

NORBERT W. HOPF  
ILLUSTRIERT VON BORIS KRAUB

# BIOLOGIE macchiato

CARTOONKURS FÜR SCHÜLER UND STUDENTEN



2. Auflage

ALWAYS LEARNING

PEARSON

Norbert W. Hopf  
Illustriert von Boris Krauß

# Biologie macchiato

Cartoonkurs für Schüler und Studenten

**PEARSON**

---

Higher Education

München · Harlow · Amsterdam · Madrid · Boston  
San Francisco · Don Mills · Mexico City · Sydney

a part of plc Pearson worldwide

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Die Informationen in diesem Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Warennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt. Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Herausgeber dankbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Die gewerbliche Nutzung der in diesem Produkt gezeigten Modelle und Arbeiten ist nicht zulässig.

Fast alle Produktbezeichnungen und weitere Stichworte und sonstige Angaben, die in diesem Buch verwendet werden, sind als eingetragene Marken geschützt. Da es nicht möglich ist, in allen Fällen zeitnah zu ermitteln, ob ein Markenschutz besteht, wird das ® Symbol in diesem Buch nicht verwendet.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

15 14 13

ISBN 978-3-86894-180-7

© 2013 by Pearson Deutschland GmbH,

Martin-Kollar-Str. 10-12, D-81829 München

Alle Rechte vorbehalten

[www.pearson.de](http://www.pearson.de)

A part of Pearson plc worldwide

Programmleitung: Birger Peil, [bpeil@pearson.de](mailto:bpeil@pearson.de)

Lektorat: Irmgard Wagner, [irmwagner@t-online.de](mailto:irmwagner@t-online.de)

Fachlektorat: Professor Dr. Armin Lude, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Biologie und ihre Didaktik

Korrektorat: Petra Kienle, Fürstenfeldbruck

Herstellung: Martha Kürzl-Harrison, [mkuerzl@pearson.de](mailto:mkuerzl@pearson.de)

Satz: m2 design, Sterzing, [www.m2-design.org](http://www.m2-design.org)

Druck und Verarbeitung: GraphyCems, Villatuerta

Printed in Spain

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	8
<b>Die Prinzipien des Lebens</b>	
Leben oder Nichtleben – das ist hier die Frage .....	14
<b>Zellstrukturen</b>	
Die Zelle im Flug.....	22
Die Mikroskopie.....	22
Die Zellwand.....	23
Aufbau von Zellmembranen .....	25
Transport durch Diffusion und Osmose.....	27
Spezifischer Transport .....	29
Die Zellorganellen .....	31
Zellorganellen mit einer Membran.....	34
Differenzierung und Organisationsformen von Zellen .....	38
Zelldifferenzierung bei eukaryontischen Zellen.....	39
<b>Genetik</b>	
Mit Allelen und Chromosomen auf Wanderschaft.....	42
Die Mendelschen Regeln.....	43
Chromosomenmerkmale in Bewegung.....	50
Mitose – die einfache Kernteilung .....	52
Meiose – die Reduktionsteilung.....	55
Die humane Seite: Genetik beim Menschen .....	62
Genetik der Bakterien .....	64
Die Konjugation.....	71
Die Transduktion.....	73
<b>Stoffwechsel</b>	
Alles im Fluss .....	78
Sieben Kategorien des Stoffwechsels.....	79
Grundmoleküle des Lebens .....	86
Aufbau der DNA und ihre Verdopplung (Replikation).....	89
Proteinbiosynthese.....	92

**Regulation und Hormone**

Kontrolle ist besser ..... 98  
 Hormone beim Menschen und anderen Warmblütern ..... 98  
 Die molekulare Seite der Hormone ..... 103  
 Regulation der Genaktivität..... 109

**Entwicklungsbiologie**

Teile dich und werde ..... 118  
 Die ungeschlechtliche Fortpflanzung ..... 118  
 Die geschlechtliche Fortpflanzung ..... 121  
 Embryonalentwicklung beim Mensch und Tier..... 125  
 Was steuert die Entwicklung? ..... 130

**Immunbiologie**

Angriff und Verteidigung ..... 134  
 1. Phase: Die Erkennungsphase..... 138  
 2. Phase: Die Differenzierungsphase..... 139  
 3. Phase: Die Wirkungsphase ..... 142  
 4. Phase: Die Abschaltphase..... 143

**Neurobiologie**

Reine Nervensache ..... 148  
 Mit welchen Organen können wir Sinneseindrücke empfangen? 148  
 Wie erfolgt die Weiterleitung von Reizen?..... 151  
 Was passiert mit Reizinformationen? ..... 158

**Verhaltensbiologie**

Gang, Summ, Blubb..... 162

**Ökologie**

Ich, wir, alle..... 172  
 Die abiotischen Umweltfaktoren ..... 174  
 Die biotischen Umweltfaktoren ..... 181  
 Die Ökologie der Populationen..... 186  
 Ökosysteme ..... 190

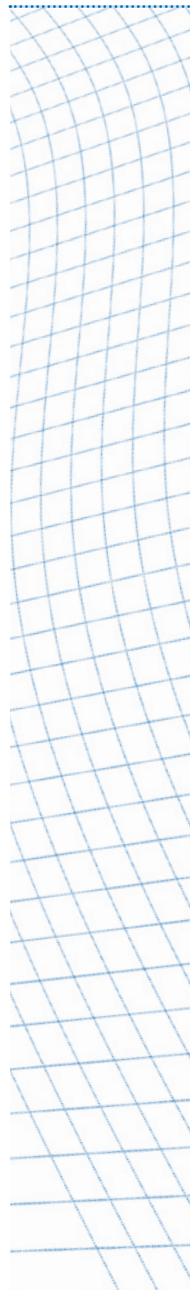
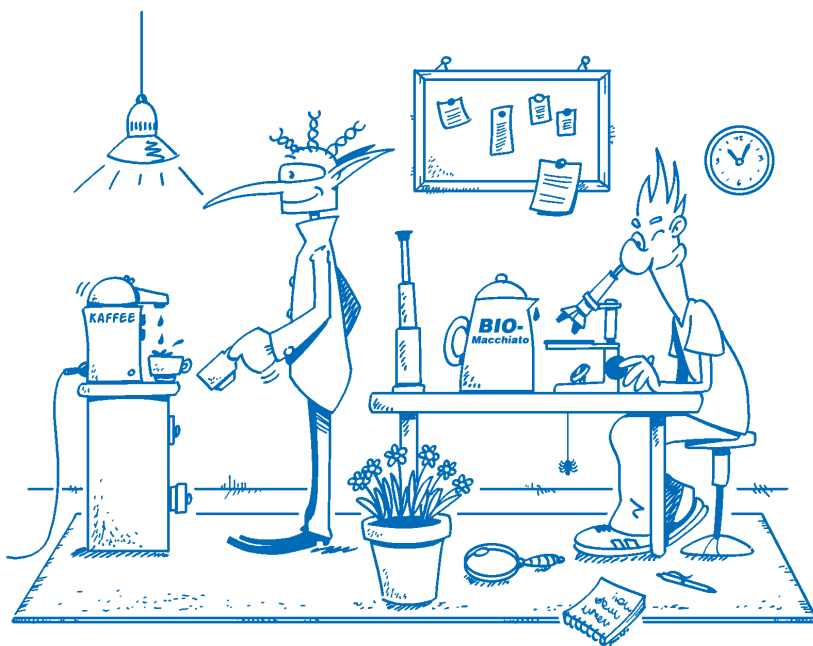
**Evolutionsbiologie**

Wer sich ändert, bleibt ..... 196  
 Die Systematik – das Ordnungssystem der Lebewesen ..... 196  
 Die Evolution ..... 199

Literaturhinweise ..... 213

Stichwortverzeichnis ..... 215

# Bevor wir richtig anfangen...



# Vorwort

## Warum Sie sich auf dieses Biologiebuch freuen dürfen

Nicht jeder kann oder mag den Espresso in seiner konzentrierten, abgebrühten Art genießen. Als *Latte macchiato* kann das Kaffeekonzentrat mit luftig leichtem Milchschaum auch bei empfindlicheren Mägen sein anregendes Aroma entfalten. Vorbei sind die Zeiten, in denen die *Latte macchiato* als Kultgetränk nur den lebenslustigen Mitteleuropäern vorbehalten war. In diesem Sinne erschließt *Biologie macchiato* endlich in der bewährten Macchiato-Reihe das Wissenskonzentrat der Biologie mit einem kräftigen Schuss Unterhaltung und erweckt die Lust auf die Welt des Lebens.

## Folgende Erfolgsrezepte werden dabei wieder aufgegriffen:

Ziel ist es, dem Leser das Grundwissen der Biologie auf eine leicht verständliche und zugleich humorvolle Art näherzubringen.

Die behandelten Kapitel sind Grundlagen des Gymnasialstoffs und bilden für Studierende eine wichtige Basis für den Einstieg in entsprechende Studienfächer.

Wesentliche Inhalte werden mit Cartoons verdeutlicht. Lustige Cartoonfiguren begleiten den Leser durch das Buch. Witzige Pointen lockern nicht nur den Stoff auf, sondern setzen Merkbojen im Meer der ungeprägten Neuronen.

Dieses Buch versteht sich als biologischer Aperitif und soll Lust wecken, den Stoff zu festigen oder sogar noch weiter in die Materie einzudringen.

## Wer das Buch geschrieben hat

Der Autor, Norbert W. Hopf, lehrt seit 1991 als Hochschulprofessor im Grünen Campus Weihenstephan in Freising. Seine Fachgebiete sind die Mikrobiologie, die Umweltbiotechnologie und der internationale Naturschutz. Es macht ihm Freude, neue Ansätze zu entwickeln, mit denen nüchternes Fachwissen zugleich interessant, humorvoll und bleibend vermittelt werden kann.

## Mit wem Sie es hier zu tun haben

So wie die Gene alles über das Leben „wissen“, ist es die Rolle des gelehrten Genius, uns schlau durch die vorliegenden Kapitel der Biologie zu begleiten. Immer dabei ist sein Freund Plasmaticus. Plasmaticus ist gelehrt und sucht gern den spielerischen Freiraum.

## Für wen oder wofür dieses Buch gedacht ist

*Biologie macchiato* ist für jeden ein Muss, der den Erwerb von Biologiewissen mit Spaß und Unterhaltung verbinden möchte.

Biologie macchiato ergänzt den Biologieunterricht. Es sorgt endlich für den einen oder anderen Aha-Effekt – auch für die Abi-Vorbereitung. Es eignet sich für den Prüfungskandidaten und auch das „Begleitpersonal“ kann profitieren.

Die Lektüre erleichtert Studierenden den Einstieg in entsprechende Lehrveranstaltungen an Hochschulen.

Selbst die, die sich in der Biologie als „alte Hasen“ wähen, werden ihr Fachgebiet von einer erfrischend anderen und neuen Seite kennenlernen.

Allerdings: *Biologie macchiato* ersetzt kein curriculares Biologielehrbuch und kann und will auch nicht mit den Stichwortabhandlungen mehrbändiger Abiturhilfen in Wettbewerb treten.

## Danke!

Zunächst ein großes Dankeschön an Boris Krauß, der die Bildideen des Autors in hervorragender Weise in die vorliegenden Illustrationen umgesetzt hat. Seine kreative und humorvolle Art führte dabei zu vielen Bereicherungen und Feinschliffen. Boris Krauß ist selbstständiger Illustrator sowie ausgebildeter Grafik-Designer (BORIS KRAUSS Creative-office [www.boris-krauss.de](http://www.boris-krauss.de))

Danke an den Verlag Pearson Studium, der die Rahmenbedingungen geschaffen hat, mit denen die Biologie endlich im „Phänotyp“ eines echt humorvollen Lehrbuchs vorliegen kann – insbesondere Frau Irmgard Wagner (Lektorat) und Frau Petra Kienle (Korrektorat).



Ein herzliches Dankeschön meiner Frau Dorothee für ihre immer motivierende Neugier auf das werdende Druckwerk und für viele, tolle Bildideen. Folgende Testleser prüften dankenswerterweise Teile des Manuskripts: Neffe Johannes (der Schüler), Frau Hedi Schuhn (die Gymnasiallehrerin) und Herr Dr. Holger Michael (der Biowissenschaftler).

Viel Spaß bei der Eroberung der biologischen Welt.

High life!

wünschen Genius, Plasmaticus und

*Norbert W. Hopf*

## Vorwort zur zweiten Auflage

Die macchiato-Reihe erfreut sich großer Beliebtheit.

*Auch Biologie macchiato* erscheint nun in komplett neuem Design. Wichtiges ist in Kästchen gesetzt. Piktogramme erleichtern den Überblick und das Blättern, wenn Sie wichtige Grundlagen suchen. Das Buch will ein täglicher Begleiter sein, in dem Sie nachsehen können und auf leichte und humorvolle Art zu einem Aha-Erlebnis kommen. Dadurch wird Ihnen das Lernen für die Schule, die Vorbereitung für das Abitur oder der Einstieg in ein Studium erleichtert.

### Hier eine Übersicht über die Piktogramme:

**Rufzeichen** – Dieses Zeichen hebt einen besonders wichtigen Merksatz hervor.

**Auge** – Das Auge deutet an, dass man sich diesen Abschnitt genauer ansehen sollte.

**Buch** – Es macht auf weiterführende Informationen aufmerksam, die für eine Vertiefung des Stoffs interessant sind.

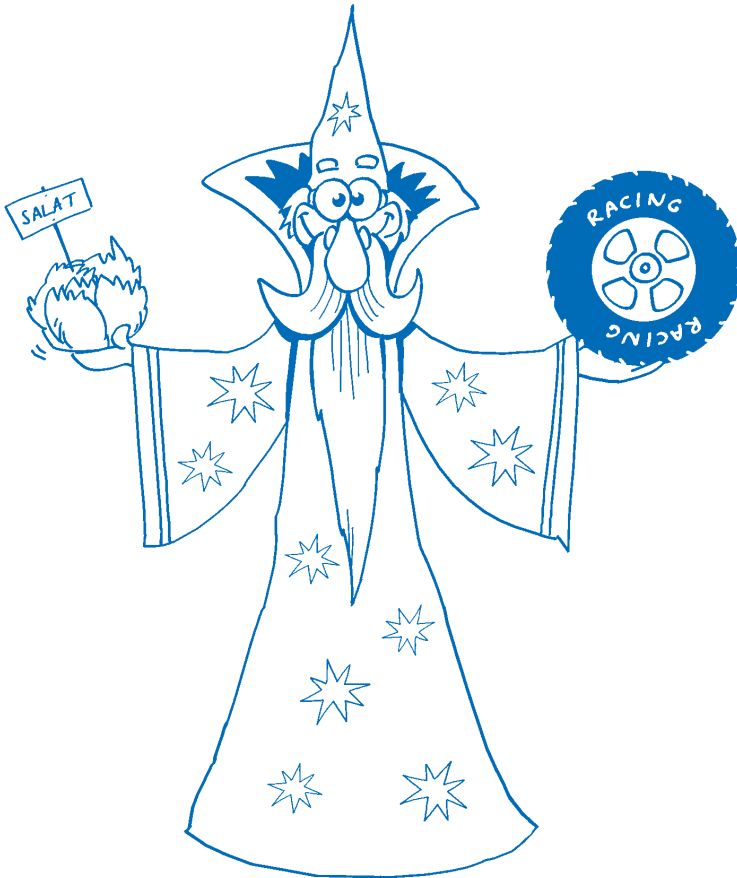
**Internet** – Sie finden im Internet auf der Website zum Buch unter [www.pearsonstudium.de](http://www.pearsonstudium.de) die Titelbilder der einzelnen Kapitel zum Herunterladen





# Leben oder Nichtleben das ist hier die Frage

1



# Die Prinzipien des Lebens

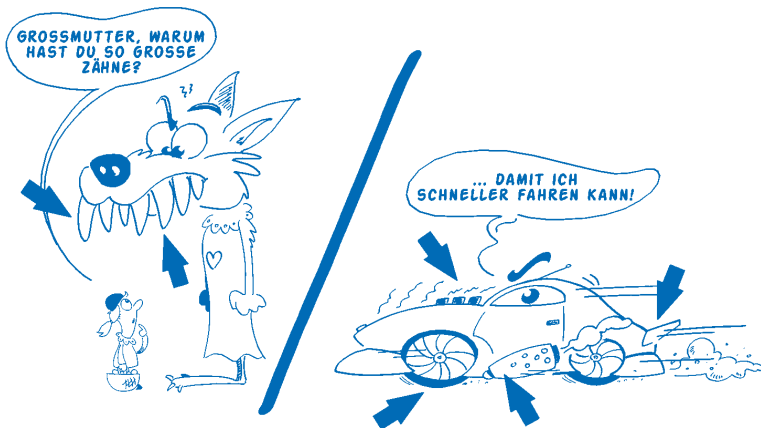
## Leben oder Nichtleben – das ist hier die Frage

Biologie ist die Wissenschaft vom Leben. Sie ergründet die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Lebewesen. Eine wichtige Entdeckung machte Mitte des 17. Jahrhunderts der Engländer Robert Hooke. Nachdem er sich ein einfaches Mikroskop konstruiert hatte, beobachtete er, dass pflanzlicher Kork aus lauter einzelnen Zellen zusammengesetzt ist – ähnlich wie die Bausteine einer Bienenwabe. Die Zelle gilt heute als die kleinste lebensfähige Einheit.

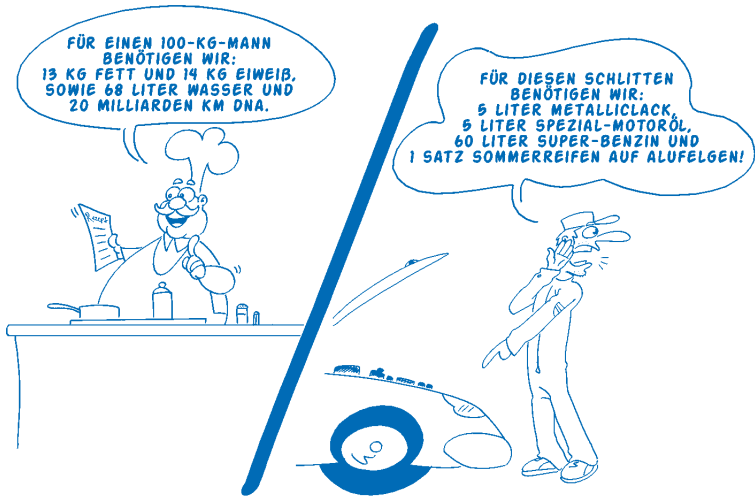
Lebewesen: Welches sind ihre charakteristischen Eigenschaften? Was grenzt Leben von unbelebter Materie ab?



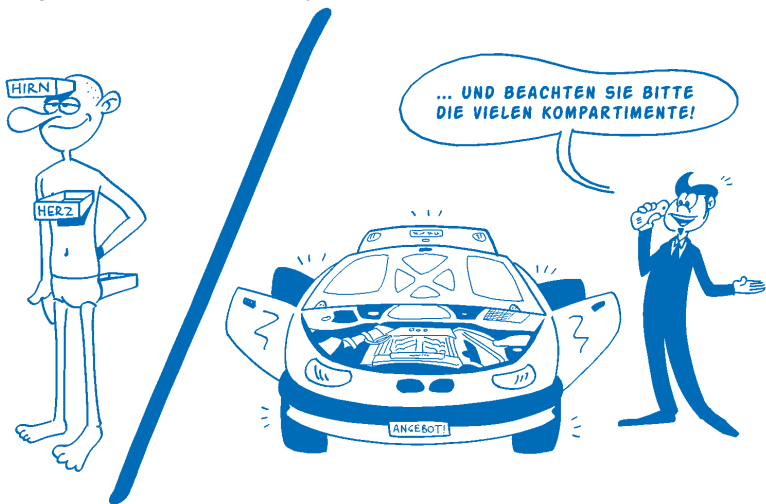
**Struktur und Funktion:** Leben ist in unterschiedlichen Ebenen organisiert. In den kleinsten Dimensionen klären wir die Form von Molekülen und ihre Zusammenlagerung auf. Mithilfe eines Elektronenmikroskops sehen wir, wie sich Biomoleküle innerhalb einer Zelle zu Strukturen ordnen. Diese Strukturen werden als Organellen bezeichnet. In einer höheren Organisationsebene können wir mit einem Lichtmikroskop beobachten, wie sich Zellen mit gleichen Eigenschaften zu Geweben zusammenfügen. Organe wiederum werden durch den Zusammenschluss verschiedener Gewebetypen charakterisiert. Gleichartige Organismen wirken in Populationen. Schließlich liegen uns Ökosysteme vor, wenn verschiedenartige Lebewesen in Lebensgemeinschaften zusammenwirken: Egal, welche Ebene des Lebens wir betrachten, immer offenbaren sich uns faszinierende Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion als passende Einheiten.



**Bau- und Inhaltsstoffe der Zelle:** Das Leben hat die Welt der chemischen Moleküle revolutioniert. In biochemischen Stoffwechselwegen schafft sich das Leben neue Moleküle, die in der unbelebten, anorganischen Chemie nicht existieren: Lipide, Kohlenhydrate, Proteine, Nukleinsäuren und Vitamine. Das Leben benötigt diese Biomoleküle, damit sie die spezifischen Aufgaben in der molekularen Welt des Lebens übernehmen. Biomoleküle machen Leben erst möglich und umgekehrt.



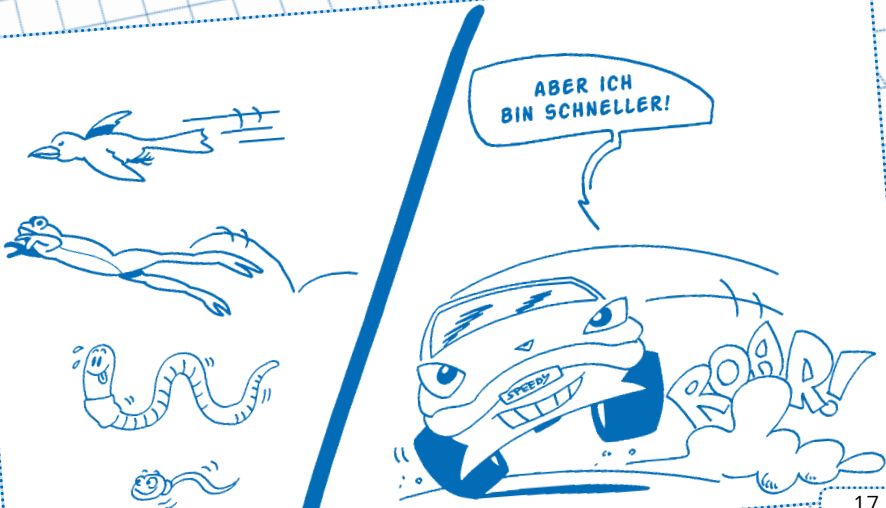
**Kompartimentierung:** Leben benötigt Abgrenzung. Damit gebildete Strukturen geschützt werden und spezialisierte Stoffwechsellvorgänge zum Tragen kommen, müssen sie räumlich getrennt werden. Dies gilt für das Innere von Zellen, für die Organismen mit ihren verschiedenen Organen und auch für Ökosysteme.



**Stoffwechsel zur Energie- und Stoffumwandlung:** Lebende Strukturen lassen sich nur schaffen und einsetzen, wenn Energie zur Verfügung steht. Verschiedene Stoffwechselmechanismen und Umsetzungen sind verwirklicht, um die Energie des Sonnenlichts, die chemische Energie aus anorganischen Substanzen oder die in Biomolekülen zwischengelagerte Bindungsenergie zu nutzen.



**Bewegung:** Bewegung bei Tieren lässt sich leicht beobachten. Bewegung als Veränderung zum Ort findet auch statt, wenn Zellen wachsen oder sich teilen.

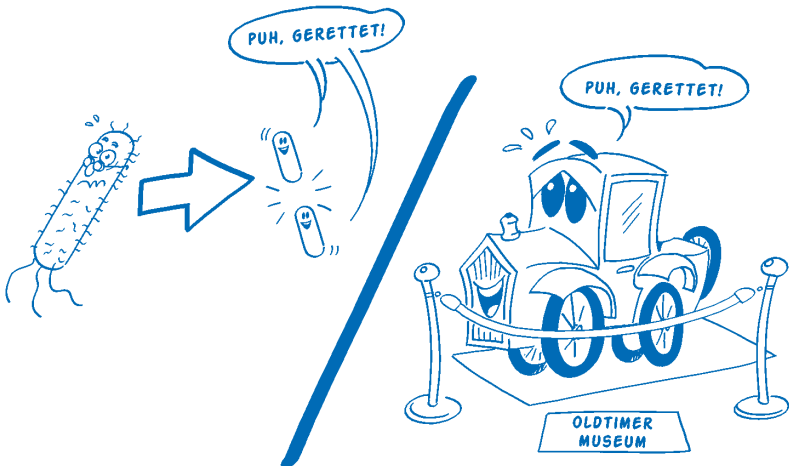




**Information und Kommunikation:** Zellen und Organismen nehmen Signalstoffe oder Reize von außen auf. Solche Informationen ändern den Stoffwechsel und können bei höheren Organismen auch gespeichert werden.



**Altern und Tod:** Keine Zelle ist unsterblich. Höhere Organismen vergehen im programmierten Zelltod, um ihren Fortpflanzungsprodukten Platz zu machen. Einzellige Organismen können dem Tod entrinnen, wenn sie sich in die Zweiteilung retten.



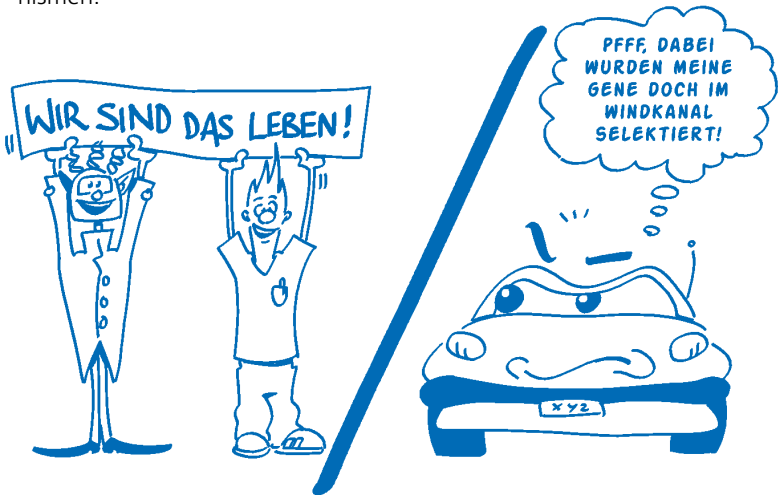
**Regulation:** Zellen und Organismen müssen den Stoffwechsel und ihre Reaktionen gemäß äußeren Zuständen steuern und regulieren. Damit wird auf Veränderungen situationsgerecht reagiert und Funktionen bleiben erhalten.



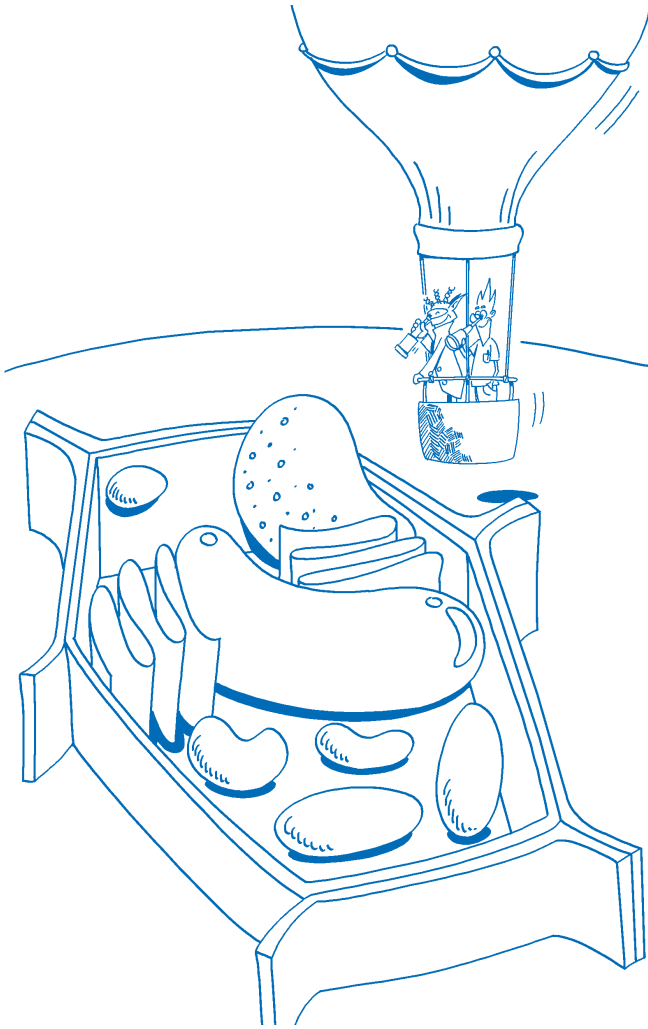
**Geschichte und Verwandtschaft:** Alle Organismen sind in einem etwa vier Milliarden Jahre währenden Entwicklungsprozess aus einem gemeinsamen Ursprung entstanden. Dieser Prozess wird als Evolution bezeichnet.



**Reproduktion und Evolution:** Zellen teilen sich und Organismen durchlaufen ungeschlechtliche oder geschlechtliche Fortpflanzungszyklen. Genetisch identische und genetisch neu entstehende Formen sind im ständigen Wettbewerb um ihre Lebensressourcen. Die Formen, die dabei am besten überleben, haben auch die besten Aussichten, ihre Gene durch Teilung oder Fortpflanzung weiterzugeben. Dieser beständig selektierte Genfluss charakterisiert die Evolution. Sie ist die Quelle für die vergangene und die heutige Vielfalt und Formenfülle an Organismen.



# Die Zelle im Flug



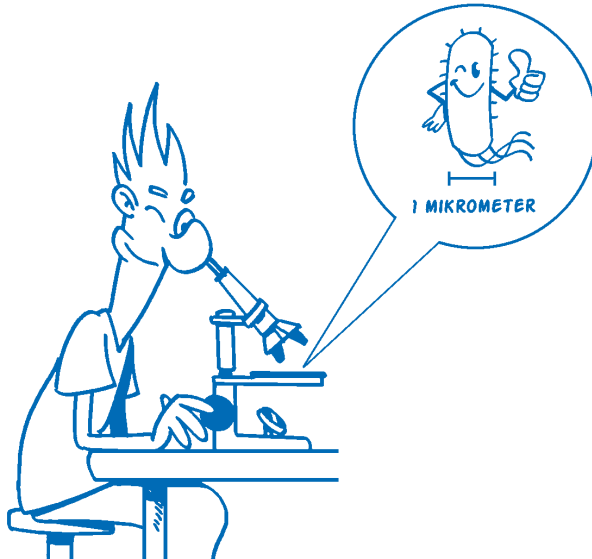
# Zellstrukturen

## Die Zelle im Flug

### Die Mikroskopie

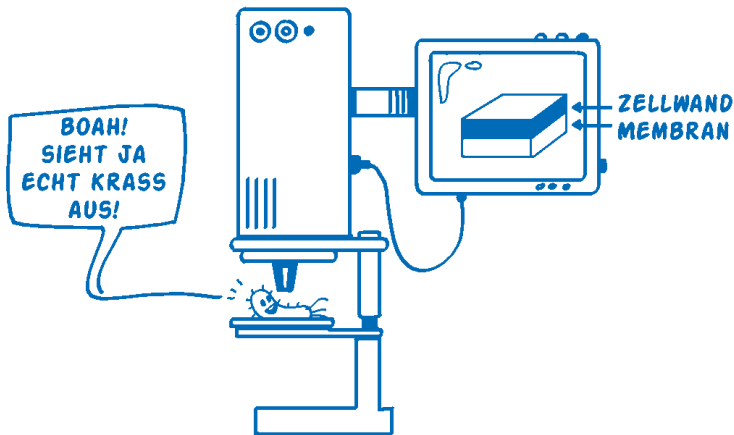
Zellen sind eigentlich immer sehr klein – kleiner als der zehnte Teil eines Millimeters ( $1 \text{ mm} = 1000 \text{ Mikrometer}$ ). Millimeter kennen wir vom Zollstock: Ein Zwei-Meter-Zollstock zeigt 200 Zentimeter und jeder dieser Zentimeter umfasst 10 Striche. Dies ist des Zollstocks kleinster Abstand – es ist ein Millimeter! Der ist mit dem bloßen Auge noch zu erkennen. Falls nicht, wäre es Zeit, einen Optiker zu konsultieren.

Was näher als 250 Mikrometer zusammen liegt, kann unser Auge nicht mehr in seinen Einzelheiten erkennen. Wir benötigen ein optisches Hilfsmittel, beispielsweise eine Lupe oder ein Mikroskop, das uns eine höhere **Auflösung** ermöglicht. Die Auflösung eines Mikroskops ist umso besser, je kleiner der Abstand zwischen zwei Punkten sein darf, damit diese noch getrennt erkannt werden können. Ein **Lichtmikroskop** vergrößert für unser Auge die Sichtbarkeit von kleinen Objekten um den Faktor tausend. Klar, gute Mikroskope sind teuer, aber mit ihnen können wir nicht nur Zellen in ihrer Gestalt erkennen, sondern wir sehen auch die größeren Strukturen in den Zellen.



Hier sind drei beispielhafte Objekte für die Lichtmikroskopie: Ein Kopfhaar ist 70 Mikrometer dick. Eine Zelle unserer Mundschleimhaut ist über 60 Mikrometer groß. Ein Darmbakterium ist 3 Mikrometer lang.

Wenn Objekte kleiner als 0,25 Mikrometer sind, erreicht das Lichtmikroskop seine Auflösungsgrenze. Das Wissen über die physikalischen Bedingungen in der Mikroskopie half, diese Grenze zu überschreiten. An dieser Stelle nur ein Hinweis: Elektronenstrahlen haben eine viel kleinere Wellenlänge als Lichtstrahlen, was eine noch höhere Auflösung ermöglicht. Die höchste Auflösung eines **Elektronenmikroskops** liegt bei 0,2 Nanometer. 1 Mikrometer umfasst 1000 Nanometer (nm). Bei insgesamt 100000-facher Vergrößerung können nun auch die feinsten Strukturen innerhalb von Zellen sichtbar gemacht werden. Zwei Strukturbeispiele, die wir noch näher kennenlernen werden: Unsere Eiweiß synthetisierenden Ribosomen sind kleiner als 30 nm im Durchmesser. Die Membranen, die unsere Zellen umhüllen, sind etwa 7 nm dick.



Mithilfe der Mikroskopie können wir die inneren Strukturen der Zellen entdecken. Schauen wir mal!

### Die Zellwand

Ein Fahrradreifen besteht aus einem Mantel und einem Schlauch. Der Schlauch soll verhindern, dass Luft entweicht. Damit die empfindliche Oberfläche des Schlauchs nicht Schaden nimmt und der Schlauch in Form bleibt, wird er von einem Mantel schützend umhüllt.