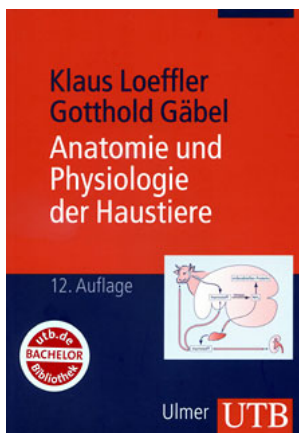


Loeffler / Gäbel Anatomie und Physiologie der Haustiere

Leseprobe

[Anatomie und Physiologie der Haustiere](#)

von [Loeffler / Gäbel](#)



<http://www.narayana-verlag.de/b5379>

Das Kopieren der Leseproben ist nicht gestattet.

Narayana Verlag GmbH
Blumenplatz 2
D-79400 Kandern
Tel. +49 7626 9749 700
Fax +49 7626 9749 709

Email info@narayana-verlag.de
<http://www.narayana-verlag.de>

In unserer [Online-Buchhandlung](#) werden alle deutschen
und englischen Homöopathie Bücher vorgestellt.

Narayana Verlag

1 Zelle

Die kleinste lebende Einheit lebender Organismen ist die **Zelle**. In ihr sind nahezu alle Fähigkeiten des Organismus beheimatet. Sie erbringt die StoffwechsellLeistungen; sie kann wachsen und sich vermehren.

Form und Struktur der Zellen sind vielgestaltig und letztendlich Ausdruck ihrer Funktion. So sind beispielsweise die dem Darminhalt zugewandten Epithelzellen im Verdauungssystem für die Aufnahme von Nahrungsstoffen verantwortlich. Muskelzellen besitzen Strukturen in ihrem Inneren, die sich zusammenziehen können und daher die Bewegungen des Organismus bedingen. Nervenzellen übertragen Informationen, um die Funktionen verschiedener Organe abstimmen zu können.

Die Zellen in der Natur gliedern sich in **eukaryotische** und **prokaryotische** Zellen. **Eukaryotische** Zellen besitzen einen Zellkern, d. h., ihre genetische Information, die DNA, ist von einer Membran umschlossen. Eukaryotische Zellen können sich im Organismus zu **Geweben** (*siehe 2 Gewebe*) zusammenschließen, d. h. einem Zellverband mit gleicher Funktion. Verschiedene Gewebe können zudem **Organe** bilden.

Zu den **prokaryotischen** Zellen zählen die Bakterien. Sie besitzen keinen Zellkern, sind wesentlich einfacher aufgebaut und bilden keine Gewebe bzw. Organe.

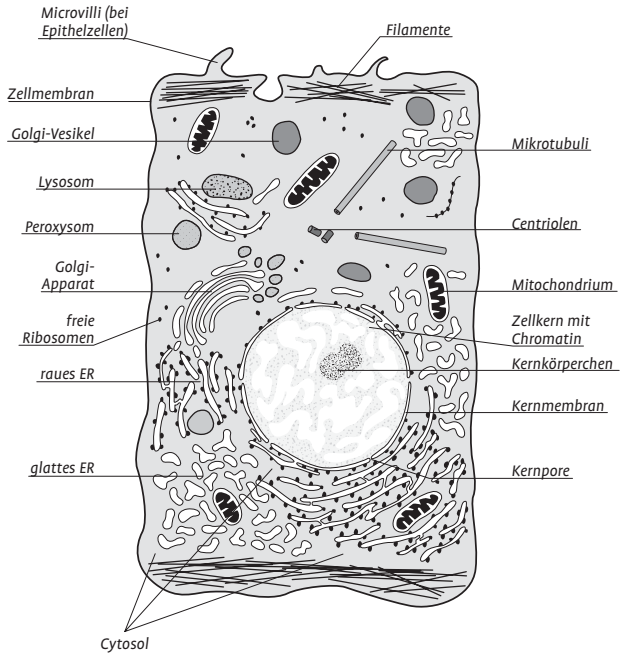
Im Folgenden werden nur eukaryotische Zellen beschrieben.

1.1 Aufbau der Zelle

1.1.1 Allgemeines

Eukaryotische Zellen haben eine extreme Bandbreite in ihrer **Größe**. Es gibt Zellen mit geringem Durchmesser, aber mit einer Länge bis zu mehr als einem Meter, z. B. Nervenzellen, deren Zellkörper

Abb. 1-1
 Schema einer tierischen
 Zelle (nach ENGELHARDT
 und BREVES 2005). ER:
 Endoplasmatisches
 Retikulum.



und -kerne im Rückenmark liegen und deren Fortsätze sich bis zur Gliedmaßenspitze hin erstrecken. Auch die Skelettmuskelzellen in den langen Muskeln der Gliedmaßen können eine Länge von mehr als einem Meter erreichen. Die meisten Zellen im Säugetierorganismus sind allerdings nur einige Mikrometer groß.

Auf Grund der Spezialisierung ist es nicht möglich, eine typische eukaryotische Zelle darzustellen. Unabhängig von ihrer Spezialisierung bestehen aber alle Zellen aus den Funktionseinheiten **Zellmembran**, **Zellplasma (= Cytoplasma)** und **Zellkern** (Abb. 1-1).

Das **Cytoplasma** umfasst alle Regionen des Zellinneren ohne den Zellkern. Das Cytoplasma enthält zwei Anteile: die **Zellorganellen** und die Flüssigkeit um die Zellorganellen, die als **Cytosol** bezeichnet wird. **Zellorganellen** sind von Membranen umschlossene Zellbestandteile. Jede Zellorganelle erfüllt ihre eigene Funktion. Der Begriff „**intrazelluläre Flüssigkeit**“ bezeichnet sämtliche Flüssigkeit in der Zelle, also Cytosol plus die Flüssigkeit in den Zellorganellen plus die Flüssigkeit im Zellkern.

1.1.2 Zellmembran und Zellverbindungen

Mit Hilfe der **Zellmembran** ist es der Zelle möglich, die Zusammensetzung des Cytosols konstant zu halten. Sie umgibt die Zelle, ist etwa 10 nm dick und zeigt eine doppelte Schichtung (Abb. 1-2). Ihre Schichtung entsteht durch eine doppelte Lage von **Phospholipidmolekülen**. Diese besitzen einen **hydrophilen** (wasserliebenden) Pol, der zur inneren bzw. äußeren Membranoberfläche gewandt ist, und einen **hydrophoben** (wasserabweisenden) Pol, der zum Membranzentrum gerichtet ist. Zwischen den Lipidmolekülen befinden sich zahlreiche **Proteinmoleküle**, die vielfältige Funktionen haben können (Rezeptor, Enzym usw.). Proteinmoleküle, die beide Lipidschichten durchdringen, können als „Kanäle“ bzw. „Transporter“ für wasserlösliche Substanzen wirken (Abb. 1-2; 1-25; 1-26). Der Transport von Molekülen über die Zellmembran ist genauer unter 1.8.2 beschrieben.

Zellen nehmen durch **Zellverbindungen** innerhalb des Gewebeverbandes Kontakt zueinander auf. So können beispielsweise die Zellmembranen benachbarter Zellen nahe der Oberfläche zu **Schlussleisten** verschmelzen. Diese umschließen die Zellen gürtelförmig und formen einen besonders festen und dichten Zusammenschluss. Diese Zellverbindungen werden daher auch als **tight junctions** bezeichnet. Tight junctions finden sich insbesondere bei Epithelzellen. Epithelzellen haben unter anderem die Aufgabe, die Oberflächen von Haut, Darm und Drüsen abzuschirmen (siehe 2.4 Epithelgewebe).

Bei Epithelzellen sind zwischen den Zellen nicht nur tight junctions, sondern außerdem punktförmige Haftstrukturen, **Desmosomen**, ausgebildet, die eine feste mechanische Verbindung der

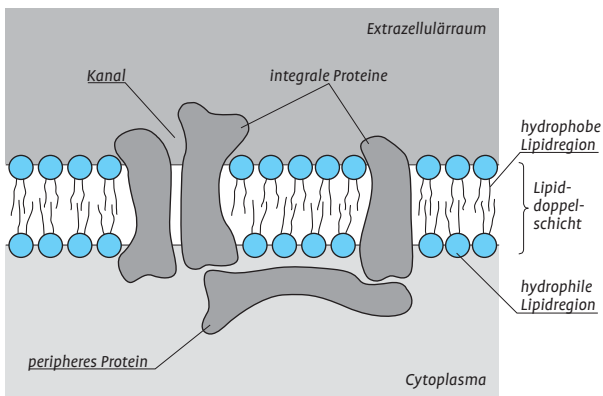


Abb. 1-2

Aufbau der Zellmembran. Periphere Proteine sind außen der Zellmembran angelagert. Integrale Proteine durchziehen die Zellmembran und können so z. B. Kanäle bilden, die für hydrophile Substanzen durchlässig sind.

Zellen gewährleisten. Der Interzellularspalt wird dort mit dünnen fadenförmigen Zellstrukturen, Filamenten, überbrückt. An diesen Haftstrukturen setzen im Zellinneren Tonofilamente an, die die Zelle stabilisieren.

Punktförmige Zellkontakte mit Verengung des Interzellularspaltes sind **gap junctions** (*Nexus*). Diese stellen röhrenförmige Kanäle zwischen den Zellen dar. Die Kanäle der gap junctions ermöglichen eine elektrische Kopplung der Zellen und auch einen raschen Austausch von Ionen und niedermolekularen Substanzen von Zelle zu Zelle.

1.1.3 Zellorganellen

Endoplasmatisches Retikulum

In fast allen tierischen Zellen findet man ein Membransystem aus Doppellamellen, das **endoplasmatische Retikulum** (ER; Abb. 1-1; 1-3). Das ER hat die Gestalt eines Gitterwerkes aus hohlen, gefensterten Platten, die über Querverbindungen zusammenhängen (Abb. 1-3). Das Innere des ER steht über die Kernmembran in direkter Verbindung mit dem Zellkern. Das ER ist daher auch immer in Nähe des Zellkerns aufzufinden (Abb. 1-1). Unterschieden werden das **raue** und das **glatte** endoplasmatische Retikulum. Die Oberfläche des rauhen ER ist mit kleinen Granula besetzt, die reich an Ribonukleinsäure (RNA) sind und als **Ribosomen** bezeichnet werden (zu RNA siehe unten: *Nukleinsäuren*). Das raue ER ist unmittelbar an der Produktion von Proteinen beteiligt (siehe 1.5). Man findet es daher besonders reichlich in Drüsenepithelien, die proteinreiches Sekret absondern. Das glatte ER besteht aus schlauchförmigen Fortsätzen ohne Ribosomen. Diese Art des ER ist vor allem in Zellen mit intensivem Stoffwechsel anzutreffen. Es erfüllt z.B. bei den quergestreiften Muskelzellen als sarkoplasmatisches Retikulum durch Calciumbindung bzw. -freigabe entscheidende Funktionen bei der Kontraktion der Zelle (siehe 2.6.3 *Skelettmuskulatur: Erregungsübertragung und Kontraktion*).

Ribosomen

Ribosomen sind kleine, kugelige Gebilde, die **Ribonukleinsäure (RNA)** enthalten (Abb. 1-1). Sie sind an der Eiweißsynthese beteiligt (siehe 1.5). Ribosomen lagern sich in großer Zahl dem rauhen endoplasmatischen Retikulum an. In vielen Zellen kommen aber auch isolierte Ribosomen vor, die nicht mit dem endoplasmatischen Retikulum verbunden sind.

Mitochondrien

Mitochondrien sind runde bis längsovale Gebilde, die von einer doppelten Lage von Membranen umschlossen werden (Abb. 1-4).

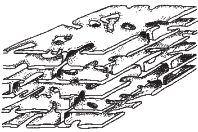


Abb. 1-3

Schematische Darstellung
des glatten endoplasmatischen
Retikulums (nach
BARGMANN 1977).

Die Membranen gleichen in ihrem Aufbau der Zellmembran (*siehe 1.1.2*). Von der inneren Membranlage falten sich vielgestaltige Lamellen, Schläuche oder Leisten ab, die das Innere der Zellorganelle vielfach untergliedern und die Membranoberfläche vergrößern. Die Mitochondrien sind enzym-, protein- und lipidreich. Ihre Hauptaufgabe ist die **Energiegewinnung** mit Hilfe der in ihnen enthaltenen Enzyme des Citratzyklus, der oxidativen Decarboxylierung und der Atmungskette (*siehe 1.6.5*).

Golgi-Apparat

Im Jahre 1898 entdeckte der italienische Mediziner und Histologe CAMILLO GOLGI (1843–1926) in Nervenzellen ein Netzwerk, das er „apparato reticulo interno“ nannte. Das Netzwerk trägt jetzt nach ihm die Bezeichnung **Golgi-Apparat**. In elektronenmikroskopischen Aufnahmen stellt sich dieses Maschenwerk als eine Ansammlung von Membranstapeln mit bläschenförmigen Erweiterungen an den Enden dar (Abb. 1-1). Zwischen den Membranen bilden sich häufig, besonders in Drüsenzellen, Bläschen (**Vakuolen**). In den Vakuolen werden Stoffe verdichtet, deren Vorstufen im endoplasmatischen Retikulum gebildet werden. Die Golgi-Vakuolen schnüren sich als Golgi-Vesikel ab und werden durch das Cytoplasma befördert. Auf diese Weise wird das eingeschlossene Produkt zur Zelloberfläche transportiert. Hier wird es dann durch **Exocytose** (Abb. 1-28) ausgeschieden. Diese Abgabe von Stoffen mit Hilfe von Vakuolen stellt einen Grundprozess der Sekretion in Drüsen dar (*siehe 2.4.2 Drüsenepithel*).

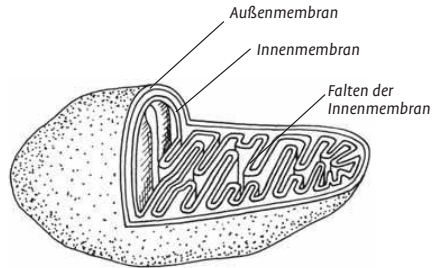


Abb. 1-4
Mitochondrium, schematisch (nach BARGMANN 1977).

Lysosomen und Peroxisomen

Lysosomen sind kleine runde Organellen (Abb. 1-1). Sie werden von einer Membran umschlossen und enthalten zahlreiche **Enzyme** (*siehe 1.6.1*). Mit ihrer Enzymausstattung sind die Lysosomen in der Lage, zelleigene oder endocytotisch aufgenommene Substanzen abzubauen (Endocytose: Abb. 1-28). Der lysosomale Abbau hat große Bedeutung im Zellstoffwechsel und bei der Infektionsabwehr. Eine mögliche Selbstauflösung (Autolyse) der Zelle wird dadurch verhindert, dass die Enzyme in den Lysosomen mit Hilfe von Membranen abgegrenzt werden. Nach dem Zelltod werden die lysosomalen Enzyme frei und tragen dann zur Autolyse der Zellen bei. **Peroxisomen** sind, wie die Lysosomen, membranumhüllte Zellvesikel. Sie enthalten Enzyme, die Aminosäuren, Fettsäuren und andere Substrate oxidieren können.

Filamente, Bewegungsorganellen und Centriolen

Außer den membranumhüllten Zellorganellen enthält das Cytoplasma noch zahlreiche fadenförmige Strukturen, die aus langen Proteinketten aufgebaut sind. Diese Zellorganellen werden als **Filamente** bezeichnet. So bildet ein Netzwerk von Proteinfilamenten das **Zellskelett (Cytoskelett)**, das für die Zellform und auch für die Zellbewegung verantwortlich ist. In **Muskelzellen** findet man die Filamente **Aktin** und **Myosin**, die miteinander so genannte **Myofibrillen** bilden. Myofibrillen ermöglichen die Verkürzung der gesamten Zelle. **Tonofilamente** in Epithelzellen bilden die Tonofibrillen und erhöhen die mechanische Festigkeit des Zellverbandes. **Neurofilamente** und die daraus gebildeten Neurofibrillen durchziehen Nervenzellen und dienen unter anderem dem Stofftransport.

Cilien und **Geißeln** sind besondere **Bewegungsorganellen** der Zellen. **Geißeln** kommen nur vereinzelt vor und dienen der Fortbewegung von Zellen außerhalb eines Gewebeverbandes, wie z. B. die Schwanzfäden der Spermien. **Cilien** (Flimmerhaare, Kinocilien) sind klein und bedecken eine Zelloberfläche als dichter Besatz. Sie transportieren durch koordinierten Wimperschlag Partikelchen entlang der Organoberfläche (z. B. Schleimhaut der Atmungsorgane, Eileiter).

Die meisten Zellen besitzen zwei paarig gelagerte Zentralkörperchen, **Centriolen**. Während der Zellteilung bilden die Centriolen die Spindelfasern aus (*siehe 1.2*).

1.1.4 Zellkern

Der **Zellkern** (Nucleus) wird von der **Kernmembran** begrenzt. Er enthält das **Karyoplasma**. Besonders große Zellen wie Skelettmuskelzellen haben mehrere Zellkerne.

Die Kernmembran steht in unmittelbarer Verbindung zum ER. Sie ist eine Doppelmembran, weist jedoch Poren auf, welche den Austausch zwischen Zellkern und Cytoplasma ermöglichen (Abb. 1-1). Das Kerninnere enthält im Karyoplasma in Form der Desoxyribonukleinsäure (DNA) die genetische Information (*siehe 1.5.1*). Außerhalb der mitotischen Zellteilung (*siehe 1.2.1*), d. h. in der Ruhezustandphase der Zellen, liegen die DNA-Moleküle als lange, dünne Fäden vor, die als **Chromatin** bezeichnet werden. (Abb. 1-1; 1-5). Die Chromatinfäden knäueln sich während der Mitose auf und bilden Chromatiden bzw. die **Chromosomen**. Fast alle Körperzellen besitzen einen doppelten (**diploiden**) Satz von Chromosomen. Die **Geschlechtszellen** (Spermien und Eizellen) haben im Gegensatz zu den restlichen Körperzellen nur einen einfachen Satz an Chromosomen, sie sind **haploid**. Als Werte für den diploiden Chromosomensatz werden für Pferde 64, für Rinder und Ziegen 60 und für Schweine 38 Chromosomen angegeben.

Außer dem Chromatin bzw. den Chromosomen finden sich im Karyoplasma ein oder mehrere Kernkörperchen (Nucleoli). Die Kernkörperchen haben die Aufgabe, Ribonukleinsäure zu bilden, die für die Proteinsynthese im Cytoplasma benötigt wird.

1.2 Zellteilung

Voraussetzung für die Entwicklung von Geweben und Organen ist die Teilung der befruchteten Eizelle. An die **Zellteilung** schließt sich in der Regel eine Spezialisierung der Zellen an, sie differenzieren.

Stammzellen sind **Körperzellen**, die sich noch nicht bzw. nicht vollständig spezialisiert haben, d.h., aus ihnen können potenziell alle Zellarten (z.B. Epithelzellen oder Bindegewebszellen) entstehen. Stammzellen sind in der Lage, ständig neue, organspezifische **Tochterzellen** zu erzeugen und sich dabei selbst zu erhalten. Wozu sich die Tochterzellen entwickeln, hängt im Wesentlichen von dem Milieu ab, in dem sie sich befinden. Die Zellen der ersten Teilungsstadien der befruchteten Eizelle sind totipotent, d.h., sie haben die Fähigkeit, sich zu allen anderen Zelltypen zu entwickeln. Diese Zellen werden als **embryonale Stammzellen** bezeichnet.

Auch im erwachsenen Organismus finden sich noch Stammzellen. Deren Entwicklungsmöglichkeiten sind allerdings begrenzt. So können sich aus den Stammzellen der Blutzellen im Knochenmark nur die verschiedenen Blutzellen entwickeln.

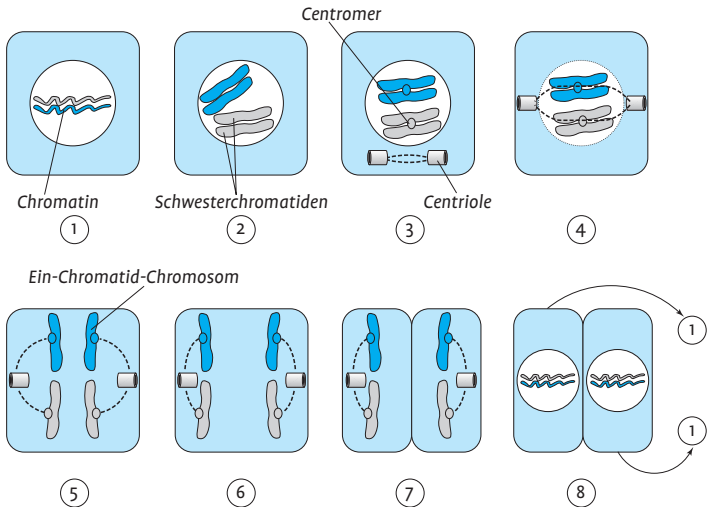
Auch die ausdifferenzierten Zellen innerhalb eines Gewebeverbandes und Organs haben weiter die Fähigkeit, sich zu teilen. Es entstehen aber immer nur gleichartige Tochterzellen. Eine Teilung von differenziertem Gewebe ist z.B. notwendig, um Defekte und Schäden zu reparieren (= **Regeneration**). Die Regenerationsfähigkeit ist unterschiedlich groß. Die Zellen des Epithelgewebes sowie der Binde- und Stützgewebe haben eine sehr gute Regenerationsfähigkeit. Beim Muskelgewebe ist sie geringer und beim Nervengewebe ist sie nicht oder nur in geringem Maße gegeben.

Die Zellteilung schließt die Kopie und Weitergabe der genetischen Information an die Tochterzellen ein. Hierbei unterscheidet man **Mitose** und **Meiose**. Bei der Mitose wird jede Tochterzelle wie die Mutterzelle mit einem doppelten Chromosomensatz ausgestattet, bei der Meiose erhält jede Tochterzelle nur den einfachen Chromosomensatz. Voraussetzung für beide Arten der Zellteilung ist die fehlerfreie und identische **Verdopplung der DNA**. Der genaue Ablauf der DNA-Replikation ist in Abb. 1-14 dargestellt.

1.2.1 Mitose

In ihrem **Zellzyklus** durchschreitet die Zelle verschiedene Phasen. ① Frühe **Interphase** (die Nummerierung bezieht sich auf Abbildung 1-5). Die Interphase ist die Phase höchster Stoffwechselaktivität. In der frühen Interphase wächst die Zelle zunächst. Das Erbmaterial liegt ungeordnet in langen, gewundenen Fäden vor (Chromatin). ② Mittlere **Interphase**. In der mittleren Interphase spiralisieren sich die Chromatinfäden. Die DNA verdoppelt sich (Replikation), zwei identische **Schwesterchromatiden** werden aufgebaut. Hieran schließt sich eine kurze Ruhephase an. ③ **Prophase**. Mit der Prophase beginnt die eigentliche Mitose. In der Prophase ordnet sich das Erbmaterial, Chromosomen werden sichtbar. Innerhalb eines Chromosoms sind die Schwesterchromatiden durch das **Centromer** miteinander verbunden. Außerhalb des Zellkerns fangen die Centriolen an, Spindelfasern auszubilden. Die Spindelfasern stellen später (siehe ⑤/⑥) die eigentlich treibenden Kräfte der Zellteilung dar. ④ **Metaphase**. In der Metaphase ordnen sich die Chromosomen in der Äquatorialebene an. Es werden noch mehr Spindelfasern ausgebildet, die Kernmembran beginnt sich aufzulösen. ⑤ **Anaphase**. Die Schwesterchromatiden eines Chromosoms werden getrennt. Je ein Schwesterchromatid wird zu den Polen der Zelle gezogen. ⑥ Frühe **Telophase**. Die Chromosomen sind an den Polen der Zelle. Jedes Chromosom besteht nur noch aus einem Chromatid (= Ein-Chro-

Abb. 1-5
Phasen der Mitose.
Erläuterungen des Ablaufs
der Mitose im Text.



matid-Chromosom). ⑦ Späte **Telophase**. Die Zelle schnürt sich ein und teilt sich. Es entstehen zwei Tochterzellen. ⑧ **Interphase**. Sie verläuft wie unter ① dargestellt.

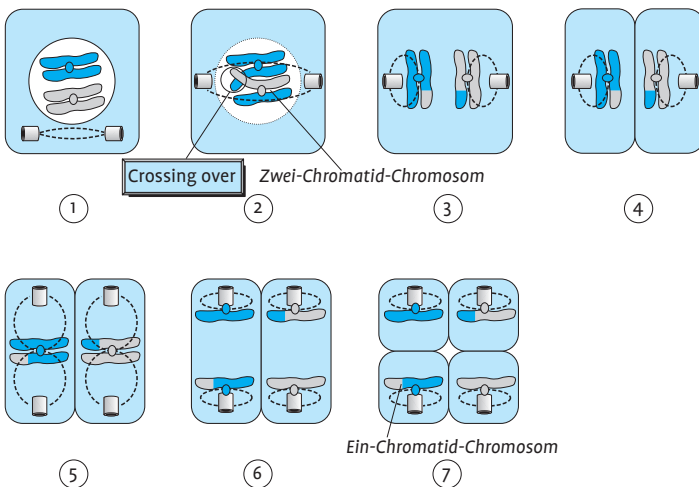
1.2.2 Meiose

Die **Meiose** ist einer Sonderform der Mitose, die nur bei **Geschlechtszellen**, d. h. Spermien und Eizellen, stattfindet. Da sich bei der geschlechtlichen Vermehrung die Kerne einer väterlichen Samenzelle und der mütterlichen Eizelle vereinigen, ist es erforderlich, vor der Befruchtung den **diploiden** Chromosomensatz zu reduzieren, d. h. Geschlechtszellen in Zellen mit **haploidem** Chromosomensatz umzugestalten. Man bezeichnet die Meiose deshalb auch als **Reduktionsteilung**. Erst wenn zwei haploide Kerne bei der Befruchtung verschmelzen, wird wieder ein diploider Chromosomensatz erreicht.

Kennzeichen der Meiose sind zwei aufeinander folgende Reifeteilungen. In der ersten Reifeteilung gleichen die Phasen der Meiose anfangs denen der Mitose. So wächst die Zelle in der frühen **Interphase**. In der mittleren Interphase verdoppelt sich die DNA. Aus der Interphase gehen die Zellen über in die ① **Prophase** (die Nummerierung bezieht sich auf Abb. 1-6). Auch die Prophase der Meiose gleicht derjenigen der Mitose (Abb. 1-5). Chromosomen werden sichtbar. ② **Metaphase I**. In der Metaphase ordnen sich die Chromosomen in der Äquatorialebene an. Die gleichartigen

Abb. 1-6

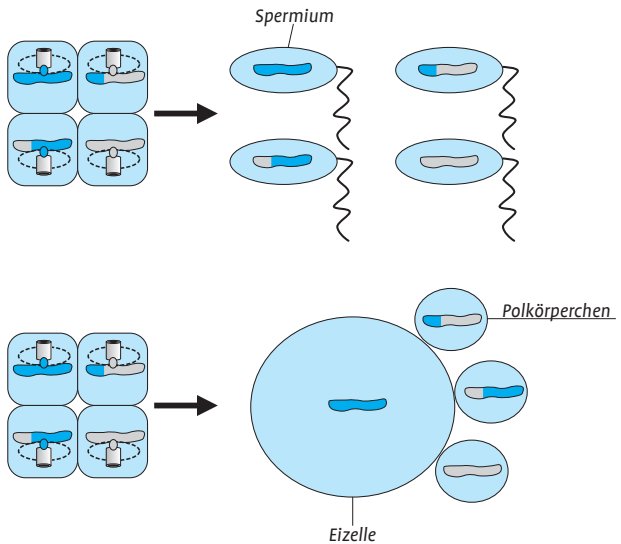
Phasen der Meiose. Die Strukturen entsprechen denen in Abb. 1-5. Erläuterungen des Ablaufs der Meiose im Text.

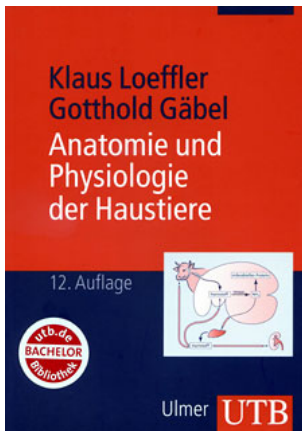


Chromosomen des doppelten Chromosomensatzes legen sich eng aneinander und umschlingen sich (Chromosomenpaarung). An bestimmten Haftungspunkten werden Erbinformationen zwischen mütterlichem und väterlichem Chromosomensatz ausgetauscht (Crossing over). In der Abbildung 1-6 ist nur ein homologes Chromosomenpaar aus mütterlichem (weiß) und väterlichem (grau) Erbsatz gezeichnet. ③ **Anaphase I.** Im Unterschied zur Mitose trennen sich jetzt nicht die Chromatiden, sondern die Chromosomenpaare. ④ **Telophase I.** Die Chromosomen sind an den Polen lokalisiert (jedes Chromosom besteht jetzt aus zwei Chromatiden; Mitose dagegen: Ein-Chromatid-Chromosom). Die Zelle teilt sich, es entstehen zwei Tochterzellen.

An diese erste Reifeteilung schließt sich eine zweite Reifeteilung ähnlich der bei der Mitose an, d. h., es erfolgt eine Trennung der Chromatiden. ⑤ **Metaphase II.** Die Metaphase II leitet die zweite Reifeteilung ein. Die Chromosomen lagern sich in der Äquatorialebene der Zelle an. ⑥ **Anaphase II.** Jedes Chromosom wird in seine Chromatiden getrennt. ⑦ **Telophase II.** Die Zellen teilen sich. Aus der ursprünglichen Zelle sind jetzt vier unterschiedliche Tochterzellen mit einem haploiden Chromosomensatz entstanden, bestehend aus Ein-Chromatid-Chromosomen. Je nach Art der Urgeschlechtszellen entwickeln sich aus den vier Zellen

Abb. 1-7
Entwicklung männlicher
und weiblicher
Geschlechtszellen nach
der Meiose.





Loeffler / Gäbel

[Anatomie und Physiologie der Haustiere](#)

448 Seiten, kart.
erschienen 2009



Mehr Homöopathie Bücher auf www.narayana-verlag.de