

MedAT 2020/21

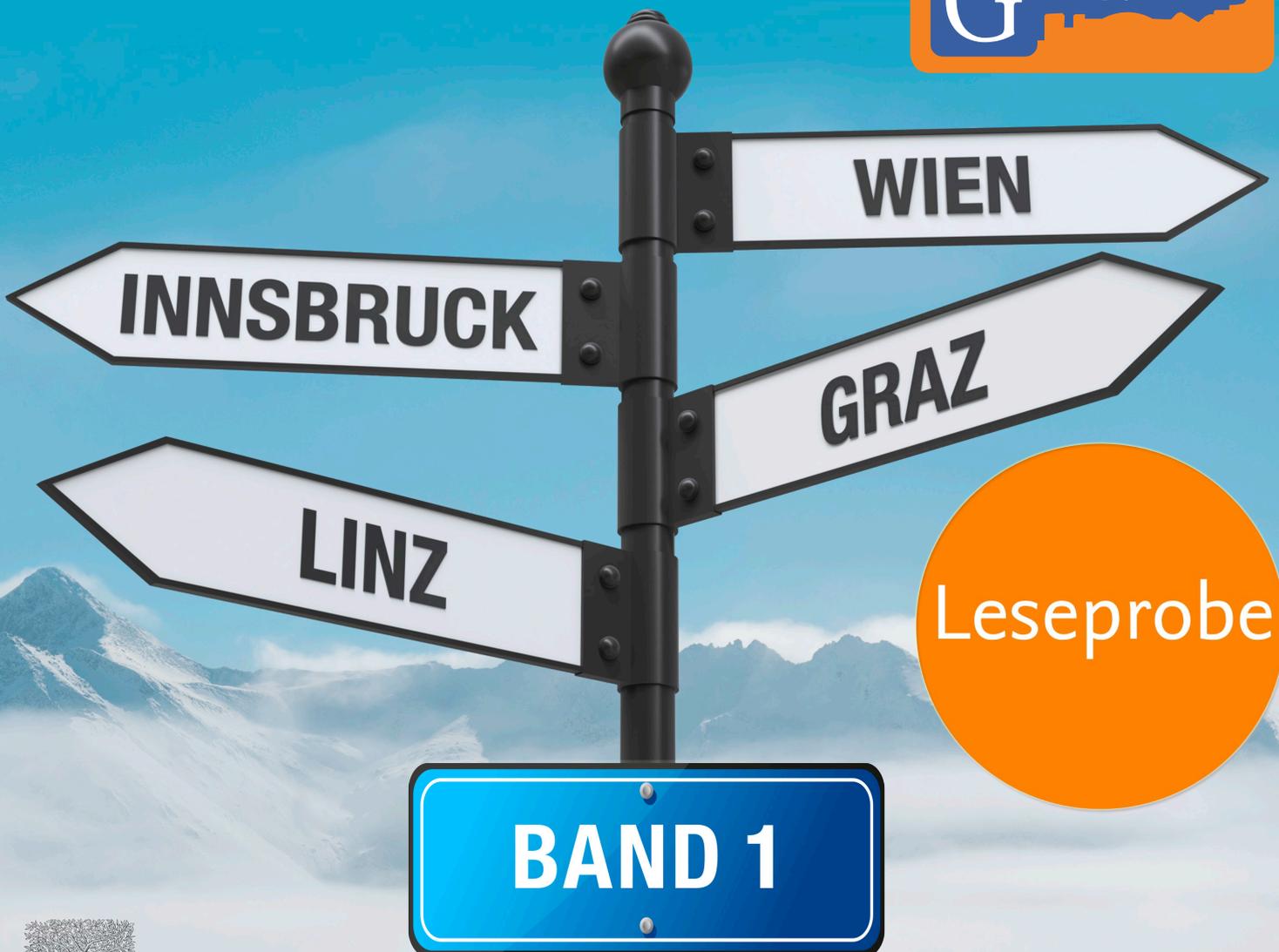
FÜR
HUMAN-
UND ZAHN-
MEDIZIN

Das Lernskript für den BMS

2. korrigierte und aktualisierte Auflage

Tafrali Windisch Barus Hagen

- + Alle Prüfungsinhalte zu Biologie, Physik, Chemie, Mathematik
- + 30-/60-Tage-Lernpläne
- + 2000 Testfragen online auf...



Deniz Tafrali, Paul Yannick Windisch, Flora Hagen

MedAT Humanmedizin/ Zahnmedizin 2020/2021

Band 1

Das Lernskript für den Basiskenntnistest
für Medizinische Studien

2. Auflage

Unter Mitarbeit von Sinan Barus



Buchfeatures

Notizen

1.5 DAS MITOCHONDRION

Abb. 1.10 Struktur des Mitochondrions (und einige Stoffwechselprozesse, die aber vor allem in der Biösche mit wichtig sind).

60-TAGE-LERNPLAN Man könnte sich nun fragen: Unterscheiden sich innere und äußere Membran in ihrer Zusammensetzung? Ja! Die innere Membran enthält **Cardiolipin**, das sonst in den Zellen unseres Körpers nicht vorkommt. Dafür fehlt ihr das Cholesterin, das sich wiederum in allen anderen Membranen findet. Der unterschiedliche Aufbau erklärt auch, warum es für viele Stoffe nicht ganz einfach ist, die innere Membran zu passieren. Hierfür sind oft spezielle Shuttles und Transporter notwendig, wohingegen die äußere Membran dank eingebauter Porene vergleichsweise leicht passiert werden kann.

- Aber was ist mit der DNA der phagozytierten Bakterien passiert? Die gibt es immer noch! Die ist zu dem am Anfang des Buchs erwähnten **eigenen DNA** der Mitochondrien geworden.
- Werden die Mitochondrien wie andere Organellen auch, vor der Zellteilung (Mitose) vermehrt? Die Mitochondrien können sich unabhängig vom Zellzyklus (azyklisch) vermehren.
- Gibt es noch andere Hinweise, dass Mitochondrien mal Prokaryonten waren? Wie wir schon wissen, besitzen Mitochondrien wie auch die Zelle, in der sie vorkommen, Ribosomen. Während unsere eukaryontische Zelle in ihrem Zytoplasma sogenannte **80S-Ribosomen** besitzt, gibt es im Inneren der Mitochondrien **70S-Ribosomen**. Wo findet man ebenfalls 70S-Ribosomen? Richtig, in Bakterien!

MedAT-GEHEIMTIPP Eine gern gestellte Frage zur Zelle ist die nach den Organellen die eine **Doppelmembran** aufweisen. Einem rucht: Neben den **Mitochondrien** hat auch noch der **Zellkern** eine doppelte Membran!

Außerdem gut zu wissen: Spermien enthalten zwar Mitochondrien, die bei der Befruchtung in der Regel jedoch nicht in die Eizelle gelangen (wenn doch, werden sie dort eliminiert). Folglich stammen alle Mitochondrien eines Kindes ausschließlich von seiner **Mutter (maternaler Erbgang)**. Dies wird besonders bei genetischen Defekten, die die mitochondriale DNA betreffen, wichtig.

Die **Hauptaufgabe des Mitochondrions** ist es, durch eine Vielzahl von Stoffwechselwegen, darunter der Citratzyklus, die β -Oxidation der Fettsäuren und die Atmungskette, **Energie in Form von ATP** zur Verfügung zu stellen.

Bis jetzt haben wir den Ursprung und die Synthese von Proteinen, die Modifikationen von Stoffen nach der Translation und die Bereitstellung von Energie für all diese Prozesse behandelt. Doch was machen wir mit chemischen wie biologischen Molekülen, die entweder ihre Arbeit getan haben und nicht mehr benötigt werden oder von vornherein unnütz oder gar schädlich für die Zelle sind? Richtig: Diese Stoffe werden abgebaut.

60-TAGE-LERNPLAN Die 60-Tage-Lernplan-Kästen arbeitet man durch, wenn man unseren 60-Tage-Lernplan anwendet. Hier findet man oftmals Detailwissen, um das Verständnis zu festigen.

GEHEIMTIPP Mit diesem Kasten werden anhand von Erfahrungsberichten früherer Testteilnehmer gezielt Informationen zu Themenschwerpunkten der vergangenen Prüfungen aufgezeigt.

Hier ist Platz für eigene Notizen.

DEFINITIONEN Um einen Text über einen Sachverhalt ganzheitlich verstehen zu können, muss man wissen, was die Begriffe bedeuten, die dieser Text beinhaltet. Dieser Kasten liefert an geeigneten Stellen Definitionen zu Begriffen, die selten geläufig oder kompliziert sind.

EPISCHE ESELSBRÜCKEN Unsere epischen Eselsbrücken sollen durch Merksprüche, Reime, Verbildlichungen und vielem mehr schwer einprägsame Fakten unterhaltsam darbieten, damit man sie sich einfacher merken kann.

VERSTÄNDNIS+ Hier werden komplizierte Themen anhand grundlegender Prinzipien der Naturwissenschaften und mittels einfacher Sprache erklärt, um nachfolgend wichtiges Schlüsselwissen erschließen zu können.

23.5 VITAMINE

Notizen

23.5 Vitamine

DEFINITIONEN Ein **Vitamin** ist ein Stoff, den der Körper zum Überleben benötigt, aber nicht in ausreichendem Maß selbst synthetisieren kann. Das **Enzym** ist ein großes Protein, in Ausnahmefällen auch eine katalytisch aktive RNA bzw. ein Ribozym (s. Kap. 7.2), welches als sogenannter Katalysator eine (bio-)chemische Reaktion beschleunigen kann. Als **Cofaktor** bezeichnet man unterschiedliche Moleküle und Molekülgruppen, die die Gesamtheit haben, dass sie für die Funktion von Enzymen unbedingt notwendig sind.

Sind die essenziellen Aminosäuren also auch Vitamine?
Nein, denn die Nährstoffe gehören definitionsgemäß nicht zu den Vitaminen. Und was ist mit Eisen-Ionen?
Nein, denn bei Vitaminen handelt es sich definitionsgemäß um organische Verbindungen. Gemäß dieser Definition existieren **13 Vitamine**, die in wasser- und fettlösliche Vitamine unterteilt werden (s. Tab. 23.2). Ihr müsst natürlich nicht alle perfekt lernen. Die Vitamine A, D, E und K sind **fettlöslich**, wohingegen die B-Vitamine, Vitamin C, H sowie Fol- und Pantothensäure **wasserlöslich** sind.

VERSTÄNDNIS+ Mit dem Blick auf die Zukunft als Mediziner dürft ihr euch merken, dass die Aufnahme der fettlöslichen Vitamine bei einer Störung der Fettverdauung beeinträchtigt ist und es dementsprechend zu Mangelerscheinungen kommen kann.

Vitamin	Name	Löslichkeit	Funktion	Krankheitsbild bei Mangel
A	Retinol	Fett	Dunkelsehen Zellwachstum u. a.	Nachtblindheit Xerophthalmie Infektanfälligkeit
D	Cholecalciferol	Fett	Calciumhaushalt und Knochenmineralisierung	Rachitis Osteomalazie
E	Tocopherol	Fett	Antioxidans	-
K	Phyllochinon/ Menachinon	Fett	Carboxylierungen der Gerinnungsfaktoren II, VII, IX und X sowie Protein C und S	Störung der Blutgerinnung
B ₁	Thiamin	Wasser	Decarboxylierungen	Beri-Beri, Wernicke-Korsakow
B ₂	Riboflavin	Wasser	Elektronenübertragungen als prosthetische Gruppe FMN oder FAD	-
B ₃	Niacin	Wasser	Elektronenübertragungen als Cofaktor NAD oder NADP	Pellagra
B ₅	Pantothensäure	Wasser	Bestandteil von Coenzym A	-
B ₆	Pyridoxin	Wasser	Transaminierung und Decarboxylierung v. a. Im Aminosäurestoffwechsel als Pyridoxal-phosphat (PALP)	-
B ₉	Folsäure	Wasser	Übertragungen von Methyl- und Methylengruppen	Makrozytäre/hyperchrome Anämie Neuralrohrdefekte beim Embryo
B ₁₂	Cobalamin	Wasser	Isomerisierungen	Perniziöse (makrozytäre/hyperchrome) Anämie Funkuläre Myelose (ZNS-Schädigung)
C	Ascorbinsäure	Wasser	Antioxidans	Skorbut
H	Biotin	Wasser	Carboxylierung	Diverse (z. B. Hautdefekte, Depression, Haarausfall)

EPISCHE ESELSBRÜCKEN
Der obligatorische Merkspruch: ADEK! Die Vitamine **A, D, E** und **K** sind **fettlöslich**. Deutschen Testteilnehmer ist dieser bestimmt geläufiger: EDEKA – Die Vitamine **E, D, K** und **A** sind **fettlöslich**.

VERSTÄNDNIS+ Was ist eigentlich mit den „fehlenden“ B-Vitaminen? Die meisten fehlenden Zahlen waren mal vergeben, aber man fand bei vielen dieser vermeintlichen Vitamine irgendwann heraus, dass diese entweder gar nicht lebensnotwendig sind oder doch vom Körper synthetisiert werden können.

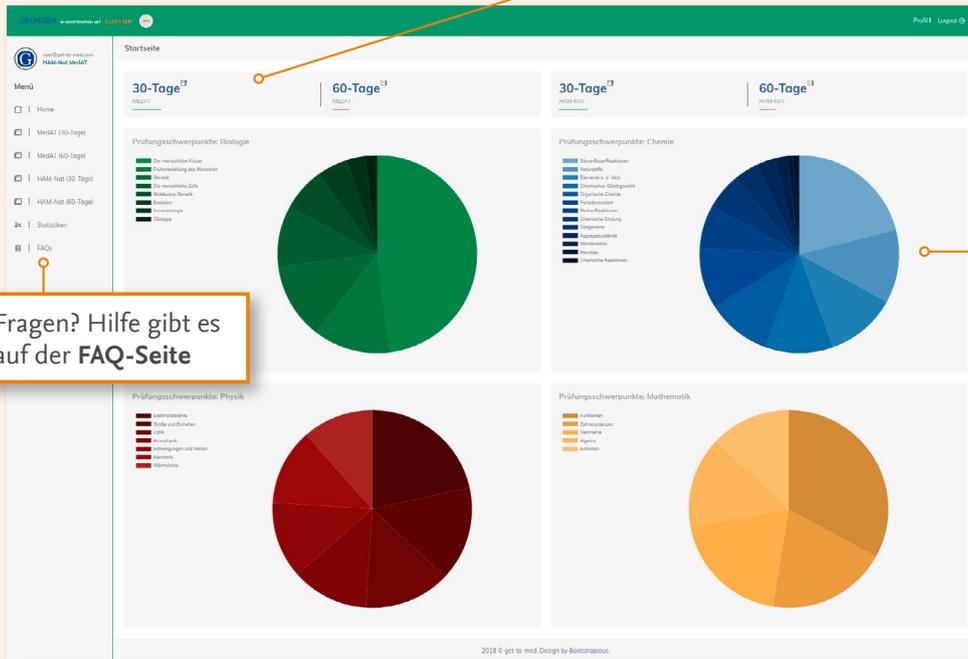
MedAT-GEHEIMTIPP Vitamine werden beim Thema Naturstoffe am genauesten geprüft. Besonders wichtig: Ihr solltet **fettlösliche** und **wasserlösliche Vitamine trennen** können, wissen, dass Vitamine so definiert sind, dass man sie von **außen zuführen** muss und die **chemischen Namen der Vitamine** (z. B. Ascorbinsäure für Vitamin C) dürft ihr euch auch gleich merken.

Print und online – die ideale Kombi

Käufer der beiden Lernskripte haben einen **Exklusiv-Zugang** zur **Online-Lernplattform lernskript.get-to-med.com**

Lernplattform

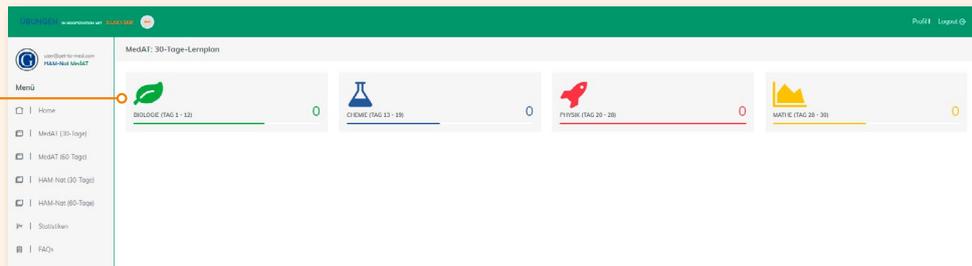
Hier wählt man zwischen dem 30- und 60-Tage-Lernplan aus



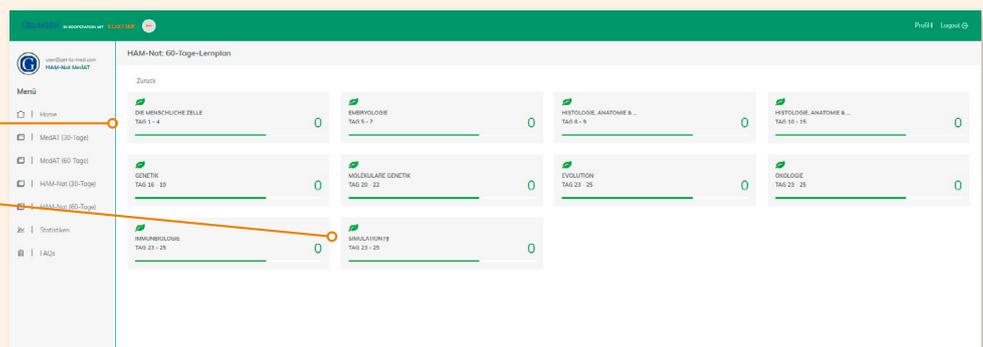
Fragen? Hilfe gibt es auf der FAQ-Seite

Übersicht über die einzelnen Unterthemen und ihre **Gewichtung** in der Prüfung

Innerhalb des Lernplans wählt man das **Fach** aus, in dem man sein Wissen vertiefen und testen will.



Nun kann man sich entweder für ein **komplettes Themengebiet** oder aber eine **Testsimulation** mit Fragen aus allen Themengebieten entscheiden.



Hinweise zur Lektüre

Kapitelstruktur

Ein Merkmal dieses Buches, auf das wir besonders stolz sind, ist die Struktur der Kapitel. Die Kapitel jedes Untertests sind dreigeteilt: sie beginnen mit einem allgemeinen Teil, in dem viele grundlegende Informationen zu dem Untertest angeführt werden, gehen weiter mit den Lehrkapiteln und schließen mit den Übungsaufgaben ab.

Die Lehrkapitel haben wir besonders strukturiert: Sie orientieren sich nämlich an einem klassischen Arztbrief. Man beginnt mit dem *Status praesens*, bei dem ihr euren derzeitigen Kenntnisstand abcheckt. Danach erhebt ihr eure ganz eigene *Anamnese*, indem ihr anhand des Status praesens eure Stärken und Schwächen feststellt. Als nächstes wird eine umfassende *Diagnostik* des Untertests durchgeführt, in der wir alle Einzelheiten, Eigenheiten und versteckte Fallen des jeweiligen Untertests beleuchten. Danach werden wir euch anhand des *Therapie*-Kapitels zeigen, wie wir die Aufgaben des jeweiligen Untertests mit Lösungsstrategien, Tipps und Lerntechniken lösen können. Das weitere Prozedere, also wie ihr am besten nach Durcharbeiten dieses und jenes Kapitels weitermacht, erfahrt ihr jedes Mal bei den *Empfehlungs*-Abschnitten.

Um das Ganze abzurunden haben wir am Ende des Buches noch drei Testsimulationen zu den Testteilen KFF, SEK und TV angeschlossen, damit ihr das Gelernte noch einmal abschließend überprüfen könnt.

Warum überhaupt einen Lernplan haben?

Für jede gute Prüfungsvorbereitung ist es essenziell, seine Lernzeit intelligent zu strukturieren. Wer sich nicht vermerkt, was er schon gelernt hat, wo er noch Defizite hat und was er schon im Vorhinein konnte, verliert schnell mal die Übersicht über den Lernstoff – besonders bei sehr lernintensiven Angelegenheiten. Und wer seine Zeit nicht richtig einteilt, verpasst die Gelegenheit auf eine effiziente Vorbereitung und fühlt sich am Testtag nicht so selbstsicher wie jemand, der seine Lernziele erfüllt hat. Wir haben euch den größten Teil der Arbeit abgenommen und einen Lernplan erstellt, den ihr anwenden könnt: den 20-Tage-Lernplan.

Anpassen des Lernplans an sich selbst

Zu diesem Thema zwei Punkte, die durch wissenschaftliche Studien belegte Erfolgsfaktoren von Elitestudenten sind. Zum Einen müsst ihr bei

der Anpassung eines Lernplans an euren Alltag zuallererst die wichtigste Sache planen: eure Freizeit. Der Hauptgrund, warum Schüler und Studenten ihren Zeitplan verwerfen, ist nämlich der, dass sie sich einfach mit Arbeit überladen und nach maximal drei bis vier Tagen einfach keine Lust mehr aufs Lernen haben. Top-Studenten planen deshalb immer erst ihre Freizeit, haben Spaß und bauen Stress ab, bevor sie sich wieder an die Arbeit machen. Zum anderen ist der wichtigste Geheimtipp erfolgreicher Studenten der, dass sie sehr, sehr viele Prüfungssimulationen durchführen. Ist ja auch logisch, je öfter er man die Prüfungssituation schon erlebt hat, desto einfacher fällt einem der echte Prüfungstag. Ein weiterer Tipp, den wir uns überlegt haben, ist der: Wenn ihr mehrere unterschiedliche Untertests hintereinander lernt, organisiert den zeitlichen Ablauf so, dass er an den Ablauf des MedATs angepasst ist. Wenn ihr zum Beispiel ein Testset Gedächtnis und Merkfähigkeit absolviert, bearbeitet zwischen Lern- und Reproduktionphase immer erst je ein Testset Zahlenfolgen und Wortflüssigkeit – damit gewöhnt ihr euch von vornherein schon kontinuierlich an den Ablauf des Testes und die Prüfungssituation.

Lernplattform für Übungsaufgaben

Um euch die Suche nach Übungsmaterial zu ersparen, haben wir ganz speziell für dieses Buch eine Lernplattform auf dem Link <http://lernskript.get-to-med.com/> erstellt. Nach der Bezahlung loggt ihr euch erstmalig mit eurer E-Mail und eurem Zugangscode ein, erstellt ein Passwort und könnt sofort anfangen, eure Übungsaufgaben bzw. -tests nach jedem Kapitel durchzuklicken.

Kann ich mit dem Lernskript alle Punkte im Test erreichen?

Das kann euch kein noch so gutes Lernskript wirklich versprechen (außer vielleicht beim Untertest *Implikationen erkennen*, da sollte es relativ einfach sein, wenn ihr gut lernt, alle Punkte abzusahnen). Jedoch könnt ihr mit einer effizienten und hochkarätigen Vorbereitung auf diese wichtigen Testteile sehr gute Punktwerte erzielen. Damit das gelingt, versucht bitte unbedingt den Stoff im Lernskript gut zu verstehen und trainiert mit der Lernplattform exzessiv unsere Übungsaufgaben und -tests. Dann dürfte nichts schiefgehen.

Benutzerhinweise

Weil wir euch den Fokus auf besonders wichtige Themen aufzeigen, komplizierte Themen verständlich erklären und darüber hinaus beim Lernen auch unterhalten möchten, haben wir über das gesamte Lernskript verteilt verschiedene Lernkästen eingesetzt.

VERSTÄNDNIS⁺ Hier werden komplizierte Themen anhand grundlegender Prinzipien der Naturwissenschaften und mittels einfacher Sprache erklärt, um nachfolgend wichtiges Schlüsselwissen erschließen zu können.

DEFINITION Um einen Text über einen Sachverhalt ganzheitlich verstehen zu können, muss man wissen, was die Begriffe bedeuten, die dieser Text beinhaltet. Dieser Kasten liefert euch an geeigneten Stellen Definitionen zu Begriffen, die selten geläufig oder kompliziert sind.

MedAT-GEHEIMTIPP Mit diesem Kasten werden euch anhand von Erfahrungsberichten früherer Testteilnehmer gezielt Informationen zu Themenschwerpunkten der vergangenen BMS-Prüfungen aufgezeigt.

60-TAGE-LERNPLAN Die 60-Tage-Lernplan-Kästen arbeitet ihr durch, wenn ihr unseren 60-Tage-Lernplan anwendet. Hier findet ihr oftmals Detailwissen, das über den BMS hinausgeht und den Sinn hat, euer Verständnis zu festigen.

EPISCHE ESELSBRÜCKE Unsere epischen Eselsbrücken sollen euch durch Merksprüche, Reime, Verbilligungen und vielem mehr schwer einprägsame Fakten unterhaltsam darbieten, damit ihr sie euch einfacher merken könnt.

Mit diesem Kasten werden wichtige Formeln, Sätze, Axiome o.Ä. hervorgehoben.

Inhaltsverzeichnis

I	Biologie		7	Die Entstehungsgeschichte des Lebens	211
1	Zellbiologie	3	7.1	Einführung	211
1.1	Einführung	3	7.2	Beginn des Lebens	212
1.2	Der Zellkern (Nucleus)	5	7.3	Grundeigenschaften des Lebens	214
1.3	Das endoplasmatische Retikulum und die Ribosomen	6	7.4	Evolution	215
1.4	Der Golgi-Apparat	9	8	Ökologie	221
1.5	Das Mitochondrium	10	8.1	Einführung	221
1.6	Lysosomen, Proteasomen und Peroxisomen	12	8.2	Organismen, Umwelt und ihre Wechselwirkungen	221
1.7	Das Zytoplasma	13	8.3	Abiotische und biotische Faktoren	222
1.8	Die Zellmembran und der Stofftransport	14	8.4	Die Population und ihr Lebensraum	222
1.9	Das Zytoskelett	20	8.5	Ökologische Nischen	222
1.10	Kinozilien, Geißeln, Mikrovilli	22	8.6	Was ist das biologische Gleichgewicht?	222
1.11	Die Zellkontakte	23	8.7	Die Ökosysteme	223
1.12	Die Zentriolen	25	8.8	Die Nahrungskette und der Energiefluss	223
2	Embryologie	27	9	Immunbiologie	225
2.1	Einführung	27	9.1	Einführung	225
2.2	Blastogenese (Befruchtung bis Einnistung)	27	9.2	Antigene	225
2.3	Entwicklung der Keimblätter	35	9.3	Antikörper	225
2.4	Embryonal- und Fetalentwicklung in ihren Grundzügen	40	9.4	A, B oder 0: Die Blutgruppen	228
2.5	Nachgeburt (Plazenta)	41	II	Chemie	
2.6	Gravidität (Schwangerschaft)	44	10	Bau des Atoms	233
3	Mikroskopische Anatomie	47	10.1	Elementare Teilchen	233
3.1	Einführung	47	10.2	Atomkern und Allgemeines	233
3.2	Grundlegender Aufbau des Körpers: Gewebe	47	10.3	Die Elektronenhülle	235
4	Makroskopische Anatomie	57	11	Quantenmechanik – ganz leicht natürlich	237
4.1	Einführung	57	11.1	Heisenberg'sche Unschärferelation	237
4.2	Gastrointestinaltrakt	57	11.2	Licht und elektromagnetische Strahlung	237
4.3	Herz- und Kreislaufsystem, Blut und Lymphe	75	11.3	Der Teilchen-Welle-Dualismus	239
4.4	Atmungsorgane	91	12	Die Gasgesetze	241
4.5	Nerven, Gehirn, Rückenmark und Vegetativum	101	12.1	Das Mol	241
4.6	Sinnesorgane	120	12.2	Allgemeines zu Gasen	241
4.7	Hormone	134	12.3	Ideale Gase und Gasgleichung	242
4.8	Immunsystem	144	12.4	Gay-Lussac	243
4.9	Niere und ableitende Harnwege	148	12.5	Boyle-Mariotte	243
4.10	Blutdruck und Elektrolyte	159	12.6	Absolute Temperatur	243
4.11	Die Geschlechtssysteme	161	13	Zustandsformen der Materie	245
5	Vererbungslehre (Genetik)	173	13.1	Phasen der Materie	245
5.1	Einführung	173	13.2	Phasenübergänge der Materie	245
5.2	Die Mendel'schen Regeln	173	13.3	Folgen für die Chemie	247
5.3	Erbgänge	176	14	Das Periodensystem der Elemente	249
5.4	Chromosomentheorie der Vererbung	180	14.1	Ordnungsprinzip und Gruppen	249
5.5	Extrachromosomale Vererbung	185	14.2	Perioden und Schalen	249
5.6	Das Leben und die Teilung der Zelle	185	14.3	Isotope	251
5.7	Aufbau des eukaryontischen Genoms	193	14.4	Weitere Themen	252
5.8	Veränderungen des Erbguts: Mutationen	193	15	Bindungen	255
6	Molekulargenetik	197	15.1	Ionische Bindung	255
6.1	Einführung	197	15.2	Metallische Bindung	256
6.2	Desoxyribonukleinsäure (DNA)	197	15.3	Kovalente Bindung (Atombindung)	258
6.3	Wie wird aus der DNA ein Protein	204			

16	Grundlagen chemischer Reaktionen	259	25	Klassische Mechanik	325
16.1	Symbole in der Chemie	259	25.1	Basisgrößen	325
16.2	Chemische Formeln	260	25.2	Newton'sche Axiome	325
17	Reaktionen	265	25.3	Erhaltungen in der Physik	325
17.1	Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie	265	25.4	Translationsbewegung	326
18	Gleichgewicht	267	25.5	Rotationsbewegungen	328
18.1	Geschwindigkeit von Reaktionen	267	25.6	Energie, Arbeit, Leistung und Impuls	330
18.2	Enthalpie, Entropie und Gibbs freie Energie	268	25.7	Gravitationskraft	331
18.3	Aktivierungsenergie G^A	269	25.8	Die Reibung	332
18.4	Das Massenwirkungsgesetz	270	25.9	Ausflug zur Hydrodynamik	334
18.5	Was sind Katalysatoren?	271	26	Schwingungen	337
19	Besondere Elemente und Moleküle	273	26.1	Einführung	337
19.1	Elemente des menschlichen Körpers	273	26.2	Pendel	337
19.2	Wasserstoff, Sauerstoff und Wasser	274	26.3	Gedämpfte Schwingung	341
19.3	Kohlenstoff und Kohlensäure	277	26.4	Erzwungene Schwingungen (Resonanz)	341
19.4	Oxide	278	27	Wellen	343
19.5	Stickstoff	278	27.1	Einführung	343
19.6	Halogene	279	27.2	Huygen'sches Prinzip (Elementarwelle)	344
20	Säuren und Basen	281	27.3	Harmonische Wellen	344
20.1	Die Autoprotolyse des Wassers und der pH-Wert	281	27.4	Überlagerung von Wellen (Interferenz)	345
20.2	Säuren und Basen nach Brønsted	282	27.5	Stehende (stationäre) Welle	346
20.3	pH-Wert-Berechnung	285	27.6	Polarisation von Wellen	347
20.4	pK_s und pK_b	286	28	Thermodynamik	349
20.5	Neutralisation	286	28.1	Temperatur, Wärme und Arbeit	349
20.6	Die drei Mineralsäuren	287	28.2	Innere Energie und Hauptsätze der Thermodynamik	351
20.7	Was sind eigentlich Salze?	288	28.3	Zustandsformen der Materie	352
21	Reduktions-Oxidations-Reaktionen	289	28.4	Diffusion, Osmose und osmotischer Druck	352
21.1	Oxidation und Reduktion	289	28.5	Gasgesetze	353
21.2	Die Oxidationszahlen	289	28.6	Anomalie des Wassers	353
21.3	Redox-Potential anhand der elektrochemischen Spannungsreihe	290	29	Elektrizität und Magnetismus	355
21.4	Das galvanische Element: Eine elektrochemische Zelle	291	29.1	Elektrische Ladungen, Felder und Spannung – Elektrostatik	355
22	Organik	293	29.2	Gleichstrom – Elektrodynamik	356
22.1	Was sind organische Verbindungen?	293	29.3	Wechselstrom – Elektrodynamik	363
22.2	Alkane, Alkene, Alkine – Kohlenwasserstoffe	294	29.4	Wellenstrahlung	364
22.3	Die funktionellen Gruppen	296	30	Optik	367
23	Substanzen der Natur	301	30.1	Licht	367
23.1	Kohlenhydrate	301	30.2	Welle-Teilchen-Dualismus	368
23.2	Proteine	302	30.3	Absorption und Emission	369
23.3	Fette (Lipide)	304	30.4	Strahlenoptik (Geometrische Optik)	370
23.4	Nukleinsäuren	308	30.5	Physikalische Optik (Wellenoptik)	374
23.5	Vitamine	311	30.6	Optische Instrumente	375
III	Physik		31	Quantenmechanik und Atomphysik	379
24	Physikalische Größen, Einheiten und Definitionen	319	31.1	Aufbau des Atoms und der Materie	379
24.1	Grundgrößen und abgeleitete Größen in der Physik	319	31.2	Formen von Materie	384
24.2	Internationales Einheitensystem	320	31.3	Fundamentale Wechselwirkungen	386
24.3	Definitionen	322	31.4	Kern des Atoms	387
			31.5	Kernspaltung	388
			31.6	Kernfusion	388
			32	Orbitaltheorie	389
			32.1	Orbitalmodell	389
			33	Radioaktivität	393
			33.1	Einführung	393
			33.2	Aktivität und Halbwertszeit	393

33.3	Ionisierende Strahlung und ihre Absorption . .	393	36.3	Figuren (2D)	412
33.4	Strahlende Elemente	396	36.4	Körper (3D)	415
33.5	Kosmische Strahlung	396			
IV	Mathe				
34	Zehnerpotenzen	401	37	Einheiten	419
34.1	Vorbemerkung zur Mathematik	401	37.1	Die Dimensionen von Raum und Zeit	419
34.2	Präfixe	401	37.2	Umrechnungen der Einheiten	420
34.3	Rechenbeispiele	402			
35	Algebra	403	38	Funktionen	423
35.1	Einführung in die Algebra	403	38.1	Funktionen allgemein	423
35.2	Gleichungen und Ungleichungen	404	38.2	Lineare Funktionen (Geradenfunktionen)	424
35.3	Dreisatz (Schlussrechnung)	405	38.3	Quadratische Funktionen (Potenzfunktionen)	424
35.4	Prozente	406	38.4	Infinitesimalrechnung	426
35.5	Brüche	408	38.5	Trigonometrische Funktionen (Winkelfunktionen)	432
36	Geometrie	411	38.6	Exponentialfunktionen	434
36.1	Was ist Geometrie?	411	38.7	Logarithmus	436
36.2	Allgemeine Begrifflichkeiten	411	39	Vektoren	439
			39.1	Allgemeines (Beträge und Winkel)	440
			39.2	Einheits- und Normalvektor	443
			39.3	Addition und Subtraktion von Vektoren	444



Biologie

„Science is the poetry of reality.“

Richard Dawkins

1 Zellbiologie	3	5 Vererbungslehre (Genetik)	173
1.1 Einführung	3	5.1 Einführung	173
1.2 Der Zellkern (Nucleus)	5	5.2 Die Mendel'schen Regeln	173
1.3 Das endoplasmatische Retikulum und die Ribosomen	6	5.3 Erbgänge	176
1.4 Der Golgi-Apparat	9	5.4 Chromosomentheorie der Vererbung	180
1.5 Das Mitochondrium	10	5.5 Extrachromosomale Vererbung	185
1.6 Lysosomen, Proteasomen und Peroxisomen	12	5.6 Das Leben und die Teilung der Zelle	185
1.7 Das Zytoplasma	13	5.7 Aufbau des eukaryontischen Genoms	193
1.8 Die Zellmembran und der Stofftransport	14	5.8 Veränderungen des Erbguts: Mutationen	193
1.9 Das Zytoskelett	20	6 Molekulargenetik	197
1.10 Kinozilien, Geißeln, Mikrovilli	22	6.1 Einführung	197
1.11 Die Zellkontakte	23	6.2 Desoxyribonukleinsäure (DNA)	197
1.12 Die Zentriolen	25	6.3 Wie wird aus der DNA ein Protein	204
2 Embryologie	27	7 Die Entstehungsgeschichte des Lebens	211
2.1 Einführung	27	7.1 Einführung	211
2.2 Blastogenese (Befruchtung bis Einnistung)	27	7.2 Beginn des Lebens	212
2.3 Entwicklung der Keimblätter	35	7.3 Grundeigenschaften des Lebens	214
2.4 Embryonal- und Fetalentwicklung in ihren Grundzügen	40	7.4 Evolution	215
2.5 Nachgeburt (Plazenta)	41	8 Ökologie	221
2.6 Gravidität (Schwangerschaft)	44	8.1 Einführung	221
3 Mikroskopische Anatomie	47	8.2 Organismen, Umwelt und ihre Wechselwirkungen	221
3.1 Einführung	47	8.3 Abiotische und biotische Faktoren	222
3.2 Grundlegender Aufbau des Körpers: Gewebe	47	8.4 Die Population und ihr Lebensraum	222
4 Makroskopische Anatomie	57	8.5 Ökologische Nischen	222
4.1 Einführung	57	8.6 Was ist das biologische Gleichgewicht?	222
4.2 Gastrointestinaltrakt	57	8.7 Die Ökosysteme	223
4.3 Herz- und Kreislaufsystem, Blut und Lymphe	75	8.8 Die Nahrungskette und der Energiefluss	223
4.4 Atmungsorgane	91	9 Immunbiologie	225
4.5 Nerven, Gehirn, Rückenmark und Vegetativum ..	101	9.1 Einführung	225
4.6 Sinnesorgane	120	9.2 Antigene	225
4.7 Hormone	134	9.3 Antikörper	225
4.8 Immunsystem	144	9.4 A, B oder 0: Die Blutgruppen	228
4.9 Niere und ableitende Harnwege	148		
4.10 Blutdruck und Elektrolyte	159		
4.11 Die Geschlechtssysteme	161		

Biologie-Fokus-Themen

- Bei der Biologie sind die drei wichtigsten Themen Anatomie, Physiologie und Histologie (> Kap. 3 und > Kap. 4), auf die ihr euren Fokus legen solltet.
- Embryologie (> Kap. 2) und Genetik (> Kap. 5) sind auch nicht zu vernachlässigen – genauso die Zellbiologie (> Kap. 1).
- Bei der Ökologie (> Kap. 8) sollte es genügen, sich die MedAT-Geheimtipps genau anzuschauen und den Stoff einmal durchzulesen.

Stichwortliste Biologie; gestaffelt nach den häufigsten Prüfungsthemen

Stichpunkt	Prozentsatz
Der menschliche Körper	47,6 %
Genetik	12,6 %
Grundlagen der Frühentwicklung des Menschen	12,1 %
Die menschliche Zelle	10,7 %
Molekulare Genetik	7,3 %
Evolution	4,9 %
Immunbiologie	3,4 %
Ökologie	1,5 %

Biologie-Lernplan

- Nach dem Abschluss eines jeden Kapitels geht bitte auf <https://lernskript.get-to-med.com/> und bearbeitet die jeweils dazugehörigen Übungsaufgaben. Die Lernplattform ist zwar selbsterklärend, aber schaut sie am besten vorher einfach an.
- Am Ende jedes Faches gibt es noch zwei Übungstests über das gesamte Fach.
- Vergesst nicht abzuhaken, was ihr bisher schon durchgearbeitet habt.

Lernplan Biologie

Kapitel	Anzahl an Tagen		Erledigt?	Eigene Anmerkungen
	30-Tage-Lernplan	60-Tage-Lernplan		
Zellbiologie (> Kap. 1)	2	4	<input type="checkbox"/>	
Embryologie (> Kap. 2)	1	3	<input type="checkbox"/>	
Mikroskopische Anatomie (> Kap. 3)	1	2	<input type="checkbox"/>	
Makroskopische Anatomie (> Kap. 4)	3	6	<input type="checkbox"/>	
Vererbungslehre (> Kap. 5)	2	4	<input type="checkbox"/>	
Molekulargenetik (> Kap. 6)	1	3	<input type="checkbox"/>	
Entstehung des Lebens (> Kap. 7) Ökologie (> Kap. 8) Immunbiologie (> Kap. 9)	2	3	<input type="checkbox"/>	
Biologie-Übungstests auf der Lernplattform https://lernskript.get-to-med.com/				
Insgesamt	12 (von 30)	25 (von 60)	<input type="checkbox"/>	

KAPITEL

1

Zellbiologie

Deniz Tafrali, Paul Windisch

1.1 Einführung

DEFINITION Die „Zelle“ ist eine kleine, dreidimensionale Struktur, die auch Grundbaustein der Lebewesen genannt wird. Sie ist lebendig und mit einer wässrigen Flüssigkeit voll (bio-)chemischer Stoffe befüllt, die von einer dynamisch-beweglichen Hülle umgeben wird.

Die kleinste Einheit des Lebens.

So werden Zellen heutzutage von verschiedenen Lehrbüchern beschrieben. Und das nicht zu Unrecht: Alle uns bekannten Lebensformen bestehen im Grunde aus ihnen. Begonnen von den kleinsten einzelligen Blaualgen, bis hin zu vielzelligen Tieren wie dem Blauwal. Man darf sich von dem Begriff „Einheit“ jedoch nicht irritieren lassen: Zellen sind nämlich besonders in ihrer Form und Funktion alles andere als einheitlich (> Abb. 1.1). Die Körperzellen von hochentwickelten Organismen wie dem Menschen sind sogar, bis auf wenige Ausnahmen, **höchst spezialisiert**.

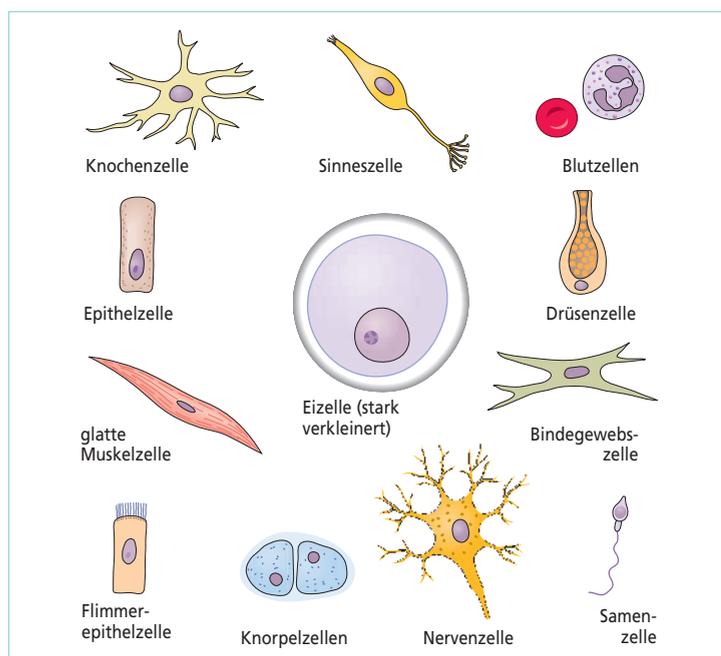


Abb. 1.1 Beispiele für die Differenzierung menschlicher Zellen. [L190]

Und doch haben alle Zellen bestimmte, **elementare Grundbausteine**, die (fast) allen gleich sind: die **Zellorganellen**. Um das Thema Zelle ganzheitlich zu verstehen, werden wir uns zunächst allgemein mit dem Aufbau und der Funktion der Zelle befassen, um danach die Zellorganellen in den nachfolgenden Kapiteln genauer zu untersuchen.

Zunächst einmal jedoch eine (sehr) grobe Unterteilung der Zellen in zwei Sparten: Es gibt die **Prokaryoten** (auch Prokaryozyten oder Prozyten) und die **Eukaryoten** (auch Eukaryozyten oder Euzyten) (> Abb. 1.2).

60-TAGE-LERNPLAN Prokaryoten besitzen **keinen Zellkern** und sind im Allgemeinen simpler aufgebaut als Eukaryoten. Die wichtigsten Vertreter der Prokaryoten sind die **Bakterien**.

Eukaryoten besitzen einen **Zellkern**. Zu den Eukaryoten zählen unter anderem die mehrzelligen Organismen (wie **Tiere** und **Pflanzen**) sowie die **Pilze**.

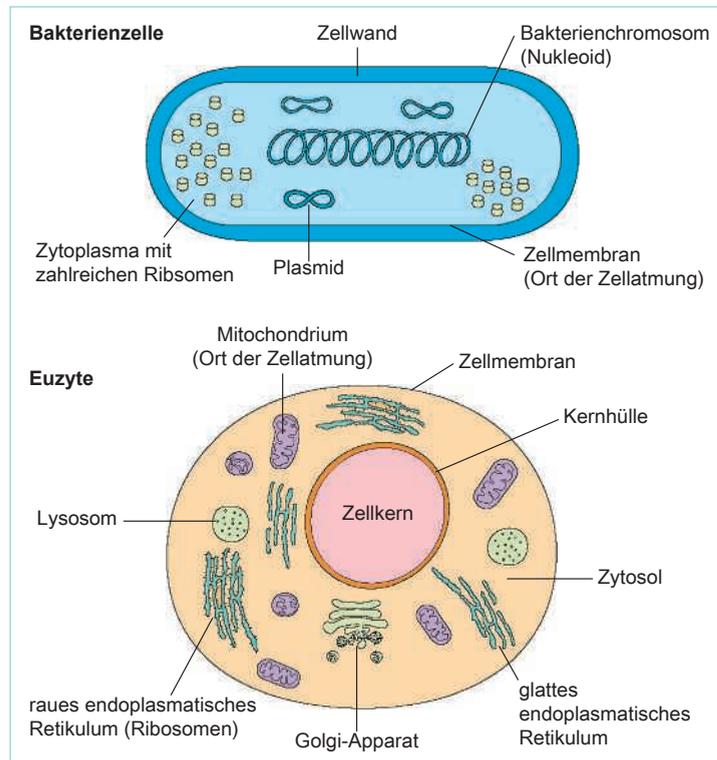


Abb. 1.2 Bakterienzelle und eukaryontische Zelle im Vergleich. [G157]

MedAT-GEHEIMTIPP Da seit dem MedAT 2015 das Thema Prokaryoten aus der Stichwortliste gestrichen und in den Jahren 2016 und 2017 auch keine einzige Frage mehr zu diesem Thema im BMS gestellt wurde, konzentrieren wir uns in diesem Arbeitsbuch lediglich auf die eukaryotische Zelle.

Was macht nun eine eukaryotische Zelle aus? (> Abb. 1.3)

Sie stellt einen durch eine **Zellmembran** begrenzten dreidimensionalen Raum dar, in welchem **Stoffwechsel** betrieben wird. Dieser Raum ist nicht etwa leer, sondern mit einer wässrigen Lösung befüllt, die man **Zytosol** nennt. Das mag zwar so klingen, als wären Zellen mikroskopisch kleine Wasserballons, jedoch ist dem nicht so. Ihre Struktur und Stabilität bekommen sie von einem Stützgerüst namens **Zytoskelett**, welches aus mehreren dichten Proteinnetzen mit verschiedenen Grundbausteinen besteht, die teilweise fest, teilweise locker mit den Zellorganellen und der Zellmembran verwachsen sind. Ausläufer des Zytoskeletts, die über die Zellmembran **Kinozilien**, **Geißeln** oder **Mikrovilli** bilden, vergrößern einerseits die Zelloberfläche, andererseits befähigen sie die Zelle dazu, verschiedenste Bewegungen durchführen zu können. Eukaryotische Zellen besitzen außerdem einen **Zellkern**, welcher den Großteil der

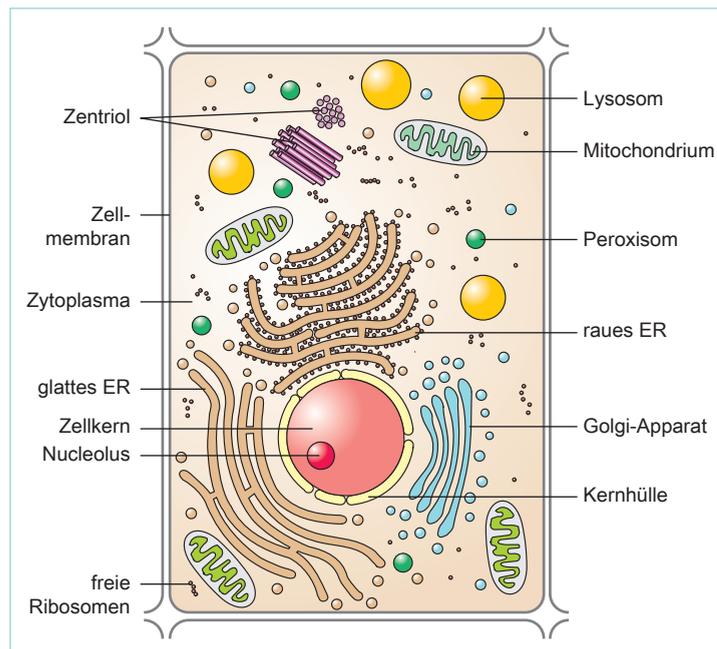


Abb. 1.3 Die Eukaryoten-Zelle (in zweidimensionaler Darstellung). [L253]

Erbinformation des Organismus, auch DNA genannt, beinhaltet. Der Rest der DNA ist in den sogenannten **Mitochondrien** zu finden, welche als „Kraftwerke der Zelle“ die notwendige Energie für den Stoffwechsel liefern. Eng gekoppelt mit der Produktion von Stoffen und dem Organisieren der produzierten Stoffe sind das **endoplasmatische Retikulum (ER)** und der **Golgi-Apparat**. Da die produzierten Stoffe aber auch irgendwann abgebaut werden müssen, verfügt die Zelle über eine „Müllabfuhr“: den **Lysosomen, Proteasomen und Peroxisomen**.

Man kann also sagen, dass die Zelle die Summe ihrer Bestandteile ist. Die allgemeinen Funktionen der Zellen ergeben sich aus dem Zusammenspiel der spezifischen Funktionen der einzelnen Zellorganellen. Die nennenswertesten dieser allgemeinen Funktionen, die die Zelle gleichzeitig auch „lebendig“ machen (> Abb. 1.4), nennen wir die **Grundeigenschaften des Lebens** (> Kap. 7.3).

Die wichtigste Fähigkeit der Zelle ist es, sich im Rahmen des **Zellzyklus** durch die Zellteilung zu **reproduzieren**. Des Weiteren ist sie fähig, **Stoffwechsel** zu betreiben und dadurch Energie und Proteine nicht nur für sich selbst, sondern auch für andere Zellen bereitzustellen. Eine weitere elementare Fähigkeit von Zellen ist es, **Reize wahrnehmen** zu können und diese gegebenenfalls auch weiterzuverarbeiten. Das augenscheinlichste Charakteristikum ist es, **sich bewegen** zu können. Außerdem sind Zellen **strukturiert**, können sich **entwickeln** und **wachsen** und ebenso durch **Zellnekrose und Apoptose** (> Kap. 1.6.1, > Kap. 1.7) untergehen.

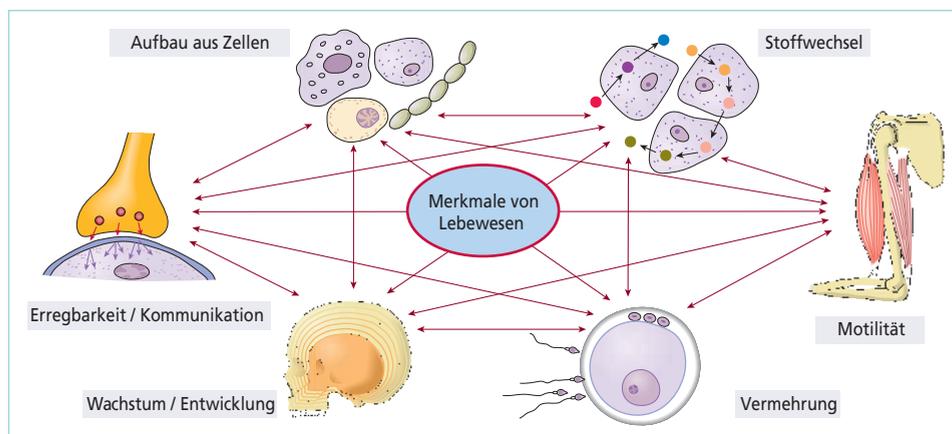


Abb. 1.4 Die Kennzeichen des Lebens. [L190]

DEFINITION Der Begriff **Stoffwechsel** (oder auch Metabolismus) beschreibt die Gesamtheit der chemischen Vorgänge in der Zelle. Der Zweck des Stoffwechsels ist der Aufbau und die Erhaltung der Zellsubstanz sowie die Bereitstellung von Energie für energieverbrauchende Prozesse wie z. B. die Kontraktion von Muskelzellen.

Zu berücksichtigen ist aber, dass nicht jede Zelle über oben beschriebene Eigenschaften verfügt. Es ist alles eine Frage der Spezialisierung und der daraus resultierenden Konstellation der Zellorganellen. Eine stabile Knochenzelle muss sich zum Beispiel nicht bewegen, wohingegen Fresszellen des Immunsystems das sehr wohl müssen.

VERSTÄNDNIS⁺ Um sich unbekannte Begriffe herzuleiten, ist es hilfreich, sich ein paar Wortbestandteile einzuprägen, die einem immer wieder begegnen werden: „Pro“ bedeutet so viel wie „vor“. Alles mit „kary“ hat etwas mit dem Zellkern zu tun und „zyto“ sagt uns, dass es um Zellen geht. „Prokaryozyten“ sind folglich Zellen, die „vor einem Kern“ sind, sprich keinen Kern besitzen. Prokaryonten sind passenderweise in der Evolution auch vor den Eukaryonten entstanden.

1.2 Der Zellkern (Nucleus)

Wir beginnen mit dem wichtigsten Organell der Zelle: dem **Zellkern**.

DEFINITIONEN DNA steht für **deoxyribonucleic acid**. DNS ist Deutsch für **Desoxyribonukleinsäure**. **Proteine** (Eiweiße) sind aus unterschiedlichen Aminosäuren bestehende biologische Makromoleküle, deren Zusammensetzung von den Genen der DNA bestimmt wird. Mehr dazu im > Kap. 6.2.

Jeder Zellkern, oder auch Nucleus, beinhaltet ein Biomolekül von immenser Bedeutung: die **DNA**. In jedem DNA-Molekül ist die gesamte Erbinformation des kompletten Organismus verpackt. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass eine derart wichtige Struktur einen besonderen Schutz durch den Zellkern genießt und nicht wie bei Prokaryoten frei im Zytoplasma herumschwimmt. Der Nucleus selbst besteht aus einer **Doppelmembran** (also zwei Phospholipiddoppelschichten), die das sogenannte **Karyoplasma**

KAPITEL

10 Bau des Atoms

Deniz Tafrafi, Paul Windisch

10.1 Elementare Teilchen

Um die Chemie zu verstehen, beginnt man zunächst einmal mit der Physik.

DEFINITIONEN Die **Materie** ist die Gesamtheit aller beobachtbaren Dinge im Universum, die eine Masse besitzen.
Das **Atom** wiederum ist der Grundbaustein der Materie.

Die Elementarteilchen „im Sinne des MedAT“ sind **das Proton, Neutron und Elektron**. Diese setzen sich zum **Atom** zusammen, welches analog zur Zelle und den Lebewesen die **kleinste Einheit der Materie** darstellt.

60-TAGE-LERNPLAN Um den Physik-Fans unter euch den Dienst zu erweisen, erläutern wir an dieser Stelle kurz die wahren Vertreter der Elementarteilchen, welche die kleinsten Einheiten der Materie nach heutigem Stand der Forschung sind:
Das Universum besteht sowohl aus **Materie** als auch aus **Antimaterie**, die jedoch nur für Astro- und Quantenphysiker eine Rolle spielt. Die elementarsten Teile der Materie, die wir bis heute kennen, sind die **Quarks, Leptonen, Eichbosonen und das Higgs-Boson**. Quarks und Leptonen fasst man auch als die **drei Generationen der Fermionen** zusammen. Aus den Quarks bestehen die „MedAT-Elementarteilchen“ Proton und Neutron. Das Photon ist ein Eichboson, wohingegen das Elektron ein Lepton ist. (> Tab. 10.1)
Das Higgs-Boson ist sehr speziell: Erst durch die Wechselwirkung mit dem sogenannten Higgs-Feld bekommen alle anderen Elementarteilchen **überhaupt eine Masse**. Dieses Elementarteilchen wird populärwissenschaftlich auch „Gottesteilchen“ genannt.
Diese Ausführungen sind natürlich unter keinen Umständen Stoff des Chemie-Teils des MedAT!

Tab. 10.1 Elementarteilchentabelle.

Fermionenart	Fermionen mit Generationen			Eichbosonen*	Higgs-Boson*
	I	II	III		
Quarks	up (u)	charm (c)	top (t)	Photon	Higgs-Boson
	down (d)	strange (s)	bottom (b)	Gluon	
Leptonen	Elektron-Neutrino	Myon-Neutrino	Tauon-Neutrino	Z Boson	
	Elektron	Myon	Tauon	W Boson	

* Eichbosonen sind hier weder Quarks noch Leptonen, genauso wie das Higgs-Boson kein Quark ist

10.2 Atomkern und Allgemeines

10.2.1 Grundlagen zum Atom

Um eure Fantasie nicht zu sehr zu beanspruchen, stellt ihr euch das Atom zunächst am besten als Kugel vor. Allerdings ist diese **nicht gleichmäßig von Masse erfüllt**, sondern hat einen Kern und eine Hülle. Im Kern sitzen Protonen und Neutronen. Sie werden deshalb auch **Nukleonen**, also Kernteilchen, genannt. Da die Masse eines Protons bzw. eines Neutrons wesentlich größer ist als die eines Elektrons, ergibt sich daraus, dass sich **fast die gesamte Masse eines Atoms in seinem Kern konzentriert**. Da die Protonen positiv geladen und die Neutronen elektrisch neutral sind, ist der **Kern insgesamt positiv geladen**. In der Hülle befinden sich die Elektronen. Die Elektronenhülle ist im Vergleich zum Kern riesig, während die Elektronen nur verschwindend klein/von geringer Masse sind. Daher ist die Hülle „fast leer“. Sie ist

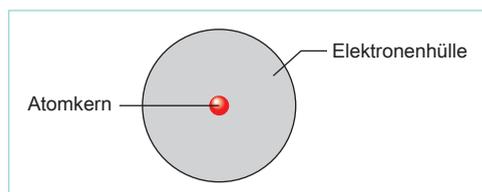


Abb. 10.1 Vereinfachtes Atom. [L253]

wegen der Elektronen negativ geladen, was erklärt, warum Hülle und Kern sich nicht (freiwillig) voneinander trennen (> Abb. 10.1).

Bei einem Atom **entspricht die Zahl der Elektronen normalerweise der der Protonen**. Das Atom insgesamt ist **also elektrisch neutral**. Hat das Atom aber aus irgendwelchen Gründen ein Elektron weniger, gibt es eine positive Ladung mehr als negative, sodass nun eine Nettoladung von +1 vorliegt. Man spricht in diesem Fall von einem **geladenen Teilchen**, einem **Ion**.

DEFINITION Als **Ion** bezeichnet man ein aufgrund einer überschüssigen oder fehlenden Ladung elektrisch geladenes Teilchen.

Man kann also für ein Atom die Zahl der Protonen im Kern angeben. Diese entspricht auch der **Ladung des Kerns** (ein Proton hat die Ladung +1) und auch der sogenannten **Ordnungszahl**. Die Anzahl der Protonen bestimmt nämlich, um was für eine Art Atom (**Element**) es sich handelt. So haben z. B. Sauerstoffatome immer 8 Protonen im Kern. Dabei ist es egal, ob sie Elektronen dazubekommen oder etwa Neutronen abgeben, wichtig sind nur die Protonen. Da man nach diesem Kriterium die Atome im **Periodensystem der Elemente** anordnet, ist die Bezeichnung Ordnungszahl nahe liegend, aber dazu später mehr.

Die **Massenzahl** eines Atoms berechnet sich aus der **Anzahl von Neutronen und Protonen** (die Elektronen werden, da sie so leicht sind, ignoriert). In der geläufigsten Darstellungsform findet ihr immer Ordnungszahl- und Massenzahl an einem Elementsymbol (> Abb. 10.2).

VERSTÄNDNIS+ Wenn man sich unsicher ist, welche der Zahlen die Massenzahl (MZ) und welche die Ordnungszahl ist (die MZ steht in der Regel oben), dann muss man nur bedenken, dass die Massenzahl nie kleiner als die Kernladungszahl sein kann, da für die Massenzahl noch die Anzahl der Neutronen zu der der Protonen **addiert** wird.

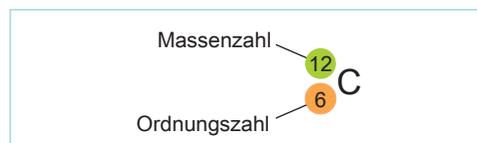


Abb. 10.2 Ordnungs- und Massezahl beim Kohlenstoff. [L253]

Wie bereits erwähnt, kann ein Element auch über eine unterschiedliche Anzahl an Neutronen verfügen. So gibt es z. B. Kohlenstoffatome mit sechs Neutronen, aber auch mit acht Neutronen. Diese Atome **mit unterschiedlicher Neutronenzahl, aber identischer Protonenzahl**, bezeichnet man als **Isotope**.

MedAT-GEHEIMTIPP Begriffe wie Isotop, Element etc. müsst ihr sicher definieren können, da man oftmals durch Falschantworten versuchen wird, euch zu verwirren. Zudem solltet ihr euch die unterschiedlichen „Zahlen“ herleiten können.

Wenn z. B. gesagt wird, dass ein Calcium-Ion zweifach positiv geladen ist (Ca^{2+}), die Ordnungszahl 20 und die Massenzahl 40 hat, muss klar sein:

Die Ordnungszahl entspricht der Protonenzahl und der Kernladungszahl (beide 20). Die Massenzahl ist die Summe aus Protonen- und Neutronenzahl, also ist die Neutronenzahl ebenfalls 20 ($40 - 20$). Da das gesamte Teilchen zweifach positiv geladen ist, muss es 2 Protonen mehr als Elektronen geben. Folglich ist die Elektronenzahl 18 ($20 - 2$).

10.2.2 Masse

Wenn man nach der Masse eines derart kleinen Teilchens wie dem Atom fragt, ist es normalerweise sinnlos, das Ergebnis in Gramm oder Kilogramm anzugeben, da dieses so klein sein würde, dass man sich darunter wenig vorstellen kann und es schwer sein wird, Teilchen untereinander zu vergleichen. Man nutzt deshalb einen Trick, der sich in den Naturwissenschaften großer Beliebtheit erfreut: Man gibt die Größe, um die es geht, in Relation zu einer bekannten Größe an (dies nennt man **relative Größe**).

Wenn man z. B. sagt, dass ein Passagierflugzeug beim Start ein Gewicht von bis zu 569.000 kg hat, würde man automatisch Bezugsgrößen suchen, um diese Zahl einordnen zu können (500 Kleinwagen, 150 Elefanten etc.).

VERSTÄNDNIS+ Wie war das noch mal mit Gewicht und Masse? Ein Körper hat überall die gleiche **Masse**, egal ob auf der Erde, dem Mond oder sonst irgendwo im Weltall! Im Unterschied dazu variiert das **Gewicht**, je nachdem, wo man sich befindet (es handelt sich nämlich um die Kraft, die ein Feld, wie etwa das Gravitationsfeld der Erde, auf den Körper ausübt). Die Einheit der **Masse** ist dabei **kg, g** etc., die des Gewichts bzw. der Gewichtskraft **Newton (N)**.

Wenn ihr also ein „Gewicht“ in Kilogramm angebt, ist das streng genommen nicht korrekt. Mehr zu diesem Thema findet ihr unten (> Kap. 24.1, > Kap. 24.2).

Die **relative Atommasse** funktioniert nach dem gleichen Prinzip (Bezugsgröße ist hier $\frac{1}{12}$ der Masse eines Kohlenstoffatoms). Es ist aber nicht essenziell für den weiteren Verlauf des Chemie-Teils. Da sie rela-



tiv zu einer anderen Größe ist, wird keine Einheit benötigt (man spricht von einer **dimensionslosen Größe**). Selbstverständlich kann die Masse eines Atoms auch als **absolute Größe** angegeben werden und hat dann eine Einheit wie etwa Gramm oder Kilogramm. Es gibt zudem eine Einheit, die ebenfalls im Bezug zu $\frac{1}{12}$ der Masse eines Kohlenstoffatoms definiert ist, nämlich das **u** oder **Dalton**.

Ihr solltet auf jeden Fall wissen, dass ein **Proton** und ein **Neutron** beide die **relative Atommasse von etwa 1** haben, während die **Masse eines Elektrons deutlich kleiner** ist (nur ein Zweitausendstel davon).

MedAT-GEHEIMTIPP Viele Testteilnehmer fragen sich, wie genau sie Zahlenwerte für den MedAT auswendig lernen müssen. Eine pauschale Aussage darüber ist natürlich schwierig. Allerdings solltet ihr bedenken, dass gerade viele „kleine“ Zahlen, also etwa im zellulären Bereich, kontinuierlichen Diskussionen unterworfen sind, sodass es häufig sinnvoll ist, nur eine ungefähre Einordnung vornehmen zu können. Außerdem muss man im MedAT Rechenaufgaben ohne Taschenrechner bewältigen und hat keine Zeit für gigantische Nebenrechnungen! Angaben, die ihr unbedingt kennen müsst, werden natürlich in diesem Buch hervorgehoben.

10.2.3 Ladung

Grundsätzlich müsst ihr wissen, dass **Protonen positiv (+)**, **Neutronen neutral** und **Elektronen negativ (-)** geladen sind.

Die Größe der Ladung ist allerdings auch hier wieder problematisch. Die Einheit der Ladung ist eigentlich **Coulomb (C)**. Da die Ladung eines einzelnen Protons extrem klein ist, hätte man hier wieder das gleiche Problem wie schon bei den Massen. Man nutzt also den gleichen Trick und verwendet **relative Ladungen**. Ein **Proton** hat hier die Ladung **+1** und ein **Elektron** die Ladung **-1**. Man erkennt: Die Ladung von Elektron und Proton ist „gleich groß“, hat allerdings **unterschiedliche Vorzeichen**. **Folglich ziehen sich Elektronen und Protonen an**, während sie Neutronen weder abstoßen noch anziehen.

VERSTÄNDNIS+ Was ist Ladung? Den Begriff Ladung kennt ihr aus dem Alltag. Tatsache ist, dass man Ladung schwer beschreiben kann. Man weiß allerdings:

1. Ladung ist eine Eigenschaft eines Körpers.
2. Es gibt zwei „Arten“ (man nennt sie **positiv** und **negativ**).
3. Ladungen können unterschiedlich groß sein (z. B. -3 oder -7).
4. Geladene Körper üben Kräfte aufeinander aus (**gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an**).

10.3 Die Elektronenhülle

MedAT-GEHEIMTIPP Bisher wurde nur 2013 eine Frage über die **Energieniveaus und Schalen der Elektronenhülle** im Chemie-Teil des MedAT gestellt und das recht oberflächlich.

Die meisten von euch haben vermutlich schon einmal vom **Orbitalmodell** gehört, das benutzt wird, um die Position von Elektronen in der Hülle eines Atoms zu beschreiben. Um die für euch wichtigen Zusammenhänge herleiten zu können, ist es allerdings **vorerst** ausreichend, sich mit einer stark vereinfachten Form zu befassen, die zwar dem Physiker Tränen in die Augen treibt, aber dem Mediziner sehr gut weiterhilft:

Die Elektronen in der Hülle eines Atoms kreisen auf **Schalen** um den Kern (\rightarrow Abb. 10.3). Es sollte nachvollziehbar sein, dass die Elektronen einen bestimmten **Energiegehalt** haben müssen, um nicht „in den Kern zu stürzen“ (da sich positive und negative Ladungen anziehen).

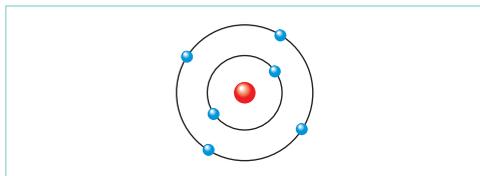


Abb. 10.3 Schalenmodell des Kohlenstoffatoms. [L253]

Welche Elektronen haben also die größte Energie? Die, die ihre Bahnen mit der größten Distanz zum Kern ziehen (also weiter außen liegen), da die Anziehungskräfte offensichtlich nicht groß genug sind, um sie näher an den Kern zu ziehen!

Die Schalen werden deshalb vom Kern ausgehend entweder mit Buchstaben benannt (K, L, M, N, O etc.) oder durchnummeriert (1, 2, 3, 4 etc.). Gewinnt ein Elektron aus irgendeinem Grund an Energie, kann es seine Bahn verändern und nun etwa näher an einer energiereicheren Schale verlaufen. Man bezeichnet ein solches Elektron als **angeregt**, wobei bei der Rückkehr in den **Grundzustand** ein bestimmter Betrag an Energie frei wird.

Da alle Elektronen negativ geladen sind, stoßen sich mehrere Elektronen prinzipiell ab, somit kann eine Schale nicht mit unendlich vielen Elektronen besetzt werden. Man erhält die Anzahl der Elektronen, die

KAPITEL

31

Quantenmechanik und Atomphysik

Deniz Tafrali

31.1 Aufbau des Atoms und der Materie

DEFINITIONEN Die **Quantenmechanik** befasst sich mit den grundlegenden Theorien des Aufbaus des Universums mittels der Elementarteilchen und ihren Wechselwirkungen. In der Physik bezeichnet man als **Quant** die minimale Menge einer physikalischen Einheit, die an einer Interaktion beteiligt ist. Das bedeutet, dass eine physikalische Einheit wie die Energie gequantelt ist, also nur diskrete Werte annehmen kann und keine kontinuierlichen. In der Realität sind das meistens ganzzahlige Vielfache eines Quantums (z. B. dem Planck'schen Wirkungsquantum h). Zum Beispiel ist das Photon ein einzelner Lichtquant (bzw. ein elektromagnetischer Quant). Auch die Energie des Elektrons der Atomhülle ist in ähnlicher Weise quantisiert und kann daher nur in bestimmten diskreten Werten existieren (> Kap. 32). Die Tatsache, dass Elektronen nur bei diskreten Energieniveaus in einem Atom existieren können, bewirkt, dass Atome stabil sind, weshalb auch Materie stabil ist.

Schaut euch um: Alles was ihr seht, besteht aus Atomen. Dieses Buch, die Luft und auch eure Hände. Es geht in diesem Kapitel um den Aufbau dieses kleinen Grundbausteins der Materie.

Ganz, ganz grob kann man sagen, dass das Atom aus einem **Kern mit positiven Protonen und neutralen Neutronen** (> Kap. 31.4) und aus einer **Hülle mit negativen Elektronen** besteht (> Abb. 31.1). Aus der Chemie solltet ihr wissen, dass es verschiedene Arten von Atomen (Elementen) gibt, die sich durch ihre Kernladungszahl unterscheiden und im Periodensystem der Elemente (> Kap. 14) aufgelistet sind. Die Positivität bzw. Negativität der Bestandteile des Atoms beruht jeweils auf der Elementarladung $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb (C) (> Kap. 29.1.1) – der kleinstmöglichen elektrischen Ladung. Das bedeutet, wenn man ein nach außen hin elektrisch neutrales Atom will, muss die **Anzahl an Protonen und Elektronen gleich** sein. Die Zahl der Neutronen darf sich ruhig unterscheiden, man nennt diese unterschiedlichen Atome dann Isotope (> Kap. 14.3).

Des Weiteren muss man bedenken, dass das Proton (und auch das Neutron) um ein Vielfaches **größer** ist als das Elektron. Deshalb ist Ersterer auch ca. 2000-mal **schwerer** als das Elektron und außerdem viel **leichter zu lokalisieren**. Das Elektron hält sich auf sogenannten Orbitalen um den Atomkern herum auf (> Kap. 32) und ist, wie wir schon durch die Heisenberg'sche Unschärferelation wissen (> Kap. 11.1), **nicht exakt lokalisierbar**.

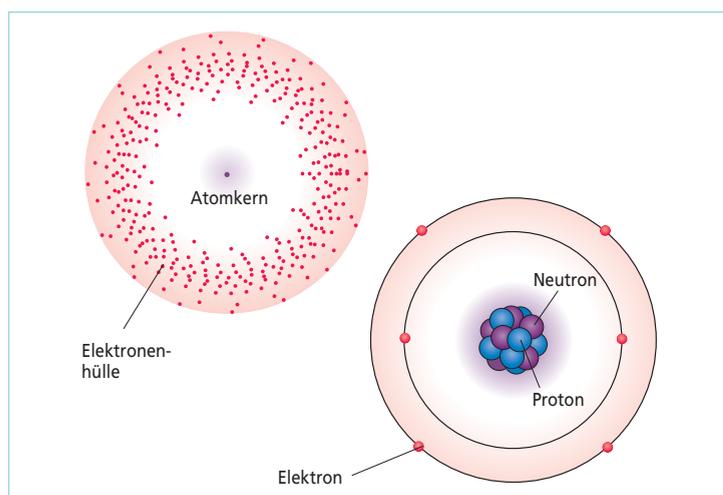


Abb. 31.1 Der Aufbau eines Atoms. Oben mit eher realitätstreuen Proportionen, unten mit stark vergrößertem Kern, sodass Protonen und Neutronen erkennbar sind. Weiter sind schematisch zwei Elektronenschalen dargestellt. [L190]

Doch wie werden die Neutronen und Protonen im Kern zusammengehalten? Wieso zieht die positive Ladung des Protons das Elektron nicht auch in den Atomkern? Warum ist das Elektron denn eigentlich so viel kleiner als ein Proton? Diese und viele weitere Fragen beantworten wir in den letzten Kapiteln des Physik-Teils.



MedAT-GEHEIMTIPP Viele Dinge, die für das Verständnis der Atomphysik grundlegend sind, werden im MedAT nicht explizit gefragt, sondern als Faktenwissen geprüft. Eine Frage ist z. B. **welche Kräfte Protonen und Neutronen im Kern zusammenhalten**. Man kann jetzt natürlich einfach „starke Wechselwirkung“ auswendig lernen. Jedoch ist diese Art der Vorbereitung nicht unbedingt nachhaltig und führt lediglich zu bulimieartigen Zuständen des Lernenden, bei denen er sich für die Prüfung unheimlich viel Wissen hineinpresst, um es am Testtag wieder auf das Papier übergeben zu können. Das Lernskriptum hat anderes im Sinn: Wir wollen, dass ihr den Stoff versteht und ihn dann auch ohne stupides Auswendiglernen abrufen könnt – deshalb ist dieses Kapitel zwar sehr ausführlich, aber den Aufwand mehr als wert!

Zunächst definieren wir den Begriff des Atoms.

DEFINITION Ein **Atom** (altgr. *átomos* für „unteilbar“) ist die kleinste grundlegende Einheit normaler Materie, die die Eigenschaften eines chemischen Elements (> Kap. 14) hat. Jegliche Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase und Plasmen (> Kap. 24.3) bestehen aus neutralen oder ionisierten Atomen.

Diese Definition wirft zwei Fragen auf:

1. Gibt es denn andere Formen von Materie, als „normale“ Materie?
 2. Gibt es elementarere Einheiten, die nicht unbedingt Eigenschaften eines chemischen Elements innehaben?
- (1) Der Begriff Materie wurde schon in > Kap. 24.3 grob erläutert – das verstehen wir bei dieser Definition auch unter „normaler“ Materie. Jedoch impliziert die obige Beschreibung des Atoms, dass es noch eine andere Form von Materie gibt: die **Antimaterie**.

DEFINITION Antimaterie ist definiert als ein Material, das aus den **Antiteilchen** besteht. Diese Antiteilchen haben prinzipiell dieselbe Masse, Lebensdauer und Spinquantenzahl (Was ist das? Das lernt ihr in > Kap. 32.1) wie ihr korrespondierendes, normales Elementarteilchen der normalen Materie – jedoch eine entgegengesetzte Ladung. Es gibt von allen bekannten Elementarteilchen auch Antiteilchen (experimentell bewiesen). Protonen der Materie haben bekanntlich eine positive Ladung, während Antiprotonen eine negative haben. Bei der Antimaterie umkreisen daher positiv geladene Positronen statt negativer Elektronen den Atomkern als Atomhülle. Stoßen ein Antiteilchen und ein Teilchen zusammen, vernichten sie sich gegenseitig – man nennt das **Annihilation**. Dadurch können starke elektromagnetische Strahlen wie Gammastrahlung oder Neutrinos entstehen. Mehr zu dem Thema Antiteilchen in > Kap. 31.2.1.

(2) Ja! Jegliche Materie auf der Welt ist aus **elementaren Teilchen** aufgebaut – auch die Atome. Darüber hinaus gibt es aber noch mehr Elementarteilchen, die zwar nicht Bestandteil von Atomen sind, aber trotzdem existieren. Die > Tab. 31.1 und > Tab. 31.2 listen euch alle Elementarteilchen des sogenannten Standardmodells auf.

Tab. 31.1 Elementarteilchentabelle der Fermionen (ohne die Eichbosonen und das Higgsboson).

Fermionenart	Fermionen mit Generationen			Ladung
	I	II	III	
Quarks	up (u)	charm (c)	top (t)	$(\frac{2}{3})$
	down (d)	strange (s)	bottom (b)	$(-\frac{1}{3})$
Leptonen	Elektron-Neutrino	Myon-Neutrino	Tauon-Neutrino	(0)
	Elektron	Myon	Tauon	(-1)

Tab. 31.2 Elementarteilchentabelle der Eichbosonen und des Higgs-Bosons (ohne die Fermionen).

Eichbosonen	Higgs-Boson
Photon	Higgs-Boson
Gluon	
Z Boson	
W ⁺ Boson	
W ⁻ Boson	
(Graviton)	

Die elementarsten Teile der Materie, die wir bis heute kennen, sind die **Fermionen** (> Tab. 31.1) und die **Eichbosonen** (> Tab. 31.2). Die Fermionen sind diejenigen Teilchen, die die „Grundmasse“ der beschriebenen Materie ausmachen. Eichbosonen sind hingegen Elementarteilchen die alle vier Grundkräfte der Physik verursachen (> Kap. 31.3).

Aus den Quarks bestehen die **Protonen und Neutronen**, wobei das Proton aus zwei Up-Quarks und einem Down-Quark besteht. Das Neutron wiederum besteht aus einem Up-Quark und zwei Down-Quarks. Das Elektron ist ein Lepton. Das bedeutet, dass die drei elementaren Teile des Atoms offensichtlich Fermionen der Generation I sind. Ein Atom unterliegt allen vier Grundkräften der Natur – also der schwachen, starken und elektromagnetischen Wechselwirkung sowie der Gravitation.

60-TAGE-LERNPLAN Fermionen haben alle bestimmte Gemeinsamkeiten. Sie verfügen über einen **Spin von $1/2 \hbar$** (reduziertes Planck'sches Wirkungsquantum) und **haben alle eine Masse**. Verschiedene Fermionen haben aber auch unterschiedliche Eigenschaften (> Tab. 31.3 und > Tab. 31.4). Ihre Masse nimmt mit höherer Generation zu. Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Fermionen: die **Quarks und die Leptonen**.

Die **Quarks** (> Tab. 31.3) bilden unter anderem die Elementarteilchen der **Protonen und Neutronen**. Sie tragen sowohl **elektrische Ladungen** als auch sogenannte **Farbladungen**, die man *grün, rot* und *blau* nennt. Diese Farben, die nichts mit den sichtbaren Farben des Lichts zu tun haben, können durch die starke Wechselwirkung mittels der Gluonen von Quark zu Quark transferiert werden.

Weil ein Proton zwei Up-Quarks und ein Down-Quark beinhaltet, hat es die elektrische **Ladung +1** ($0,66 + 0,66 - 0,33 = 1$). Das Neutron hingegen hat zwei Down-Quarks und ein Up-Quark, weshalb es **elektrisch neutral** ist.

Die Theorie des **Confinement** besagt, dass Quarks (und Gluonen) nicht außerhalb eines Verbandes, wie sie z. B. im Neutron auftreten, vorzufinden sind. Sie existieren also nur, wenn sie durch die starke Wechselwirkung (> Kap. 31.3.1) zusammengehalten werden.

Tab. 31.3 Quark-Tabelle.

Quark	Eigenschaften	Ladung	Generation
up	• sind die Elementarteilchen der Nukleonen Proton und Neutron	$(\frac{2}{3})$	I
down		$(-\frac{1}{3})$	
charm	• zerfallen relativ langsam über die schwache Wechselwirkung in Strange- oder Down-Quarks • sind die Elementarteilchen der D-Mesonen und der J/ψ -Mesonen	$(\frac{2}{3})$	II
strange	• sind die Elementarteilchen der Seltsamen Teilchen (z. B. Kaonen, Phi-Mesonen oder Hyperonen) (> Kap. 31.3.1)	$(-\frac{1}{3})$	
top	• sind extrem schwer (so schwer wie ein ganzes Goldatom) • leben extrem kurz und bilden daher keine Hadronen (> Kap. 31.3.1)	$(\frac{2}{3})$	III
bottom		$(-\frac{1}{3})$	

Die zweite Gruppe der Fermionen sind die **Leptonen** (> Tab. 31.4). Sie unterliegen sowohl der **schwachen Wechselwirkung** und der **Gravitation** als auch der **elektromagnetischen Wechselwirkung**, solange sie eine elektrische Ladung tragen. Das Elektron, Myon und Tauon haben die Ladung -1, während die Neutrinos (Symbol: ν) neutral sind.

Zu den Neutrinos: Es gibt, wie ihr in > Tab. 31.4 sehen könnt, drei verschiedene Formen der Neutrinos (ν_e , ν_μ und ν_τ). Ihr Name kommt aufgrund ihrer neutralen Ladung (Neutr-) und der italienischen Verkleinerungsform (-ino) zustande, um sie von den größeren Neutronen begrifflich auseinander halten zu können. Sie entstehen unter anderem durch den **β -Zerfall** (> Kap. 33.3.2) und bei der **Kernfusion** (> Kap. 31.6) in kleinen Sternen wie der Sonne. Die Neutrinos können ineinander umgewandelt werden (Neutrinooszillation). Außerdem sind sie extrem schwer zu detektieren, da sie eine winzig kleine Masse haben und sich sehr schnell bewegen. So schnell sogar, dass 2011 das berühmte Kernforschungsinstitut CERN eine Meldung herausgab, dass sie Neutrinos gemessen hätten, die **schneller als Licht** sind. Im Endeffekt war es dann aber eine Fehlmessung, die darauf zurückzuführen ist, dass ein Glasfaserkabel bzw. ein GPS-Gerät der Messapparatur defekt war.

Tab. 31.4 Leptonen-Tabelle.

Symbol	Lepton	Eigenschaften	Ladung	Generation	Lebensdauer (s)
e	Elektron	• bilden die Atomhüllen bzw. -orbitale • unterliegen der schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung sowie der Gravitation	(-1)	I	∞
ν_e	Elektron-Neutrino	• entstehende Elementarteilchen beim β^+ -Zerfall	(0)		∞
μ	Myon	• Hauptbestandteil der sekundären kosmischen Strahlung (> Kap. 33.5) • entstehen aus dem Zerfall von Pionen mittels der schwachen Wechselwirkung • unterliegen der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung sowie der Gravitation, aber nicht der starken Wechselwirkung	(-1)	II	$2,2 \times 10^{-6}$
ν_μ	Myon-Neutrino	• Entstehung aus einem Pionenstrahl, der zu Myonen und Myon-Neutrinos zerfällt	(0)		∞
τ	Tauon	• auch τ -Lepton • können in andere Leptonen und Hadronen wie Pionen und Kaonen zerfallen • unterliegen der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung sowie der Gravitation, aber nicht der starken Wechselwirkung	(-1)	III	3×10^{-13}
ν_τ	Tauon-Neutrino	• entstehen durch den Zerfall von Tauonen	(0)		∞

KAPITEL

35 Algebra

Deniz Tafrali

35.1 Einführung in die Algebra

Die Mathematik besteht vereinfacht gesagt aus vier verschiedenen Hauptgebieten, die sich sehr stark überschneiden:

- Logik und Mengenlehre
- Topologie
- Analysis
- Algebra

Mit Letzterem beschäftigen wir uns im Rahmen des BMS. Bei der **Algebra** handelt es sich um die Lehre der Rechenoperationen mit den Operatoren.

VERSTÄNDNIS+ Die **Operatoren** der Grundrechenarten sind das Pluszeichen „+“ für Addition, das Minuszeichen „-“ für Subtraktion, die Malzeichen „·“, „×“ oder „*“ für die Multiplikation und für die Division die Geteiltzeichen „:“, „÷“ oder „/“, und der Bruchstrich. Speziell sind der einstellige Operator für die negativen Zahlen, der ebenfalls mit Minus „-“ gekennzeichnet wird und das oftmalige Weglassen des Operators bei der Multiplikation zwischen Zahlen und Variablen (z. B. $3ab = 3 \times a \times b$). Außerdem ist es für den Lernalltag in der Mathematik wichtig, die Bezeichnungen der **Operanden** zu kennen. Operanden sind die Argumente, die man links und rechts an einem Operator anwendet. Hat man die Rechenoperation $1 + 2$, dann sind die Operanden die 1 und die 2, während das + den Operator darstellt. Wir haben euch die Operanden in > Tab. 35.1 zusammengefasst.

Tab. 35.1 Operanden der Grundrechenarten

Rechenoperation	Operator	Operand(-en)	Ergebnis
Addition	+	Summand + Summand	Summe
Subtraktion	-	Minuend – Subtrahend	Differenz
Multiplikation	· oder × oder *	Faktor × Faktor	Produkt
Division	: oder ÷ oder /	Dividend / Divisor	Quotient

In diesem Buch verwenden wir an einigen Stellen * für die Multiplikation und / für die Division!

60-TAGE-LERNPLAN Der Begriff Algebra stammt vom arabischen Wort *al-ğabr*, was so viel heißt wie „das Zusammenfügen gebrochener Teile“. Interessant ist auch, obwohl es überhaupt nichts mit Mathe zu tun hat, dass das Wort Alkohol ebenfalls aus dem Arabischen stammt (*al-kuh*).

Wir sparen uns an dieser Stelle die Einführung der Grundrechenarten wie Addition und Subtraktion und setzen sie schlichtweg voraus, da derartige Rechenoperationen auch erfolgreich von Volks- und Grundschulern gemeistert werden. Stattdessen gehen wir in den nächsten Unterkapiteln direkt auf die für den MedAT wichtigen Themengebiete der Algebra ein.

VERSTÄNDNIS+ Da aber in der Schulmathematik oft nicht wirklich Rücksicht auf das Verständnis von grundlegenden Dingen genommen wird, erklären wir hier kurz, was es eigentlich mit den **Buchstaben** in der Algebra auf sich hat: Irgendwann in der dritten Klasse Unterstufe führt der Mathelehrer das **x** in die Rechenoperationen ein, indem er sagt: „Das ist x. X ist eine Variable.“ Toll für x, dass es so viel Abwechslung bekommt. Aber was soll das denn bedeuten? Die Variable x (oder jeder andere Buchstabe) ist im Zusammenhang mit der Algebra ein Symbol, das für alle möglichen Zahlen stehen kann, die **reell** sind. Reell bedeutet in diesem Zusammenhang, dass x **jede Zahl** von $-\infty$ bis ∞ , darunter auch Brüche und irrationale Zahlen wie die Euler'sche Zahl e (> Kap. 38.6.1), sein kann. Weil es einfacher ist ein Symbol (eben x) zu verwenden, anstatt jedes Mal alle reellen Zahlen auf das Papier zu schreiben (was ∞ lange dauern würde), akzeptiert ihr jetzt bitte einfach das x als Teil der Algebra. Lasst euch das gerade Gelernte trotzdem mal auf der Zunge zergehen und verinnerlicht euch: x kann jede, naja, x-beliebige Zahl sein, **die es gibt**.



60-TAGE-LERNPLAN Aber x kann nicht jede x -beliebige Zahl sein, die ihr euch **vorstellen** könnt. Das wären nämlich imaginäre Zahlen i , die nicht zu den reellen Zahlen gezählt werden (\rightarrow Tab. 35.2).

Tab. 35.2 Ein Auszug der wichtigsten Zahlenmengen

Zahlenmenge (-art)	Symbol	Bereich
Natürliche Zahlen	\mathbb{N}	beinhalten $\{1, 2, 3, \dots, \infty\}$
Ganze Zahlen	\mathbb{Z}	beinhalten $\{-\infty, \dots, -3, -2, -1, 1, 2, 3, \dots, \infty\}$
Rationale Zahlen	\mathbb{Q}	beinhalten neben \mathbb{Z} auch $\{\frac{m}{n} \mid m, n \in \mathbb{Z}, n \neq 0\}$ Was so viel bedeutet wie „ m durch n (also auch Brüche), wobei m und n die Variablen des Bruches sind, die wiederum Elemente (\in) der ganzen Zahlen \mathbb{Z} sein müssen, ausgenommen davon ist, dass n zu irgendeiner Zeit 0 ist, da man nicht durch 0 teilen darf.
Irrationale Zahlen	\mathbb{I}	beinhalten alle Zahlen die nicht als Bruch dargestellt werden können, wie z. B. $\sqrt{2}$ oder π . In Mathematik-Sprache also $\mathbb{I} = \frac{\mathbb{R}}{\mathbb{Q}}$
Reelle Zahlen	\mathbb{R}	beinhalten irrationale wie rationale Zahlen, also $\mathbb{R} = \mathbb{I} \cup \mathbb{Q}$
Komplexe Zahlen	\mathbb{C}	beinhalten $\{c = a + bi \mid a, b \in \mathbb{R}, i = \sqrt{-1}\}$ Die komplexe Zahl c ist mit seinen Variablen a und b also Element von \mathbb{R} und erweitert die reellen Zahlen dergestalt, dass die Gleichung $x^2 + 1 = 0$ lösbar wird. Es wird von ihr ein Bereich definiert, in dem die Wurzel aus $\sqrt{-1}$ anhand der imaginären Zahl i gezogen werden kann.

35.2 Gleichungen und Ungleichungen

Der Name ist Programm. **Gleichungen** sind aus **mathematischen Termen** zusammengesetzt, die wiederum aus Zahlen (z. B. 5), Variablen (z. B. x), Symbolen für mathematische Verknüpfungen (z. B. + oder \times) und Klammern $\{([])\}$ bestehen können. Sie werden links und rechts eines Gleichheitszeichens geschrieben – das bedeutet, die Ergebnisse des rechten wie des linken Terms müssen **gleich** sein. Ansonsten handelt es sich um eine **Ungleichung**.

VERSTÄNDNIS* $\text{Term}_A = \text{Term}_B$ ist also $\text{Term}_A = x$ und $\text{Term}_B = x$, dann handelt es sich um eine **Gleichung**.
 $\text{Term}_C \neq \text{Term}_D$, also $\text{Term}_C = x$ und $\text{Term}_D = y$ wobei gilt, dass $x \neq y$, dann handelt es sich um eine **Ungleichung**.

Gehen wir ein paar Beispiele durch. Wir beginnen zunächst mit zwei einfachen Termen:

$$\text{Term}_A = 5 + 15 \text{ und } \text{Term}_B = 8 \times 4$$

Setzt man die Terme nun in eine Gleichung, erhalten wir die Annahme

$\text{Term}_A = \text{Term}_B$, also:

$$5 + 15 = 8 \times 4$$

Rechnet man das aus, werden wir sehen, dass

$20 \neq 32$ ist – wir haben eine **Ungleichung**.

Gehen wir ein bisschen weiter und verwenden eine Variable, dann sieht unser nächstes Beispiel wie folgt aus:

$$\text{Term}_C = 15x - 8 \text{ und } \text{Term}_D = 34 + 3^{-1}$$

Setzt man die Terme nun in eine Gleichung, erhalten wir

$\text{Term}_C = \text{Term}_D$, also:

$$15x - 8 = 34 + 3^{-1}$$

Nun muss man die Gleichung einfach nach x auflösen. Das machen wir Schritt für Schritt. Dazu formen wir erst die Potenz in Term_D um, addieren die Zahlenwerte desselben Termes und ziehen alle anderen Werte durch **Äquivalenzumformungen** von der Seite des x weg, bis es alleine dasteht. Der rechte Term besteht dann im Idealfall nur aus einem Zahlenwert.

$$\text{Da } 3^{-1} = \frac{1}{3} \approx 0,33, \text{ gilt } 15x - 8 = 34 + 0,33$$

DEFINITIONEN Als **Äquivalenzumformung** bezeichnet man die auf beiden Seiten einer Gleichung gleichzeitig stattfindende Umformung der Terme mittels Rechenoperationen wie der **Addition, Subtraktion, Division, Multiplikation, Potenzierung, Radizierung (Wurzelziehen)** und Anderen.

VERSTÄNDNIS* Die Doppeltilde \approx steht für eine Gleichung mit Termen, die nur **ungefähr gleich** sind. Da es einfacher zu handhaben ist, verwenden wir an dieser Stelle doch das Ist-gleich-Zeichen $=$ und ersparen uns die $0,33333333 \rightarrow$ bis ∞ .

$$\begin{aligned}
 15x - 8 &= 34,33 && | + 8 \text{ (wohlgemerkt auf beiden Seiten bzw. Termen)} \\
 15x - 8 + 8 &= 34,33 + 8 \\
 15x &= 42,33 && | /15 \\
 \frac{15x}{15} &= \frac{42,33}{15} && | \text{ (die 15 lässt sich nun im linken Term rauskürzen)} \\
 \frac{15x}{15} &= 2,8222 \\
 x &= 2,8222
 \end{aligned}$$

Also gilt: $\text{Term}_C = 15 \times 2,8222 - 8 = \text{Term}_D = 34 + 3^{-1} = 34,333$

60-TAGE-LERNPLAN Ein letztes Beispiel einer relativ schweren Aufgabe, bei der wir die nun redundanten Vorbemerkungen weglassen können, sähe wie folgt aus:

$$\begin{aligned}
 \left(\frac{x(x-4)}{2}\right) + 15 &= (x-3)^2 && | \text{ links und rechts ausmultiplizieren} \\
 \left(\frac{x^2-4x}{2}\right) + 15 &= (x-3)(x-3) \\
 \left(\frac{x^2}{2}\right) - 2x + 15 &= x^2 - 6x + 9 && | \times 2 \text{ (um den Bruch links weg zu bekommen)} \\
 x^2 - 4x + 30 &= 2x^2 - 12x + 18 && | -x^2 \quad | +4x \quad | -30 \text{ (um alle x auf eine Seite zu bringen)} \\
 0 &= x^2 - 8x - 12 && | \text{ (Anwenden der quadratischen Ergänzung)} \\
 0 &= (x-4)^2 - 28 && | +28 \text{ (+28, da } (x-4)^2 = x^2 - 8x - 16 \text{ und } x+12 = -16, x = -28) \\
 28 &= (x-4)^2 && | \sqrt{\quad} \\
 \pm\sqrt{28} &= x-4 && | + 4 \text{ (und die Seiten der Terme umtauschen)} \\
 x &= \pm 5,29 + 4 \\
 x_1 &= 9,29 \\
 x_2 &= -1,29
 \end{aligned}$$

35.3 Dreisatz (Schlussrechnung)

Für dieses Unterkapitel müssen wir zunächst drei Begriffe definieren.

DEFINITIONEN Mit der **mathematischen Größe** bezeichnen wir die Kombination aus einem Zahlenwert (**Maßzahl**), der repräsentativ für die Menge einer Sache steht (z. B. Anzahl von Kuchenstücken, sagen wir 8), und der dazugehörigen **Einheit** der Größe (das Kuchenstück; mathematischer z. B. auch der Meter oder das Gramm).

$$5 \text{ Kuchenstücke}_{(\text{Größe})} = 5_{(\text{Maßzahl})} \times \text{Kuchenstück}_{(\text{Einheit})}$$

Die **direkte Proportionalität** zwischen zwei veränderlichen Größen setzt voraus, dass zwischen den besagten Größen immer dasselbe Verhältnis herrscht. Wird die Größe A_{prop} verdoppelt (verdreifacht), so verdoppelt (verdreifacht) sich auch die zu A_{prop} proportionale Größe B_{prop} . In einer Gleichung sieht die Proportionalität wie folgt aus:

$$A_{\text{prop}} \times x = B_{\text{prop}} \times x$$

Wobei x einen beliebigen Term darstellt.

Bei der **indirekten Proportionalität** ist die Größe A_{prop} hingegen zum **Kehrwert** der Größe B_{prop} (direkt) proportional:

$$A_{\text{prop}} \times x = 1/B_{\text{prop}} \times x$$

Zu dieser Art von Proportionalität kann man sagen: Wenn A_{prop} **größer** wird, muss B_{prop} **kleiner** werden und vice versa.

MedAT-GEHEIMTIPP Übt die Schlussrechnung so lange, bis ihr sie wirklich verstanden habt. Dann ist es sehr einfach, diese Aufgaben anzugehen. Eine Aufgabe mit Lösungsweg stellen wir euch an dieser Stelle vor: Ein Rugbyteam besteht aus 72 Rugbyspielern. Es gibt im Team **dreimal** so viele Briten wie Ausländer. Wie viele Briten sind im Rugbyteam?

Wir haben gegeben:

Gesamtanzahl 72 Spieler

Verhältnis von 3 : 1 Briten zu Ausländern.

Wir suchen:

Anzahl an britischen Spielern.

Rechnung:

Da Briten dreimal mehr sind wie Ausländer, gilt Ausländer = x und Briten = 3 x x. Beide gemeinsam ergeben die Gesamtanzahl der Spieler = 72.

$$\begin{aligned}
 72 &= 3x + x \\
 72 &= 4x && | /4 \\
 x &= 18
 \end{aligned}$$

Es gibt 18 ausländische Spieler.

$$3 \times 18 = 30 + 24 = 54$$

Das Rugbyteam hat **54 britische Spieler**.

Den Dreisatz bzw. die Schlussrechnung kann man in zwei verschiedenen Formen anwenden:

Wer in Österreich Medizin oder Zahnmedizin studieren will, kommt um den MedAT nicht herum.

Dieser gliedert sich in BMS (Basiskonzepttest Medizinische Studien) mit den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Mathe und einen weiteren Teil, der die kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten (KFF), Textverständnis (TV) und sozial-emotionale Kompetenzen (SEK) prüft.

Du bereitest dich gerade auf den BMS des MedAT-H oder MedAT-Z vor? Dann ist Band 1 unserer Lernskripte perfekt für Dich, denn er enthält alles, was Du in den Fächern Biologie, Chemie (inkl. Biochemie), Physik und Mathematik wissen musst. Zusätzlich gibt es einen günstigen € 9,99 - Exklusiv-Zugang zum passenden Prüfungsbereich auf der Online-Lernplattform lernskript.get-to-med.com, wo Du Dein Wissen testen und prüfen kannst.

Kostenlos können alle User auf www.get-to-med.com zugreifen und sich dort z.B. über die MedAT-Prüfung, Statistiken, Kurse und unterschiedliche Lernpläne informieren sowie Übungsaufgaben absolvieren.

Für alle, die sich gezielt auf den kompletten MedAT vorbereiten wollen, gibt es nun Band 1 und Band 2. Die Lernpläne beider Werke sind aufeinander perfekt abgestimmt, so dass die Vorbereitungszeit in jedem Fall reichen wird!

Neu in der 2.Auflage: Vollständig korrigiert und aktualisiert. Ergänzungen nach dem aktuellen Themenkatalog und den letzten Prüfungsschwerpunkten.

Das bietet das Lernskript Band 1:

- Die Inhalte orientieren sich am aktuellen Themenkatalog des MedAT. Keine Sorge, auch wenn Du in dem einen oder anderen Fach kein Abitur oder keine Matura gemacht hast, mit diesem Skript kannst Du Dich optimal vorbereiten! Wir erklären Dir jedes Fach so, dass Du es verstehst.
- Den gesamten im MedAT geforderten Stoff in leicht verständlicher Form mit vielen Tipps, Merksprüchen und Eselsbrücken.
- Hilfreiche Abbildungen, die den Inhalt noch einmal prägnant veranschaulichen.
- Lernpläne, die Dir die Zeiteinteilung und das Lernen erleichtern. Du kannst zwischen einem 30-Tage- und einem 60-Tage-Lernplan wählen und diesen Band mit Band 2 gekoppelt lernen.

Das bietet die Online-Lernplattform:

- 2000 Fragen wie im MedAT zu jedem Stichwort des Themenkatalogs
- komplette BMS-Prüfungssimulationen
- Lernpläne für 30 oder 60 Tage
- stets aktuelle Übersichten zu Prüfungsschwerpunkten
- eine statistische Auswertung, die Dir zeigt, wo Deine Stärken und Schwächen liegen

Herausgeber / Autoren

Deniz Tafrali:

studierte nach seinem Abitur im Jahr 2011 molekulare Biowissenschaften in Salzburg, bevor er 2013 sein Medizinstudium in Graz begann. Neben dem Studium ist er der Gründer des Unternehmens get-to-med.com (<https://www.get-to-med.com>), gewann im Jahr 2016 den 1. Grazer Diagnostik-Contest und ist seit 2017 als Autor für die Elsevier GmbH tätig.

Darüber hinaus schreibt er derzeit Diplomarbeit am Lehrstuhl für Zellbiologie, Histologie und Embryologie in der Fachgruppe für Neurowissenschaften und absolviert bis Juli 2019 sein (klinisch-)Praktisches Jahr am LKH Graz und der University of Cambridge.

Paul Windisch:

studierte Medizin in Heidelberg, absolvierte als Stipendiat der Studienstiftung des dt. Volkes eine Famulatur am Stanford Cancer Center und arbeitet als Arzt in der Radio-Onkologie des UniversitätsSpital Zürich. Während seines Studiums verfasste er für die Elsevier GmbH die erfolgreiche Survival-Kit-Reihe, das BASICS Vorkurs sowie die Lernskripte für HAM-Nat und MedAT.

Sinan Barus:

ist seit 2015 Student der Humanmedizin an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen. Nach seinem Abitur im Jahre 2012 studierte er zunächst 2 Semester Technologie- und Managementorientierte Betriebswirtschaftslehre an der Technischen Universität München und 3 Semester Molekulare Medizin in Tübingen. Er war Stipendiat der Wilhelm- und Else-Heraeus-Stiftung und Gast der Leopoldina. Auch neben dem Studium engagiert er sich in Wissenschaft, Forschung und Lehre, so war er als wissenschaftliche Hilfskraft am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie und am Universitätsklinikum Tübingen, sowie als Tutor für Sonographie im Medizinstudium und als Tutor für das Anatomische Institut im Rahmen des großen Präparierkurses tätig. Seit Anfang 2019 fertigt er seine medizinische Dissertation am Tübinger Hertie-Institut für klinische Hirnforschung an. Er ist seit 2018 Autor bei der Elsevier GmbH.

Flora Hagen:

studierte nach ihrer Matura 3 Jahre Molekularbiologie an der Karl-Franzens Universität Graz. Seit 2017 ist sie Studentin der Humanmedizin an der Medizinischen Universität Graz sowie an der Johannes Kepler Universität in Linz.

MedAT 2020/2021 – Das Lernskript für den BMS – Band 1

2. Aufl. 2019. 464 S., 519 farb. Abb.

ISBN: 978-3-437-44061-8



ELSEVIER

elsevier.de

Empowering Knowledge