

**Leseprobe**

# Berater/-in für Pferdefütterungs- management (IST-Zertifikat)

**Studienheft**

## Anatomie und Physiologie

**Autor**

**Dr. Michael Hagemann**

**Überarbeitet von**

**Dr. Veronika Klein**

### Lernorientierung

Nach Bearbeitung dieses Kapitels sind Sie in der Lage,

- grundlegende Kenntnisse der allgemeine Zytologie wiederzugeben,
- die Histologie der Grundgewebetypen zu nennen,
- den allgemeinen Aufbau und die spezielle Histologie von Magen- und Darmwand darzustellen,
- die Nomenklatur in der Anatomie zu benennen,
- Aufbau und Funktion von Muskulatur, Knochen und Gelenken zu verstehen.

## 1.1 Zellen- und Gewebelehre (Zytologie und Histologie)

Die klassische Anatomie befasst sich mit dem makroskopischen, d. h. mit bloßem Auge sichtbaren, Aufbau der Bestandteile des Körpers. Betrachtet man diese jedoch detaillierter, d. h. unter Zuhilfenahme der Mikroskopie, so bezeichnet man dies als mikroskopische Anatomie. Sie befasst sich mit der **Zellenlehre** (Zytologie) sowie der **Gewebelehre** (Histologie).

### 1.1.1 Zytologie

Die Zelle ist der **kleinste lebende Baustein des Körpers**. Sie ist unter anderem zu Teilung und Wachstum fähig und zeichnet sich in unterschiedlichster Ausprägung durch ihre Stoffwechselaktivitäten aus. Verschiedene Zelltypen unterscheiden sich voneinander durch eine Vielzahl von funktionellen und baulichen Besonderheiten. Durch den Zusammenschluss identischer Zellen zu einem Zellverband entstehen ein Gewebe und schließlich ein bestimmtes Organ. Trotz der Vielzahl unterschiedlicher Zelltypen (z. B. zur Fotosynthese befähigte Zelle im Blattgewebe der Pflanze und tierische Muskelzelle), liegt allen ein einheitlicher Bauplan zugrunde (vgl. Abb. 1 „Zelle“).

QV



## 1. Anatomische Grundlagen

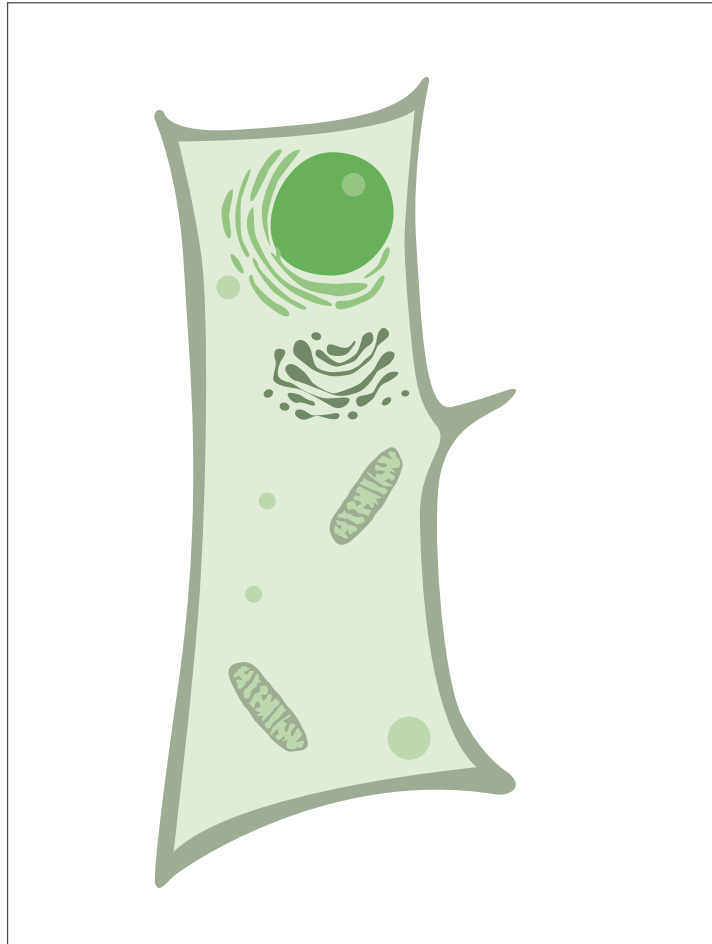


Abb. 1 Zelle  
(in Anlehnung an SALZMANN 1983, S. 284)

Eine von der Zellmembran (Abb. 1, ①) umgebene Zelle besteht aus dem Zellleib (Zytoplasma) (Abb. 1, ②), in dessen löslicher Matrix (Grundplasma, Zytosol) zahlreiche Organellen und Einschlüsse eingelagert sind. Im Zytoplasma vollziehen sich die Vorgänge des Zellstoffwechsels, der Zellatmung und des Energieumsatzes. Hierbei wirken die Matrix und die Organellen funktionell zusammen. Sämtliche Bestandteile einer Zelle wirken synergistisch und bestimmen erst in ihrer Gesamtheit die Funktionen einer Zelle (vgl. LIEBICH 1999, S. 2 ff.).

## Zellmembran (Abb. 1, ①)

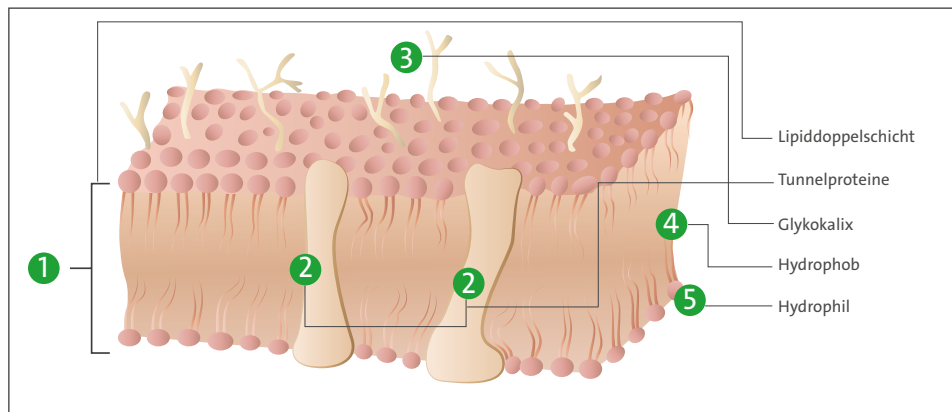


Abb. 2 Zellmembran  
(in Anlehnung an RUTHMANN 1995, S. 8)

Alle Zellmembranen (Abb. 1, ①) bestehen aus einer Doppelschicht sogenannter **Lipide** (Abb. 2, ①). Lipide sind die Grundbausteine der Fette und besitzen einen Wasser abstoßenden (hydrophoben, [Abb. 2, ④]) sowie einen Wasser bindenden (hydrophilen, [Abb. 2, ⑤]) Teil. Träfe ein einzelnes Lipidmolekül auf die Wasseroberfläche, würde der Wasser bindende Teil ins Wasser einsinken, während der Wasser abstoßende Teil in die Luft ragte. Mehrere dieser Moleküle würden als Film auf der Oberfläche treiben. Unter der Wasseroberfläche bildet sich eine Doppelschicht aus zwei dieser Filme, indem ihre Wasser bindenden Enden nach außen und die Wasser abstoßenden Teile nach innen gewandt sind. Zusammen bilden sie eine Dicke von etwa 7 nm. Die einzelnen Lipide innerhalb der Zellmembran sind nicht etwa starr fixiert, sondern verändern stetig ihre Position. Diesen Umstand bezeichnet man als **Membranfluidität** und hat eine große Bedeutung für alle Transportvorgänge innerhalb der Zelle. Eingebaut in die Lipiddoppelschicht sind unterschiedliche Eiweiße, sogenannte Proteine (Abb. 2, ②)(vgl. Tab. 2 „Grundgewebetypen“). Sie erfüllen die unterschiedlichsten Funktionen und machen in der Zellmembran etwa 50 %, in der Mitochondrienmembran etwa 70 % der Trockenmasse aus.

**Transportvorgänge  
innerhalb der Zelle**

QV

## 1. Anatomische Grundlagen

**Glykokalyx** Einige dieser Proteine durchdringen die Lipiddoppelschicht in ihrer gesamten Dicke und ermöglichen den Stofftransport durch die Zellmembran. Sie werden **Tunnelproteine** (Abb. 2, ②) genannt. Einige Lipide und Proteine der Zellmembran beherbergen einen Zuckeranteil aus den verschiedensten Zuckern. Dieser ist der Außenseite der Zellmembran zugewandt und wird als **Glykokalyx** (Abb. 2, ③) bezeichnet. Die Zellmembran verdankt ihre biochemische Individualität der Glykokalyx, denn die verschiedensten Zuckeranteile ermöglichen eine ungeheure Vielfalt von Kombinationen. Allgemein kann man ihr eine Rolle beim Erkennen von Zellen und Molekülen zuschreiben. Beispielsweise erlaubt die Glykokalyx auf der Oberfläche roter Blutkörperchen ihre Unterteilung in verschiedene Blutgruppen. Auch kann die Bindung bestimmter Moleküle an eine entsprechende Membranoberfläche (Schlüssel-Schloss-Prinzip) eine Signalwirkung für die gesamte Zelle besitzen. So führt z. B. ein bestimmter Botenstoff nach seiner Bindung an eine entsprechende Struktur auf der Oberfläche von Muskelzellen zu einer Kette von Ereignissen, die letztlich in der Kontraktion der Muskelzelle gipfeln (vgl. RUTHMANN 1995, S. 4 ff.).

### Zellkern (Abb. 1, ③)

Die wichtigste Organelle stellt der Zellkern (Nukleus) dar. Dieser dient der zentralen Steuerung sämtlicher funktionaler Aktivitäten einer Zelle und ist Träger der Erbinformation, des sogenannten genetischen Materials. Im Zellkern wird in den Fäden der Desoxyribonukleinsäure (DNS) der Chromosomen die genetische Information gespeichert und bei **stoffwechselaktiven Prozessen** der Zelle aktiviert.

Der Zellkern ist das Rechenzentrum in der Zelle. Er steuert zentral die Ausbildung des arteigenen Eiweißes und der Enzyme. Als Träger der Erbanlagen speichert er die genetische Information. Mikroskopisch betrachtet stellt er einen kugeligen Körper dar, welcher von einer Doppelmembran umgeben ist. Innerhalb des Kerns befinden sich, eingebettet in eine eiweißhaltige Flüssigkeit, den Kernsaft, Nukleinsäuren (Desoxyribonukleinsäure [DNS]; Ribonukleinsäure [RNS]), welche mit einfachen Eiweißen, den Histonen zu komplexen Strukturen verbunden sind. Weitere Strukturen werden erst sichtbar, wenn der Zellkern im Zuge der Zellvermehrung eine Teilung (Mitose) durchmacht. Hierbei werden fadenförmige Gebilde, die Chromosomen, sichtbar. Unter mehrfacher Einschraubung verkürzen und verdicken sie sich, sodass sie mikroskopisch sichtbar werden. Ein Chromosom besteht aus zwei spiralig und parallel verlaufenden DNS-haltigen Fäden. Eine Einschnürungsstelle, das Zentromer, teilt sie in zwei ungleich lange Arme. Körperzellen enthalten stets eine gerade Anzahl von Chromosomen, die aus gleichen Chromosomenpaaren bestehen (vgl. SALZMANN 1983, S. 285 f.).

### Mitochondrien (Abb. 1, 4)

Mitochondrien sind teilungsfähige, relativ eigenständige Zellorganellen und dienen der Zellatmung. Je nach Zelltyp kann eine Zelle mehrere Tausend Mitochondrien besitzen. Mitochondrien besitzen zwei Membranen. Die Innere ist stark gefaltet und verästelt, um ihre Oberfläche zu vergrößern. Diese Falten bezeichnet man auch als Cristae. Unter **Zellatmung** versteht man den Verbrauch von Sauerstoff unter Bildung von Kohlendioxid. Die hierbei freigesetzte Energie wird zur Synthese von Adenosintriphosphat (ATP) aus Adenosindiphosphat (ADP) gebraucht (vgl. RUTHMANN 1995, S. 18 f.). Die in ATP gespeicherte Energie ist die direkte Energiequelle für die Muskelarbeit. Mitochondrien werden daher auch gern als „Kraftwerke der Zellen“ bezeichnet.

### Golgi-Apparat (Abb. 1, 5)

Der Golgi-Apparat besteht aus scheibenförmig aufeinanderliegenden Gruppen von Zisternen (Diktyosomen), welche an ihren Rändern zu Bläschen erweitert sind. Diese lösen sich von Zeit zu Zeit zu Vakuolen ab. Zu den Aufgaben des Golgi-Apparates zählen **Sekretion** und **Zellexkretion**. Dabei empfängt er Proteine vom endoplasmatischen Retikulum und modifiziert diese weiter. So erfährt der Golgi-Apparat im Drüsengewebe des Euters eine wichtige Aufgabe bei der Exkretion der Milch (vgl. SALZMANN 1983, S. 289).

### Endoplasmatisches Retikulum (Abb. 1, 6)

Das endoplasmatische Retikulum (ER) ist das umfangreichste Membransystem der Zelle. Es durchzieht große Teile der Zelle wie ein Netzwerk feinsten Kanälchen und steht dabei sowohl mit der Zellmembran als auch mit der Zellkernmembran in Verbindung (vgl. SALZMANN 1983, S. 288). Man unterscheidet das glatte ER vom rauen ER. Während das glatte ER der Hauptort für die **Synthese von Fettsäuren und Membranlipiden** ist, synthetisiert das raue ER **Proteine**. Diese Proteine werden von Membranen umhüllt und gelangen so über das Zytoplasma an diverse Zellstandorte, an denen sie gebraucht werden (vgl. RUTHMANN 1995, S. 13 f.).

## 1. Anatomische Grundlagen

### Vakuolen (Abb. 1, 7)

Vakuolen sind kleine, von einer Membran umschlossene Kompartimente innerhalb der Zelle. Ihr Inhalt kann dabei völlig unterschiedlich sein. So existieren z. B. Speichervakuolen für Fette oder andere Substanzen. Andere Vakuolen werden vom ER oder Golgi-Apparat ausgeschieden und enthalten z. B. synthetisierte Membranlipide oder Eiweiße.

Folgende Abbildung zeigt noch mal eine Übersicht über die wichtigsten Eigenschaften der Zellorganellen:

Zellorganelle	Eigenschaft
Zellkern	Speicherung der Erbinformation, Steuerung der Proteinsynthese
Mitochondrium	Zellatmung („Kraftwerk“)
Golgi-Apparat	Sekretion und Exkretion
Endoplasmatisches Retikulum	Produktion von Lipiden und Proteinen
Vakuolen	Speicherort, Transportvesikel

Tab. 1 Übersicht über die wichtigsten Eigenschaften der Zellorganellen (eigene Abbildung)

### 1.1.2 Histologie

Gewebe stellen Zellverbände dar, die aus strukturell und funktionell gleichartigen Einzelzellen zusammengesetzt sind. So besteht die Haut z. B. aus vielen Hautzellen. Ein weiteres wichtiges Gewebemerkmale ist die gleichgerichtete Synthese der Einzelzellen. Gewebezellen produzieren zum einen feste Stoffe (z. B. Knochen und Knorpel), zum anderen auch Flüssigkeiten (z. B. Blutplasma, Lympheflüssigkeit). Gewebe erfüllen eine Vielzahl von Funktionen. Dem entsprechend werden sie in die vier Gewebegrundtypen (vgl. Abbildung Tab. 2 „Grundgewebetypen“) Epithel-, Binde- bzw. Stütz-, Muskel- und Nervengewebe unterteilt (vgl. LIEBICH 1999, S. 35).

QV

Grundgewebetypen
Epithelgewebe
Binde- und Stützgewebe
Muskelgewebe
Nervengewebe

Tab. 2 Grundgewebetypen (in Anlehnung an LIEBICH 1999, S. 35)

### 1.1.2.1 Histologie von Knorpel und Knochen

Knorpel und Knochen bilden die wesentlichen Elemente des **Stützgewebes** und entstammen dem gleichen embryonalen Zelltyp. Knorpel- bzw. knochenbildende Zellen werden Chondro- bzw. Osteoblasten genannt. Diese wiederum wandeln sich in differenzierte Reifestadien, die Knorpel- und Knochenzellen (Chondro- und Osteozyten), um.

Knorpelgewebe zeichnet sich durch ein hohes Maß an **Druckelastizität** aus. Dies beruht im besonderen Maße darauf, dass viele Kollagenfasern im Knorpelgewebe enthalten sind. Das am häufigsten vorkommende Knorpelgewebe ist der hyaline (glasige) Knorpel (vgl. Abb. 3 „Hyaliner Knorpel“). Er bildet z. B. die Grundlagen des embryonalen Knorpelskeletts, die Gelenkknorpel, die Rippenknorpel oder die Knorpel der Atemwege. Während der noch junge hyaline Knorpel bläulichweiß erscheint, verfärbt er sich mit dem Alter gelblich. Er setzt sich aus den Knorpelzellen (Chondrozyten [Abb. 5, 2]) und der Interzellulärsubstanz (Abb. 5, 1) zusammen, welche von den Chondrozyten synthetisiert wird. Diese Interzellulärsubstanz wiederum besteht zum größten Teil aus Kollagenfasern und dem Schmierstoff Glykosaminoglykanen. Die Kollagenfasern liegen gemäß der auftretenden Druck- und Zugbelastungen geordnet vor. Eine Besonderheit des ausgereiften Knorpelgewebes ist, dass es sich nach einer Verletzung nicht ausreichend regenerieren kann, da der Knorpel nicht durchblutet ist. An seiner Stelle entsteht dann eine bindegewebige Narbe (vgl. LIEBICH 1999, S. 69 ff.). Knorpelschäden führen zu Lahmheit mit schlechter Heilungsaussicht.

Hyaline Knorpel

QV



#### Hinweis

Den Schmierstoff „Glykosaminoglykan (GAG)“ findet man häufig Zusatzfutter, die die Gelenkstabilität fördern sollen. Der im Handel am häufigsten verwendete Stoff ist „Adequan“. Wissenschaftlich könnte allerdings bislang keine signifikante Veränderung bei ausgewachsenen Pferden festgestellt werden.