

Die Zelle

Die **Zelle** (von lat. cella: Hohlraum) ist die kleinste, lebensfähige Funktionseinheit. Die Größe der Zellen ist unterschiedlich, sie reicht von 110 µm bis zu 140 µm. Zu den größten Zellen gehören die weibliche Ei-, weiterhin die Fett- und Nervenzelle.

Die **Bestandteile** einer Zelle:

- die Zellhaut (allgemein **Zytolemm**); Dicke: 6-10 nm
- der Zellaib (**Zytoplasma**)
- die Organe (**Organelle**)
- der Zellkern (**Nucleus**)

Das Zytolemm (Zellmembran, -haut)

Der Zytolemm besteht aus Fetten und Eiweißen, läßt als Membran nur bestimmte Stoffe (Nährstoffe, aber keine Schadstoffe) in das Zellinnere hinein und von dort wieder hinaus, sie hat als solche eine Schutzfunktion und ist Träger der **Antigenität** (Fähigkeit eines Antigens, Antikörper zu bilden).

Die **Antigene** (Abk. von Antisomatogen) sind körperfremde Substanzen, aufgrund derer der Empfänger in der Lage ist, Antikörper zu produzieren.

Das Zytoplasma

Das Zytoplasma ist eine gelartige Substanz.

Der **Inhalt**:

- **Wasser** (Anteil 75 – 95 %).
- **Eiweiße** (Proteine) werden zum Aufbau von unter anderem Muskelzellen, Antikörpern und Hormonen benötigt.

- **Zucker (Kohlenhydrate)** ist Grundsubstanz zur Energieleistung.
- Die **Fette** dienen zum einen als Depotfett zur Energiereserve und Wärmeerhaltung, zum anderen wird es jedoch als Baufett zum Aufbau von Organen benötigt. Die Vitamine A, D, E und K lassen sich nur mit Hilfe von Fett lösen.
- Als **Mineralien** sind im Zytoplasma **Kationen** (elektrisch positiv geladen) und **Anionen** (elektrisch negativ geladen)

<u>Kationen</u>	<u>Anionen</u>
Natrium Na ⁺	Chlorid Cl ⁻
Kalium K ⁺	
Calcium Ca ⁺⁺	

Die Elektrolyte sind als Verbindung zwischen Kationen und Anionen der Nachweis für das Vorhandensein dieser Mineralien. Ein Mangel ist daran zu erkennen, daß die Muskeln krampfen, das heißt, daß die Muskeln sich nicht mehr rühren, sie bleiben starr in ihrer Position.

- **Enzyme** (Fermente) sind Substanzen, die allein durch ihre Anwesenheit chemische Umsetzungen bewirken, ohne sich dabei zu verbrauchen und gelten als **Biokatalysatoren**. Als Beispiele kann man Pepsin (zuständig für Eiweißverdauung), Amylase im Darm und Mund (Kohlenhydrate / Zucker) und Lipase im Darm zur Fettverdauung nennen. Sie, die Enzyme, werden oftmals mit den Hormonen verwechselt.
- **Hormone** sind Botenstoffe oder Übermittler, die Reaktionen an der Empfangs- oder Erfolgszelle auslösen.

Beispiele für Hormone:

Insulin	Stoffwechselformon
Testosteron	männliches Geschlechtshormon
Östrogen	weibliches Geschlechtshormon
Adrenalin	Stresshormon (für Ängste und Freude)
Endorphine	schmerzunterdrückende Hormone mit einer morphiumähnlichen Wirkung

- wasserlösliche Vitamine B und C
- Antikörper

Die Organellen (Zellorgane)

Es sind in einer Zelle sechs verschiedene Organellen vertreten:

- das **Lysosom**
- das **Mitochondrium**
- das **Endoplasmatisches Reticulum**
- die **Centriole**
- der **Golgi-Apparat** und
- die **Ribosomen**

Lysosomen sind in der Lage, die in die Zelle eingedrungenen Fremdkörper, Viren oder Bakterien aufzunehmen und unschädlich zu machen (Müllverwertungsanlage; **Phagozytose**)

Das **Mitochondrium** (Pl.: **Mytochondrien**) ist das Kraftwerk einer Zelle, hier wird die Energie in Form von **Glykogen** und **ATP**

gespeichert.

Das **Endoplasmatische Reticulum** ist ein Röhrensystem, das mit einer Heizungsanlage vergleichbar ist. Die Aufgabe besteht darin, Dinge oder Substanzen, die in der Zelle produziert werden, innerhalb der Zelle zu transportieren.

Die **Centriole** wird auch als Zentralkörperchen oder Polkörperchen bezeichnet. Sie werden ausschließlich bei der Zellteilung benötigt.

Der **Golgi-Apparat** ist mit einem Haufen gestapelter Bretter vergleichbar und hat die Aufgabe, die in der Zelle produzierten Dinge, z. B. Hormone und Enzyme, zu speichern und abzugeben.

Die **Ribosomen** schwimmen nicht frei im Plasma herum, sondern lagern sich an der Kernmembran oder am endoplasmatischen Reticulum ab. Sie sind wie eine Druckerei, wo nach besonderer Bauform Stoffe, wie Hormone, Enzyme und Antikörper, hergestellt werden.

Die **Pinozytosebläschen** sind keine Organellen. Pinozytose bedeutet: in sich aufnehmen, trinken. Pinozytosebläschen sind innenliegend, hier werden Dinge aufgenommen; die **Pseudopodien**, Plasmaausstöße, sind außenliegend.

Auch die **Vakuolen** sind keine Organellen. Sie sind Hohlräume in der Zelle, zusätzliche Einrichtungen. In den Vakuolen werden Dinge, die in der Zelle produziert werden, aber nicht unbedingt benötigt werden, gespeichert, allerdings haben die Vakuolen eine phagozytäre Wirkung.

Der Nucleus (Karyon, Zellkern)

Der Zellkern ist die **zentrale Stoffwechselsteuerung** der Zelle, hierbei werden Stoffe oder Substanzen in eine weiterverwertbare Form umgewandelt.

Außer dem **Karyolemm** (Kernmembran) und **Nucleolus** (Kern des

Zellkerns; aus **RNS**: Ribonukleinsäure) besteht er aus Kernsäure, der DNS (Desoxyribonukleinsäure). Aus der DNS gehen bei der Zellteilung die Chromosomen (Chromatin: anfärbbare Körper) hervor. Auf diesen Chromosomen sind die menschlichen Erbanlagen in Form von Genen gespeichert. Jede menschliche Zelle hat insgesamt 46 Chromosomen:

- 22 Chromosomenpaare (mit jeweils gleichen Erbinformationen) sind Autosomen und alle X-förmig und unterschiedlich groß
- 1 Geschlechtschromosomenpaar sind unterschiedlich groß und nennt man Heterosomen, das männliche Paar XY und das weibliche XX.

Die häufigste Zellteilung heißt in der Regel **Mitose**, dauert in der Regel 20 bis 30 Minuten und dient der Vermehrung und dem Größenwachstum.

In der ersten Phase, **Prophase**, spiralisieren sich die Chromosomen, werden dadurch dicker und so sichtbar. Das Karyolemm löst sich auf und die Zentriole teilt sich, wird zu zwei Zentriolen, diese fangen an zu den Polen zu wandern und bekommen so den Namen Polkörperchen. Die Chromosomen beginnen sich zu teilen und werden zu Spaltheilften. Sie sind an Spindelfäden angeheftet, die ihrerseits von den Polkörperchen gebildet wurden.

Während der zweiten Phase, der **Metaphase**, ordnen sich die Chromosomen in der Äquatorialebene an und sind die Zentriolen an den Polen angelangt.

In der **Anaphase** werden die Chromosomenspaltheilften durch die Spindelfäden aus der Äquatorialebene zu den jeweiligen Polen gezogen, wo sie am Ende der Phase angelangen. Zudem beginnt der Zellaib sich am Ende der Anaphase einzuschnüren.

In der letzten Phase, der **Telophase**, schreitet die

Einschnürung so weit voran, daß sich zwei ganz neue Zellen und eine neue Kernmembran bilden.

Während der Erholungszeit (Dauer ca. 5 bis 10 Minuten), der **Interphase**, die **keine** Phase der Mitose ist, lösen sich die Spindelfäden auf, entspiralisieren sich die Chromosomen und die Zellen sind fertig.

Zeitweise sind während der Mitose 92 Chromosomen in der Zelle vorhanden (zwei Spaltheilften).

Die **Meiose** ist die Geschlechtsteilung und wird auch als Reduktionsteilung bezeichnet. Ihr Zweck ist die Entstehung neuen Lebens. Sie findet bei Frauen im Eierstock, bei Männern im Hoden statt. Die Eizellen werden durch die Mitose produziert, vor dem Eisprung jedoch halbiert. Die überschüssige Hälfte wird für den nächsten Eisprung aufbewahrt.

weiblich	männlich
22 Autosomenpaare	22 Autosomenpaare
1 Heterosomenpaar XX	1 Heterosomenpaar XY
22 mal X + X (Heterosom)	22 mal X + X (Heterosom)
22 mal X + X (Heterosom)	22 mal X + Y (Heterosom)

Die Paare sind diploid, die Sätze sind haploid. Aus zwei solcher haploiden Sätzen, einem weiblichen und einem männlichen, entsteht eine neue Zelle, aus der ein Mensch hervorgeht.

Die Aufgaben der Zelle

- Eiweißaufbau
- Teilung und Vermehrung
- Energie speichern
- Abwehr (zwei verschiedene Arten)

- Antikörper bilden
- Phagozytose
- Erbinformationen weitergeben
- Bewegung (z. B. **Leukozyten**: weiße Blutkörperchen)
- Zellkern
- Sekretion (Abgabe nach außen)

Es gibt allerdings Ausnahmen, bei denen nicht alle Eigenschaften vorhanden sind, wie die roten Blutkörperchen (**Erythrozyten**), sie haben weder einen Zellkern noch können sie sich bewegen.

Die Nieren

Aufgaben der Nieren

- Filtration des Blutes
- das Ausscheiden von Eiweißstoffwechselprodukten, die stickstoffhaltig sind
- Verhinderung des Verlustes von körper- bzw. lebenswichtigen Bestandteilen, Eiweißen, Zucker
- Regulierung und Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Haushalts sowie der Elektrolytzusammensetzung
- Regulierung des Flüssigkeitshaushalts
- als endokrines Organ die Bildung der Hormone Renin und Erythropoethin

Die Niere kann diese Aufgaben nur dann erfüllen, wenn ihr eine genügend große Blutmenge mit einem entsprechend hohen Blutdruck zur Verfügung gestellt wird. Der Blutdruck sollte im Minimum 100 mmHg an der A. brachialis betragen.

Die Blutzufuhr sollte pro Niere pro Minute 500 ml (rund 1.500 l in 24 Std., 20 % des Schlagvolumens für beide Nieren) betragen. Die Nierenarbeit findet in der Rindensubstanz (**Cortex renalis**) statt. Hier in der Rindensubstanz befinden sich die eigentlichen Arbeitseinheiten (**Nephron** (Sg.)). Jede Niere besitzt von diesen Nephronen ca. eine Million. Ein Nephron besteht aus folgenden Teilen:

Das Blut gelangt über das zuführende arterielle Kapillargefäß (**Arteriola glomerularis afferens**) zum Nephron. Danach läuft das Blut durch ein Kapillargefäßknäuel (**Glomerulum**) und fließt dann über ein abführendes arterielles Kapillargefäß (**Arteriola glomerularis effrens**), das kleinlumiger, enger als das zuführende Kapillargefäß ist. Die Folge ist, daß sich das Blut im Glomerulum staut. Die Wände des Glomerulums ist teildurchlässig für alle flüssigen Bestandteile des Blutes außer Eiweißen (Albumine, Globuline) und den Blutzellen.

Diese Bestandteile, die durchgepreßt werden, sammeln sich außerhalb des Glomerulums in der Bowmann'schen Kapsel. 10 % des Blutes, welches den Nephronen zugeführt wird, werden durch die Glomerulumwand durchgedrückt (150 – 200 l), der Rest von 1.350 l fließt wieder ab.

Diese durchgepresste Flüssigkeit stellt bereits das erste Filterprodukt der Niere dar, als ein fast eiweißfreies Ultrafiltrat und wird als Vorharn oder Primärharn bezeichnet. Die Bowmann'sche Kapsel, die dieses Ultrafiltrat auffängt, zeigt eine Verlängerung (**Tubulusapparat**). Dieser Tubulusapparat wird in drei Abschnitte eingeteilt: **Tubulus renalis proximalis**, Zwischen-, Überleitungsstück (**Henle'sche Schleife**), dieser reicht bis in die Marksubstanz. Den dritten Teil nennt man **Tubulus renalis distalis**. Dieser gesamte

Tubulus ist von einem peritubulären Kapillargefäßnetz umgeben.

Der Primärharn verläßt die Bowmann'sche Kapsel und durchläuft den Tubulusapparat. Der größte Teil des Primärharns wird innerhalb des Tubulusapparates in das begleitende Kapillargefäß rückresorbiert (99 % des Primärharns). Diese Rückresorption wird über fünf Mechanismen gesteuert:

- per Diffusion (unterschiedliche Teilchenzahl)
- per Osmose (unterschiedlicher Druck)
- aktiver Transportmechanismus unter ATP-Verbrauch
- 2 Hormone: erstens ADH (antidiuretisches Hormon) = Adiuretin kommt aus dem Hypophysenhinterlappen, die wichtigste Funktion: Steigerung der Permeabilität der Tubuluszellen für Wasser und zweitens Aldosteron kommt aus der Nebennierenrinde; wichtigste Funktion: Aldosteron für Natrium

Es bleibt nun eine Restmenge von 1,5 l übrig, diese wird Sekundärharn genannt.

Diabetes mellitus

Bei Nichtdiabetikern (unter 160 mg%) wird der Zucker komplett ins Blut zurückgeholt. Bei Diabetikern jedoch wird bis zur "Nierenschwelle" von 160 mg% ins Blut zurückgeholt, der restliche Zucker verbleibt im Urin.

Diabetes insipidus

Diabetes insipidus tritt bei Hypophysenerkrankung auf, wenn nicht genügend ADH produziert werden kann. Die Urinmenge beträgt ca. 6 l, dem Patienten müssen außer ADH, und Flüssigkeit noch Elektrolyte.

Aufgaben der Niere im Säure-Basen-Haushalt

Bei einer Acidose des Blutes fallen vermehrt H^+ -Ionen an. Je mehr H^+ -Ionen vorhanden sind, desto saurer ist das Blut. Die Tubuluszellen produzieren vermehrt HCO_3^- (Bikarbonat) bei hohem H^+ -Gehalt. Die H^+ -Ionen und das Bikarbonat verbinden sich zu H_2CO_3 (Kohlensäure). Die Kohlensäure zerfällt zu H_2O und CO_2 und wird wieder ausgeschieden, der pH-Wert steigt. Die Niere kann H-Ionen ausscheiden. Bei einem Mangel an H-Ionen, z. B. Verlust von Magensaft, kommt es zur Alkalose, der pH-Wert steigt, und zu einem vermehrten Auftreten von OH^- (Hydroxyl). Wenn keine H-Ionen vorhanden sind, verbindet sich OH^- mit Na^+ zu $NaOH$ (Natronlauge). Um dieses zu vermeiden, ist die Niere in der Lage, vermehrt Natrium auszuschleiden und dafür H-Ionen zurückzubehalten. Diese zurückgehaltenen H-Ionen binden sich an das OH^- und werden zu H_2O , Wasser.

Die Kontaktstelle, "Meßstation", der Epithelzellen aus der Arteriola glomerularis afferens und dem distalen Tubulusapparat heißt **juxtaglomerulärer Apparat**. In diesem Apparat wird bei einer mangelnden Blutzufuhr über das zuführende Gefäß oder zu geringem Blutdruck oder bei Natriummangel ein Hormon mit Namen Renin gebildet. Das Renin hat Wirkung auf eine Eiweißsubstanz aus der Leber, Angiotensinogen. Renin wandelt es zu Angiotensin um. Es bewirkt eine direkte Gefäßengstellung (RR-Steigerung) es erhöht den Durst (höhere Flüssigkeitszufuhr, dadurch RR-Steigerung) und hat Wirkung auf die Nebennierenrinde, die vermehrt Aldosteron produziert. Dieses bewirkt eine erhöhte Natriumrückresorption, die Folge ist, daß osmotisch vermehrt Wasser ins Blut gelangt.

Der Sekundärharn sammelt sich in den Urinsammelröhrchen. Diese durchlaufen die Marksubstanz der Niere, vereinigen sich zu immer größeren Gefäßen, die wir als Papillengänge bezeichnen. Diese Papillengänge münden auf den sogenannten Nierenpyramiden. Diese Nierenpyramiden sind von einem

Hohlraum, dem Nierenkelch, umschlossen; dieser fängt den Urin auf und leitet ihn weiter ins Nierenbecken. Das Nierenbecken hat ein Fassungsvermögen von 10 – 15 ml, es entleert sich peristaltisch. Pro Minute erfolgen ca. zwei bis drei Entleerungen. An das Nierenbecken schließt sich der Harnleiter, der **Ureter**, an. Die Ureteren haben eine Länge von 25 cm, verlaufen retroperitoneal und münden am hinteren, unteren Blasengrund. Diese Einmündungsstellen bezeichnen wir als **Ostium ureteris**.

An diesen Stellen befindet sich eine Epithelgewebefalte mit einer Ventilfunktion (Rückschlagventil). Wenn sich die Einmündungen an anderer Stelle in der Blase befinden würden, wäre das "Ventil" ständig offen, damit der Urin in die Blase laufen kann; Folge: ein aufsteigender Harnwegsinfekt. Die Harnleiter bestehen aus zwei Schichten glatter Muskulatur, ganz innen Epithelgewebe, ganz außen eine Adventitia aus Bindegewebe. Die Aufgabe der Harnleiter liegt ausschließlich im Transport des Urins vom Nierenbecken zur Harnblase durch peristaltische Bewegungen.

Die Harnblase (**Vesica urinaria**) liegt vorn im kleinen Becken, das kleine Becken stellt die Begrenzung zwischen Kreuzbein, Steißbein, Schambein und Sitzbein dar. Beim Mann liegt die Harnblase vor dem Rectum, bei der Frau liegt hinter der Harnblase die Gebärmutter. Die Harnblase hat ein mittleres Fassungsvermögen von 700 bis 800 ml. Der Harndrang tritt erstmalig bei einem Füllungszustand von 250 bis 300 ml ein. Das Innere der Harnblase, der Harnleiter und des Nierenbeckens sind mit Übergangsepithelgewebe ausgekleidet. Weiterhin ist die Harnblase mit glatter und kontraktionsstarker Muskulatur ausgestattet. Im Übergangsepithelgewebe enden Nervenfasern des autonomen, vegetativen Nervensystems, diese reagieren bei Dehnung des Epithelgewebes. Die Reizung ist umso stärker, je schneller sich die Harnblase füllt.

Am Übergang von der Harnblase zur Harnröhre (**Urethra**) befinden sich zwei Schließmuskeln: **M. sphincter urethrae internus** und

M. sphincter urethrae externus. Der innere Schließmuskel besteht aus glatter, willentlich nicht bedienbarer Muskulatur; der äußere Schließmuskel besteht dagegen aus quergestreifter, also willentlich bedienbarer Muskulatur. Wenn sich die Blase füllt, wird der N. parasympathikus angeregt, der innere Schließmuskel erschlafft und der äußere Schließmuskel kontrahiert.

An die Harnblase schließt sich die Harnröhre an, die bei den Geschlechtern unterschiedlich lang ist. Die weibliche Harnröhre ist drei bis vier Zentimeter lang, die männliche mindestens 20 cm. Unmittelbar am Anfang der männlichen Harnröhre liegt die Vorsteherdrüse (**Prostata**), sie liegt um die Harnröhre herum, ist kastaniengroß und ihr Ausführungsgang mündet in die Harnröhre. Sie bildet Hormone; eine weitere Aufgabe ist die Produktion eines alkalischen Sekrets als Ejakulatzusatzes, damit Spermien bewegungs- und befruchtungsfähig bleiben, denn durch die Alkalität des Spermas soll die saure Umgebung der weiblichen Scheide ausgeschaltet werden.

Die Muskeln

In den Intrazellulär- und Extrazellulärräumen sind Flüssigkeiten, die Ionen enthalten. In der Zelle befindet sich viel Kalium, dafür wenig Calcium und Natrium, außerhalb der Zelle verhält es sich genau umgekehrt, wenig Kalium und viel Calcium, Natrium. Anionen sind daher innerhalb der Zelle häufig vorhanden, außerhalb weniger. Dadurch ist innen elektrisch negative Ladung (mehr Anionen) und eine Spannung von -80 mV, außen elektrisch positive Ladung (mehr Kationen) und eine Spannung von 20 mV.

Daher herrschen Konzentrationsunterschiede. Ionen haben das Bestreben, einen Ausgleich zu schaffen und per Diffusion zu wandern. Diese Wanderung jedoch ist abhängig von der Permeabilität der Membran. So kann Kalium leicht aus der Zelle heraus; da die Kanäle der Membran zu klein sind, können Calcium und Natrium nicht in die Zelle hinein (Ruhemembranpotential).

Dann reizt ein Nervenimpuls das Sarkolemm und macht es ganz kurz (1 ms) für Natrium und Calcium durchlässig; Folge: Depolarisation (Umkehrung der Ladungen). Das Einwandern von Natrium und Calcium ist für die Verkürzung des Sarkolemmes notwendig.

In der Muskelzelle ist das Enzym Adenotriphosphatase (= ATPase) vorhanden, darauf wirken die eingewanderten Ionen ein und aktivieren dieses. Daraufhin wirkt das ATPase auf das Adenotriphosphat (ATP), eine energiereiche Bindung, indem es vom ATP ein Phosphatmolekül abspaltet und macht es so zu Adenodiphosphat (ADP). So wird Energie frei, um die Actin-Myosin-Fäden weich und beweglich zu machen. Die Folge ist, daß sich Myosin und Actin zusammenschieben und der Muskel kontrahiert.

Die Ionenpumpe ist ein aktiver Vorgang, bei dem Energie in Form von Glucose und Sauerstoff verbraucht wird. Bei dieser Ionenpumpe wird Kalium in die Zelle hineingepumpt und Natrium und Calcium heraus. Wenn der kritische Wert von -50 mV (Schwellenpotential) erreicht oder sogar überschritten wird, sind soviel Ionen eingewandert, daß sich die Muskelzelle kontrahieren kann, man spricht jetzt vom Aktionspotential. Die Muskelzelle reagiert nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip, bei unterschwelligen Reizen reagiert sie nicht, bei überschwelligen Reizen kontrahiert sich die Zelle mit der ihr zur Verfügung stehenden Kraft. Die bei einem Aktionspotential einströmenden Ionen haben Wirkung auf ein in der Zelle vorhandenes Enzym, ATPase; dieses Enzym spaltet ein Phosphat ab und es entsteht ADP und ein einzelnes

Phosphat. Die dadurch freigewordene Energie bewirkt, daß die Aktin- und Myosinfäden beweglich gemacht werden, sich die Aktinfäden in die Myosinfäden schieben können und sich das Sarkomer verkürzen kann.

ATP-Regeneration

Unter Energieverbrauch (Sauerstoff und Glucose) wird das Phosphatmolekül mit dem ADP verbunden und somit ATP bildet. Da Sauerstoff verbraucht wird, ist dies eine aerobe ATP-Regeneration, dabei entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid als Abfallprodukte.

Diese Art der ATP-Regeneration geschieht relativ langsam und ist für langanhaltende Minimalleistung gedacht.

Für kurzfristige Höchstleistung steht in der Muskelzelle eine weitere energiereiche Verbindung zur Verfügung (Kreatininphosphat). Diese ist in der Lage, sofort, schnell und ohne Sauerstoff sein Phosphat abzugeben und an das ADP anzubauen, sodaß jetzt genügend ATP zur Verfügung steht. Es entsteht Milchsäure, die die Muskulatur übersäuert, der pH-Wert sinkt. Diese Milchsäure muß nun unter großem Sauerstoffverbrauch in der Leber abgebaut werden, damit sich der pH-Wert wieder normalisiert. den dazu benötigten Sauerstoff atmet man nach getaner Arbeit ein. Man spricht von Sauerstoffschuld, die 15 bis 20 Liter betragen kann. Ein weiteres Handycap kann sein, daß Kreatininphosphat nur begrenzt zur Verfügung steht, für einen Zeitraum von etwa 30 Sekunden.

Bei einem Skelettmuskel unterscheidet man den Muskelbauch, der spindelförmiges, plattes oder auch gefiedertes Aussehen hat und den Ursprung und Ansatz. An diesen Ursprungs- bzw. Ansatzstellen ist der Muskel mit einer Sehne, genannt **Tendo**, mit dem Knochen stark verwachsen. Bei diesen Ursprungs- oder Ansatzstellen ist die Verwachsung so intensiv, daß bei starkem Zug eher die Sehne als die Ansatzstelle reißt. Jeder Muskel

verläuft über ein Gelenk, woraus eine Gelenkbewegung resultiert. Dort, wo der Muskel über Knochenvorsprünge verläuft, befinden sich Schleimbeutel (**Bursa**), die als Druckpolster dienen. Bei den Muskeln, die lange Sehnen besonders im Hand- und Unterarmbereich aufweisen, liegen diese geschützt in einer mit Flüssigkeit gefüllten Sehnenscheide (**Tendo vaginae**). Als Ursprung bezeichnen wir immer den rumpfnahen, proximalen Fixationsort, als Ansatz immer den rumpffernen, distalen, zu bewegenden Ort. Ein Muskel zieht sich immer in Richtung Ursprung zusammen. Eine Bewegung wird meistens als Zusammenspiel von mehreren Muskeln bewirkt (diese sind **Synergisten**). Da ein Muskel ausschließlich in der Lage ist, zu kontrahieren, ist es erforderlich, daß eine Gruppe von Muskeln die kontrahierten Muskeln in ihre Ausgangslage zurückzubringen, diese sind die Gegenspieler (**Antagonisten**).

Die Milz (Superlymphknoten, =Splen, =Lien)

Die Milz ist das größte, in den Blutkreislauf eingeschaltete Organ aus lymphatischem Gewebe. Sowie sich Lymphknoten im Lymphkreislauf aufhalten, befindet sich auch die Milz im Blutkreislauf.

Die Milz liegt im oberen Bauchraum intraperitoneal unter der linken Zwerchfellkuppe, auch als Zwerchfellnische bezeichnet. Sie ist dort mit dem Zwerchfell verwachsen und liegt in Höhe der neunten bis elften Rippe. Die Milz hat eine rotbraune oder lila Farbe und die Form einer hohlen Hand. Das Gewicht beträgt 150 bis 200 g und sie ist etwas größer als die Niere (4 cm * 8 cm * 12 cm; L * B * H). Angrenzende Organe sind Niere, Magen, Linke Dickdarmkurve und Pankreas. Die arterielle

Blutversorgung der Milz übernimmt die A. lienalis, die dem Truncus coeliacus entspringt. Die venöse Entsorgung des Blutes geschieht über die V. lienalis, die zur V. portae führt.

Die Luft- und Atemwege

Der Kehlkopf

Der Kehlkopf stellt die eigentliche Eingangspforte der Atemwege dar und liegt an der Vorderseite des Halses über der Trachea. Er ist ein röhrenförmiges Knorpelgerüst mit Bindegewebeeinlagerungen und ist am Zungenbein (Os hyoideum) befestigt. Der Kehlkopf besteht aus:

- Schildknorpel (**Cartilago thyreoidea**)
- Ringknorpel (**Cartilago cricoidea**)
- elastisches Band zwischen Ring- und Schildknorpel (**Ligamentum conicum**)
- Aryknorpel oder auch Stellknorpel
- **Glottis** (die Höhe der Stimmritze im Kehlkopfinneren)

Der Schildknorpel (**Cartilago thyreoidea**) besteht aus zwei vorne zusammengewachsenen Schildknorpelplatten, der vorspringende Teil wird Adamsapfel (**Promitua laryngea**) genannt. Der Schildknorpelwinkel ist bei weiblichen und männlichen Personen vor der Pubertät gleich (ca. 120°), bei männlichen Personen wächst der Kehlkopf durch die vermehrte Testosteronproduktion in der Pubertät nach vorne, der Schildknorpelwinkel verändert sich (90°) und die Stimmbänder wachsen dadurch mit, werden so länger und die Stimme wird

tiefer.

Unter dem Schildknorpel befindet sich ein zweiter Knorpel, der Ringknorpel (**Cartilago cricoidea**).

Zwischen dem Ring- und dem Schildknorpel befindet sich ein elastisches Band, das **Ligamentum conicum**; dieses kann im Falle höchster Atemnot durchschnitten werden (**Coneotomie**).

An der hinteren oberen Kante des Ringknorpels befinden sich zwei dreieckige, pyramidenförmige, bewegliche Aryknorpel oder auch Stellknorpel. An der vorderen Kante dieser Aryknorpel setzen jeweils die Stimmbänder (**Plicae vocales**) an; diese durchziehen das Kehlkopfinnere bis hin zu den Schildknorpeln. Durch Muskelzug werden die Aryknorpel gedreht und stellen somit die Stimmritze weit bzw. eng.

Bei der Stellung der Stimmritze kennen wir die Respirations- bzw. die Phonationsstellung. Bei der Respirationsstellung sind die Stimmbänder weit voneinander entfernt, in dieser Phase wird eingeatmet. Bei der Phonationsstellung stehen die Stimmbänder eng beieinander, hierbei werden durch den Anblasedruck der Lunge die Stimmbänder in Schwingungen versetzt und somit Töne erzeugt. Kurze und straff gespannte Stimmbänder können in eine hohe Schwingungsfrequenz versetzt werden, eine hohe Stimme wird erzeugt. Lange und nicht so straff gespannte Stimmbänder ermöglichen eine geringere Schwingungsfrequenz und erzeugen eine tiefe Stimme. Die Lautstärke wird durch den Anblasedruck der Lunge reguliert.

An der Stimmbildung sind beteiligt: die Lunge als Winderzeuger, der Kehlkopf als Stimmbildungsorgan und die Nasennebenhöhlen als Resonanzgestalter. In den Seitenwänden des Kehlkopfes kurz unterhalb der Stimmbänder befinden sich zwei Schleimhautfalten, auch Taschenfalten (**Plicae vestibulares**) oder falsche Stimmbänder genannt, sie können sich leicht annähern, aber keine Töne erzeugen.

Zum Kehlkopf gehört weiterhin der Kehldeckel (**Epiglottis**), ein

schuhlöffelartiger (= schuhanziehartiger) Knorpel, welcher von verhornten Plattenepithel überzogen ist und deshalb eine graue Farbe aufweist. Dieser Kehldeckel ist mit Muskulatur an den Schilddeckeln befestigt und hat die Aufgabe, die tieferen Atemwege vor der Aspiration von Fremdkörpern zu schützen. Bei

der Stimmgebung ist der Kehldeckel hochgestellt, damit sich die Luft frei bewegen kann, bei der Nahrungsaufnahme legt sich der Kehldeckel auf die Stimmritze. Die Speise über oder neben dem Kehldeckel zur Speiseröhre, welche hinter dem Luftröhreneingang liegt.

Als **Glottis** bezeichnet man die Höhe der Stimmritze im Kehlkopfinnere. Das Innere des Kehlkopfes ist ausgekleidet mit Flimmerepithelgewebe, in dem schleimgebende Becherzellen liegen. Die Aufgabe dieses Flimmerepithels liegt im Filtern, Anfeuchten und Anwärmen der Atemluft.

Die Luftröhre

An den Ringknorpeln des Kehlkopfes schließt sich die Luftröhre (**Trachea**) an. Die Trachea hat eine Länge von etwa 12 cm und einen Durchmesser von 2,5 cm. Sie verläuft senkrecht im Mediastinum vor der Speiseröhre. Das **Lumen** (die lichte Weite) der Trachea muß ständig garantiert sein, die Wände dürfen einander nicht berühren, daher sind 12 bis 16 hufeisenförmige Knorpelspangen eingelagert. Diese Knorpelspangen sind hinten mittels Bindegewebe und glatter Muskulatur verschlossen. Diese bindegewebige Membran kann leicht nach vorne treten, somit wird der Druck in der Trachea erhöht und Fremdkörper können beim Hustenreflex besser herausgeschleudert werden. Das gesamte Innere der Trachea ist wie das Innere des Kehlkopfes mit Flimmerepithelgewebe gleicher Funktion und gleichen Aufbaus ausgekleidet.

Die Lunge (Pulmo)

Die Lunge besteht aus dem Bronchialbaum und dem eigentliche Lungengewebe, den Lungenbläschen (**Alveolen**); die Alveolen

besitzen keine schmerzleitenden Nervenbahnen.

Die Lunge wird unterteilt in zwei Atmungsorgane, auch zwei Lungen, jede Lunge bzw. jeder Lungenflügel ist wiederum unterteilt in Lungenlappen. Die rechte Lunge weist drei, die linke Lunge weist zwei Lappen auf. Die Lungenlappen teilen sich weiter auf, in Lungensegmente, wobei die rechte Lunge 10, die linke Lunge variabel 8 bis 10 Lungensegmente aufweist.

Umgeben ist die Lunge vom Brustfell (**Pleura**). Die Pleura umgibt separat beide Lungen und besteht aus zwei Gewebeschichten, zum Einen der **Pleura visceralis**, dem Lungenfell, er liegt den Alveolen direkt auf und ist mit ihnen verwachsen. Zum Anderen besteht die Pleura aus dem Rippenfell (**Pleura parietalis**), im Bereich der Rippen heißt sie **Pleura costales**, unten **Pleura diaphragmatica** (liegt auf dem Diaphragma) und **Pleura mediastales** im Bereich des Mediastinums. Die Pleura visceralis sondert ständig eine geringe Menge seröser Flüssigkeit ab. Diese Flüssigkeit belegt den kleinen Spalt zwischen den beiden Pleurablättern, den **Pleuraspalt**. Die Aufgabe der serösen Flüssigkeit im Pleuraspalt besteht in der Schmierfunktion und dass die beiden Pleurablätter sich bei der Atmung nicht voneinander trennen. Im Pleuraspalt ist ein Unterdruck / Sog. Wir haben nach maximaler Ausatmung den niedrigsten Druck, bei maximaler Einatmung den höchsten im Pleuraspalt. Bei maximaler Ausatmung befindet sich in der Lunge noch 1000 ml Luft, man nennt dieses Volumen auch **Residualvolumen**.

Der Bronchialbaum

Der Bronchialbaum besteht aus der Trachea, den Bronchien und den Alveolen. Etwa in der Höhe des vierten Halswirbelkörpers teilt sich die Trachea in einen rechten und einen linken Haupt- oder Stammbronchus (**Bronchus principalis**). Der rechte Hauptbronchus fällt etwas steiler nach unten ab, deshalb gelangen Fremdkörper auch meist in die rechte Lunge. Die Eintrittspforte der großen Bronchien in das eigentliche

Lungengewebe nennt man **Hilus pulmonalis**. Diese Stammbronchen zweigen in die nächstkleineren Bronchen ab: Lappenbronchen (**Bronchus lobares** (Pl.), **Bronchus lombaris** (Sg.)). Diese Lappenbronchen teilen sich in die Segmentbronchen (**Bronchus segmentales**). An die Segmentbronchen schließen sich die Bronchien an. Der gesamte Bronchialbaum, einschließlich der Bronchien, besitzt knorpelige Versteifungen in Spangen- oder Plattenform. An die Bronchien schließen sich die Bronchiolen an, sie sind knorpelfrei; das bedeutet, dass die Bronchiolen zusammenfallen können. Die Bronchiolen teilen sich in weitere Äste, die endständigen Bronchiolen (**Bronchiolus terminales**) auf. Diese zweigen sich in die Atmungsweige (**Alveolii respiratorii**) auf. Hier finden wir erstmalig Alveolen, wo auch erstmalig ein Gasaustausch stattfindet. An die Atmungsweige schließen sich die Lungenbläschen (**Alveolen**) an. Die Alveolen haben eine halbkugelige Form mit einem Durchmesser von 0,4 bis 0,5 mm bei der Einatmung, 0,2 bis 0,3 mm bei der Ausatmung. Jede Lunge hat über 100 Millionen dieser Alveolen. Jede Alveole ist von einem Netz feinsten Kapillargefäße umspinnen und zwischen den Alveolen und den umgebenden Blutgefäßen findet der Gasaustausch nach dem physikalischen Gesetz der Diffusion (Wanderung der Gase Sauerstoff und Kohlendioxid vom Ort höherer Konzentration zum Ort niedriger Konzentration) statt. So gelangt Sauerstoff von den Alveolen ins Blut und Kohlendioxid vom Blut in die Alveolen. Diese Atmung bezeichnen wir als äußere Atmung oder auch als Lungenatmung. Diese atmende Oberfläche hat eine Fläche von 100 m², kann bei verstärkten Einatmungen auch 150 m² betragen.

Der gesamte Bereich des Bronchialbaumes bis einschließlich der Bronchioli terminales weist keine Alveolen auf, ist somit am Gasaustausch nicht beteiligt, in dieser Beziehung tot (**Totraum**). Dieser Totraum hat einen Rauminhalt von etwa einem Drittel des Atemzugvolumens, also 150 ml. Das bedeutet, dass bei einem Atemzugvolumen etwa 150 ml den Totraum füllen und 350 ml für den Gasaustausch verwendet werden.

Atmung und Gasaustausch

Die Atmung umfaßt drei Vorgänge: Einmal den Gasaustausch in der Lunge, die äußere Atmung, den Transport der Gase im Blut und den Gasaustausch in der Zelle (zwischen Blut und Zelle), auch innere, Zell- und Gewebeatmung genannt. Der Gasaustausch findet immer nach dem physikalischen Gesetz der Diffusion vom Ort höherer Konzentration zum Ort niedriger Konzentration statt. Etwa 7 % des aufgenommenen Sauerstoffs bindet sich an das Haemoglobin des Blutes, wird zu HbO_2^- (Oxyhaemoglobin). Das Oxyhaemoglobin wandert zu den Zellen und gibt dort sein Sauerstoff ab; eine geringe Menge Sauerstoff (3 %) wird gelöst im Plasma transportiert.

Etwa 45 % des in den Zellen produzierten CO_2 wird über das Plasma transportiert, bindet sich dort mit freien OH-Ionen (Hydroxyl): $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^-$ und wird zu Bikarbonat, welches im Plasma zur Lunge transportiert wird; sind im Blut freie H-Ionen, wird es so zu H_2CO_3 (Kohlensäure). Die Kohlensäure wird auf dem Blutwege zur Lunge transportiert, zerfällt dort zu H_2O (Wasser) und CO_2 (Kohlendioxid), das Wasser bleibt im Blut, das Kohlendioxid wird abgeatmet. Derselbe Mechanismus spielt

sich in den Erythrozyten ab. Weitere 45 % des CO_2 wird von den Erythrozyten aufgenommen, wird dort ebenfalls zu Bikarbonat und zu HbCO_2 (Kohlendioxidhaemoglobin). Die restlichen 10 % werden gelöst im Plasma transportiert.

Atemmechanik

Die Inspiration, auch Einatmung genannt, geschieht überwiegend aktiv. Das Diaphragma kontrahiert sich über die Reizung des Nervus phrenicus (verläßt die Wirbelsäule zwischen dem 4. und 5. Halswirbel), das Zwerchfell tritt etwa 2 cm tiefer. Gleichzeitig werden die Rippen durch die Musculi intercostalis externi angehoben. Dadurch wird der Rauminhalt im Thorax größer, die Luft wird eingesaugt. Durch die Kontraktion der

äußeren Zwischenrippenmuskeln werden deren Antagonisten, die inneren Zwischenrippenmuskeln, gedehnt, in diesen Muskeln befinden sich Dehnungsrezeptoren, die über den Nervus vagus oder auch parasympathikus diese Dehnungsimpulse zum Atemzentrum leiten, wodurch dann der Einatemvorgang beendet wird. Bei einer verstärkten Einatmung müssen wir die Rippen verstärkt anheben, den Schultergürtel hochheben und fixieren und ebenfalls den Kopf feststellen. Dann können wir zusätzlich ein Volumen von 2.500 ml einatmen. Diese Luftmenge bezeichnen wir als respiratorisches Reservevolumen. Alle Muskeln, die daran beteiligt sind, bezeichnen wir als Einatemhilfsmuskulatur.

Die Expiration ist der überwiegend passive Teil der Atmung. Die Erschlaffung des Zwerchfells, welches passiv nach oben dringt, die äußeren Zwischenrippenmuskeln erschlaffen, aufgrund der Scherkraft treten die Rippen tiefer. Durch die Kontraktion der Mm. intercostali interni werden die Rippen aktiv leicht nach unten gezogen, wobei wiederum die äußeren Zwischenrippenmuskeln gedehnt werden. Die Dehnungsrezeptoren beenden über Reizung des Atemzentrums den Ausatemvorgang. Um das expiratorische Reservevolumen auszuatmen (1.000 ml), müssen die Rippen verstärkt nach unten gezogen werden. Das Zwerchfell muß noch weiter nach oben gezogen werden. Dazu benötige ich die respiratorische Hilfsmuskulatur (M. serratus posterior inferior – hinterer, unterer Sägemuskel). Die vier Bauchmuskeln werden zur Kontraktion gebracht, drücken die Bauchorgane weiter ins Abdomen, diese Bauchorgane weichen zum Orte des geringsten Widerstands, weiter nach oben unter das erschlaffte Zwerchfell, das weiter nach oben gedrückt wird.

Die Vitalkapazität ist die Menge Luft, die ich nach verstärkter Einatmung insgesamt unter Anstrengung wieder ausatmen kann.

Das Residualvolumen ist das Volumen, das nach verstärkter Ausatmung noch in der Lunge verbleibt.

Das Totalvolumen ist die Summe von Residualvolumen und Vitalkapazität.

inspiratorisches Reservevolumen	2.500 ml
expiratorisches Reservevolumen	1.000 ml
Atemzugvolumen	500 ml
Residualvolumen	1.100 ml
Gesamtvolumen	5.100 ml

Atemregulation

Um die Atmung zu regulieren, muß ein Kontrollsystem ständig über die Gaszusammensetzung informiert sein. Wir haben Atemrezeptoren, die bei Veränderungen der Gaszusammensetzung reagieren. In der Medulla oblongata, verlängertes Mark, befindet sich das Atemzentrum, welches bei einem hohen CO₂-Gehalt sowie bei einem Anstieg der H-Ionen reagiert. Es wird jetzt über den Nervus sympathikus der Bronchialbaum weitgestellt und über den Nervus phrenicus das Zwerchfell gesenkt. Dieser Mechanismus regelt die Atmung unter Ruhebedingungen. Wenn bei körperlichen Leistungen ein erhöhter Sauerstoffbedarf besteht oder die Anzahl von Wasserstoffionen abnimmt, der pH-Wert also ansteigt, weiter in den basischen Bereich übergeht, reagieren weitere Atemrezeptoren, die sich im Arcus aortae (Glomus aorticum) und in der Carotisgabelung (Glomus caroticum) befinden.

Die Leber (Hepar)

Die Leber ist das größte menschliche Organ und wiegt beim erwachsenen Menschen 1,5 kg. Sie liegt überwiegend rechts im Oberbauch unter der rechten Zwerchfellkuppe, sie zieht mit dem linken Lappen in den linken Oberbauch hinüber. Die Leber liegt intraperitoneal, ist mit dem Zwerchfell verwachsen und macht daher atemsynchrone Bewegungen mit. Sie ist bei der Einatmung unter dem rechten Rippenbogen tastbar.

Wir unterscheiden bei der Leber einen großen rechten und einen kleineren Leberlappen (**Lobus hepaticus dextra, Lobus hepaticus sinistra**). Die Hinter- bzw. Unterseite der Leber ist den Baueingeweiden zugekehrt, durch die Lage dieser Baueingeweide hat diese Hinterfläche ein H-förmiges Aussehen. Die angrenzenden Bauchorgane hinterlassen an der Leber typische Impressionen, Eindrücke: vom Magen den Mageneindruck (**Impressio gastrica**), den Niereneindruck der rechten Niere (**Impressio renalis**). Bedingt durch diese Eindrücke lassen sich an der Hinterseite der Leber zwei weitere Leberlappen erkennen, der obere ist der geschwänzte Leberlappen, **Lobus caudatus**, der untere ist der viereckige Leberlappen, **Lobus quadratus**. An der Leberhinterfläche erkennen wir weiterhin eine Einziehung, den Leberhilus. Hier treten in die Leber ein: A. hepatica, V. portae, Nerven. Austritt von: Nerven, Lymphgefäße, der gemeinsame Lebergang (**Ductus hepaticus communis**).

Die Leber bekommt ihr Blut über zwei Gefäßsysteme, einmal sauerstoffreiches Blut über die A. hepatica, diese entspringt der Aorta abdominales, von dort gelangt es über den Truncus coeliacus und A. hepatica in die Leber. Das zweite Blutgefäß, die V. portae, bringt sämtliches verbrauchtes, mit Nähr- und Giftstoffen angereichertes Blut von den unpaarigen Bauchorganen Magen, Milz, Pankreas, Dünndarm und dem Dickdarm, außer dem Rectum.

Die V. hepatica, die kurz oberhalb des Hilus entspringt, führt das sauerstoffarme Blut direkt in die V. cava inferior.

Das Lebergewebe gliedert sich in eine Vielzahl von kleinen Leberläppchen (**Lobuli hepatis**). So ein Läppchen ist nicht sehr groß, 1 – 2 mm, und zeigt meist eine sechseckige Form, wenn man von oben draufsieht. Diese Leberläppchen sind an den sechs Ecken jeweils bindegewebig abgegrenzt, eine solche Abgrenzung wird **Glissonsches Dreieck** genannt.

In jedem dieser Dreiecke verlaufen drei Gefäße, nämlich ein Gefäß aus der V. portae, die **V. interlobaris**, aus der A. hepatica die **A. interlobaris** und aus den Gallenkapillargefäßen der **Ductus interlobaris**.

In der Mitte des Leberläppchens verläuft die Zentralvene **V. centralis**, alle Zentralvenen vereinigen sich zur V. hepatica, die zur V. cava inferior läuft.

Zwischen dem Glissonschen Dreieck und der Zentralvene liegen die eigentlichen Leberzellen. Diese Leberzellen sind jeweils zu zwei Reihen angeordnet, sind von einer bindegewebigen Kapsel umschlossen, **Glissonsche Kapsel**, und ergeben gemeinsam ein **Leberzellbälgchen**.

Die Blutgefäße aus dem Glissonschen Dreieck verlaufen zwischen den Leberzellen vom Dreieck in Richtung Zentralvene. Kurz vor der Zentralvene haben wir einen Hohlraum, **Sinusoide**. In diesen Sinusoiden hinein fließt das Blut sowohl aus der Arterie als auch aus der Vene und vereinigt sich dort. Das arterielle Blut hat auf dem Wege zur Sinusoide die Leberzellen mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt und ist jetzt venöses, sauerstoffarmes

Blut. Es fließt dann komplett in die Zentralvene hinein. Dieser Vorgang ist so besonders, man spricht hierbei vom venösen Wundernetz der Leber. In den Leberzellen wird die Galle produziert, diese wird vom Gallenkapillargefäß Ductus interlobaris aufgenommen. Dieser zieht in entgegengesetzter

Richtung, also von der Zentralvene zum Glissonschen Dreieck. In der Wand der Sinusoide befinden sich besondere Zellen, Kupffersche Sternzellen. Diese Kupfferschen Sternzellen gehören zum RES (reticulo-endotheliales System) und sind fähig zur Phagozytose.

Die in der Leber ständig produzierte Galle, Menge 600 bis 800 ml, aus dem rechten Leberlappen sammelt sich im **Ductus hepaticus dexter**, aus dem linken Leberlappen im **Ductus hepaticus sinister**. Im Bereich der Leberpforte vereinigen sich diese beiden intrahepatischen Gallengänge zum gemeinsamen Lebergang, dem **Ductus hepaticus communis**. Vom Ductus hepaticus communis geht zur Gallenblase ein Gang ab, der **Ductus zysticus**.

Über dem Ductus choledochus, gemeinsamer Leber- und Gallengang, wird die Galle ins Duodenum gebracht. Der Einmündungsort befindet sich gemeinsam mit dem Ductus pancreaticus auf der Papilla Vateri. Dort haben wir einen Schließmuskel, M. sphincter oddi. Dieser Schließmuskel ist zu Zeiten, wo keine Galle benötigt wird, geschlossen (kontrahiert).

Die Gallenblase, **Vesica fellea**, **Vesica biliaris**, ist ein birnenförmiges Organ. Sie liegt unter dem rechten, größeren Leberlappen, wo sie mit der Leber verwachsen ist. Die Gallenblase besteht aus dehnungsfähiger und kontraktionsstarker, glatter Muskulatur, ist innen mit einer Schleimhaut ausgestattet und hat ein Fassungsvermögen um 50 ml.

Aufgaben der Leber

Man kann die Aufgaben der Leber in drei Teile unterteilen:

1. in die Fähigkeit des Speicherns

- Speicherung von Kohlenhydraten in Form von Glycogen bis zu 20 % des Eigengewichtes der Leber (Gewicht der Leber:

1500 g, 300 g Glycogen können gespeichert werden), dies reicht für eine Stunde Höchstleistungen oder sechs bis acht Stunden Fasten

- Speicherung von Blut für den gesteigerten Bedarf
- Eisen für den Abbau von Erythrozyten
- Vitamin B₁₂ in großen Mengen (für drei Jahre im voraus)
- fettlösliche Vitamine A, D, E, K

2. die Fähigkeit des Aufbaus von lebereigenen Enzymen

- Transaminasen: SGOT, SGPT, -GT, alkalische Phosphatase
- Albumine, Globuline
- Gerinnungsfaktoren (Fibrinogen, Prothrombin)
- Cholesterinaufbau aus den mit der Nahrung zugeführten Fetten
- Umbau von Glucose zu Glycogen und umgekehrt
- Aufbau von Triglyceriden aus Glycerin und Fettsäuren
- in der embryonalen Zeit Aufbau von Blutkörperchen
- Umbau von Nährstoffen
- bei Überangebot von Nährstoffen deren Umbau in Fett, bei Bedarf auch umgekehrt (Fett zu Glucose)
- bei einem Überangebot von Eiweißen werden diese zu Glucose umgebaut
- Bildung von Gallensäure als Bestandteil der Galle

3. Fähigkeit des Abbaus

Abbau von

- Medikamenten
- Alkohol (1g / kg Körpergewicht in 24 Stunden)
- gealterten Blutkörperchen
- beim Abbau der Erythrozyten wird das Haemoglobin über Zwischenstufen zu Bilirubin und dann ausgeschieden
- stickstoffhaltigen Substanzen, z. B. Ammoniak, und daraus Umbau zu harnstoffpflichtigen Substanzen
- Hormonen und
- Darmgasen

Durch ihre Stoffwechsellätigkeit ist die Leber an der Aufrechterhaltung der Körpertemperatur beteiligt.

Galle

Die Galle wird in der Leber in einer Menge von 600 bis 800 ml pro Tag produziert und setzt sich überwiegend aus Wasser zusammen (97 %). Weitere Bestandteile sind Bilirubin, Gallensäure, Cholesterin, Fettsäure und Elektrolyte.

Der Wasseranteil ist nur bei Bildung in der Leber so hoch. Wir benötigen aus der Galle heraus die Gallensäure bei Anwesenheit von Fett im Duodenum zur Fettemulgierung. Da wir nicht ständig Fett im Duodenum vorfinden, wird die Galle in der Gallenblase zwischengelagert. In der Gallenblase wird Schleim produziert und der Galle beigegeben, des weiteren resorbiert die Schleimhaut Wasser, die Galle wird also eingedickt. Und zwar wird dort die Galle auf die zehnfache Konzentration gebracht. Der Wasseranteil beträgt nun 70 %.

Die Gallenblase entleert sich bei Anwesenheit von Fett im Duodenum. Die duodenale Schleimhaut produziert jetzt das

Hormon CCK-PZ. Dieses Hormon bringt die Gallenblase zur Konzentration und der Schließmuskel der Papilla Vateri öffnet sich. Etwa 90 % der Gallensäure wird im Ileum rückresorbiert, wieder zur Leber zurückgebracht und dann wieder ausgeschieden. Dieser enterohepatische Kreislauf wiederholt sich neun- bis zehnmal. Die Gallenblase kann problemlos entfernt werden und die Patienten brauchen keine Diät einhalten.

Die Hormone

Hormone werden auch Endokrine (Produkte von endokrinen Vorgängen), Inkrete oder Botenstoffe genannt.

Sekrete werden von Drüsen produziert und zur weiteren Verwendung nach außen bzw. in Körperhöhlen abgegeben, z. B. Speichel. **Exkrete** sind Hormone, die aus zusammengesetzten Aminosäuren, deren Abkömmlingen oder auch aus Cholesterin bestehen. **Enkrete** sind Hormone, die in die Blutbahn, abgegeben werden.

Die Wirkung der Hormone steht in einem Zusammenhang mit dem autonomen Nervensystem. Dort, wo eine schnelleinsetzende, aber nur eine kurzanhaltende Wirkung, stattfindet, steht die Wirkung der Arbeit des autonomen Nervensystems im Vordergrund. Bei einer langsam einsetzenden, jedoch langanhaltenden Wirkung, überwiegt die Arbeit der Hormone.

hormonbildende Drüsen

Drüse	Hormon
Hypophyse (Hirnanhangdrüse)	TSH
Epiphyse (Zwirbeldrüse)	

Thyreoidea (Schilddrüse)	T3 (Trijodthyronin), T4 (Tetrajodthyroxin, Thyroxin)
Glandula parathyreoidea (Nebenschilddrüse)	Parathormon
Bries (Thymusdrüse)	Thymosin
Pankreas (Bauchspeicheldrüse)	Insulin
Ovarien (Eierstöcke)	Gestagen, Östrogen
Testes (Hoden)	Testosteron
Glandulae suprarenales (Nebennieren) Medulla suprarenalis (Nebennierenmark) Cortex suprarenalis (Nebennierenrinde)	Adrenalin Cortison

Gewebshormone werden in keiner Drüse produziert und haben nur eine lokale Wirkung.

Der Ursprung in der Hormonbildung liegt im Hypothalamus. Dieser stellt als Bestandteil des Zwischenhirns eine Ansammlung von Nervenzellen dar die in der Lage sind, Hormone zu produzieren. Der Hypothalamus bekommt seine Befehle zur Hormonproduktion vom Thalamus, der über ihm liegt.

Der Thalamus gibt seine Befehle bzw. Informationen zur Hormonbildung auf nervösem Wege zum Hypothalamus weiter. Der Thalamus (Sehhügel) ist Bestandteil des Zwischenhirns und wird von der Großhirnrinde stimuliert. Alle Hormone, die der Hypothalamus bildet, werden zur Hypophyse abgegeben. Die Hypophyse gehört ebenfalls zum Zwischenhirn, liegt geschützt in einer Grube des Keilbeins in der Schädelbasis auf der **Sella turcica**, dem Türkensattel. Die Hypophyse ist etwa so groß wie eine kleine Erbse und wiegt etwa 0,6 g.

Die Hypophyse wird in einen Hypophysenvorderlappen und einen Hypophysenhinterlappen unterteilt. Der Hypophysenvorderlappen

wird auch als Adenohypophyse bezeichnet, weil dieser aus Drüsengewebe besteht und in der Lage ist, Hormone zu produzieren. Der Hypophysenhinterlappen wird auch als Neurohypophyse bezeichnet und besteht aus Nervengewebe. Er selbst kann keine Hormone herstellen, sondern ist er in der Lage, die zugeführten Hormone zu speichern.

Vom Hypothalamus werden zwei Hormone zum Hypophysenhinterlappen abgegeben und dort gespeichert. Der Transport zum Hypophysenhinterlappen erfolgt nicht auf dem Blutwege, sondern werden die Hormone entlang von Nervenbahnen (Axon, Neurit) transportiert. Dies wird **Neurosekretion** genannt. Diese Hormone sind **Adiuretin** (= ADH, antidiuretisches Hormon), auch Vasopressin genannt, und **Oxytocin**.

Adiuretin wirkt auf den Tubulusapparat der Niere, es erhöht dort die Permeabilität der Wände und ist dadurch maßgeblich an der Rückresorption des Primärharns zum Sekundärharn beteiligt.

Das zweite Hormon **Oxytocin** erhöht den Tonus der glatten Muskulatur, besonders beim graviden (schwangeren) Uterus. Dadurch wird die Uterusmuskulatur zur Wehentätigkeit angeregt. Oxytocin fördert die Rückbildung der Uterusmuskulatur nach der Geburt. Letztendlich fördert es die **Lactopoese**, Milchabgabe nach der Geburt.

Vom Hypothalamus werden zum Hypophysenvorderlappen mehrere Hormone, die Releasing-Hormone, abgegeben. Sie heißen auf deutsch Auflösehormone. Das bedeutet, daß der Hypophysenvorderlappen durch ein Releasing-Hormon aus dem Hypothalamus stimuliert werden muß, um ein eigenes Hormon herzustellen, dies sind zum einen **TRH** (Thyreoidea-Releasing-Hormone). Aufgrund dieses Hormons bildet die Adenohypophyse ein weiteres Hormon, das **TSH** (Thyreoidea-Stimulierendes-Hormon). Dieses TSH wird auf dem Blutweg zur Schilddrüse gebracht, die dann daraufhin die beiden Hormone T3 und T4 bildet. Wenn genügend dieser beiden Hormone im Blut sind, wird im Hypothalamus die TRH-Produktion gebremst.

CRH, Corticotropin-Releasing-Hormon, geht zur Adenohypophyse und es wird **ACTH**, Adenocorticotropin-Releasing-Hormon, produziert. Dieses hat Wirkung auf die NNR, die dann Cortison herstellt. Wenn von diesem genügend im Blut ist, wird die CRH-Produktion im Hypothalamus gebremst.

Bei der Frau wird im Hypothalamus das FSH-RH produziert, das in der Adenohypophyse die FSH-Bildung stimuliert. Mit dem FSH wird in den Ovarien das Östrogen gebildet.

Genauso verläuft es sich mit dem LH-RH, das in der Adenohypophyse die LH-Produktion steigert, das im Graafschen Follikel die Gestagenproduktion steigert.

Beim Mann gibt es ebenfalls ein FSH-RH, das in der Adenohypophyse die FSH-Produktion auslöst, dieses im Hoden die Herstellung von Spermien auslöst.

Ein weiteres Hormon wird beim Mann gebildet, das ICSH-RH, Intersticiell Cell stimulierendes Hormon. Es ist mit dem LH-RH der Frau vergleichbar. In den Leydigschen Zellen wird durch ICSH Testosteron gebildet. Testosteron sorgt für die Reifung der Spermien und ist für die Ausbildung der primären männlichen Geschlechtsorgane sowie der sekundären Geschlechtsmerkmale zuständig. Zusätzlich ist Testosteron verantwortlich für das Verschließen der Epiphysenfuge beim Mann. Außerdem hat es eine anabole Wirkung.

Der Hypophysenvorderlappen bildet aufgrund eines Releasinghormones ein weiteres Hormon, das Somatotropin (**STH**). Dieses hat keine Wirkung auf eine untergeordnete Hormondrüse, sondern wirkt direkt auf alle Körperzellen und fördert dort das Zellwachstum. Es ist also das Wachstumshormon. Bei einer Überproduktion von STH im Kindesalter kommt es zu einem Riesenwuchs. Im Erwachsenenalter kommt es bei einer Überproduktion zur Akromegalie, d. h. zu einem Wachstum der endständigen Extremitäten.

Die NNR produziert unter dem Einfluß von ACTH zwei Gruppen von

Hormonen, einmal Glucocortikoide, deren Hauptvertreter Kortison ist.

Kortison hat folgende Wirkungen:

- Förderung aller Stoffwechselprozesse
- Glycogenmobilisierung
- entzündungshemmend und antiallergisch, dadurch, daß es die Leukozytenaktivität bremst

Die zweite Gruppe von Hormonen sind Androkortikoide, deren Hauptvertreter Testosteron ist. Dieses Testosteron hat die gleiche Wirkung wie jenes aus dem Hoden, nur mit dem Unterschied, daß seine Wirkung geringer ist.

Die Nebennierenrinde

In der Nebennierenrinde wird eine dritte Hormongruppe produziert, die Mineralkortikoide mit ihrem Hauptvertreter Aldosteron. Die Aldosteronbildung wird nicht über den Hypophysen-Hypothalamus-Kreislauf gesteuert, sondern über das Renin-Angiotensin-System. Bei einer Mangel durchblutung oder zu niedrigem Blutdruck in der Niere wird dort im juxtaglomerulären Apparat das Hormon Renin gebildet. Dieses Renin hat Wirkung auf ein Globulin aus der Leber, Angiotensinogen; durch Renin wird es zu Angiotensin. Es bewirkt die Bildung von Aldosteron in der Nebennierenrinde, dieses steigert die Permeabilität für Natrium in den Tubuluswänden. Dadurch bedingt wird osmotisch vermehrt Wasser ins Gefäßsystem wandern.

Die zweite Wirkung von Angiotensin ist die Engstellung der Blutgefäße, somit erfolgt eine Steigerung des Blutdruckes.

Die dritte Wirkung von Angiotensin ist die Dursterhöhung, damit mehr Flüssigkeit in die Gefäße gelangt.

Das Nebennierenmark

Das Nebennierenmark bildet Hormone unabhängig vom Hypothalamus bzw. der Hypophyse. Hier werden zwei Hormone gebildet, Adrenalin und Noradrenalin. Beide haben eine fast gleiche Wirkung. Sie bewirken eine Weitstellung der Blutgefäße, der quergestreiften Muskulatur von Skelett und Herz. Die Blutgefäße der glatten Muskulatur werden enggestellt.

Noradrenalin und Adrenalin gelten als wichtigste Transmitter im sympathischen Nervensystem. Die Kontraktionskraft des Herzens nimmt zu, es folgen die Erhöhung des Schlagvolumens und des Minutenvolumens, Tachykardie, Blutdruckerhöhung, Erhöhung der Atemfrequenz, Weitstellung des Bronchialbaums. Die Bewegung und Drüsentätigkeit in die Verdauungsorgane werden gebremst, die Schließmuskel von Blase und Darm sind in Dauerkontraktion, die Pupillen sind weitgestellt, Glucose wird vermehrt aus der Leber und der Muskulatur bereitgestellt, der Blutzucker steigt, **Insulinantagonist**.

Die Schilddrüse (Thyreoidea)

Die Schilddrüse ist ein 30 bis 40 Gramm schweres Organ, liegt an der Vorderseite des Halses vor und unter des Kehlkopfes. Die Schilddrüse produziert unter dem Einfluß Thyreotropin die beiden Hormone T3 und T4. Die Schilddrüse benötigt für den Aufbau dieser Hormone Jod, welches in ausreichender Menge mit der Nahrung zugeführt werden muß. Die beiden Hormone haben eine gleichsinnige Wirkung:

- Förderung des Stoffwechselprozesses
- Erhöhung des Grundumsatzes bis auf das Doppelte
- Förderung der Herzarbeit
- Erhöhung der Körpertemperatur
- Förderung des Glykogen- und Fettabbaus, dadurch

- Insulinantagonist
- Übererregbarkeit des Nervensystems
- anabole Wirkung, dadurch sind sie wachstumsfördernd

Die Nebenschilddrüse, Epithelkörperchen (Glandula parathyreoidea)

Die Nebenschilddrüse besteht aus vier jeweils paarweise an den oberen Polen sitzende Epithelkörperchen. Sie produzieren das Parathormon, es reguliert zusammen mit dem Vitamin D den Calciumstoffwechsel. Es erhöht den Blutcalciumspiegel, fördert die Calciumfreisetzung aus dem Skelettsystem und es hemmt die Calciumausscheidung über die Nieren. Das Vitamin D ist speziell dafür zuständig, daß das Calcium im Darm resorbiert werden kann.

Der Gegenspieler vom Parathormon ist das Kalzitonin, das den Calciumspiegel senkt und in den C-Zellen der Schilddrüse gebildet wird.

Die Zirbeldrüse (Epiphyse)

Die Zirbeldrüse ist Bestandteil des Zwischenhirns und produziert das Hormon **Melatonin**. Das Hormon Melatonin hemmt die Geschlechtsreife und die Geschlechtsdrüsentätigkeit. Melatonin regelt den Tag-Nacht-Rhythmus. Die Produktion dieses Hormons ist lichtabhängig, wobei Dunkelheit die Hormonabgabe fördert und Helligkeit diese bremst.

Die Thymusdrüse, Bries

Die Thymusdrüse ist eine Drüse im Mediastinum oberhalb des Herzens. Der Thymus bildet sich während der Pubertät weitestgehend zurück und wird durch Binde- und Fettgewebe ersetzt. Beim Erwachsenen bleiben nur noch Reste zurück. Die Thymusdrüse bildet das Hormon Thymosin, dieses ist beteiligt an der T-Lymphozytenspezialisierung und -bildung und wirkt

beim Kind wachstumsfördernd.

Die Niere als endokrines Organ

Die Niere bildet folgende Hormone:

- Renin, Erythropoetin (zur Erythrozytenbildung)
- Gewebshormone (lokale Wirkung, sie wirken nur in unmittelbarer Umgebung)
 - Gastrin (Förderung der Magensaftproduktion)
 - Gastrinantagonisten: Enterogastron und Sekretin, sie werden in der duodenalen Schleimhaut bei Salzsäureüberschuß und Dehnungsreizen gebildet
- Enterogastron bremst die Magenbewegungen
- Sekretin bremst Magensaftbildung und fördert die Bauchspeichelsekretion CCKPZ
 - Bildung in der duodenalen Schleimhaut bei Dehnung, Salzsäurereizung und Fettanwesenheit
 - es wirkt auf die Bauchspeicheldrüse und stimuliert diese zur Abgabe von Pankreassaft
 - hat Wirkung auf die Gallenblase, indem es diese zur Kontraktion bringt

bringt den M. sphincter oddi zur Erschlaffung

Histamin

Histamin wird in Gewebs- und Blutmastzellen gebildet. Die Gewebsmastzellen kommen in der Muskulatur sowie in der Darm- und Gewebswand vor. Blutmastzellen sind basophile Granulozyten.

Kleine Blutgefäße werden weitgestellt und verstärkt

durchlässig gemacht. Große Blutgefäße werden enggestellt, Histamin stellt weiterhin den Bronchialbaum eng und stimuliert den Magen zu einer gesteigerten Salzsäureproduktion.

Atrialer natriuretischer Faktor (ANF)

ANF wird in den Muskelzellen des linken Vorhofes bei dessen Überdehnung gebildet, es fördert die Diurese (Natriumausscheidung)

Endorphin

Das Endorphin ist ein endogenes Morphin, wird im gesamten Nervensystem unter Leistungs- und Stresssituationen hergestellt. Es hat eine dämpfende und stark analgetische Wirkung.

Die männlichen Geschlechtsorgane

Zu den männlichen, äußeren Geschlechtsorganen zählen Penis und Scrotum, zu den inneren, männlichen Geschlechtsorganen gehören Hoden, Nebenhoden, Samenbläschen, Samenleiter, Prostata und die Cowpersche Drüse.

Die Hoden, **Testis**, sind paarig angelegt, pflaumengroß und bestehen aus 200 bis 300 kleinen Drüsenkanälchen, die bindegewebig abgegrenzt sind. Im direkten Anblick sehen sie schwammartig aus. Darin liegen die Leydigschen Inselzellen oder Leydigschen Zwischenzellen. Die Hoden wandern vor der Geburt aus der Bauchhöhle durch den Leistenkanal in den Hodensack hinein. Die Aufgaben des Hodens liegt in der Produktion von Spermien und in der Bildung des männlichen

Geschlechtshormons Testosteron und geringer Mengen Östrogen. Auf dem Hoden liegen die Nebenhoden. Die Nebenhoden haben die Aufgabe, die in den Hoden gebildeten Spermien zu speichern, ebenfalls reifen hier die Spermien zur Befruchtungsreife heran. Die Spermien befinden sich hier in einer leicht sauren Umgebung, das hier im Nebenhoden gebildet wird, um die Bewegung der Spermien zu verhindern. Hoden und Nebenhoden liegen geschützt in einer Hauttasche oder -falte, dem Hodensack oder **Scrotum**. Dieser besteht aus gerunzelten, glatten Muskelzellen, die bei kalten Außentemperaturen zur Kontraktion gebracht werden, um die Hoden näher zum Körper zu bringen. Spermien benötigen zur Ausreifung eine Temperatur, die ca. 2 °C unter der Körpertemperatur.

Der Samenleiter (Ductus differenz)

Zwei Samenleiter ziehen von den beiden Nebenhoden aufwärts durch den Seitenkanal, seitlich an der Harnblase vorbei, durchbohren die Prostata und münden in die Urethra. Kurz bevor die Samenleiter in die Vorsteherdrüse einmünden, nehmen sie die Ausführungsgänge der Samenbläschen (**Vesicula seminalis**) auf. Diese Samenbläschen sowie die Prostata sondern jeweils ein alkalisches Sekret als Ejakulatbeigabe ab, wodurch den Spermien die Bewegungsfähigkeit verlieren. Spermien sind nur im alkalischen Milieu bewegungs- und lebensfähig.

In die Harn-Samen-Röhre in Prostatanähe münden die Ausführungsgänge der Cowperschen Drüsen. Diese Cowperschen Drüsen sondern ein schleimiges Sekret ab, damit die Harnröhre angefeuchtet wird. Die Harnröhre verläuft durch den Penis, welcher im wesentlichen aus drei Schwellkörpern (**Corpus cavernosum**) besteht. Diese Schwellkörper stellen schwammartiges Gewebe dar, das sich bei der Erektion mit Blut füllt. Die Schwellkörper enden in der Eichel (**Glanz**). Diese ist durch eine Hautfalte, der Vorhaut oder **Praeputio**, geschützt. Bei der **Fimose** ist die Vorhaut zu eng und kann nicht hinter die Eichel verschoben werden. Bei der **Parafimose** kann die Vorhaut nicht über die Eichel nach vorne geschoben werden.

Das **Ejakulat** ist das Produkt der Flüssigkeiten aus Hoden und Nebenhoden, Samenbläschen und Prostata. Es ist alkalisch, ist eine Menge von 3 bis 4 ml. Der Anteil der Spermien beträgt Vol.-% und die Spermien haben eine Größe von 5 bis 6 mm, ein mm entspricht m.

In einem ml Ejakulat befinden sich 80 Millionen Spermien, das entspricht der Menge von über 200 Millionen Spermien pro Ejakulat, der Produktion von zwei bis drei Tagen. Die Spermien haben eine Eigenbeweglichkeit von drei Millimetern pro Stunde.

Die weiblichen Geschlechtsorgane

weibliche sekundäre Geschlechtsorgane

- Brustdrüse (weibliche Brust)
- Form des Beckens (breit und flach)
- Schambehaarung
- Stimme
- Fehlen von Gesichts- und Rumpfbehaarung
- geringere Ausbildung der Muskulatur
- Verteilung der Fettpolster: mehr an der Hüfte und Oberschenkel
- Beim Mann: Bauch
- Cellulite

primäre weibliche Geschlechtsorgane

- innere Geschlechtsorgane
 - Uterus
 - Eileiter (Sg.: **Tubus**; Pl.: **Tuben**)
 - Eierstöcke (Sg.: **Ovar**; Pl.: **Ovarien**)
 - Scheide (**Vagina**)
- äußere Geschlechtsorgane
 - kleine Schamlippe
 - große Schamlippe
 - Scheidenvorhof (**Vestibulum vaginae**)
 - Bartolinsche Drüse
 - Kitzler (**Klitoris**)

Die Ovarien sind paarig angelegt und pflaumengroß. Ihre Aufgabe liegt in der Heranreifung der weiblichen Eizellen. Insgesamt hat ein Mädchen bei der Geburt etwa 400.000 Eizellen, davon werden aber nur 400 reif. Eine weitere Aufgabe besteht in der Bildung der Hormone Östrogen und Gestagen.

Die Aufgaben der Tuben sind das Auffangen der Eizellen und deren Weitertransport in den Uterus. Der Transport geschieht zum einen über Flimmerepithelgewebe, deren Flimmerhärchen in Uterusrichtung stehen, und durch Kontraktion der Tuben. In der Erweiterung des Eileiters findet dann die Befruchtung statt.

Der Uterus baut die Gebärmutterschleimhaut (**Endometrium**) für die Aufnahme einer eventuell befruchteten Eizelle auf. Weitere Aufgaben sind die Erhaltung der befruchteten Eizelle und die Austreibung des Kindes bei der Geburt.

Die Vagina besteht aus einschichtigem, unverhornten Plattenepithelgewebe.

Der Monatszyklus

Der Zyklus wird in drei Phasen unterteilt. Die erste Phase dauert vier Tage, wird Menstruations- oder auch Blutungsphase genannt, danach beginnt die Proliferationsphase, auch Aufbauphase, die bis zum 14. Tag dauert. Danach folgt die Sekretions- oder Durchblutungsphase, die 14 Tage dauert.

Es beginnt damit, daß nach der Menstruationsphase im Ovar geringe Mengen an Östrogen gebildet werden. Dieses Östrogen wirkt auf den Hypophysenvorderlappen und löst dort die Produktion von FSH, dem Follikelstimulierendem Hormon, aus.

Dieses FSH wirkt zurück auf das Ovar und bringt dort eine Eizelle zur Reifung. Das FSH bewirkt, daß die Eizelle an den Rand des Ovars wandert und sich in einer Nährstoffhülle einbettet und zum Graafschen Follikel wird.

FSH hat weiter zur Folge, daß der Eierstock die Östrogenbildung steigert. Diese hohen Mengen an Östrogen bewirken nun, daß das Endometrium, welches ursprünglich einen Millimeter stark ist, auf die vier- bis fünffache Stärke heranwächst, proliferiert.

Diese Östrogenmengen bewirken weiterhin, daß im Hypophysenvorderlappen die Bildung von FSH eingestellt wird und ein weiteres Hormon gebildet wird, das LH, luteinisierende Hormon.

LH wirkt zurück auf den Eierstock und löst dort die Ovulation aus. Das LH hat Wirkung auf den Graafschen Follikel, bringt diesen zum Platzen. Die Eizelle springt aus dem Ovar in den Tubentrichter.

Der Rest des Graafschen Follikels wird durch die Wirkung des LH in einen Gelbkörper, **Corpus luteum**, umgewandelt. Dieser

Gelbkörper beginnt jetzt mit der Produktion eines weiteren Hormons, des Gestagens, das auch unter Progesteron bekannt ist. Dieses Gestagen hat zur Folge, daß etwa 24 Stunden nach der Ovulation die Körpertemperatur um etwa 0,5 °C ansteigt und solange in der Höhe bleibt, wie der Gelbkörper Gestagen bildet.

Die Gestagenbildung im Gelbkörper wird innerhalb der Sekretionsphase gesteigert, durch die hohen Gestagenmengen wächst das Endometrium noch weiter, etwa um ein bis zwei Millimeter, lockert dieses Endometrium auf, bewirkt, daß dort vermehrt Blutgefäße einsproßen und sich Nährstoffe (Glucose) einlagern. Diese hohen Gestagenmengen bewirken weiterhin, daß im Hypophysenhinterlappen die Bildung von LH eingestellt wird. Das Fehlen von LH bewirkt, daß der Gelbkörper abstirbt und somit die Gestagenproduktion einstellt. Ohne das Gestagen ziehen sich die Blutgefäße des Endometriums zusammen, dieses wird weniger durchblutet, es wird nekrotisch und stößt sich ab. Dabei zerreißen Blutgefäße, aus denen es dann blutet. Wir haben jetzt den 28. Tag und die Menstruation setzt ein. Die Körpertemperatur sinkt nun wieder.

Weiterhin öffnet sich um die Ovulation der Muttermund ein wenig, die Menge des Zervixschleimes nimmt zu und dessen Viskosität abnimmt (wird wäßriger).

Mit der Einnistung einer befruchteten Eizelle in die Gebärmutter Schleimhaut (**Nidation**) wird von der Zottenhaut dieser Eizelle ein weiteres Hormon gebildet, das Human Chorion Gonadotropin, -HCG. Dieses -HCG gilt mittlerweile als ein sicheres Schwangeschaftszeichen, es hat Wirkung auf den Gelbkörper, da es ihn erhält, damit er weiterhin Gestagen produziert. Dadurch bedingt, bleibt das Endometrium erhalten. Das -HCG wird über den Urin der Schwangeren ausgeschieden. Nach etwa drei Monaten stirbt der Gelbkörper ab. Die Gestagenproduktion wird dann von der Plazenta übernommen, Nach 280 Tagen stirbt die Plazenta ab und die Geburt wird eingeleitet.

Die Befruchtung kann nur am 15. Tag stattfinden. Die Eizelle ist in der Regel sechs bis acht Stunden, maximal zwei bis drei Tage nach der Ovulation befruchtbar. Spermien sind maximal 4 Tage befruchtungsfähig. Die fruchtbaren Tage einer Frau sind demnach vom 11. bis zum 17. Tag bei einer Zyklusdauer von 28 Tagen.

Die Blutgefäße

Die großen Gefäße werden als Arterien oder Venen bezeichnet, die kleinen als Arteriolen oder Venolen. Die Verbindungen zwischen Arterien und Venen **Anastomosen**. Von der Anzahl haben wir mehr Venen als Arterien (Venen). Jede große Arterie ist auch von einer Vene begleitet, die den gleichen Namen trägt. Jede kleine Arterie hat zwei Begleitvenen. Im Aufbau zeigen die Arterien und Venen jeweils drei Schichten. Die Gefäßinnenschicht ist die **Intima** und besteht aus einschichtigem Plattenepithelgewebe. Die zweite Schicht heißt **Muskularis** (Media) und besteht aus glatter Muskulatur. Hierin sind einige elastische Bindegewebsfasern eingelagert, besonders stark ausgebildet sind diese in den großen herznahen Gefäßen. Insgesamt haben Arterien mehr Muskelmasse als Venen. Die Gefäßaußenhaut (3. Schicht) ist die **Adventitia**, sie besteht aus elastischem und kollagenem Bindegewebe. Mit der Adventitia sind die Gefäße in ihrer Umgebung befestigt, sie ist bei den Arterien stärker ausgeprägt als bei den Venen. Venen haben im Gegensatz zu den Arterien Taschenklappen, damit das Blut nicht zurück ins Gewebe fließt.

Arterien

Das Ursprungs- bzw. Stammgefäß aller Arterien ist die Aorta. Mit einem Durchmesser von zwei bis drei Zentimetern entspringt

sie aus der linken Herzkammer. Die Aorta gibt in ihrem Anfangsbereich, also noch im Aortenklappenbereich, Gefäße zur Versorgung des Herzmuskels ab (**Coronar-** oder **Herzkranzgefäße**).

- rechte gemeinsame Halsschlagader (**Arteria carotis communis dextra**)
- rechte Unterschlüsselbeinarterie (**Arteria subclavia dextra**)
- Achselschlagader (**Arteria axiliaris**)
- gemeinsamer Stamm der rechten Arm- und Halsschlagader (**Truncus brachiocephalicus**)
- Aortenbogen (**Arcus aortae**)
- der aufsteigende Teil der Aorta (**Aorta ascendens**)
- Oberarmarterie (**Arteria brachialis**)
- Brusttaorta (**Aorta thoracalis**) geht bis zum Diaphragma
- Bauchtaorta (**Aorta abdominalis**) geht bis zum LWK 4
- Ellenarterie (**Arterie ulnaris**)
- Speichenarterie (**Arteria radialis**)
- rechte und linke äußere Hüftarterie (**Arteria iliaca dextra / sinistra externa**)
- rechte und linke innere Hüftarterie (**Arteria iliaca dextra / sinistra interna**)
die innere Hüftarterie versorgt die Geschlechtsorgane, die Becken- und Gesäßmuskulatur
- linke gemeinsame Halsschlagader (**Arteria carotis communis sinistra**)
- linke Unterschlüsselbeinarterie (**Arteria subclavia sinistra**)

- der absteigende Teil der Aorta (**Aorta descendens**)
- Bauchschlagader (**Truncus coeliacus**) daraus entspringen Blutgefäße zur Versorgung von Leber, Magen, Milz, Zwölffingerdarm und Teilen der Bauchspeicheldrüse
- Nierenschlagader (**Arteria renalis dextra / sinistra**); paariges Blutgefäß
- obere Mesenterialarterie oder Gekröseschlagader (**Arteria mesenterica superior**); unpaarig; daraus entspringen Blutgefäße von Leer- und Krummdarm, restlicher Bauchspeicheldrüse und der ersten Hälfte des Dickdarms (rechte Hälfte)
- Frau: Eierstocksschlagader (**Arteria ovarialis**)
- Mann: Hodenarterie (**Arteria testicularis**)
- beide Arterien, sowohl bei der Frau als auch beim Mann, sind paarig angelegt
- untere Mesenterialarterie oder Gekröseschlagader (**Arteria mesenterica inferior**); zur Versorgung der zweiten Hälfte des Dickdarms
- rechte bzw. linke gemeinsame Hüftschlagader (**Arteria iliaca communis dextra / sinistra**)
- Oberschenkelarterie (**Arteria femoralis**)
- Kniekehlenarterie (**Arteria poplitea**)
- hintere Schienbeinarterie (**Arteria tibialis posterior**)
- vordere Schienbeinarterie (**Arteria tibialis anterior**)
- Wadenbeinarterie (**Arteria fibularis**)
- Fußrückenarterie (**Arteria dorsalis pedis**)

Venen

- Vena jugularis interna
- Vena jugularis externa
- Vena subclavia
- Vena brachiocephalica dexter / sinister
- Vena axiliaris
- Vena cava superior
- Vena brachialis
- Vena hepatica
- Vena portae
- Vena renalis
- Vena mediana cubiti
- Vena cephalica
- Vena radialis
- Vena ulnaris
- Vena basilica
- Vena ovarialis / testicularis
- Vena ovarialis / testicularis
- Vena cava inferior (bis zum rechten Vorhof)
- Vena iliaca communis sinistra
- Vena iliaca sinistra interna
- Vena iliaca dextra externa

- Vena femoralis
- große Rosenvene (**Vena saphena magna**)
- Vena femoralis
- Vena poplitea

sämtliches venöses Blut aus den unpaarigen Bauchorganen wie Magen, Milz, Pankreas, Dünn- und Dickdarm gelangt über die Pfortader in die Leber.

Zwischen der Vena subclavia und der linken Seite der Vena jugularis interna befindet sich der Venenwinkel, der 90° betragen sollte.