Häufig berichten Schlaganfallpatienten über eine vorangegangene **transitorische ischämische Attacke (TIA)**. Dabei zeigen sich je nach Lokalisation erste Symptome eines Schlaganfalls (→ Abb. 47), die allerdings nicht maximal ausgeprägt sind und sich wieder zurückbilden, wie:

- Lähmungen
- Sprachstörungen
- Sehstörungen
- Gefühlsstörungen
- Gangunsicherheiten
- Schwindel
- Desorientierung
- Bewusstseinsstörung

Da bei Vorliegen der genannten Symptome nicht klar ist, ob es sich noch um eine TIA oder bereits um einen manifesten Schlaganfall handelt, muss unmittelbar so gehandelt werden, als ob ein Schlaganfall vorliegt. Jeder (Laien-)Helfer soll zunächst den **FAST-Test** durchführen und entsprechend vorgehen (→ Abb. 48).

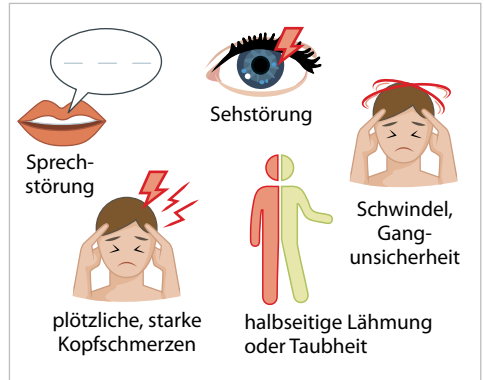


Abb. 47 Alarmsignale eines Schlaganfalls

Infomieren Sie sich auf der Webseite der Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe über die Durchführung des FAST-Testes und dessen Bedeutung: [www.schlaganfall-hilfe.de](http://www.schlaganfall-hilfe.de).

Ein typisches Leitsymptom für Schlaganfall existiert nicht, die verschiedenen Anzeichen weisen aber oft auf den Ort des Hirndefektes hin. Bei einer Lähmung des rechten Arms ist beispielsweise die linke Gehirnhälfte betroffen, bei einer Sprachstörung die Großhirnrinde (→ 5.2.2) im Bereich des Sprachzentrums.

### Spätsymptome

Durch eine frühzeitige rekanalisierende Therapie, d.h. eine mechanische oder medikamentöse Wiedereröffnung des verschlossenen Ge-

**transitorische ischämische Attacke:** TIA; Durchblutungsstörung des Gehirns, die neurologische Ausfallerscheinungen hervorruft; typischer Vorläufer eines Schlaganfalls ohne bleibende Schäden

**Rekanalisation:** mechanische oder medikamentöse Wiedereröffnung eines verschlossenen Gefäßes



## Erstmaßnahmen bei Verdacht auf Schlaganfall

Ruhe bewahren, ruhige Ansprache des Betroffenen

„Time is brain“: sofort Notruf 112 absetzen und Stichwort „Schlaganfall“ nennen

- beim Betroffenen bleiben
- evtl. Zahnprothesen entfernen, enge Kleidung lockern
- Beurteilung des Bewusstseinszustands

### wach

- Oberkörper hochlagern
- keine Getränke oder Medikamente geben (Gefahr einer Schluckstörung)
- alle Symptome mit Zeitangabe für Notarzt notieren

### bewusstlos

- Puls vorhanden: stabile Seitenlage
- Pulslosigkeit: Herz-Lungen-Wiederbelebung (→ 10.5.6) bis zum Eintreffen des Notarztes

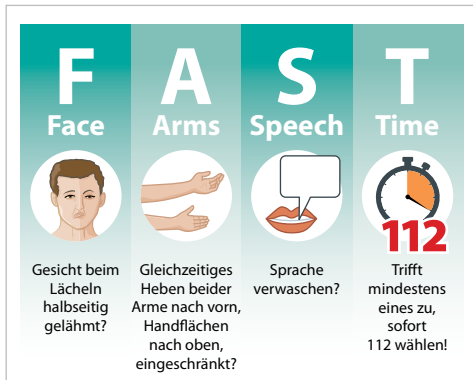


Abb. 48 FAST-Test

fäßes, können die Symptome zwar vollständig rückgebildet werden, bei etwas mehr als der Hälfte der Betroffenen bleiben allerdings dauerhafte Schäden, die dann häufig zur Pflegebedürftigkeit führen. Am häufigsten findet sich das **typische Haltung- und Bewegungsmuster**, wie in Abb. 49 dargestellt.

Langzeitfolgen eines nicht rechtzeitig behandelten Schlaganfalls können sein:

- Hemiplegie (Halbseitenlähmungen)
- Schluckstörungen
- Sprach- und Verständnisstörungen
- Sehstörungen
- neuropsychologische Störungen (z. B. Aufmerksamkeitsstörungen, vermindertes Denkvermögen)



Abb. 49 Typisches Haltung- und Bewegungsmuster nach Schlaganfall

- Neglect (Halbseitenvernachlässigung)
- gestörte Handlungsplanung (Handlungen in richtigen Schritten nacheinander tätigen)

Darüber hinaus entwickelt sich bei etwa einem Drittel der Schlaganfall-Patienten eine **Post-Stroke-Depression**. Sie kann sowohl psychisch, durch das Nicht-Wahrhaben-Wollen der Beeinträchtigung, als auch biologisch, durch Defekte im Gehirn, ausgelöst werden.

### 5.11.4 Diagnostik

Sobald nach einer kurzen, neurologischen Erstuntersuchung der Verdacht auf einen Schlaganfall besteht, muss unverzüglich gehandelt werden. Hier gilt das Motto: „Time is brain!“ Der wichtigste Schritt bei der Diagnostik ist die apparative Untersuchung mittels CT oder MRT (→ I-10.1.3), um eine sichere **Unterscheidung zwischen Hirninfarkt und Hirnblutung** treffen zu können. Denn: Die Therapie ist für diese beiden Diagnosen völlig unterschiedlich.

Auch EKG, Bestimmung des Blutdrucks und die Untersuchung der wichtigsten Blutwerte, u. a. der Gerinnungsparameter, sind unverzüglich durchzuführen, um weitere Risikofaktoren zu ermitteln, die den Verlauf ungünstig beeinflussen oder einen erneuten Schlaganfall, ein Rezidiv, begünstigen könnten.

**CT** und **MRT** liefern erste Hinweise auf Art und Ort des Geschehens im Gehirn (→ Abb. 50).

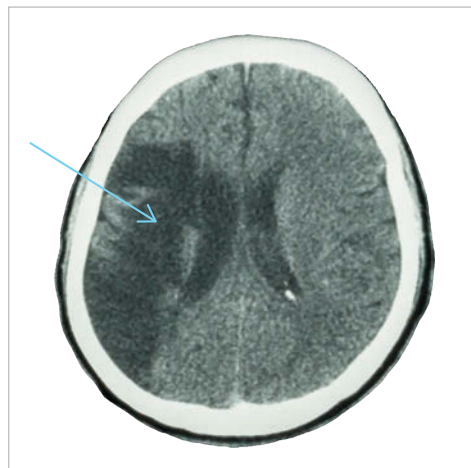


Abb. 50 Geschädigter, minderdurchbluteter Teil im CT eines ischämischen Schlaganfalls

#### Neglect:

Halbseitenvernachlässigung; Störung der Aufmerksamkeit mit mangelnder oder fehlender Wahrnehmung der dem zentralen Hirnschaden gegenüberliegenden Körperseite und -umgebung

#### Hemiplegie:

Halbseitenlähmung; vollständige Lähmung einer Muskelgruppe oder der Extremitäten einer Körperseite



## NERVENSYSTEM, PSYCHE, PSYCHOSOZIALE GESUNDHEIT

### Dopplersonografie:

besondere Form der Sonografie, bei der zusätzlich der Blutfluss innerhalb der Gefäße akustisch oder optisch (farbig) dargestellt wird, z. B. um Engstellen zu entdecken

### Videoendoskopie:

Untersuchung des Schluckaktes mit einem Endoskop, das über die Nase eingeführt wird

### Vollelektrolytlösung:

VEL; Infusionslösung, in ihrer Zusammensetzung ähnelt sie dem Elektrolytprofil des menschlichen Blutplasmas

### Thrombolyse:

medikamentöse Auflösung eines Thrombus durch Aktivierung der Fibrinolyse

### Thrombektomie:

mechanische Entfernung eines Thrombus aus einem Blutgefäß mittels Katheter, seltener offene operative Entfernung

### Katheter:

Röhrchen oder Schläuche verschiedener Durchmesser zur Sondierung, Befüllung, Entleerung, Spülung von Hohlorganen, z. B. Gefäßen

### Thrombozytenaggregationshemmer:

Arzneimittel, das die Bildung eines Thrombozytenpfropfs hemmt, etwa Azetylsalicylsäure; soll bei Arterienkrankungen einem Gefäßverschluss vorbeugen

Allerdings können sich die Ergebnisse dieser Momentaufnahmen im weiteren Verlauf noch ändern, sodass immer Folgeuntersuchungen angeschlossen werden müssen.

Zusätzlich wird zwecks Einschätzung des Ausmaßes einer Arteriosklerose eine **Dopplersonografie** des Gefäßsystems durchgeführt.

Sehr wichtig ist im Verlauf auch die Abklärung einer möglichen Schluckstörung mittels klinischer Testung oder beispielsweise einer Videoendoskopie.

### 5.11.5 Therapie

Die sofortige Therapie ist notwendig, um möglichst viel Hirngewebe zu retten.

Bei jedem Verdacht auf Schlaganfall wird sofort ein Notarzt hinzugezogen. Die Therapie beginnt bereits **im Rettungswagen**. Eine Verweilkanüle wird gelegt und Blut abgenommen. Der Betroffene erhält eine Infusion mit Vollelektrolyten, damit der Blutdruck in den Gefäßen des Gehirns auch bei Mangel durchblutung stabil bleibt. Der Blutzuckerwert wird bestimmt und gegebenenfalls reguliert, hypertensive Blutdruckwerte werden in der Akutphase jedoch nur im Falle kritischer hoher Werte behandelt (RR systol. > 220 mmHg, diastolisch > 120 mmHg) (→ 10.2.4, → I-10.1.2). Der Oberkörper wird hoch gelagert und Sauerstoff über eine nasale Sonde verabreicht.

Im Krankenhaus erfolgt die leitliniengerechte akute Schlaganfallbehandlung. Sie gliedert sich in fünf wesentliche Bestandteile:

1. allgemeine Behandlung/Basistherapie
2. spezifische Behandlung, v. a. rekanalisierende Therapie
3. frühe Sekundärprophylaxe
4. Erkennung, Vorbeugung und Behandlung von Komplikationen
5. frühe rehabilitative Therapien

Für die Rekanalisation des verschlossenen Hirngefäßes kommen beim **ischämischen Schlaganfall** zwei Maßnahmen zur Anwendung, die – falls möglich – kombiniert werden:

- medikamentöse **Thrombolyse**, um den Gefäßverschluss durch Aktivierung der Fibrinolyse (→ 8.1.7) aufzulösen
- **Thrombektomie**, um das Blutgerinnsel per Katheter mechanisch zu entfernen

Zudem wird die Blutgerinnung gehemmt. Welches der Verfahren Anwendung findet, hängt auch von den Begleitumständen ab, wie dem Zeitfenster seit dem Auftreten der ersten Symptome bis zum Behandlungsbeginn und der Ausstattung des Krankenhauses.

Das Zeitfenster für die **Lysetherapie** liegt bei nur 4,5 Stunden nach Beginn der Erstsymptome, wobei eine Behandlung innerhalb der ersten drei Stunden die größten Chancen auf ein erfolgreiches Ergebnis bietet. Die Thrombolyse gelingt allerdings nur in etwa jedem zweiten Fall – v. a. bei großen Thromben mit einem Durchmesser ab 1 cm.

Bei der **Thrombektomie** wird ein millimeterdünner Mikrokatheter über die Arterie an Leiste oder Arm bis in das verstopfte Hirngefäß geführt. Durch den Katheter schiebt man einen Stent, der am Ort des Thrombus entfaltet wird, sodass dieser sich in dem Drahtgeflecht verfängt und durch den Katheter herausgezogen werden kann (→ Abb. 51).

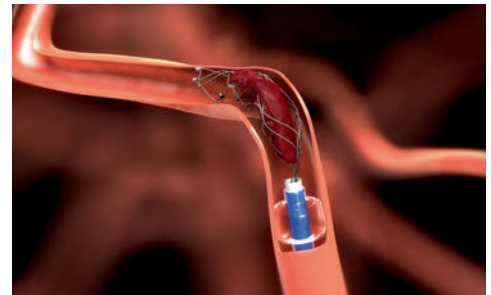


Abb. 51 Thrombektomie mittels Mikrokatheter

Als **Sekundärprophylaxe** werden nach einem ischämischen Schlaganfall **Thrombozytenaggregationshemmer** verabreicht. Gleichzeitig sollen möglichst viele Risikofaktoren abgebaut werden – wo sinnvoll auch medikamentös unterstützt.

Bei einem **hämorrhagischen Schlaganfall** muss zunächst der durch die Blutung auf das Gehirn entstandene Druck im Schädel gemindert werden. Meist ist dazu ein **operativer Eingriff** notwendig. Darüber hinaus erfolgt eine medikamentöse Senkung des Blutdrucks und die Gabe entwässernder Infusionen.

Für die Behandlung von Schlaganfallpatienten gibt es in Krankenhäusern spezialisierte


Ein **optimaler Ablauf der gesundheitlichen Versorgung** von Herrn Behrend (→ 5.11 Kapiteleinstieg) würde folgendermaßen ablaufen:

Während des Telefonats mit der Rettungsleitstelle teilt die Tochter von Herrn Behrend bereits die Ergebnisse des FAST-Testes mit. Bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes verbleibt sie bei ihrem Vater und beruhigt diesen. Im Rettungswagen wird die Erstversorgung eingeleitet und Herr Behrend wird schnellstmöglich in eine Stroke Unit gefahren. Dort wird ein notfallmäßiges CT mit Kontrastmittelgabe durchgeführt. Eine Hirnblutung kann dabei ausgeschlossen werden. Durch die Kontrastmittelgabe lässt sich ein Gefäßverschluss einer großen Hirnarterie darstellen. Durch die sofortige Therapieeinleitung mit Lysetherapie und Thrombektomie sollen Folgeschäden verhindert oder minimiert werden.

Im Anschluss erfolgt die weitere Behandlung auf einer Schlaganfallstation. Hier wird nun die Ursache des Gefäßverschlusses gesucht. Bei Herrn Behrend kann sonografisch eine deutliche Arteriosklerose der linken Halsschlagader diagnostiziert werden. Gleichzeitig wird die Therapie seiner immer noch leicht bestehenden neurologischen Ausfälle (Sprechstörung, Schluckstörung und Hemiplegie rechts) begonnen. Hierfür steht ein spezialisiertes Team aus Ärzten, Pflegeern, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten und Logopäden zur Verfügung.

Auch wird die Verlegung in eine neurologische Reha zur weiteren gezielten Wiederherstellung der beeinträchtigten Funktionen organisiert.


Abteilungen, sogenannte **Stroke Units**. In Deutschland existieren momentan etwa 300 dieser Stationen. Diese sind immer intensivmedizinisch ausgerüstet und es arbeiten dort zahlreiche medizinische Professionen eng zusammen.

Stroke Units müssen weitreichende Kriterien erfüllen, um als solche eine Zertifizierung zu erlangen. Unter anderem ist vorgeschrieben, dass spezielle medizinische Fachdisziplinen wie Neurologen, Neurochirurgen, Neuroradiologen, Kardiologen und Internisten vorhanden sind. An der **interprofessionellen Zusammenarbeit** sind weiterhin Physiotherapeuten, Logopäden, Ergotherapeuten, Neuropsychologen und spezialisiertes Pflegepersonal beteiligt . In der Diagnostik muss die Einrichtung u. a. über bildgebende Verfahren (CT, MRT), Ultraschall, (Langzeit-)EKG und ein klinisch-chemisches Notfalllabor verfügen. Zudem muss es ausreichend Monitoring-Betten geben.


*Der Versorgungsalltag verläuft leider häufig nicht so reibungslos. Nennen Sie Probleme, die in der Versorgung von Schlaganfallpatienten auftreten können.*

### 5.11.6 Rehabilitation und Nachsorge

Das wesentliche Ziel der neurologischen Reha ist die **Stärkung der Alltagskompetenzen**, und zwar mit mindestens zwei bis drei Trainingsstunden pro Tag. Durch die Rehabilitationsmaßnahmen sollen die Betroffenen ler-

nen, mit neurologischen Defiziten umzugehen und Risikofaktoren für einen weiteren Schlaganfall zu minimieren. Inclusive der Akuttherapie kann die Reha folgende Phasen umfassen :

- **Phase A:** Akutbehandlung; intensivmedizinische neurologische Betreuung
- **Phase B:** Frührehabilitation bei Patienten mit sehr schweren neurologischen Defiziten; Ziele sind Kontaktaufnahme mit der Umwelt, Förderung fundamentaler sensorischer und motorischer Funktionen
- **Phase C:** Stabilisierungsphase für Patienten mit neurologischen Einschränkungen, die jedoch sitzen können und nicht intensivmedizinisch überwacht werden müssen; Ziel ist das Erreichen von Selbstständigkeit bei grundlegenden Alltagskompetenzen, z. B. Waschen, Anziehen, Essen
- **Phase D:** Anschlussheilbehandlung für Patienten, die, ggf. durch Benutzung unterstützender Hilfsmittel wie Rollatoren, Pflegebetten oder spezielle Toilettensitze, tägliche Verrichtungen bereits allein ausführen können; Ziel ist die Förderung weitgehender selbstständiger Lebensführung
- **Phase E:** Nachsorge und berufliche Rehabilitation; Ziele sind Funktionserhaltung und langsame berufliche Wiedereingliederung
- **Phase F:** aktivierende, konservative Langzeitpflege bei anhaltend hoher Pflegebedürftigkeit

Der **Nachsorge**  kommt die Aufgabe zu, die Risikofaktoren zu minimieren, die zu einem erneuten Schlaganfall führen können – denn

**Stroke Unit:** Schlaganfallstation; eine auf Schlaganfallpatienten spezialisierte Abteilung eines Krankenhauses

 **I-11.2.5**  
Phasen einer Rehabilitation

 **I-7.2.5**  
Interprofessionelle Teamarbeit

**Monitoring:** systematische Beobachtung, Überwachung von Vorgängen

 **I-11.2.6**  
Rehabilitationsnachsorge

**Bobath-Konzept:**

bewegungstherapeutisches Behandlungskonzept für Menschen mit neurologischen Funktionsstörungen, das sich die Neuroplastizität des Gehirns methodisch zunutze macht

**Spastik:**

Krampf; erhöhte Muskelspannung bei fehlender Regulation durch Schädigungen in Rückenmark und/oder Gehirn

Schlaganfallpatienten tragen ein hohes Risiko für einen weiteren Schlaganfall (→ 5.11.8). Auch die **Wiedereingliederung in die Arbeitswelt** von Betroffenen im arbeitsfähigen Alter mit neurologischen und/oder körperlichen Einschränkungen ist von großer Bedeutung. Leider sind in Deutschland im Vergleich zur effizienten Akutversorgung die Strukturen für die Nachsorge im ambulanten Bereich eher schlecht. Der **Hausarzt** ist für die weitere Medikation, Therapien und die Verschreibung von Rehamaßnahmen zuständig, pflegerische Bedürfnisse müssen über einen **Pflegedienst** abgedeckt werden. Die Patienten sind vielfach mit der Umsetzung der Empfehlungen des Krankenhausentlassungsberichtes überfordert und verlieren dann auch schnell die Motivation diesbezüglich. Ein **interprofessionelles Nachsorgenetzwerk** könnte hier durch die Unterstützung von Patienten und deren Angehörige zu einer besseren Verzahnung zwischen Klinik und ambulantem Bereich beitragen. So könnten neben erneuten Schlaganfällen auch Komplikationen wie Depressionen, funktionelle Einschränkungen, kognitive Defizite oder soziale Schwierigkeiten verringert werden.

Derzeit laufen in Deutschland mehrere **Projekte**, die die Vernetzungen und Prozessabläufe in der Versorgung zu verbessern versuchen und Ansätze der Nachsorge evaluieren.

Im Projekt Stroke OWL der Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe soll durch den Einsatz von **Schlaganfall-Lotsen** im Sinne des Fallmanagements eine gezielte, intensive Nachbetreuung von Schlaganfallpatienten gewährleistet werden, durch die sowohl ihre Lebensqualität erhöht als auch das Risiko für weitere Schlaganfälle gesenkt werden sollen.

Erarbeiten Sie sich mithilfe der offiziellen Projekt-Webseite ([www.stroke-owl.de/de/startseite](http://www.stroke-owl.de/de/startseite)) die Antworten auf folgende Fragen:

- Was sind die Aufgaben eines Schlaganfall-Lotsen?
- Wann beginnt seine Arbeit mit dem Patienten?
- Über welche Kompetenzen muss ein Schlaganfall-Lotse verfügen?
- Wie lange erfolgt die Betreuung durch den Schlaganfall-Lotsen?

**5.11.7 Pflege**

Für zwei Drittel aller Betroffenen bleibt ein Schlaganfall nicht folgenlos. Oft sind die Einschränkungen so gravierend, dass Pflegebedürftigkeit besteht und Leistungen beantragt werden müssen (→ I-12.4).

Einen besonderen Ansatz bei Hemiplegie (Halbseitenlähmungen) nach einem Schlaganfall verfolgt das **Bobath-Konzept**. Dieses Konzept basiert auf der Grundannahme, dass es durch die Neuroplastizität des Gehirns (→ 5.8.2) möglich ist, die Aufgaben geschädigter Hirnareale durch neuronale Vernetzung von gesunden Hirnregionen ausführen zu lassen. Über bestimmte Bewegungen und Haltungen können Bewegungsstörungen, Lähmungserscheinungen und Spastiken beeinflusst werden.

Der Therapieansatz soll neben dem Betroffenen und seinen Angehörigen alle weiteren beteiligten Personen miteinbeziehen, also das gesamte Team aus beispielsweise Pflegern, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Logopäden, Ärzten und Hol- und Bringdiensten. Bei möglichst vielen täglichen Aktivitäten und in unterschiedlichsten Situationen sollen **sensorische, motorische und psychische Funktionen** gezielt und über den gesamten Tagesablauf hinweg gefördert werden. Für die Zimmergestaltung bedeutet dies, dass das Bett so aufgestellt ist, dass der Patient über die erkrankte Seite in das Zimmer hineinschaut. So erreichen die Sinnesreize den Patienten vor allem über die betroffene Seite und aktivieren diese (→ Abb. 52).

**I-10.5.5**

Vernetzungen und Prozesse in der Versorgung: Case Management



Abb. 52 Einrichtung eines Zimmers nach Bobath

1. Überlegen Sie sich, wie die Umsetzung des Bobath-Konzeptes bei Herrn Behrend im oben genannten Fall aussehen könnte. Wer könnte dabei alles integriert werden?
2. Nennen Sie Maßnahmen im häuslichen Bereich von Herrn Behrend, die je nach Therapieerfolg getroffen werden müssen, um im Anschluss an die stationäre Rehabilitation eine Pflege zu Hause bzw. die Ausweitung der Selbstständigkeit des Patienten zu ermöglichen. Bedenken Sie Aspekte der Barrierefreiheit ebenso wie Hilfsmittel und -personen.

### 5.11.8 Verlauf und Prognose

Der Schlaganfall ist in Deutschland die dritthäufigste Todesursache (Robert Koch-Institut 2012). Von den etwa 270 000 Betroffenen pro Jahr sterben knapp 7% innerhalb der ersten vier Wochen, etwa 17% innerhalb eines Jahres (Stahmeyer u. a. 2019). Weltweit führt der Schlaganfall bei jährlich 5,5 Millionen Menschen zum Tod (World Stroke Organization 2018).

Recherchieren Sie im Informationssystem der Gesundheitsberichterstattung des Bundes unter [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) die Fallsterblichkeit innerhalb von 30 Tagen stationärer Behandlung der Diagnose Schlaganfall im Bundeslandvergleich.

- a) Welche Entwicklung nahmen die Fallzahlen zwischen 2000 und 2017 in Ihrem Bundesland? Welche in den anderen? Bewerten Sie die Daten.
- b) Welche weiteren Daten stellt die interaktive Tabelle zur Verfügung? Lassen Sie sich Daten, z. B. zum Geschlecht, ausgeben und diskutieren Sie diese.

Bei etwas mehr als der Hälfte der Betroffenen bleiben dauerhafte Schäden, knapp 20% der Patienten erleiden innerhalb von 5 Jahren nach dem ersten Schlaganfall einen weiteren (Stahmeyer u. a. 2019). Bei Folgeschlaganfällen versterben deutlich mehr Betroffene und die verbleibenden Schäden sind oft schwerwiegender als nach dem ersten Vorfall. Aufgrund der Schwere der unterschiedlichsten Symptome und Einschränkungen ist häufig pflegerische Unterstützung erforderlich.

### 5.11.9 Prävention und Gesundheitsförderung

Oberstes Ziel der Präventionsarbeit ist, die Risikofaktoren zu minimieren, und zwar sowohl in der Primär- als auch in der Tertiärprävention. Studien haben ergeben, dass die **Vermeidung der zehn wichtigsten Risikofaktoren**, die zum Schlaganfall führen können, insgesamt etwa 90% aller Schlaganfälle weltweit verhindern könnte. Dies gilt weitestgehend für verschiedene Länder, für Frauen wie für Männer und über alle Altersgruppen hinweg. Diese zehn zu vermeidenden Risikofaktoren sind (O'Donnell u. a. 2016):

- Blutdruck über 140/90 mmHg
- Bewegungsmangel
- hohe Apolipoprotein-B- und A1-Werte (Proteine zum Transport von Fetten im Blut)
- ein hoher Quotient Apolipoprotein B/Apolipoprotein A1 aufgrund einer hohen Apo-B-Konzentration (Erhöhung des Risikos, weil dieses Protein die ernährungsphysiologisch weniger wertvollen Fette transportiert) oder aufgrund einer niedrigen Apo-1-Konzentration (Erhöhung des Risikos, weil nur wenig ernährungsphysiologisch wertvolles HDL (→ 4.4.5 Cholesterin) transportiert wird)
- ungesunde Ernährung
- erhöhter Bauchfettanteil
- psychosoziale Faktoren (z. B. niedriger sozioökonomischer Status, → I-3.2.4)
- Rauchen
- Herzerkrankungen
- hoher Alkoholkonsum
- Diabetes mellitus (→ 4.6)

Durch den demografischen Wandel wird es in den nächsten Jahrzehnten in Deutschland mit zunehmendem Alter der Bevölkerung und damit einhergehender Zunahme der oben genannten relevanten Risikofaktoren zu einer immer größeren Aufgabe werden, der steigenden Prävalenz des Schlaganfalls entgegenzuwirken. Durch die stete Verbesserung der Therapiemaßnahmen in der Akut- und Frühversorgung konnten immerhin die Mortalität und das Rezidivrisiko gesenkt werden. Die Optimierung der Langzeitnachsorge mit dauerhafter Minimierung der Risikofaktoren ist nun von großer Bedeutung.

Neben Nachsorgeangeboten können auch **Selbsthilfegruppen** wertvoll sein, die den Be-

**Apolipoprotein A1:** Bestandteil (Protein) von HDL, das Cholesterin aus der Peripherie zur Leber transportiert

**Apolipoprotein B:** Bestandteil (Protein) von Chylomikronen, VLDL, LDL und IDL, die Fette in die Zelle transportieren

## NERVENSYSTEM, PSYCHE, PSYCHOSOZIALE GESUNDHEIT

Stiftung Deutsche  
Schlaganfall-Hilfe:  
[www.schlaganfall-hilfe.de](http://www.schlaganfall-hilfe.de)

troffenen psychische Unterstützung in der Lebensführung trotz Einschränkungen durch die Krankheitsfolgen geben und die helfen, die Motivation für die tertiärpräventiven Maßnahmen aufzubauen und zu erhalten.

Ebenfalls von Bedeutung sind Aktionen zur Aufklärung der Bevölkerung: Der von der Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe jährlich or-

ganisierte **Tag gegen den Schlaganfall** am 10. Mai soll die Bevölkerung für das Krankheitsbild und die Risikofaktoren sensibilisieren sowie über das Bekanntmachen der Symptome (FAST-Test, → 5.11.3) dabei helfen, dass bei Auffinden eines Betroffenen möglichst wenig Zeit versäumt und optimal gehandelt wird – eine Maßnahme der Sekundärprävention.

### AUFGABEN

1. Wiederholen Sie die Risikofaktoren für einen Schlaganfall und unterscheiden Sie dabei beeinflussbare von nicht beeinflussbaren Risikofaktoren.
2. Erklären Sie den Unterschied zwischen einem ischämischen und einem hämorrhagischen Schlaganfall.
3. Erklären Sie, warum bei einer Lähmung der rechten Körperhälfte die linke Gehirnhälfte betroffen ist.
4. Lesen Sie den Artikel zum Therapieprinzip „Drip and ship“ unter [www.thieme.de/de/neurologie/drip-ship-schlaganfall-104764.htm](http://www.thieme.de/de/neurologie/drip-ship-schlaganfall-104764.htm). Beantworten Sie die folgenden Fragen.
  - a) Was versteht man unter diesem Begriff?
  - b) Wie hoch wird die Erfolgsrate der Rekanalisation mittels Thrombolyse bzw. Thrombektomie angegeben?
  - c) Welche Kriterien müssen für die Durchführung einer Thrombektomie erfüllt sein?
5. Erklären Sie, warum die interprofessionelle Arbeit einer Stroke Unit so wichtig ist.
6. In welchem Zeitfenster müssen die Diagnostik und damit auch die Therapie stattfinden? Begründen Sie Ihre Antwort.
7. Sehen Sie sich unter [www.youtube.com/watch?v=AiQZ5hC2JRI](http://www.youtube.com/watch?v=AiQZ5hC2JRI) die Reportage über die neurologische Reha eines Patienten nach Schlaganfall an. Nennen Sie die eingesetzten therapeutischen Verfahren, um den Patienten wieder in die Selbstständigkeit zu bringen.
8. Informieren Sie sich zum Tag gegen den Schlaganfall und überlegen Sie, welche Aktionen an Ihrer Schule durchführbar wären.

- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019b): Statistisches Jahrbuch 2019, Kapitel 4 Gesundheit. Wiesbaden.
- Steffen, A.; Akmatov, M. K.; Holstiege, J.; Bätzing J. (2018): Diagnoseprävalenz psychischer Störungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland: eine Analyse bundesweiter vertragsärztlicher Abrechnungsdaten der Jahre 2009 bis 2017. In: Versorgungsatlas-Bericht Nr. 18/07. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi).
- Storm, A. (Hrsg.) (2019): Kinder- und Jugendreport 2019. Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung, Bd. 31. Bielefeld, Hamburg.

### Quellen Schlaganfall

- Berufsverband Deutscher Internisten e.V. (BDI) (2017): Schlaganfall: Was ist das?; unter [www.internisten-im-netz.de/krankheiten/hirnininfarkt/was-ist-ein-schlaganfall.html](http://www.internisten-im-netz.de/krankheiten/hirnininfarkt/was-ist-ein-schlaganfall.html) [09.09.2020].
- Berufsverband Deutscher Internisten e.V. (BDI), 30.10.2017: Nachsorge bei Schlaganfall besonders wichtig; unter [www.internisten-im-netz.de/aktuelle-meldungen/aktuell/nachsorge-bei-schlaganfall-besonders-wichtig.html](http://www.internisten-im-netz.de/aktuelle-meldungen/aktuell/nachsorge-bei-schlaganfall-besonders-wichtig.html) [09.09.2020].
- Busch, M. A.; Kuhnert, R. (2017): 12-Monats-Prävalenz von Schlaganfall oder chronischen Beschwerden infolge eines Schlaganfalls in Deutschland. In: Journal of Health Monitoring 2(1): 70–76.
- Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.) (2017): S1-Leitlinie Diagnostik akuter zerebrovaskulärer Erkrankungen. Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.) (2016): Akuttherapie des ischämischen Schlaganfalls – Ergänzung 2015. Rekanalisierende Therapie. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Berlin.
- Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft (DSG) (2013): Post-Stroke-Depression: Ein Drittel aller Schlaganfall-Patienten betroffen, Antidepressiva können die Erholung begünstigen. Pressemeldung; unter [www.dsg-info.de/presse/pressemeldungen/400-post-stroke-depression-antidepressiva-koennen-die-erholung-beguenstigen.html](http://www.dsg-info.de/presse/pressemeldungen/400-post-stroke-depression-antidepressiva-koennen-die-erholung-beguenstigen.html) [09.09.2020].
- Foerch, C.; Misselwitz, B.; Sitzer, M.; Steinmetz, H.; Neumann-Haefelin, T. (2008): Die Schlaganfallzahlen bis zum Jahr 2050. In: Deutsches Ärzteblatt 105(26): 467–473.
- Neurologen und Psychiater im Netz (o.J.): Was ist ein Schlaganfall?; unter [www.neurologen-und-psychiater-im-netz.org/neurologie/erkrankungen/schlaganfall](http://www.neurologen-und-psychiater-im-netz.org/neurologie/erkrankungen/schlaganfall) [09.09.2020].
- O'Donnell, M. J. u. a. (2016): Global and regional effects of potentially modifiable risk factors associated with acute stroke in 32 countries (INTERSTROKE): A case-control study. In: Lancet 388(10046): 761–775.
- Olivieri, M.; Tallen, G. (2018): Ursachen: Wie entstehen Schlaganfälle. Informationsportal kinderblutkrankheiten.de; unter [www.kinderblutkrankheiten.de/content/erkrankungen/durchblutungsstoerungen/schlaganfall/ursachen](http://www.kinderblutkrankheiten.de/content/erkrankungen/durchblutungsstoerungen/schlaganfall/ursachen) [09.09.2020].
- Qualitätsverbund Netzwerk im Alter – Pankow e.V. (QVNIA e.V.) (o.J.): Wie verläuft die Rehabilitation nach dem Schlaganfall und welche Therapiemöglichkeiten gibt es?; unter [www.qvnia.de/schlaganfallversorgung-im-pankower-netzwerk/ipl-schlag/reha](http://www.qvnia.de/schlaganfallversorgung-im-pankower-netzwerk/ipl-schlag/reha) [09.09.2020].
- Robert Koch-Institut (RKI) (2012): Allgemeines zu Schlaganfall; unter [www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesundAZ/Content/S/Schlaganfall/Inhalt/schlaganfall\\_inhalt.html](http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesundAZ/Content/S/Schlaganfall/Inhalt/schlaganfall_inhalt.html) [09.09.2020].
- Spiegel, 29.10.2018 – Willems, W.: „Wir müssen den Schlaganfall als chronische Erkrankung betrachten“; unter [www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/schlaganfall-aerzte-bemaengeln-schlechte-nachsorge-a-1235266.html](http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/schlaganfall-aerzte-bemaengeln-schlechte-nachsorge-a-1235266.html) [09.09.2020].
- Stahmeyer, J. T.; Stubenrauch, S.; Geyer, S.; Weissenborn, K.; Eberhard, S. (2019): Häufigkeit und Zeitpunkt von Rezidiven nach inzidentem Schlaganfall. Eine Analyse auf Basis von GKV-Routinedaten. In: Deutsches Ärzteblatt 116(42): 711–717.
- Stiftung für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) (2017): Portal gesundheitsinformation.de. Thema Schlaganfall; unter [www.gesundheitsinformation.de/schlaganfall.2078.de.html](http://www.gesundheitsinformation.de/schlaganfall.2078.de.html) [09.09.2020].
- Thieme Neurologie (2016): „Drip and ship“ beim Schlaganfall: Thrombolyse und Thrombektomie kombinieren; unter [www.thieme.de/de/neurologie/drip-ship-schlaganfall-104764.htm](http://www.thieme.de/de/neurologie/drip-ship-schlaganfall-104764.htm) [09.09.2020].
- World Stroke Organization (WSO) (Hrsg.) (2018): Annual Report 2018. Genf, Schweiz.

### Quellen Alzheimerdemenz

- Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ) (2018): Patienteninformation Demenz – Angehörige; unter [www.patienten-information.de/medien/kurzinformationen/demenz-angehoerige-kip.pdf](http://www.patienten-information.de/medien/kurzinformationen/demenz-angehoerige-kip.pdf) [09.09.2020].
- Buchholz, T.; Schürenberg, A. (2013): Basale Stimulation in der Pflege alter Menschen. Anregungen zur Lebensbegleitung. Bern: Huber.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) (o.J.): Wegweiser Demenz. Therapie der Alzheimer-Krankheit; unter [www.wegweiser-demenz.de/informationen/medizinischer-hintergrund-demenz/behandlung-und-therapie.html](http://www.wegweiser-demenz.de/informationen/medizinischer-hintergrund-demenz/behandlung-und-therapie.html) [09.09.2020].
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (o.J.): Online-Ratgeber Demenz; unter [www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/online-ratgeber-demenz.html](http://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/online-ratgeber-demenz.html) [09.09.2020].
- Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. (2019a): Vorsorge- und Rehabilitationsmaßnahmen für pflegende Angehörige und Menschen mit Demenz. Informationsblatt 1; unter [www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/infoblatt23\\_reha.pdf](http://www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/infoblatt23_reha.pdf) [09.09.2020].
- Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. (2019b): Patienten mit einer Demenz im Krankenhaus. Berlin.
- Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. (2018): Die Häufigkeit von Demenzerkrankungen. Informationsblatt 1; unter [www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/infoblatt1\\_haeufigkeit\\_demenzerkrankungen\\_dalzg.pdf](http://www.deutsche-alzheimer.de/fileadmin/alz/pdf/factsheets/infoblatt1_haeufigkeit_demenzerkrankungen_dalzg.pdf) [09.09.2020].
- Deutsche Alzheimer Gesellschaft e.V. (2011): Demenz. Praxishandbuch für den Unterricht. Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde e.V. (DGPPN); Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN) (2016): S3-Leitlinie „Demenzen“, Langversion.



Der Macht der Hormone ist jeder Mensch unterlegen. Fortpflanzung, Entwicklung, Stoffwechsel, Wachstum, Altern, begleitet von Emotionen und Verhaltensweisen, stellen Ereignisse hormoneller Steuerungsprozesse dar – ohne Hormone ist der Mensch nicht lebensfähig.

1. Die Bildercollage betont die Vielfältigkeit der Hormonwirkungen. Versuchen Sie die folgenden Hormone den Bildern passend zuzuordnen:

Adrenalin,  $\beta$ -hCG, Gestagen, Insulin, Melatonin, Östrogen, Oxytozin, Prolaktin, Serotonin, Somatropin, Testosteron.

2. Überlegen und diskutieren Sie:
  - a) Haben in Ihrem bisherigen Leben Hormone bereits eine bedeutsame Rolle gespielt?
  - b) Kennen Sie Personen aus Ihrem Umfeld, deren Hormonhaushalt nicht ausgeglichen ist, sodass in der Folge entsprechende Maßnahmen getroffen werden müssen?

# HORMONELLES SYSTEM

## 7.1 Überblick und anatomische Grundlagen

### KNEPPER

#### Hormon:

Signal-/Botenstoff, der in Organen oder Geweben gebildet wird und Vorgänge im Körper reguliert

#### endokrin:

in das Blut absondend

#### Neurotransmitter:

Transmitter; Botenstoff des Nervensystems

#### exokrine Drüse:

Drüse, die ihre Sekrete über Ausführungsgänge in Räume innerhalb des Körpers (z. B. Speicheldrüse: Speichel in die Mundhöhle) oder auf die Haut (z. B. Schweißdrüse) abgibt

Das hormonelle System, oft auch als **Hormonsystem** oder **endokrines System** bezeichnet, reguliert mit weit mehr als 50 Hormonen eine Fülle an Körperreaktionen.

Das hormonelle System ist neben dem Nervensystem das zweite wichtige System, welches für die **Regelung und Koordination** der Vorgänge im menschlichen Organismus zuständig ist.

Während das **Nervensystem** (→ 5) Informationen elektrisch über Nervenbahnen sowie chemisch mittels Neurotransmittern an Synapsen überträgt, kann man das **hormonelle System** mit einem „drahtlosen“ Kommunikationssystem vergleichen. Hierbei sind die Nachrichten in chemischen Strukturen von Botenstoffen,

den Hormonen, verschlüsselt enthalten. Diese werden von **endokrinen Drüsen** gebildet und anschließend in die Blutbahn abgegeben. An Zielzellen angekommen lösen Hormone mithilfe spezieller Rezeptoren bestimmte Körperreaktionen aus (→ Tab. 1).

Das hormonelle System dient vor allem der länger dauernden und globalen Regulation von Zellfunktionen. Diese Aufgabe bringt eine permanente, dem wechselnden Bedarf angepasste Bildung der Hormone, deren kontrollierte Abgabe und gesteuerte Inaktivierung mit sich.

Sowohl Unter- als auch Überfunktion führen letztendlich zu Erkrankungen (→ 7.4, → 7.5).

Wichtige **endokrine Drüsen** sind:

- Hypophyse (Hirnanhangdrüse)
- Epiphyse (Zirbeldrüse)
- Schilddrüse
- Nebenschilddrüse
- Nebennieren

Organe mit endokrinen Zellgruppen sind:

- Eierstöcke
- Hoden
- Bauchspeicheldrüse
- u. a.

Viele dem Willen entzogene Prozesse, wie z. B. das Wachstum oder die Fortpflanzung, werden sowohl vom vegetativen Nervensystem (→ 5.4.2) als auch vom hormonellen System reguliert. Man spricht von der **neuroendokrinen Kopplung**, welche die Kooperation beider Systeme beschreibt, die durch den **Hypothalamus** koordiniert wird.

### 7.1.1 Hypothalamus und Hirnanhangdrüse

Über einen kaum millimeterdicken hohlen Stiel, den Hypophysenstiel, ist das Zwischenhirn über den Hypothalamus mit der Hirnanhangdrüse verbunden (→ Abb. 1, → 5.2.2).

Der **Hypothalamus**, dessen Größe ungefähr der eines 5-Cent-Stücks entspricht, ist das oberste Steuerungsorgan des endokrinen Systems. Er befindet sich im unteren Abschnitt des Zwischenhirns, unterhalb des Thalamus.

Ausgehend vom Hypothalamus erfolgt die Regulation vegetativer sowie endokriner

Tab. 1 Regulationssysteme des Körpers im Vergleich

	Hormonelles System	Nervensystem
Informationsüberträger	Hormone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrische Signale</li> <li>• Neurotransmitter</li> </ul>
Informationsübertragungsweg	Blut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nervenbahnen</li> <li>• Synapsen</li> </ul>
Geschwindigkeit der Informationsweitergabe	langsam (bis 0,5 m/s)	schnell (bis 120 m/s)
Auswirkung	langsam – z. B. Regulation von Verdauungsprozessen	schnell – z. B. Fluchtreaktion
Wirkungsdauer	länger anhaltend	kurz anhaltend
Zielorte	Körperzellen mit passenden (spezifischen) Hormonrezeptoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muskelzellen</li> <li>• Drüsenzellen</li> <li>• andere Nervenzellen</li> </ul>
Funktion	hormonspezifische Reaktionen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blutzuckerregulation</li> <li>• Temperaturregulation</li> <li>• Sexualtrieb</li> <li>• Hunger, Durst</li> </ul>	neurotransmitterspezifische Reaktionen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muskelkontraktion</li> <li>• Drüsensekretion</li> <li>• Aktivierung oder Inhibierung anderer Nervenzellen</li> </ul>
technischer Vergleich	Radio: Meldung wird an jene Zuhörer verteilt, welche den passenden Sender eingestellt haben	Schnurtelefon: Sender und Empfänger sind direkt miteinander verbunden



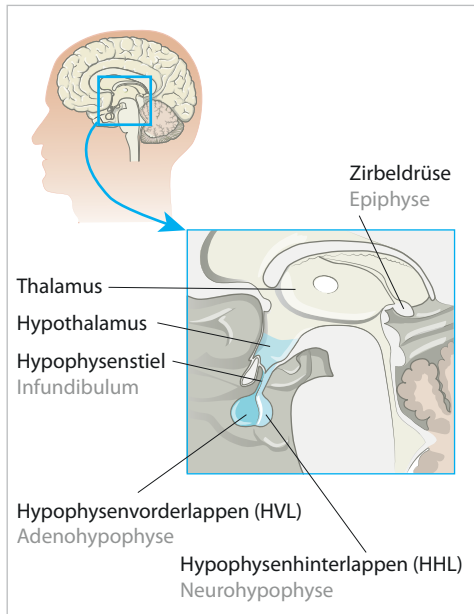


Abb. 1 Lage von Hypothalamus, Hypophyse und Epiphyse im ZNS

Vorgänge über unterschiedliche Teilabschnitte des **Hypothalamus-Hypophysen-Systems** (→ Abb. 2):

- In den **magnozellularen Kernen** (großzelligen Neuronen) des Hypothalamus werden Neurosekrete gebildet, diese gelangen zum Hypophysenhinterlappen (HHL), werden dort gespeichert bzw. folglich ins Blut abgegeben, z. B. (→ 7.2):
  - antidiuretisches Hormon, ADH
  - Oxytozin
- Die **parvozellulären Kerne** (kleinzellige Neuronen) des Hypothalamus bilden Neurosekrete, welche über ein Geflecht von Blutkapillaren zum Hypophysenvorderlappen (HVL) gelangen; es handelt sich um die Steuerhormone (→ 7.2):
  - Freisetzungshormon, RH
  - hemmendes Steuerhormon, IH

Die **Hypophyse** hängt, wie der Name sagt, am (Zwischen-)Hirn unten an. Sie ist eine etwa bohnen große endokrine Drüse und liegt im Zentrum des Schädels, eingebettet in einer knöchernen Wanne.

Die Hypophyse ist sowohl in ihrer Gestalt als auch in ihrer Funktion zweigeteilt:

- **Hypophysenvorderlappen (HVL)**; dieser ist aus Drüsenepithelien (→ 1.2.5) aufgebaut

und von weiten Kapillaren umgeben. Hier wird durch Einfluss der Steuerhormone ein Großteil der Hormone (→ 7.2) entsprechend produziert:

- Thyreoida-stimulierendes Hormon, TSH
- Adrenocorticotropes Hormon, ACTH
- follikelstimulierendes Hormon, FSH
- luteinisierendes Hormon, LH
- Prolaktin
- somatotropes Hormon, STH

- **Hypophysenhinterlappen (HHL)**; dieser besteht aus Gliagewebe (→ 1.2.5, → 5.1.2), das von marklosen Nervenfasern und Blutgefäßen durchzogen wird. Der aus dem Hypothalamus kommende dünne Hypophysenstiel setzt sich hier fort. Dies zeigt sich u. a. darin, dass die von den magnozellularen Kernen des Hypothalamus gebildeten Neurosekrete, ADH und Oxytozin, im HHL gespeichert und in der Folge je nach Bedarf an die Blutbahn abgegeben werden.

## 7.1.2 Periphere endokrine Drüsen

Periphere endokrine Drüsen geben ihre Sekrete, also die Hormone, nach entsprechender Steuerung durch Hypothalamus bzw. Hypophyse direkt in die Blutbahn ab. Abb. 3 zeigt die wichtigsten Drüsen dieser Art.

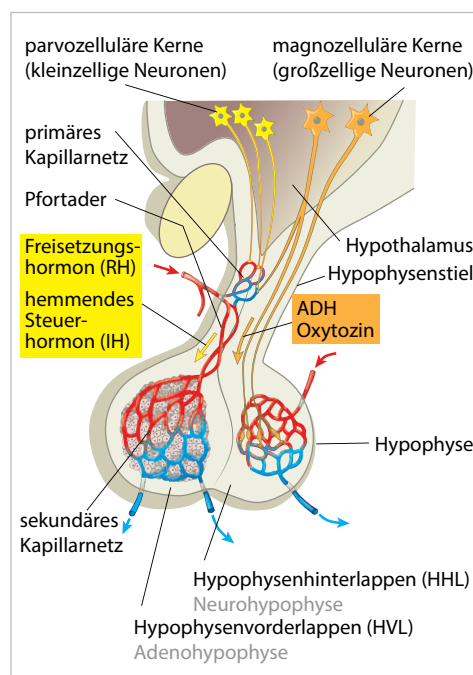


Abb. 2 Hypothalamus-Hypophysen-System

### endokrine Drüse:

Drüse, die keine Ausführungsgänge besitzt und die Sekrete direkt in die Blutbahn abgibt

### neuroendokrine Kopplung:

Koordination des Zusammenwirkens von Nervensystem und hormonellem System

### Hypothalamus:

Teil des Zwischenhirns; Verbindungsstelle zwischen Nerven- und Hormonsystem; steuert zahlreiche vegetative und hormonelle Vorgänge im Körper

### Hypophysenstiel:

Infundibulum; Verbindungsgang zwischen Hypothalamus und Hypophyse

### Epiphyse:

Zirbeldrüse, steht über dem Hypothalamus mit der Retina in Verbindung, setzt das Hormon Melatonin licht- und tageszeitabhängig frei

### magnozellular:

großzellig

### Hypophyse:

Hirnanhangsdrüse; Hormondrüse, die vor allem andere Hormondrüsen reguliert

### Hypophysenhinterlappen:

HHL, Neurohypophyse; Speicher- und Abgabeort für im Hypothalamus gebildete Hormone

### parvozellulär:

kleinzellig

### Hypophysenvorderlappen:

HVL, Adenohypophyse; endokrine Drüse, die Hormone bildet; wird selbst von Hormonen des Hypothalamus und durch negative Rückkopplung gesteuert

## HORMONELLES SYSTEM

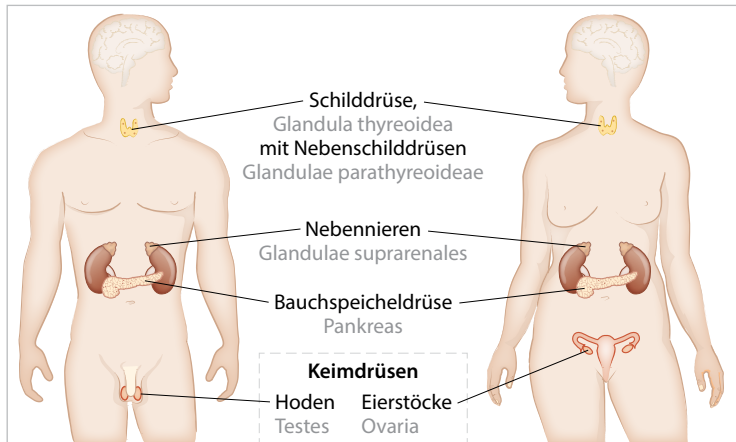


Abb. 3 Periphere Hormondrüsen

### Schilddrüse:

Glandula thyroidea; periphere endokrine Drüse im Halsbereich; produziert die iodhaltigen Hormone Triiodthyronin und Thyroxin, die Stoffwechsel und Wachstum des Körpers steuern

### Follikel:

Bläschen

### Kolloid:

in Wasser oder Öl fein verteilte Teilchen oder Tröpfchen eines Stoffes

### Thyreoglobulin:

Protein der Schilddrüse, aus dem die Schilddrüsenhormone gebildet werden

### Nebenschilddrüsen:

Glandulae parathyreoideae, Epithelkörperchen; auf der Schilddrüse liegende Hormondrüsen; produzieren Parathormon vor allem zur Steuerung des Kalziumhaushalts

### Parathormon:

PTH, Parathyrin; dient vor allem der Steuerung des Kalzium- und Phosphat-haushalts

### Bauchspeicheldrüse:

Pankreas; periphere Drüse im Bauchraum, die Verdauungssäfte in den Dünndarm sowie Hormone (z. B. Glukagon, Insulin) ins Blut abgibt

### Schilddrüse

Dicht unterhalb des Schildknorpels umschließt die Schilddrüse mit zwei Seitenlappen und einem schmalen Mittellappen hufeisenförmig die Luftröhre.

Mikroskopisch betrachtet erkennt man das Drüsengewebe. Dies besteht aus unregelmäßig gestalteten Bläschen, deren Durchmesser sich auf ca. 1 mm beläuft. Diese sog. **Follikel** tragen in ihrem Inneren eine strukturlose Masse, das Kolloid, welches nach außen hin von einem einschichtigen Epithel umrandet ist. Die **Bildung** der Schilddrüsenhormone Thyroxin und Triiodthyronin findet in den

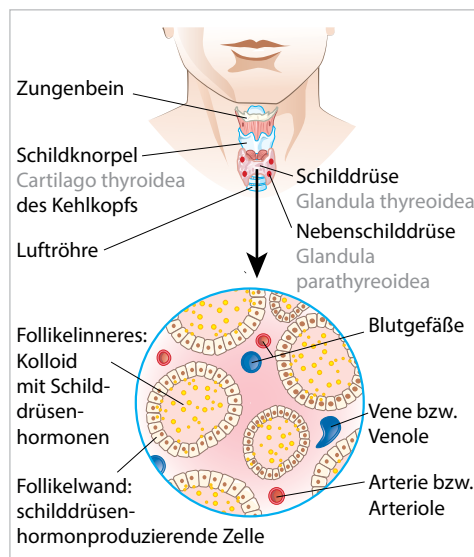


Abb. 4 Schilddrüse und deren Feinbau

Epithelzellen, die **Speicherung** in Form von Thyreoglobulin im Kolloid der Follikel statt. Jeder Follikel ist von einem Netzwerk von Blutkapillaren umgeben (→ Abb. 4).

Die Schilddrüsenhormone (→ 7.3.4) haben eine große Bedeutung für den gesamten Stoffwechsel, für Wachstum und Entwicklung des Organismus.

### Nebenschilddrüsen

Die Nebenschilddrüsen sind meist vier linsengroße Einzelorgane an der Rückseite der Schilddrüse (→ Abb. 4). Die Organe bestehen aus Epithelzellen, welche reichlich von Blutkapillaren umgeben sind. Hier wird das Parathormon gebildet, das unter anderem den Kalziumionen- und Phosphathaushalt reguliert (→ 3.1.2).

### Bauchspeicheldrüse

Die Bauchspeicheldrüse hat eine Masse von 70 bis 120 g und ist ca. 13 bis 20 cm lang. Sie liegt hinter dem Magen und reicht vom Zwölffingerdarm bis zur Milz, eingebettet in die rückwärtige Körperwand (→ Abb. 5).

Die Bauchspeicheldrüse, das Pankreas, besteht überwiegend aus **exokrinem** Drüsengewebe, in welches **endokrine** Zellinseln, die Langerhans-Inseln (ca. 2% der Organmasse), eingelagert sind:

- **exokrine Funktion:** Das Drüsenepithel bildet den Pankreassaft. Dieser gelangt über den Ausführungsgang in den Dünndarm.
- **endokrine Funktion:** In den Langerhans-Inseln erfolgt die Hormonproduktion. Diese werden direkt ins Blut abgegeben.

Die **Langerhans-Inseln** liegen bevorzugt im Pankreasschwanz. Ihre Gesamtheit von ca. 1 Million Inseln bezeichnet man auch häufig als **Inselorgan**. Jede Insel besteht aus ca. 3000 hormonproduzierenden Zellen, welche stark von Blutkapillaren durchzogen sind und wie folgt differenziert werden (→ Abb. 5):

- **A-Zellen** (ca. 15%) – produzieren das Peptidhormon Glukagon
- **B-Zellen** (ca. 70–80%) – produzieren das Peptidhormon Insulin; „messen“ den Blutzuckergehalt (→ 7.3.2)
- **D-Zellen** (ca. 5%) – produzieren das Peptidhormon Somatostatin
- **F-Zellen** oder **PP-Zellen** (ca. 1 bis 2%) – produzieren das pankreatische Polypeptid

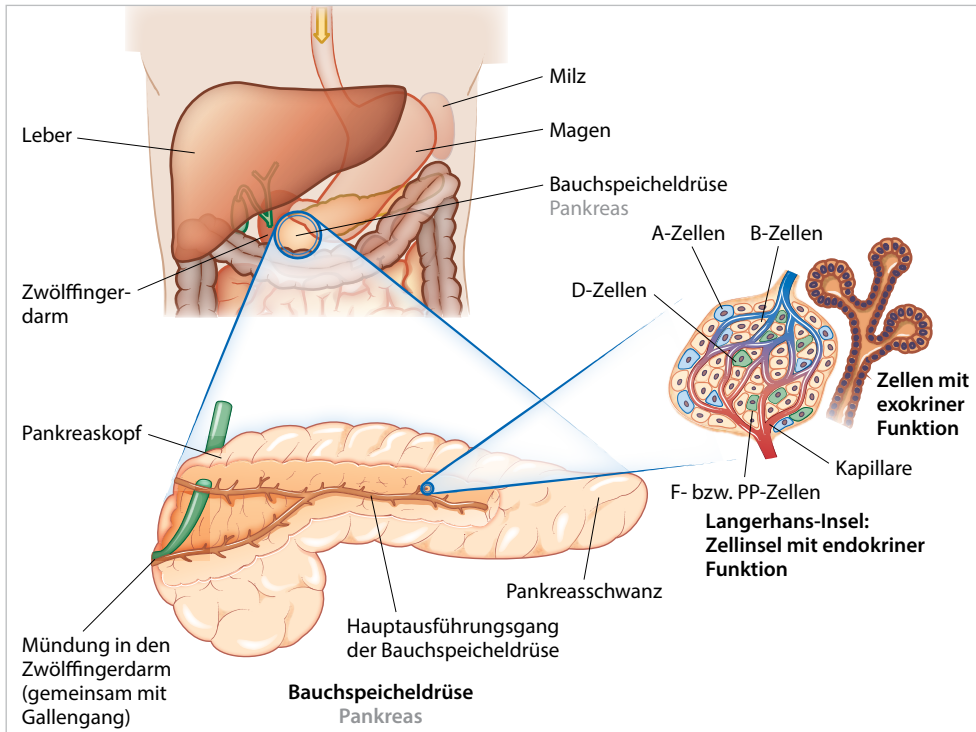


Abb. 5 Bauchspeicheldrüse mit hormonproduzierenden Zellen

**Langerhans-Inseln:** endokrine Zellgruppen in der Bauchspeicheldrüse; regulieren den Blutzuckerspiegel bzw. Kohlenhydratstoffwechsel; bilden die Hormone Insulin und Glukagon

**Somatostatin:** Soma(totropin)-Release-Inhibiting-Hormon GIH; vom Hypothalamus und in der Bauchspeicheldrüse gebildetes Peptidhormon; hemmt die Ausschüttung verschiedener Hormone, v. a. des Wachstumshormons Soma(totropin)

**pankreatisches Polypeptid:** PP; in der Bauchspeicheldrüse gebildetes Peptidhormon; bewirkt u. a. Sättigungsgefühl

**Nebenniere:** Glandula suprarenalis; periphere endokrine Drüse, die auf der Niere aufsitzt; bildet in der Rinde Steroidhormone sowie im Mark Adrenalin und Noradrenalin

### Nebennieren

Die beiden Nebennieren (→ Abb. 6) sind kleine pyramidenförmige Drüsen, die wie Kappen auf dem oberen Nierenpol aufsitzen. Man unterteilt die Nebennieren in:

- **Nebennierenrinde** – Produktion von Steroidhormonen in drei Zonen:
  - **Zona glomerulosa** – Bildung von Mineralokortikoiden, Aldosteron
  - **Zona fasciculata** – Bildung von Glukokortikoiden, Kortisol
  - **Zona reticularis** – Bildung von Androgenen, den männlichen Geschlechtshormonen (ca. 5% der Gesamtproduktion)
- **Nebennierenmark** – Produktion von Adrenalin und Noradrenalin (→ 7.3.3)

Insgesamt werden die Nebennieren von drei Arterien versorgt, wodurch eine gute Durchblutung und folglich eine Verteilung freigesetzter Hormone mit dem Blut gewährleistet ist.

### Keimdrüsen

Die Keimdrüsen (Gonaden) zählen zu den inneren Geschlechtsorganen (→ 12.1.2, → 12.2.2), in denen sowohl die Geschlechtszellen als auch die **Sexualhormone** gebildet werden:

- **männliche Keimdrüsen:** Hoden – in den Hodenzwischenzellen, den sog. Leydig-Zwischenzellen, werden die männlichen

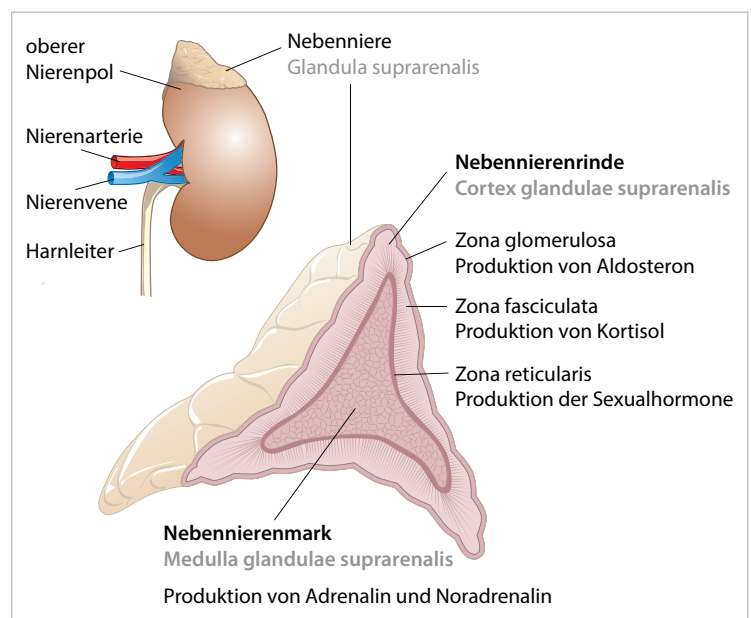


Abb. 6 Niere, Nebenniere und deren Feinbau

Konzentration im Blut relativ konstant gehalten werden.

Ist ein Organismus ausreichend mit Effekthormonen versorgt, erfolgt eine Information an den Hypothalamus, sodass keine weiteren stimulierenden Hormone ausgeschüttet werden. Die Hormonproduktion des Hypothalamus wird über die sog. **negative Rückkopplung** gehemmt (→ Abb. 11). In der Folge setzen sowohl die Hypophyse als auch entsprechende endokrine Drüsen weniger bzw. keine Hormone frei.

Das Hormonsystem ist also in Abhängigkeit von der Konzentration der Effekthormone in der Lage, sich selbst zu regulieren.

*In Kapitel 1.5 haben Sie die Grundlagen der Regulation kennengelernt. Erstellen Sie zwecks Festigung der Thematik wiederholend ein Regelkreisschema zur Thermoregulation und berücksichtigen Sie im Kontext die negative Rückkopplung.*

### 7.3.2 Blutzuckerregulation

Die Regelung des Blutzuckerspiegels stellt insgesamt ein äußerst komplexes System dar. Mindestens zwei miteinander vernetzte Regelkreise sind an der Regulation beteiligt:

- einer mit dem Regelglied (Regler) in der Bauchspeicheldrüse
- ein zweiter mit dem Regelglied im Hypothalamus, bei dem Adrenalin, Glukokortikoide sowie Thyroxin von Bedeutung sind

Die beiden in den Langerhans-Inseln produzierten Effekthormone **Insulin** und **Glukagon** wirken als Hauptregulatoren. Sie wirken als **Antagonisten** und halten durch ihr Zusammenspiel den Blutzuckerspiegel relativ konstant. Somit sorgen sie u.a. unter physiologischen Bedingungen dafür, dass der Körper stets genügend Brennstoff in Form von Glukose zur Verfügung hat, beispielsweise um im Zuge der Zellatmung den universellen Energieträger **ATP** zu gewinnen.

Sowohl hyper- als auch hypoglykämische Zustände (→ 4.6.5) hemmen die Glukoseaufnahme in die Zellen.

#### Insulinwirkung

Insulin, ein **lebensnotwendiges Hormon**, fördert die Aufnahme von Glukose, von freien Fettsäuren und Aminosäuren in Muskel- und Fettzellen. Seine anabole Wirkung (→ 4.3) fördert den Aufbau von **Glykogen** und Fett, daher wird Insulin auch als **Speicherhormon** bezeichnet.

Insulin **senkt** die Blut-Glukose-Konzentration.

Der Wirkmechanismus des Peptidhormons Insulin basiert auf einer Wechselwirkung mit einem membranständigen Rezeptor, der in der Folge die **Tyrosinkinase** aktiviert (→ Abb. 10).

#### Glukagonwirkung

Als Gegenspieler des Insulins mobilisiert Glukagon die Energiereserven des Organismus sowohl bei erhöhtem Energiebedarf als auch bei drohender Hypoglykämie, indem es zu einer gesteigerten **Glykogenolyse** sowie einer gesteigerten **Glukoneogenese** in der Leber kommt (→ 4.2.6).

Glukagon **steigert** die Blut-Glukose-Konzentration.

Der Wirkmechanismus des Glukagons basiert auf einer Wechselwirkung mit einem membranständigen **G-Protein-gekoppelten Rezeptor**, der in der Folge u.a. die Bildung eines **Second Messengers** (cAMP, → 1.4.1) induziert (→ Abb. 9).

#### Regelkreis: Blutzuckerspiegel

Unter physiologischen Bedingungen wird die **Blut-Glukose-Konzentration** in nüchternem Zustand bei einem Wert von **55 bis 100 mg/dl** konstant gehalten.

Das Auftreten von **Schwankungen**, bedingt durch z.B. Nahrungsaufnahme oder gesteigerte körperliche Aktivität, führt zu Abweichungen des Istwertes vom Sollwert. Hormonell gesteuerte Prozesse tragen immer wieder zum Angleichen von Ist- und Sollwert bei, um den Körper in **Homöostase** zu halten.

Ein **Anstieg der Blut-Glukose-Konzentration** auf über 80 mg/dl stellt einen adäquaten Reiz für die Insulinfreisetzung dar (→ Abb. 12, → Tab. 4). Hierbei wird das Ausmaß der Insulinfreisetzung über das vegetative Nervensystem (→ 5.4.2) gesteuert.

#### negative Rückkopplung:

Regelungsmechanismus, bei dem die Veränderung einer Variablen eine Wirkung verursacht, welche die ursprüngliche Veränderung hemmt oder ihr entgegenwirkt

#### Blutzuckerspiegel:

Blut-Glukose-Konzentration; Glukosekonzentration im Blut; nüchtern 55 bis 100 mg/dl

#### Insulin:

in der Bauchspeicheldrüse gebildetes Peptidhormon; Funktion: Senkung des Blutzuckerspiegels, Glykogenabbau, Lipogenese, Proteinsynthese

#### Glukagon:

in der Bauchspeicheldrüse gebildetes Peptidhormon; Funktion: Steigerung des Blutzuckerspiegels, Glykogenolyse, Lipolyse, Proteolyse

#### Antagonist:

Gegenspieler

#### ATP:

Adenosintriphosphat; universeller Energieträger der Zellen

#### Hyperglykämie:

oberhalb der definierten Grenzwerte liegender Blutzuckerspiegel

#### Hypoglykämie:

unterhalb der definierten Grenzwerte liegender Blutzuckerspiegel, „Unterzuckerung“

#### Glykogenolyse:

Glykogenabbau

#### Glukoneogenese:

Bildung von Glukose aus organischen Nicht-Kohlenhydrat-Vorstufen (z.B. Pyruvat)

#### cAMP:

zyklisches Adenosinmonophosphat, Second Messenger

#### Homöostase:

Gleichgewicht der physiologischen Körperfunktionen

# HORMONELLES SYSTEM

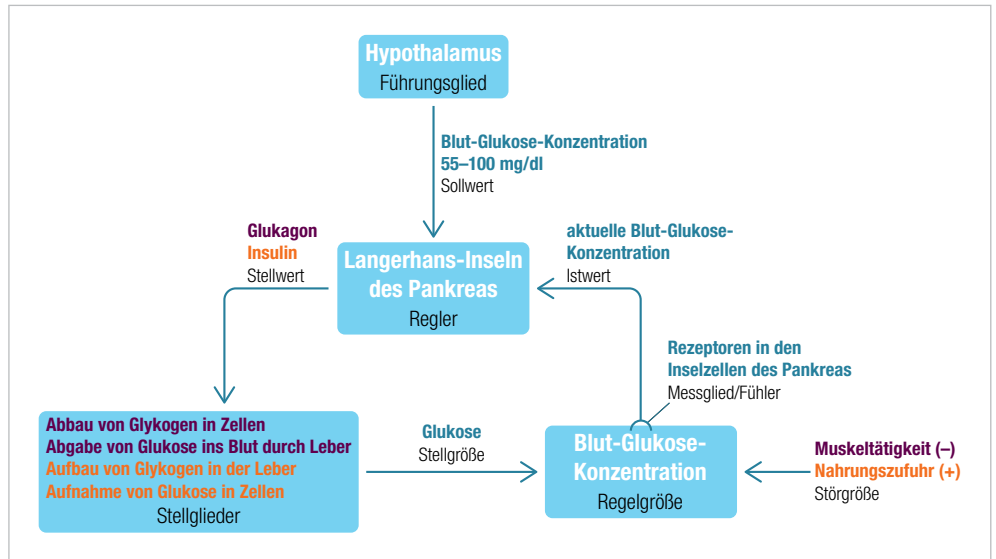


Abb. 12 Blut-Glukose-Konzentration – Regelkreis mit Regler in der Bauchspeicheldrüse

Tab. 4 Übertragung der kybernetischen Begriffe auf den Regelkreis des Blutzuckerspiegels mit der Bauchspeicheldrüse als Regler

Begriff aus der Kybernetik	Anwendung in der Biologie	Regelkreis des Blutzuckerspiegels
Regelgröße	Größe, die auf einem konstanten Wert gehalten werden muss	Blut-Glukose-Konzentration
Regelstrecke	Raum, in dem diese Größe konstant gehalten werden soll = geregeltes System	Blutkreislauf
Störgröße	Einfluss, der die Regelgröße verändert	Muskeltätigkeit, Nahrungszufuhr
Führungsglied, Führungsgröße	übergeordnetes Zentrum, das den Sollwert vorgibt	Hypothalamus
Sollwert	vom Führungsglied vorgegebener Wert, der in bestimmten Parametern konstant zu halten ist	Blut-Glukose-Konzentration: 55–100 mg/dl (nüchtern)
Messglied, Fühler	ermittelt Istzustand, gibt diesen als Istwert an das Regelglied, den Regler, weiter	Glukose-Rezeptoren in den Inselzellen des Pankreas
Istwert	tatsächlich gemessener Wert, der vom Messglied/Fühler ermittelt wurde	ermittelte Blut-Glukose-Konzentration
Regelglied, Regler	untergeordnetes Zentrum, gleicht regelmäßig den Sollwert mit dem ermittelten Istwert ab; gibt Befehle in Form von Stellwerten an die Stellglieder	Langerhans-Inseln im Pankreas
Stellwert	Information bzw. Befehl vom Regler ans Stellglied über die auszulösende Tätigkeit	Freisetzung des Hormons Insulin oder Glukagon
Stellglied	Korrekturmechanismus, der den Istwert wieder an den Sollwert annähern kann	Leberzellen und Muskelzellen
Stellgröße	ist der Störgröße entgegengerichtet, bringt den Istwert wieder auf den Sollwert	Glukose