




**MEHR  
ERFAHREN**



Zellbiologie und Stoffwech-  
Neurobiologie · Ökologie



**Biologie-KOMPAKT 1**

Oberstufe



**STARK**

# Inhalt

Vorwort

## Zellen und Stoffwechsel ..... 1

<b>1 Zellen: Struktur- und Funktionseinheiten aller Organismen</b> .....	<b>1</b>
1.1 Struktureinheit „Zelle“ .....	1
1.2 Zelltypen .....	3
1.3 Stoffliche Zusammensetzung von Zellen .....	6
1.4 Zellbestandteile .....	11
1.5 Zellteilungen .....	17
1.6 Transportvorgänge .....	19
<b>2 Stoff- und Energiewechsel</b> .....	<b>23</b>
2.1 Lebende Organismen als energetische Systeme .....	23
2.2 Biokatalyse durch Enzyme .....	24
2.3 Stoffwechselformen .....	29
2.4 Fotosynthese .....	30
2.5 Zellatmung .....	41
2.6 Gärungen .....	44



## Nerven, Sinne und Hormone ..... 47

<b>3 Nerven und Nervensysteme</b> .....	<b>47</b>
3.1 Nervenzellen .....	47
3.2 Erregungsleitung am Axon .....	49
3.3 Erregungsleitung an Synapsen .....	54
3.4 Nervensysteme .....	60
3.5 Bau und Funktionen des Zentralnervensystems .....	61
3.6 Erkrankungen des Nervensystems .....	68
<b>4 Rezeptoren und Sinnesorgane</b> .....	<b>69</b>
4.1 Rezeptoren .....	69
4.2 Das Wirbeltierauge .....	70



4.3	Verarbeitung von Informationen im Gehirn .....	75
4.4	Weitere Sinnesorgane .....	77
5	<b>Hormone</b> .....	78
5.1	Hormonwirkung und -regulation .....	78
5.2	Regulation des Blutzuckerspiegels .....	81
5.3	Stressreaktionen .....	83

## Ökologie ..... 85

6	<b>Ökosysteme und Umweltfaktoren</b> .....	85
6.1	Biotope und abiotische Umweltfaktoren .....	86
6.2	Biozönosen und biotische Umweltfaktoren .....	93
6.3	Populationsdynamik .....	96
6.4	Ökosysteme .....	101
7	<b>Mensch und Umwelt</b> .....	110
7.1	Anthropogene Wirkungen auf die Umwelt .....	110
7.2	Globale Umweltprobleme .....	112
7.3	Umwelt- und Naturschutz .....	114



## Stichwortverzeichnis ..... 119

**Autor:** Hans-Dieter Triebel

### Hinweise:

- Die entsprechend gekennzeichneten Kapitel enthalten ein **Lernvideo**. An den jeweiligen Stellen im Buch befindet sich ein QR-Code, den Sie mithilfe Ihres Smartphones oder Tablets scannen können.



Im Hinblick auf eine eventuelle Begrenzung des Datenvolumens wird empfohlen, dass Sie sich beim Ansehen der Videos im WLAN befinden. Haben Sie keine Möglichkeit, den QR-Code zu scannen, finden Sie die Lernvideos auch unter:

<http://qrcode.stark-verlag.de/94718V>

- Die mit (2) gekennzeichneten Verweise auf weitere relevante Textstellen beziehen sich auf den Band **Biologie-KOMPAKT 2** (Genetik und Entwicklung, Immunbiologie, Evolution, Verhalten; Verlags-Nr. 94719V).

# Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

die Bände Biologie-KOMPAKT 1 und 2 (Verlags-Nr. 94719V) bieten Ihnen eine kompakte, aber gleichzeitig präzise und umfassende Darstellung des Unterrichtsstoffs der Biologie. Die Bücher eignen sich daher sowohl ausgezeichnet für den Schulalltag, parallel zu Ihren persönlichen Aufzeichnungen, als auch zur effektiven Vorbereitung auf Klausuren und das Abitur.

- Alle relevanten Fakten und Zusammenhänge stehen Ihnen damit **schnell und übersichtlich** zur Verfügung.
- Wichtige **Fachbegriffe** sind **farbig** hervorgehoben.
- Die Inhalte werden durch zahlreiche verständliche und schnell erfassbare **Grafiken, Diagramme und Schemata** veranschaulicht.
- Das **umfangreiche Stichwortverzeichnis** ermöglicht Ihnen die gezielte Suche nach bestimmten Begriffen und Inhalten.
- **Querverweise** erleichtern das Auffinden von themenübergreifenden und vertiefenden Darstellungen.

Zu ausgewählten Themen gibt es **Lernvideos**, in denen wichtige biologische Zusammenhänge dargestellt werden. An den entsprechenden Stellen im Buch befindet sich ein QR-Code, den Sie mithilfe Ihres Smartphones oder Tablets scannen können.



Ich wünsche Ihnen Freude an der Biologie und diesem Band und vor allem viel Erfolg auf dem Weg zum Abitur!

*Hans Dieter Triebel*

Hans-Dieter Triebel



# Nerven, Sinne und Hormone

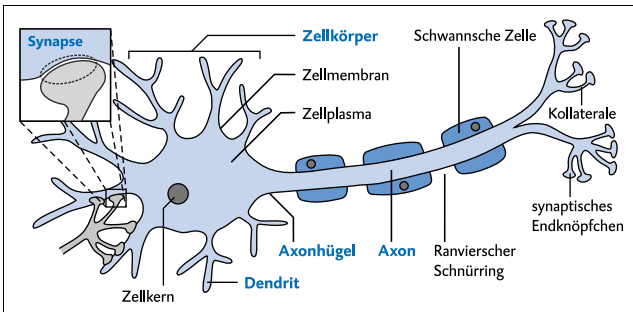
## 3 Nerven und Nervensysteme

Die Weiterleitung von Informationen aus der Umwelt und aus dem Organismus selbst in Form von **elektrischer Erregung**, ihre Verarbeitung und Speicherung ist bei Tier und Mensch an Nervenstrukturen gebunden. Diese bestehen aus spezialisierten Zellen, den **Nervenzellen (Neuronen)**, und sind in einem mehr oder weniger komplexen Nervensystem organisiert.

### 3.1 Nervenzellen (Neuronen)

#### Grundbauplan der Nervenzelle

Trotz teilweise starker Unterschiede hinsichtlich Größe, Zellkörperanordnung, Verzweigung etc. verfügen alle Nervenzellen über einen gemeinsamen Grundbauplan.



Aufbau eines Wirbeltierneurons

Jedes Neuron besitzt einen **Zellkörper** (Soma, Perikaryon), der fast alle strukturellen Bestandteile einer „normalen“ Zelle wie Zytoplasma, Zellkern, Mitochondrien usw. enthält. Da Zentriolen fehlen, ist die Nerven-

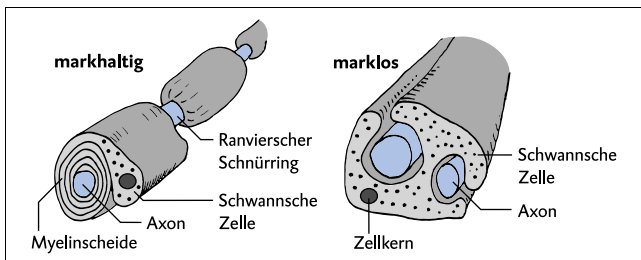
zelle nach der Embryonalentwicklung **nicht mehr teilungsfähig**. Der Zellkörper weist Verzweigungen auf. Die meist kürzeren Fortsätze, die Erregungen als elektrische Impulse zum Soma hinleiten, heißen **Den-driten**. Das **Axon** (auch: **Neurit**) ist ein Fortsatz, der oft aus einem leicht verdickten Anfangsbereich, dem **Axonhügel**, entspringt, und der Erregungen vom Soma weiterleitet. Am Ende der Axonverzweigungen (**Kollaterale**) befinden sich **synaptische Endknöpfchen**, an denen die Erregungen mithilfe von chemischen Botenstoffen, den Transmit-tern, auf andere Nerven- oder Muskelzellen übertragen werden (**Syn-apse**; siehe S. 54 ff.).

### Myelinisierte vs. nicht-myelinisierte Nervenfasern

Sogenannte Gliazellen umgeben das Axon, um es zu schützen, zu stützen, mit Nährstoffen und Sauerstoff zu versorgen und gegen die Umgebung zu isolieren. Eine spezielle Form der Gliazellen, die außer-halb von Gehirn und Rückenmark vorkommt, sind die **Schwannschen Zellen**. Das Axon mitsamt der es wie ein Schlauch umgebenden Schwannschen Zellen wird als **Nervenfasern** bezeichnet. Dabei lassen sich zwei Typen von Nervenfasern unterscheiden:

- **Markhaltige (myelinisierte) Nervenfasern:** Die meisten Wirbel-tieraxone sind markhaltige Axone, das bedeutet, sie sind von einer **Myelinscheide** (auch: **Markscheide, Schwannsche Scheide**) umhüllt, die aus der übereinandergewickelten Zellmembran der Schwannschen Zellen besteht. Durch das Myelin wird das Axon sehr effektiv isoliert.

Zwischen den einzelnen Schwannschen Zellen liegen kurze Axon-bereiche frei, die als **Ranviersche Schnürringe** bezeichnet werden. Hier ist das Axon folglich nicht isoliert.



Nervenfasertypen

- **Marklose (nicht-myelinisierte) Nervenfasern:** Die Axone von Wirbellosen, aber auch die Axone in Teilen des Nervensystems der Wirbeltiere (vegetatives Nervensystem, siehe S. 66 f.) können zwar auch von SCHWANNschen Zellen umgeben sein, sind aber nicht wie oben beschrieben umwickelt und weisen auch keine Schnürringe auf. Sie besitzen meist einen größeren Durchmesser.

## 3.2 Erregungsleitung am Axon

Als **Erregung** wird jede Änderung des Membranpotenzials an einer Nervenzelle bezeichnet. Das Membranpotenzial ist die elektrische Spannung, die durch die ungleiche Verteilung verschiedener Ionen (Ladungsträger) und damit elektrischer Ladungen innerhalb und außerhalb der Zelle entsteht. Man spricht von einer **Potenzialdifferenz (Ladungsdifferenz)** und vom **Membranpotenzial**.

### Ruhepotenzial

Vergleicht man mithilfe von Mikroelektroden die elektrische Ladung des Zellplasmas mit der des extrazellulären Milieus, so ist bei den meisten Zellen das Zellinnere negativ geladen. Nicht erregte Nervenzellen weisen eine Potenzialdifferenz von durchschnittlich etwa  $-70$  mV zum extraplasmatischen Raum auf. Diese Potenzialdifferenz wird als **Ruhepotenzial (RP)** bezeichnet.

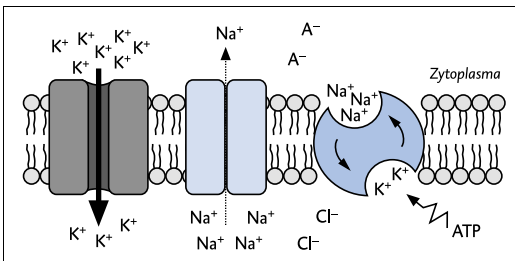
Die Ursache des in einem **dynamischen Gleichgewicht** befindlichen RPs liegt in der selektiven Permeabilität der Biomembran aufgrund der unterschiedlichen Beweglichkeit und des selektiven Transports von Ionen von einer Seite der Membran auf die andere begründet. Daraus ergibt sich eine **unterschiedlichen Verteilung der Ionen** auf beiden Membranseiten:

Ion	Konzentration im Zytoplasma (mmol/L)	Konzentration im Extrazellulärraum (mmol/L)
Na <sup>+</sup>	12	145
K <sup>+</sup>	155	4
andere Kationen	0	5
A <sup>-</sup>	155	0
Cl <sup>-</sup>	4	120

Im Zellinneren befinden sich große Mengen an Kalium-Kationen ( $K^+$ ; positiv geladen) und an organischen Anionen ( $A^-$ ; negativ geladene Aminosäuren/Proteine), während außerhalb der Zelle Natrium-Kationen ( $Na^+$ ) und Chlorid-Anionen ( $Cl^-$ ) dominieren.

Im unerregten (Ruhe-)Zustand liegen in der Membran eines Axons viele ständig geöffnete Kaliumionenkanäle und geschlossene Natrium- und Chloridionenkanäle vor. Für organische Anionen ist die Zellmembran gar nicht durchlässig. Obwohl für alle Ionen ein **Konzentrationsgefälle** besteht, können sich daher nur die Kaliumionen durch die Membran bewegen. Aus der Zelle strömen so lange Kaliumionen dem Konzentrationsgefälle folgend aus, bis die zunehmende positive Ladung außen und die gleichermaßen zunehmende negative Ladung innen dies nicht weiter zulassen. Dem Bestreben nach **Konzentrationsausgleich** wirkt also das Bestreben nach **Ladungsausgleich** entgegen. Folglich stellt sich ein **Gleichgewicht** ein, das bei einer Potenzialdifferenz von etwa  $-70\text{ mV}$  liegt, und bei dem der Kaliumionenausstrom genauso groß ist wie der -einstrom. Das Ruhepotenzial entspricht weitgehend diesem Kalium-Gleichgewichtspotenzial.

Da Biomembranen aber nie vollständig „ionendicht“ sein können, findet immer auch eine langsame Diffusion der übrigen Ionen statt. Vor allem der **Natriumionen-Leckstrom** vom Zelläußeren ins Zellinnere ist relevant. Die Ladungen auf beiden Seiten der Membran würden sich dadurch mit der Zeit angleichen und das Ruhepotenzial würde sinken. Um das Ruhepotenzial trotzdem aufrechtzuerhalten, pumpt die **Natrium-Kalium-Pumpe** unter Verbrauch von ATP-Energie jeweils entgegen ihrem Konzentrationsgefälle gleichzeitig drei Natriumionen nach außen und zwei Kaliumionen nach innen.

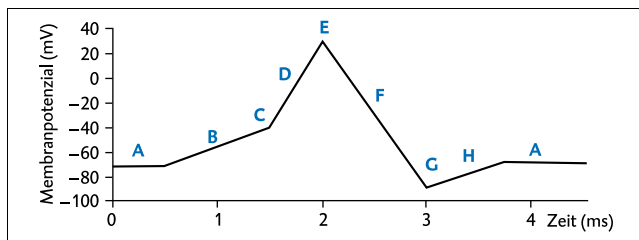


Ionenströme im Ruhezustand und die Natrium-Kalium-Pumpe



## Aktionspotenzial

Die Informationsübermittlung über Neuronen erfolgt durch zeitlich und räumlich begrenzte Umkehrungen der Polarität ihrer Membran. Diese als **Aktionspotenziale (AP)** bezeichneten und immer gleich ablaufenden **Erregungswellen** lassen sich in folgende Phasen einteilen:



- A** Erhaltung des **Ruhepotenzials** durch die Natrium-Kalium-Pumpe.
- B** Spannungsabhängige Natriumkanäle werden durch einen **Reiz** geöffnet. Dadurch strömen  $\text{Na}^+$ -Ionen in die Zelle und **depolarisieren** („entladen“) so die Membran bis zu einem bestimmten **Schwellenwert** (Membranpotenzial wird positiver).
- C** Nach Überschreiten des Schwellenwerts (bei einem **überschwelligen Reiz**) wird ein AP ausgelöst. Wird der Schwellenwert nicht erreicht (unterschwelliger Reiz), fällt das Membranpotenzial wieder auf den Ruhewert zurück.  
**Alles-oder-Nichts-Gesetz:** Ein Aktionspotenzial wird entweder vollständig ausgelöst oder gar nicht.
- D** Durch positive Rückkopplung – je stärker die Depolarisation, desto mehr Natriumkanäle werden geöffnet, was das Membranpotenzial wiederum weiter anhebt usw. – erfolgt ein massenhaftes Einstromen von  $\text{Na}^+$ -Ionen in die Zelle, das schließlich zur **Ladungsumkehr** (Umpolung) führt (Depolarisation auf ca. +30 mV).
- E** Die Amplitude des AP ist bei baugleichen Zellen unabhängig von der Erregungsstärke immer gleich groß (Alles-oder-Nichts-Gesetz).
- F** Die spannungsgesteuerten Natriumkanäle schließen sich und dafür öffnen sich ebenfalls spannungsgesteuerte Kaliumkanäle. Die dadurch massenhaft ausströmenden  $\text{K}^+$ -Ionen heben schnell die negative Außenladung auf, sodass das Membranpotenzial wieder umgekehrt wird (**Repolarisation**).



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

**STARK**