

Paul Yannick Windisch • Deniz Tafrali • Veronika Rojacher

3. Auflage

Lernpläne
Formel-
sammlungen
Bio-Glossar

Lernskript für den Hamburger Naturwissenschaftstest

Biologie, Chemie, Mathematik, Physik

LESEPROBE



Urban & Fischer

Paul Yannick Windisch, Deniz Tafrali, Veronika Rojacher

HAM-Nat

Das Lernskript für den Hamburger Naturwissenschaftstest

3. Auflage



ELSEVIER

Der Start ins Medizinstudium – Insider berichten

Auf unserer Homepage findest du inspirierende Erfahrungsberichte von Erstis, die nach bestandem Medizinertest ihren Traum vom Medizinstudium endlich verwirklichen konnten. Diese persönlichen Geschichten sind zwar subjektiv, aber sie können auch eine große Motivation sein. Denn sobald die Hürden der Zulassung überwunden sind und du deinen heiß ersehnten Studienplatz ergattert hast, beginnt ein aufregendes neues Kapitel. Erfahre, wie die ersten Wochen ablaufen, wie du schnell Anschluss findest und welche spannenden Fächer dich erwarten.



<https://else4.de/7fz>

Apropos Fächer! Wir von Elsevier bereiten dich natürlich bestens darauf vor. Mit unseren maßgeschneiderten Produkten begleiten wir dich vor, während und nach dem Studium!

Interessierst du dich auch für andere Medizinertests wie den TMS, EMS oder MedAT? Dann bist du bei uns genau richtig! Wir bieten dir Lernmaterialien auf Testniveau für jeden Zulassungstest.

Viel Erfolg wünscht euch
euer Elsevier-Team

Hinweise zum Lernplan

Am Beginn jedes Fachgebiets findet Ihr einen Lernplan, den wir für euch entworfen haben. Er soll euch helfen, eure Vorbereitungszeit sinnvoll einzuteilen.

Ein Lernplan ist nicht in Stein gemeißelt

Er soll euch als ungefähre Orientierung dienen, um den zeitlichen Aufwand für die jeweiligen Kapitel abschätzen zu können, wobei auch dieser, je nachdem wie umfangreich eure Vorkenntnisse sind, variieren kann. Im Idealfall solltet ihr dieses Buch von Beginn an durcharbeiten. Zwar stellen die Kapitel prinzipiell in sich geschlossene Einheiten dar, aber es kann trotzdem vorkommen, dass z. B. in der Physik auf Vorgehensweisen verwiesen wird, die im Mathematik-Teil eingeführt wurden. Dieses Werk stellt euch sowohl einen 30- als auch einen 60-Tage-Lernplan zur Verfügung. Je nachdem wie viel Zeit ihr habt oder euch nehmen wollt, könnt ihr die Kapitel in der jeweils empfohlenen Tagesanzahl bearbeiten. Ihr findet vor jedem Fachgebiet eine Lernplanübersicht für beide Optionen.

Muss ich alles verstehen?

Dieses Buch soll euch zum Erfolg im HAM-Nat verhelfen und dafür ist es zunächst wichtig, ein breites Wissen in Biologie, Chemie, Mathematik und Physik aufzubauen, mit dem sich möglichst viele Prüfungsfragen beantworten lassen. Da sich z. B. die Herleitungen bestimmter Gesetze nur schlecht prüfen lassen, kann es vorkommen, dass in diesem Buch zum Teil auf sie verzichtet wird, wenn sie von den prüfungsrelevanten Fakten ablenken würden und sich die Fragen zum jeweiligen Thema auch ohne sie beantworten lassen. Für viele, die es aus der Schule gewohnt sind, jede Gleichung nachzuvollziehen, kann das eventuell irritierend sein, und es heißt auch nicht, dass ihr euch nicht eingehender mit den Gleichungen befassen sollt. Deswegen der Vorschlag: Arbeitet zunächst den Lernplan durch und baut dadurch ein breites Wissen auf, mit dem ihr gut für den HAM-Nat gerüstet seid. Nutzt dann die verbleibenden Tage der Wiederholungsphase, um eure wissenschaftliche Neugier durch

die Lektüre umfassenderer Lehrbücher zu den jeweiligen Fächern zu befriedigen. Bedenkt aber bitte auch für das spätere Studium: In einem Fach wie der Medizin, das Inhalte aus vielen Naturwissenschaften streift, kommt irgendwann der Punkt, an dem auch der schlaueste und fleißigste Studierende nicht mehr alles nachvollziehen kann. Dafür ist die Menge an Wissen einfach zu groß. Prioritäten zu setzen und sich nicht in Details zu verzetteln, sind mit die wichtigsten Fähigkeiten für ein erfolgreiches Studium, und es schadet nicht, diese schon bei der Vorbereitung auf den HAM-Nat zu üben.

Übungsfragen – „Kreuzen“

Euer erworbenes Wissen anzuwenden, ist wahrscheinlich mit das Wichtigste, was ihr im Rahmen eurer Vorbereitung machen könnt. Neben Büchern, die natürlich einige Fragen und gelegentlich auch zusätzliche Informationen zu den Antwortmöglichkeiten enthalten, solltet ihr euch in diesem Zusammenhang die Kreuzprogramme anschauen, die Medizinstudierende zur Physikumsvorbereitung einsetzen.

Werde ich mit den Inhalten diese Buchs jede Frage des HAM-Nat beantworten können?

Das kann euch kein Buch versprechen. Insider-Informationen zum kommenden HAM-Nat haben auch wir nicht. Grundsätzlich gilt: Je fundierter und breiter eure naturwissenschaftlichen Grundlagen sind, desto besser sind eure Chancen die notwendige Punktzahl für einen Studienplatz zu erreichen. Wenn ihr Zeit habt, eure Vorbereitung auszuweiten, solltet ihr sie entsprechend nutzen.

Garantiert alle Stichwörter drin

Die Lernpläne folgen unseren Kapiteln, wobei alle Stichwörter des HAM-Nat-Themenkatalogs (Stand 2025) exakt zugeordnet sind. So könnt ihr absolut sicher sein, dass ihr beim Lernen nichts auslasst, auch wenn die Reihenfolge aus didaktischen Gründen angepasst wurde.

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.

HAM-Nat-GEHEIMTIPP Mit diesem Kasten erhaltet ihr Tipps zu speziellen Fragestellungen/Problemen, die euch bei deren Bearbeitung helfen.

60-TAGE-LERNPLAN Die 60-Tage-Lernpläne weisen euch darauf hin, wie das Kapitel zu bearbeiten ist, je nachdem, welchen Lernplan ihr nutzt.

EPISCHE ESELSBRÜCKE Unsere epischen Eselsbrücken sollen euch durch Merksprüche, Reime, Verbildlichungen 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.

ZUSAMMENFASSUNG Diese Kästen liefern euch die wichtigsten Take-Home-Messages am Ende jedes Kapitels. Diese können euch dabei unterstützen, das Gelernte zu rekapitulieren.

Fehler gefunden?



An unsere Inhalte haben wir sehr hohe Ansprüche. Trotz aller Sorgfalt kann es jedoch passieren, dass sich ein Fehler einschleicht oder fachlich-inhaltliche Aktualisierungen notwendig geworden sind.

Sobald ein relevanter Fehler entdeckt wird, stellen wir eine Korrektur zur Verfügung. Mit dem nebenstehenden QR-Code gelingt der schnelle Zugriff.

<https://else4.de/9783437413643>

Wir sind dankbar für jeden Hinweis, der uns hilft, dieses Werk zu verbessern. Bitte richten Sie Ihre Anregungen, Lob und Kritik an folgende E-Mail-Adresse: kundendienst@elsevier.com

Inhaltsverzeichnis

I	Biologie	1	3.1.3	S-Phase	34
	<i>Paul Windisch, Veronika Rojacher</i>		3.1.4	G2-Phase	34
1	Grundausrüstung der Zelle	3	3.1.5	Mitose	34
	<i>Paul Windisch</i>		3.2	Replikation	35
1.1	Allgemeines	3	3.2.1	Polymerase-Kettenreaktion (PCR)	36
1.2	Zellmembran	3	3.2.2	Telomere, Telomerase und Reverse Transkriptase	37
1.2.1	Aufbau der Zellmembran	4	3.2.3	DNA-Polymerasen	39
1.2.2	Mizellen und Vesikel	5	3.2.4	DNA-Reparatur	39
1.2.3	Fluidität	5	3.3	Mitose	40
1.2.4	Membranproteine	6	3.3.1	Prophase	40
1.2.5	Transportmechanismen	7	3.3.2	Prometaphase	41
1.2.6	Exo- und Endozytose	8	3.3.3	Metaphase	41
1.3	Zellorganellen	10	3.3.4	Anaphase	41
1.3.1	Zytoplasma	10	3.3.5	Telophase	42
1.3.2	Mitochondrien & Endosymbiontentheorie	10	3.3.6	Zytokinese	42
1.3.3	Proteasom	12	3.4	Meiose	43
1.3.4	Ribosomen	12	3.4.1	1. Reifeteilung	43
1.3.5	Endoplasmatisches Retikulum	13	3.4.2	2. Reifeteilung	45
1.3.6	Golgi-Apparat	15	3.4.3	Oogenese	47
1.3.7	Lysosomen	16	3.4.4	Spermatogenese	47
1.3.8	Peroxisomen	16	3.5	Chromosomenaberrationen	48
1.4	Zytoskelett-Elemente	17	3.5.1	Non-Disjunction	48
1.5	Zellkontakte	17	3.5.2	Numerische Chromosomenaberrationen	48
1.6	Gewebetypen	18	3.5.3	Strukturelle Chromosomenaberrationen	48
1.6.1	Epithelien	18	3.6	X-Inaktivierung	49
1.6.2	Bindegewebe	19	3.7	Zelltod	49
1.6.3	Muskelgewebe	19	3.7.1	Nekrose	50
1.6.4	Nervengewebe	20	3.7.2	Apoptose	50
2	Transkription und Translation – das Tagesgeschäft der Zelle	21	4	Genetik – Regeln der Vererbung	53
	<i>Paul Windisch</i>			<i>Paul Windisch</i>	
2.1	Zellkern (Nucleus)	21	4.1	Mendel-Regeln	53
2.1.1	Nucleolus	22	4.1.1	Kreuzungsschemata	53
2.2	Organisation des Chromatins	22	4.1.2	1. Regel (Uniformitätsregel)	54
2.2.1	Histone	22	4.1.3	2. Regel (Spaltungsregel)	54
2.2.2	Chromosomen	23	4.1.4	3. Regel (Unabhängigkeits-/Neukombinationsregel)	54
2.3	DNA und RNA	25	4.2	Autosomale und gonosomale Erbgänge	55
2.3.1	Struktur der DNA	25	4.2.1	Autosomal-dominanter Erbgang	55
2.3.2	Struktur der RNA	26	4.2.2	Autosomal-rezessiver Erbgang	56
2.4	Transkription	26	4.2.3	X-chromosomal-dominanter Erbgang	58
2.4.1	Reifung der prä-mRNA	27	4.2.4	X-chromosomal-rezessiver Erbgang	58
2.5	Genetischer Code und Translation	28	4.2.5	Y-chromosomaler Erbgang	59
2.5.1	Genetischer Code	28	4.2.6	Mitochondrialer Erbgang	59
2.5.2	Translation	29	4.3	Hardy-Weinberg-Gesetz	59
2.5.3	Posttranslationale Modifikation	31	4.4	Vererbung der Blutgruppen	61
2.5.4	Mitochondriale DNA	31	4.4.1	ABO-System	61
2.5.5	Die verschiedenen RNAs	32	4.4.2	Rhesussystem	63
3	Zellzyklus und Apoptose	33	4.5	Mutationen	63
	<i>Paul Windisch</i>		5	Mikrobiologie	65
3.1	Zellzyklus	33		<i>Paul Windisch</i>	
3.1.1	G0-Phase	33	5.1	Bakterien	65
3.1.2	G1-Phase	33	5.1.1	Aufbau	65
			5.1.2	Bakterielle Zellwand und Zellmembran	67

5.1.3	Besonderheiten (Gentransfer, Klonierung, Sporen)	68	9	Glossar Biologie	105
5.1.4	Wachstumsverhalten	69		<i>Veronika Rojacher</i>	
5.1.5	Antibiotika	70	II	Chemie	113
5.1.6	Klassifikation	71		<i>Paul Windisch</i>	
5.2	Viren	71	10	Grundlagen des Atombaus	115
5.2.1	Aufbau	72		<i>Paul Windisch</i>	
5.2.2	Klassifikation	72	10.1	Eigenschaften von Protonen, Elektronen und Neutronen	115
5.2.3	Übertragung	72	10.1.1	Masse	115
5.3	Prionen	73	10.1.2	Ladung	115
6	Stoffwechsel-Grundkurs	75	10.2	Grundlagen zum Atom	116
	<i>Paul Windisch</i>		10.3	Elektronenhülle	117
6.1	Allgemeines	75	11	Periodensystem und Orbitalmodell	119
6.2	Enzyme	75		<i>Paul Windisch</i>	
6.2.1	Grundlagen	75	11.1	Prinzipien der Ordnung	119
6.2.2	Enzymkatalysierte Reaktionen	76	11.2	Oktettregel	120
6.2.3	Multienzymkomplex und multifunktionelle Enzyme	77	11.3	Atomradien	120
6.2.4	Enzymkinetik	77	11.4	Elektronegativität	120
6.3	Glykolyse	81	11.5	Orbitalmodell	121
6.3.1	Reaktionsschritte	81	12	Chemische Bindung	125
6.3.2	ATP	83		<i>Paul Windisch</i>	
6.3.3	NAD ⁺ /NADH+H ⁺ sowie NADP ⁺ /NADPH+H ⁺	85	12.1	Metallische Bindung	125
6.3.4	Anaerobe Glykolyse	85	12.1.1	Eigenschaften	125
6.3.5	Bilanz der Glykolyse	86	12.1.2	Legierungen	126
6.3.6	Insulin und Glucagon	86	12.2	Ionenbindung	126
6.4	Pyruvatdehydrogenase (PDH)	87	12.2.1	Eigenschaften	127
6.4.1	Acetyl-CoA	87	12.2.2	Salzformeln	127
6.5	Citratzyklus	89	12.2.3	Nomenklatur	127
6.5.1	Reaktionsschritte	89	12.3	Das Mol	128
6.5.2	Bilanz	91	12.4	Atombindung	129
6.6	Atmungskette	91	12.4.1	Zweiatomige Gase	129
6.6.1	Grundprinzipien der Atmungskette	92	12.4.2	Molekülorbitale	130
6.6.2	Reaktionsschritte	92	12.4.3	Hybridisierung	130
6.6.3	ATP-Synthase	93	12.4.4	Geometrie	131
6.6.4	Regulation der Atmungskette	94	12.5	Koordinative Bindung	132
7	Signaltransduktion	95	13	Intermolekulare Kräfte	133
	<i>Paul Windisch</i>			<i>Paul Windisch</i>	
7.1	Nervenreizleitung	95	13.1	Dipole	133
7.1.1	Ruhepotenzial	95	13.2	Van-der-Waals-Kräfte	134
7.1.2	Generatorpotenzial	95	13.3	Wasserstoffbrückenbindungen	134
7.1.3	Aktionspotenzial	95	13.4	Hydrophobe Wechselwirkungen	134
7.1.4	Repolarisation	95	14	Aggregatzustände	137
7.1.5	Refraktärphase	95		<i>Paul Windisch</i>	
7.1.6	Synapsen	95	14.1	Temperatur	137
7.2	Hormone	96	14.2	Aggregatzustände und Übergänge	137
7.2.1	Klassifikation	97	14.3	Folgen für die Chemie	138
7.2.2	Transport	97	14.4	Diffusion und Osmose	138
7.2.3	Rezeptoren	97	15	Stoffumwandlungen	141
7.2.4	Hypophyse	97		<i>Paul Windisch</i>	
7.3	Sinnesorgane	98	15.1	Reaktionsgleichungen	141
7.3.1	Auge	98	15.2	Stöchiometrie	142
7.3.2	Ohr	100	15.3	Konzentration	142
8	Grundkurs Evolution	103			
	<i>Paul Windisch</i>				
8.1	Charles Darwin	103			
8.2	Genpool	103			
8.3	Konvergenz und Divergenz	103			

15.4	Homogenes Gleichgewicht	143	19	Redoxreaktionen	169
15.4.1	Prinzip von Le Chatelier	143	<i>Paul Windisch</i>		
15.4.2	Massenwirkungsgesetz	144	19.1	Definitionen	169
15.5	Heterogenes Gleichgewicht	145	19.2	Spannungsreihe	170
15.5.1	Stoffgemische	145	19.3	Nernst-Gleichung	171
15.5.2	Nernst-Verteilungsgesetz	146	19.4	Elektrochemische Zelle	171
16	Thermodynamik	147	20	Grundlagen der organischen Chemie	173
<i>Paul Windisch</i>			<i>Paul Windisch</i>		
16.1	Grundlegende Begriffe	147	20.1	Einführung	173
16.1.1	Enthalpie	147	20.1.1	Kohlenstoff	173
16.1.2	Entropie	147	20.1.2	Bindungspartner des Kohlenstoffs	173
16.1.3	Gibbs-Energie	147	20.1.3	Reaktionen	174
16.2	Rechnen mit G	148	20.2	Alkane	175
16.3	Chemische Reaktionen mit G	149	20.2.1	Homologe Reihe	175
16.3.1	Aktivierungsenergie und Energieprofile	149	20.2.2	Konstitutionsisomere und Nomenklatur	176
16.3.2	Gekoppelte Reaktionen	149	20.2.3	Konformationsisomere	177
16.4	Fließgleichgewichte	149	20.2.4	Skelettformeln	178
17	Kinetik	151	20.3	Cycloalkane	178
<i>Paul Windisch</i>			20.3.1	Nomenklatur	178
17.1	Geschwindigkeitskonstante k	151	20.3.2	Stabilität	179
17.2	Reaktionsgeschwindigkeit	151	20.4	Alkene	179
17.2.1	Katalysatoren	152	20.4.1	Nomenklatur	179
17.3	Reaktionsordnung	152	20.4.2	Konfigurationsisomere	180
17.3.1	Geschwindigkeitsbestimmende Reaktion	154	20.4.3	Doppelbindungen	180
18	Säuren und Basen	155	20.5	Alkine	180
<i>Paul Windisch</i>			20.6	Aromaten	181
18.1	Definitionen	155	20.6.1	Kriterien und Struktur	181
18.1.1	Typische Säuren	156	20.6.2	Nomenklatur	181
18.1.2	Typische Basen	157	20.6.3	Substituierte Aromaten	182
18.1.3	Ampholyte	157	21	Funktionelle Gruppen	183
18.1.4	Zusammengesetzte Ionen	157	<i>Paul Windisch</i>		
18.2	pH, pKs und pKb	159	21.1	Sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen	183
18.2.1	pH und pOH	159	21.1.1	Alkohole	183
18.2.2	pKs und pKb	160	21.1.2	Ether	184
18.3	pH-Wert-Berechnung	161	21.1.3	Aldehyde und Ketone	184
18.3.1	Starke Säuren/Basen	161	21.1.4	Carbonsäuren	187
18.3.2	Schwache Säuren/Basen	161	21.1.5	Reaktionen an funktionellen Gruppen	188
18.4	Mehrprotonige Säuren	161	21.1.6	Phosphorsäure	189
18.4.1	Indikatoren	162	21.2	Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen	189
18.5	Pufferlösungen	162	21.3	Schwefelhaltige funktionelle Gruppen	191
18.6	Titration	163	21.3.1	Thiole	192
18.6.1	Titration einer starken Säure mit einer starken Base	164	21.3.2	Andere schwefelhaltige funktionelle Gruppen	192
18.6.2	Titration einer starken Base mit einer starken Säure	164	22	Stereochemie	193
18.6.3	Titration einer schwachen Säure mit einer starken Base	164	<i>Paul Windisch</i>		
18.6.4	Titration einer schwachen Base mit einer schwachen Säure	165	23	Aminosäuren, Peptide und Proteine	195
18.6.5	Titration mehrprotoniger Säure	166	<i>Paul Windisch</i>		
18.7	Wasserhärte	166	23.1	Aminosäuren	195
18.8	Mesomerie	166	23.1.1	Proteinogene Aminosäuren	195
18.9	Salze	167	23.1.2	Isoelektrischer Punkt	195
			23.2	Peptidbindung	197
			23.3	Peptid und Protein	198
			23.3.1	Primärstruktur	198
			23.3.2	Sekundärstruktur	198
			23.3.3	Tertiärstruktur	198
			23.3.4	Quartärstruktur	199

36	Thermodynamik und Gase	277	38	Licht und andere Wellen	289
	<i>Paul Windisch</i>			<i>Paul Windisch</i>	
36.1	Wärme	277	38.1	Wellen	289
36.2	Innere Energie und Hauptsätze der Thermodynamik	278	38.2	Schall	290
36.3	Gase	279	38.3	Licht	290
36.3.1	Ideale Gase	279	39	Optik	293
36.3.2	Allgemeine Gasgleichung	279		<i>Paul Windisch</i>	
36.3.3	Zustandsänderungen	279	39.1	Reflexion	293
37	Elektrizität	281	39.2	Brechung	293
	<i>Paul Windisch</i>		39.3	Linsen	295
37.1	Begriffe und Größen	281	39.3.1	Konvexe Linsen	295
37.1.1	Ladung	281	39.3.2	Konkave Linsen	295
37.1.2	Strom	281	39.4	Auge	295
37.1.3	Spannung	282	39.5	Lupe und Mikroskop	296
37.2	Stromkreis	283	40	Ionisierende Strahlung	297
37.2.1	Unverzweigter Stromkreis	283		<i>Paul Windisch</i>	
37.2.2	Verzweigter Stromkreis	285	40.1	Radioaktivität	297
37.3	Magnetismus	286	40.2	Aktivität und Halbwertszeit	298
37.3.1	Magneten und ihre Kräfte	286	40.3	Dosis	298
37.3.2	Magneten und Strom	286	41	Formelsammlung Physik	301
37.4	Wechselstrom	287		<i>Paul Windisch</i>	
				Register	311

Biologie

Paul Windisch, Veronika Rojacher

1	Grundausrüstung der Zelle	3	4.3	Hardy-Weinberg-Gesetz	59
1.1	Allgemeines	3	4.4	Vererbung der Blutgruppen	61
1.2	Zellmembran	3	4.5	Mutationen	63
1.3	Zellorganellen	10	5	Mikrobiologie	65
1.4	Zytoskelett-Elemente	17	5.1	Bakterien	65
1.5	Zellkontakte	18	5.2	Viren	71
1.6	Gewebetypen	18	5.3	Prionen	73
2	Transkription und Translation – das Tagesgeschäft der Zelle	21	6	Stoffwechsel-Grundkurs	75
2.1	Zellkern (Nucleus)	21	6.1	Allgemeines	75
2.2	Organisation des Chromatins	22	6.2	Enzyme	75
2.3	DNA und RNA	25	6.3	Glykolyse	81
2.4	Transkription	26	6.4	Pyruvatdehydrogenase (PDH)	87
2.5	Genetischer Code und Translation	28	6.5	Citratzyklus	89
3	Zellzyklus und Apoptose	33	6.6	Atmungskette	91
3.1	Zellzyklus	33	7	Signaltransduktion	95
3.2	Replikation	35	7.1	Nervenreizleitung	95
3.3	Mitose	40	7.2	Hormone	96
3.4	Meiose	43	7.3	Sinnesorgane	98
3.5	Chromosomenaberrationen	48	8	Grundkurs Evolution	103
3.6	X-Inaktivierung	49	8.1	Charles Darwin	103
3.7	Zelltod	49	8.2	Genpool	103
4	Genetik – Regeln der Vererbung	53	8.3	Konvergenz und Divergenz	103
4.1	Mendel-Regeln	53	9	Glossar Biologie	105
4.2	Autosomale und gonosomale Erbgänge	55			

Lernplan Biologie

- Denkt daran, **abzuhaken**, was ihr schon geschafft habt – so erkennt ihr euren Lernfortschritt und bleibt motiviert!
- Im Biologie-Glossar (> Kap. 9) könnt ihr die **wichtigsten Begriffe** nachschlagen, wenn ihr Unterstützung braucht.
- **Unsere Gliederung folgt nicht immer dem Themenkatalog, aber keine Sorge: Alle wichtigen Stichworte sind enthalten. Die folgende Tabelle zeigt euch, in welchem Kapitel sich das jeweilige Stichwort findet.**
- Wenn ihr bei der Lektüre dieses Kapitels merkt, dass euch fehlendes Grundlagenwissen aus der Chemie das Verständnis erschwert, bearbeitet zuerst den Chemie-Teil und widmet euch danach der Biologie.

Biologie

Buchkapitel	30-Tage-Lernplan	60-Tage-Lernplan	Erledigt?	Stichwort im Themenkatalog
1 Grundausstattung der Zelle	2	3	☐	Prokaryoten, Eukaryoten, Zellaufbau, Organellen, Membranen, Endosymbiontentheorie
2 Transkription und Translation – das Tagesgeschäft der Zelle	1	3	☐	Aufbau von DNA, Genen und Genom, Proteinbiosynthese: Transkription und Translation
3 Zellzyklus und Apoptose	1	2	☐	DNA-Replikation und -reparatur, Zellteilung, Mitose, Meiose, Keimzellen, Polymerasekettenreaktion
4 Genetik – Regeln der Vererbung	1	3	☐	Blutgruppen, Vererbung der Blutgruppen, Gene und Vererbung, Mendel'sche Regeln, Hardy-Weinberg-Gesetz, Erbgänge, Stammbäume, Mutationen
5 Mikrobiologie	1	2	☐	Prokaryoten, Viren, reverse Transkriptase, cDNA, Klonierung, Konjugation
6 Stoffwechsel-Grundkurs	2	3	☐	enzymatische Reaktionen, Regulationsprinzipien, Energieübertragung durch ATP, Elektronenübertragung durch NAD ⁺ , Glykolyse, Citratzyklus, Atmungskette
7 Signaltransduktion 8 Grundkurs Evolution	1	2	☐	Auge, Ohr, Gleichgewichtsorgan, Prinzipien hormoneller Signalweiterleitung, Nerven: Reizleitung, Gleichgewichts- und Aktionspotenzial, Ionenleitfähigkeit, Darwin'sche Theorie
Lerntage gesamt Biologie	9	18		

KAPITEL

1

Grundausrüstung der Zelle

Paul Windisch

1.1 Allgemeines

In den Kapiteln der Biologie dreht sich alles um Zellen. Wir betrachten, wie Zellen aufgebaut sind, wie der „Alltag“ einer Zelle aussieht und befassen uns dann genauer mit den besonderen Ereignissen im Leben von Zellen, nämlich Zellteilung und Zelltod.

Ihr habt mit Sicherheit bereits gehört, dass alle Lebewesen aus Zellen bestehen, und dass diese Zellen die **kleinsten Einheiten des Lebens** darstellen. Doch was bedeutet das? Dass Zellen Einheiten des Lebens sind, ist logisch, schließlich besitzen sie einen **Stoffwechsel** und können sich selbst vermehren (**reproduzieren**), d. h., sie sind definitiv lebendig. Zellen bestehen aus einem wässrigen Medium, dem **Zytoplasma**, in dem viele kleine Organellen mit bestimmten Funktionen schwimmen. Dabei können sich aber die Organellen, auch wenn sie durchaus bestimmte Stoffwechselschritte durchführen, nicht selbstständig vermehren bzw. außerhalb der Zelle existieren, wohingegen es durchaus Organismen gibt, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen. Folglich sind die kleineren Bestandteile einer Zelle keine Lebewesen mehr, sodass die Zelle tatsächlich die kleinste Einheit des Lebens darstellt. Eine Sonderstellung nimmt dabei das **Mitochondrium** ein, auf das wir später noch zu sprechen kommen werden.

VERSTÄNDNIS* Was sind **Organellen**? Organellen sind für Zellen, was für den Menschen seine Organe sind – kleinere Bestandteile, die eine oder mehrere Funktionen erfüllen. Die Organellen werden noch in diesem Kapitel thematisiert, lediglich der **Zellkern (Nucleus)** wird wegen seiner besonderen Funktion erst im Anschluss besprochen.

Eine wichtige Unterscheidung von Organismen, die man – auch für den HAM-Nat – in jedem Fall kennen sollte, ist die in Prokaryoten und Eukaryoten:

Prokaryoten besitzen **keinen Zellkern** und sind im Allgemeinen simpler aufgebaut als die Zellen von Eukaryoten. Die Zellen von Prokaryoten bezeichnet man auch als Prozyten oder Prokaryozyten. Die wichtigsten Vertreter der Prokaryoten sind die **Bakterien**, die vorwiegend aus einer einzigen Zelle bestehen und uns ebenfalls später im Buch beschäftigen werden.

Eukaryoten besitzen einen **Zellkern**. Die Zellen von Eukaryoten bezeichnet man als Eukaryozyten oder Euzyten. Zu den Eukaryoten zählen unter anderem die mehrzelligen Organismen (wie **Tiere und Pflanzen**) sowie die **Pilze**.

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. Prokaryoten sind passenderweise in der Evolution auch vor den Eukaryoten entstanden.

Alles, was ihr in den ersten Kapiteln über Zellen erfahrt, bezieht sich zunächst mal auf Eukaryoten. Die Besonderheiten der Prokaryoten werden wir anschließend herausarbeiten.

1.2 Zellmembran

Wir haben bereits gelernt, dass Zellen mit Zytoplasma gefüllt sind, in dem die Organellen schwimmen. Die Zelle wird dabei von einer Membran umgeben, die alles zusammenhält und die Zelle gegenüber ihrer Umgebung abgrenzt.

Auch innerhalb der Zelle spielen Membranen eine Rolle: Wenn z. B. für eine chemische Reaktion hohe Konzentrationen eines bestimmten Stoffs notwendig sind, ist ein abgegrenzter Raum innerhalb der Zelle

notwendig, in dem dieser Stoff angereichert werden kann. Die Unterteilung der Zelle in eben diese Räume, die auch **Kompartimente** bzw. Organellen genannt werden, ist ebenfalls Aufgabe der Membranen. Da sowohl die äußere Zellmembran als auch die inneren Membranen, die die Zelle weiter unterteilen, ähnlich aufgebaut sind und nach demselben Prinzip „funktionieren“, spricht man auch von **biologischen Einheitsmembranen**. Übrigens:

Die Zellen von Tieren besitzen Zellmembranen und **keine Zellwände**! Zellwände gibt es bei Pflanzen und einigen Bakterienarten.

1.2.1 Aufbau der Zellmembran

Die wichtigsten Grundbausteine von Zellmembranen stellen **Phospholipide** dar. Ein Phospholipid zählt, wie die Triglyceride (also die Stoffe, die man im Alltag als „Fette“ bezeichnet) auch zu den Lipiden. Ein wesentlicher Unterschied zu den Triglyceriden besteht darin, dass Triglyceride völlig unpolar bzw. lipophil sind.

Phospholipide besitzen zwar auch zwei unpolare Kohlenwasserstoffketten (nicht drei wie die Triglyceride), tragen aber zudem eine Phosphatgruppe. Diese Phosphatgruppe kann selbst noch weitere Bindungen ausbilden (➤ Abb. 1.1). Wichtig ist aber vor allem, dass die Phosphatgruppe geladen ist. Folglich besitzt ein Phospholipid sowohl einen hydrophoben, d. h. lipophilen, unpolaren Teil (die Kohlenwasserstoffketten), aber auch einen hydrophilen, d. h. lipophoben, polaren Teil (die Kopfgruppe mit Phosphat). Moleküle, die sowohl polare als auch unpolare Bereiche enthalten, bezeichnet man als **amphiphil** bzw. **amphipathisch** – zwei Begriffe, die ihr im Hinblick auf Klausuren definitiv kennen solltet.

Wie ordnen sich nun die Phospholipide an, wenn sie eine Zellmembran bilden? Dazu muss man sich zu allererst klarmachen, dass der wichtigste Bestandteil des Zytoplasmas **Wasser** ist. Wir wissen, dass die Phospholipide eine hydrophile Domäne (die polare Kopfgruppe mit dem Phosphatrest) besitzen. Diese wird sich entsprechend dem Wasser zuwenden und mit ihm gegebenenfalls sogar Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden. Die hydrophoben Domänen stehen allerdings vor einem Problem: Da sie quasi komplett von Wasser umgeben sind, haben sie keine Möglichkeit, den Kontakt zum Wasser zu vermeiden ... es sei denn, sie lagern sich zusammen. Wenn sich zwei Phospholipide so anordnen, dass ihre hydrophoben Schwänze zueinander ausgerichtet sind, reduziert sich die Kontaktfläche der hydrophoben Domänen zum Wasser schon mal ein wenig. Wenn nun auch noch benachbarte Phospholipide mitmachen, verringert sich die Kontaktfläche weiter. Dieses Prinzip solltet ihr kennen: die hydrophobe Wechselwirkung.

Auf diese Weise entsteht eine **Doppelschicht (Bilayer)** – das Grundgerüst der biologischen Einheitsmembranen (➤ Abb. 1.2). Die Phospholipide halten zwar zusammen, können aber aneinander vorbeigleiten. Man spricht in diesem Zusammenhang von **lateraler Diffusion**.

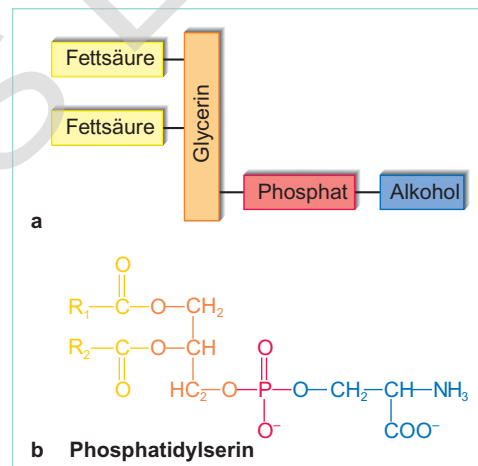


Abb. 1.1 Phospholipid: a) Schema, b) Beispiel Phosphatidylserin [L253]

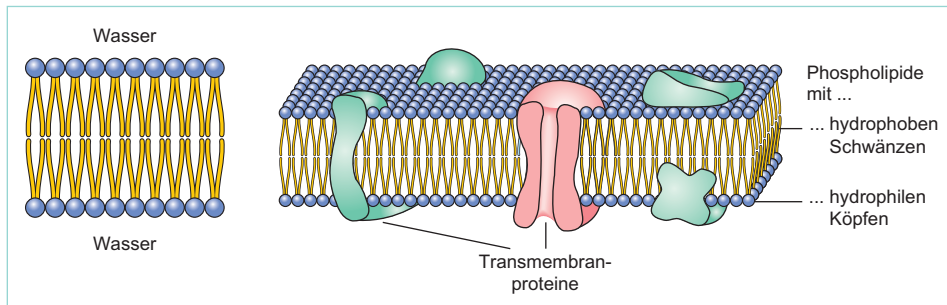


Abb. 1.2 Phospholipiddoppelschicht ohne und mit Membranproteinen [L253]

1.2.2 Mizellen und Vesikel

Die simpelste Anordnung, die Phospholipide einnehmen können, um ihre Kontaktfläche zur wässrigen Umgebung zu reduzieren, ist die der **Mizelle**. Dabei bilden sie eine Kugel, wobei die hydrophoben Schwänze im Kern der Kugel einen **hydrophoben Raum** schaffen (➤ Abb. 1.3). Befinden sich in diesem Raum lipophile Substanzen, können diese in Wasser gelöst werden, obwohl das sonst aufgrund ihrer Eigenschaften nicht möglich wäre.

Im Unterschied zur Zellmembran liegen in Mizellen immer nur **einfache Phospholipidschichten** vor.

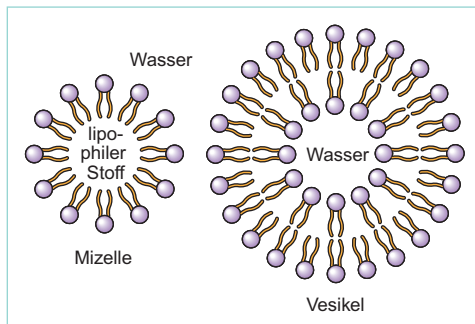


Abb. 1.3 Mizelle und Vesikel [L253]

EPISCHE ESELSBRÜCKE Mizellen = Monolayer!

Auch die Phospholipiddoppelschicht ist in der Lage, eine kugelförmige (sphärische) Anordnung anzunehmen. Dabei entsteht allerdings im Kern kein lipophiler, sondern ein **hydrophiler Raum**. In diesem Fall spricht man von einem **Liposom**. Häufig wird auch der Begriff Vesikel (Bläschen) verwendet (➤ Abb. 1.3). Liposomen werden z. B. als Hülle für bestimmte Arzneistoffe eingesetzt, die auf diese Weise vor frühzeitiger Metabolisierung geschützt werden.

1.2.3 Fluidität

Zurück zu den Phospholipiddoppelschichten, die unsere Zellmembranen bilden:

Wir haben gelernt, dass aufgrund der vergleichsweise schwachen Anziehungskräfte zwischen den einzelnen Phospholipiden laterale Diffusion möglich ist. Das Ausmaß der lateralen Diffusion ist dabei vor allem von einem Faktor abhängig, von dem ihr mal gehört haben solltet:

Steigt die **Umgebungstemperatur**, schwingen die Teilchen stärker und gleiten vermehrt aneinander vorbei.

Die Fettsäuren, die den unpolaren Teil der Phospholipide bilden, beeinflussen die Viskosität der Membran stark. Das liegt daran, dass die **Van-der-Waals-Kräfte** zwischen großen Molekülen stärker sind. Entsprechend sind Zellmembranen, in denen viele **langkettige Fettsäuren** vorkommen, viskoser (also von geringerer Fluidität) als andere.

Bei Fettsäuren mit Doppelbindungen, also **ungesättigten Fettsäuren**, spielt die Konfiguration der Doppelbindung eine wichtige Rolle. In der Natur vorkommende Fettsäuren sind normalerweise **cis- bzw. Z-konfiguriert**. Diese Konfiguration sorgt für einen „Knick“ in der Struktur der Fettsäure (wenn ihr Probleme habt, euch das vorzustellen, solltet ihr mal im Internet nach der Strukturformel einer ungesättigten Fettsäure wie etwa der „Ölsäure“ suchen). Ihr könnt euch sicher vorstellen, dass Phospholipide mit so

sperrigen Fettsäuren nicht ganz so dicht aneinander gepackt werden können. Entsprechend bilden sich zwischen ungesättigten Fettsäuren weniger Van-der-Waals-Brücken aus, was zu einer hohen Fluidität führt.

EPISCHE ESELSBRÜCKE Welche Konfiguration haben die natürlich vorkommenden Fettsäuren? **Cis** macht den **Cnick**!

1.2.4 Membranproteine

Aus dem, was wir bisher zu Zellmembranen gelernt haben, ergibt sich ein Problem: Die Zellmembran besteht aus Phospholipiden, wobei sich die hydrophoben Schwänze zusammenlagern. Da sich aber hydrophile Stoffe nur in anderen hydrophilen Stoffen lösen, würde die Zellmembran für sämtliche hydrophilen Moleküle (also auch Wasser) eine unüberwindbare Barriere darstellen, was im Hinblick auf den Stoffwechsel unserer Zelle ziemlich unpraktisch wäre.

Abhilfe schaffen Proteine, die z. B. **Tunnel** bilden und so hydrophilen Stoffen helfen, die Membran zu passieren. Solche Proteine erstrecken sich von der einen Seite der Membran auf die andere, weshalb man sie als **integrale Membranproteine** oder **Transmembranproteine** bezeichnet. Ein Beispiel für Transmembranproteine sind die **Aquaporine**, durch die Wassermoleküle die Zellmembran überwinden können.

Membranproteine können aber auch andere Funktionen wahrnehmen. Manche membranständigen Enzyme sind an Stoffwechselschritten beteiligt, andere Proteine dienen als Verankerung für Elemente des Zytoskeletts. Solche Proteine durchdringen oftmals nicht die gesamte Membran, sondern sitzen nur an einer Seite. Man bezeichnet sie entsprechend als **periphere Membranproteine** (> Abb. 1.4).

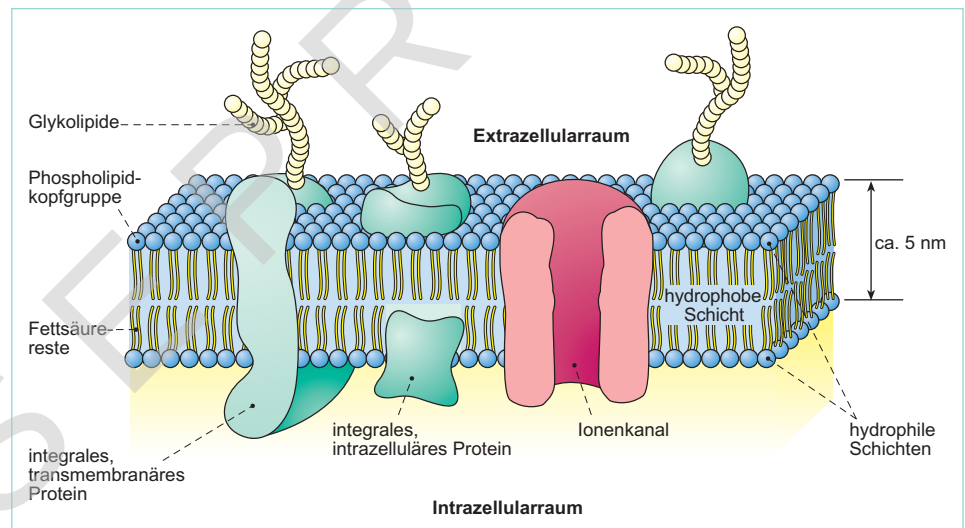


Abb. 1.4 Zellmembran mit Membranproteinen und Glykokalix [L106]

Übrigens: Das Modell einer Zellmembran, die aus vergleichsweise ortsständigen Proteinen und verschiedenen Phospholipiden besteht, wird als **Fluid-Mosaik-Modell** bezeichnet (> Abb. 1.5).

Einige Membranproteine und Lipide tragen Zuckerreste. Sie werden entsprechend **Glykoproteine** bzw. **Glykolipide** genannt. Diese Zucker sind sozusagen die Visitenkarte der Zelle. Auf diese Weise gibt sie sich anderen Zellen zu erkennen, wie etwa denen des Immunsystems. Mit dieser Information solltet ihr euch auch merken können, dass die Zucker immer im äußeren Blatt der Zellmembran verankert sind. Schließlich wäre es sinnlos, wenn sich die Zelle „nach innen“ zu erkennen gäbe.

Die Gesamtheit aller Zuckerreste auf der extrazellulären Seite der Zellmembran nennt man **Glykokalix** (> Abb. 1.4).

KAPITEL

9

Glossar Biologie

Veronika Rojacher

Die wichtigsten Fachbegriffe der Biologie zum Nachschlagen, Üben und Lernen!

A

aerober Organismus	auf Sauerstoff angewiesen; Gegenteil ↑ anaerober Organismus
Allel	mutationsbedingt abweichende/alternative Variante eines ↑ Gens
Allelfrequenz	Häufigkeit, mit der ein ↑ Allel innerhalb einer Population auftritt
Aminosäuren	(= Amino[carbon]säuren), Grundbausteine der ↑ Proteine; bestehen stets aus einem Kohlenstoffatom, an das ein Wasserstoffatom, eine Carboxy- und eine Aminogruppe sowie ein sog. Rest gebunden sind
Amplifikation	(selektive) Vervielfachung eines bestimmten ↑ Gens oder DNA-Abschnitts; (vgl. ↑ DNA, ↑ Polymerase-Kettenreaktion)
anaerober Organismus	nicht auf Sauerstoff angewiesen; Gegenteil ↑ aerober Organismus
Aneuploidie	Abweichungen vom normalen Chromosomensatz eines Organismus aufgrund einer ↑ numerischen Chromosomenaberration
Antibiotikum	Substanz, die Bakterien (schon in geringer Konzentration) tötet (bakterizid) oder ihr Wachstum hemmt (bakteriostatisch); greift u. a. in die ↑ Transkription oder ↑ Translation ein
Anticodon	Abfolge von drei ↑ Nukleinbasen (Basentriplett) an einer spezifischen Position der ↑ tRNA; bindet während der ↑ Translation an das komplementäre ↑ Codon der ↑ mRNA
Antigen	Substanz/Struktur, die das Immunsystem als fremd erkennt; löst meist eine Gegenreaktion des Körpers, Immunreaktion z. B. durch die Produktion von ↑ Antikörpern, aus, die zur Immunität führt (Immunogen)
Antikörper	von Plasmazellen (gereifte B-Lymphozyten) und einigen B-Lymphozyten hergestelltes ↑ Protein (Immunglobulin); bindet spezifisch an das ↑ Antigen und löst die (humorale) Immunreaktion aus
Apoptose	programmierter Zelltod
autosomal	die ↑ Autosomen betreffend
Autosomen	(= Körperchromosomen), alle ↑ Chromosomen eines ↑ Nucleus mit Ausnahme der ↑ Gonosomen

B

Bakteriophagen	Viren, die ausschließlich in Bakterien parasitieren (vgl. ↑ Virus)
Barr-Körperchen	inaktives, hochkondensiertes X-Chromosom weiblicher Körperzellen (bei Säugetieren); (vgl. ↑ X-Inaktivierung, ↑ Heterochromatin)
Base	↑ Nukleinbasen

C

Chiasma	(Plural: Chiasmata), beschreibt den Vorgang der Überkreuzung homologer Nicht-Schwesterchromatiden (vgl. ↑ Schwesterchromatiden), die durch ↑ Crossing-over während der ↑ Meiose genetisches Material austauschen
Chromatid	besteht aus DNA-Doppelstrang plus assoziierten Proteinen; nach der ↑ DNA-Replikation liegen eukaryotische ↑ Chromosomen als Zwei-Chromatid-Chromosomen vor (↑ Schwesterchromatiden), verbunden am ↑ Zentromer; nach der Mitose und Meiose II liegen sie als Ein-Chromatid Chromosomen vor
Chromatin	Komplex aus dem die ↑ Chromosomen bestehen; aggregierte Masse bestehend aus ↑ DNA und ↑ Proteinen; spezifisch anfärbbar und im Interphasekern von Eukaryotenzellen unter dem Mikroskop sichtbar
Chromosomen	fädige Struktur im Eukaryotennucleus, bestehend aus ↑ DNA und ↑ Proteinen; beim Menschen sind sie (außer in ↑ Gameten) paarweise vorhanden (vgl.



Chemie

Paul Windisch

10	Grundlagen des Atombaus	115	18	Säuren und Basen	155
10.1	Eigenschaften von Protonen, Elektronen und Neutronen	115	18.1	Definitionen	155
10.2	Grundlagen zum Atom	116	18.2	pH, pK_s und pK_b	159
10.3	Elektronenhülle	117	18.3	pH-Wert-Berechnung	161
11	Periodensystem und Orbitalmodell	119	18.4	Mehrprotonige Säuren	161
11.1	Prinzipien der Ordnung	119	18.5	Pufferlösungen	162
11.2	Oktettregel	120	18.6	Titration	163
11.3	Atomradien	120	18.7	Wasserhärte	166
11.4	Elektronegativität	120	18.8	Mesomerie	166
11.5	Orbitalmodell	121	18.9	Salze	167
12	Chemische Bindung	125	19	Redoxreaktionen	169
12.1	Metallische Bindung	125	19.1	Definitionen	169
12.2	Ionenbindung	126	19.2	Spannungsreihe	170
12.3	Das Mol	128	19.3	Nernst-Gleichung	171
12.4	Atombindung	129	19.4	Elektrochemische Zelle	171
12.5	Koordinative Bindung	132	20	Grundlagen der organischen Chemie	173
13	Intermolekulare Kräfte	133	20.1	Einführung	173
13.1	Dipole	133	20.2	Alkane	175
13.2	Van-der-Waals-Kräfte	134	20.3	Cycloalkane	178
13.3	Wasserstoffbrückenbindungen	134	20.4	Alkene	179
13.4	Hydrophobe Wechselwirkungen	134	20.5	Alkine	180
14	Aggregatzustände	137	20.6	Aromaten	181
14.1	Temperatur	137	21	Funktionelle Gruppen	183
14.2	Aggregatzustände und Übergänge	137	21.1	Sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen	183
14.3	Folgen für die Chemie	138	21.2	Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen	189
14.4	Diffusion und Osmose	138	21.3	Schwefelhaltige funktionelle Gruppen	191
15	Stoffumwandlungen	141	22	Stereochemie	193
15.1	Reaktionsgleichungen	141	23	Aminosäuren, Peptide und Proteine	195
15.2	Stöchiometrie	142	23.1	Aminosäuren	195
15.3	Konzentration	142	23.2	Peptidbindung	197
15.4	Homogenes Gleichgewicht	143	23.3	Peptid und Protein	198
15.5	Heterogenes Gleichgewicht	145	24	Lipide	201
16	Thermodynamik	147	24.1	Fettsäuren	201
16.1	Grundlegende Begriffe	147	24.2	Fettsäuren in Verbindungen	202
16.2	Rechnen mit G	148	25	Kohlenhydrate	203
16.3	Chemische Reaktionen mit G	149	25.1	Monosaccharide	203
16.4	Fließgleichgewichte	149	25.2	Disaccharide	205
17	Kinetik	151	25.3	Polysaccharide	206
17.1	Geschwindigkeitskonstante k	151	26	Nucleinsäuren	207
17.2	Reaktionsgeschwindigkeit	151	26.1	Nucleinbasen	207
17.3	Reaktionsordnung	152	26.2	Nucleoside und Nucleotide	208
			26.3	Nucleinsäureketten	209
			27	Formelsammlung Chemie	211

Lernplan Chemie

- Denkt daran, **abzuhaken**, was ihr schon geschafft habt – so erkennt ihr euren Lernfortschritt und bleibt motiviert!
- Mit der **Formelsammlung Chemie** (> Kap. 27) behaltet ihr beim Durcharbeiten dieses Kapitels stets den Überblick.
- Unsere Gliederung folgt nicht immer dem Themenkatalog, aber keine Sorge: **Alle wichtigen Stichworte sind enthalten**. Die folgende Tabelle zeigt euch, in welchem Kapitel sich das jeweilige Stichwort findet.

Chemie				
Buchkapitel	30-Tage-Lernplan	60-Tage-Lernplan	Erledigt?	Stichwort im Themenkatalog
10 Grundlagen des Atombaus	1	2	☐	Atomkern, Elektronenhülle, Ordnungszahlen, Atommasse, Isotope
11 Periodensystem und Orbitalmodell	1	2	☐	Elektronegativität, Periodensystem der Elemente
12 Chemische Bindung	1	2	☐	ionische Bindung, kovalente Bindung, Stoffmenge, molare Masse
13 Intermolekulare Kräfte	1	2	☐	Wasserstoffbrückenbindung, van-der-Waals-Bindungen, hydrophil/hydrophob, Löslichkeit
14 Aggregatzustände 15 Stoffumwandlungen	1	1	☐	Temperatur*, Phasen und -übergänge, Stoffe, Gemische, Lösungen, Formelschreibweise, Stöchiometrie, Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichte, Konzentrationen, Molarität, Osmolarität
16 Thermodynamik 17 Kinetik	1	1	☐	exotherm/endotherm und exergon/endergon, Aktivierungsenergie, Katalysator, Reaktionsgeschwindigkeit
18 Säuren und Basen	1	3	☐	Verdünnungen, pH-Wert, Henderson-Hasselbalch-Gleichung, Säuren/Basen nach Brönsted, Autoprotolyse/Ionenprodukt des Wassers, Säurestärke, häufig verwendete Säuren, Basen, Salze, Wasserhärte, Löslichkeitsprodukt, Puffer, Mesomerie
19 Redoxreaktionen	1	2	☐	Redoxreaktionen, Oxidationszahlen, galvanisches Element, Spannungsreihe
20 Grundlagen der organischen Chemie	1	2	☐	Kohlenstoff, Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten (Benzol)
21 Funktionelle Gruppen	1	2	☐	Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester
22 Stereochemie 23 Aminosäuren, Peptide und Proteine 24 Lipide	1	3	☐	Isomerie, Proteine, Fette
25 Kohlenhydrate 26 Nucleinsäuren	1	2	☐	Kohlenhydrate
Lerntage gesamt Chemie	12	24		

* Stichwort bei der Physik im offiziellen Themenkatalog

KAPITEL

10

Grundlagen des Atombaues

Paul Windisch

Alle Materie besteht aus Atomen, von denen man früher dachte, dass sie unteilbar wären. Da dem allerdings nicht so ist, müsst ihr die drei Bestandteile eines Atoms kennen: das **Proton**, das **Neutron** und das **Elektron**. Obwohl es natürlich auch kleinere Elementarteilchen gibt, sind diese für dieses Buch (und das Physikum) nicht relevant.

10.1 Eigenschaften von Protonen, Elektronen und Neutronen

10.1.1 Masse

Wenn man nach der Masse eines derart kleinen Teilchens 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 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 in Lehrbüchern der Physik.

Die **relative Atommasse** funktioniert nach dem gleichen Prinzip. In Bezug auf welche Größe sie definiert ist, könnt ihr in umfangreicheren Lehrbüchern nachlesen ($1/12$ der Masse eines Kohlenstoffatoms). Es ist aber nicht essenziell für den weiteren Verlauf dieses Buches. Da sie relativ 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 $1/12$ 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).

HAM-Nat-GEHEIMTIPP Viele Studenten fragen sich, wie genau sie Zahlenwerte für den HAM-Nat 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 HAM-Nat Rechenaufgaben ohne Taschenrechner bewältigen und hat keine Zeit für gigantische Nebenrechnungen! Angaben, die ihr unbedingt kennen müsst, werden natürlich in diesem Buch hervorgehoben.

10.1.2 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**).

10.2 Grundlagen zum Atom

Um eure Fantasie nicht zu sehr zu beanspruchen, stellt ihr euch das Atom 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 wegen der Elektronen negativ geladen, was erklärt, warum Hülle und Kern sich nicht (freiwillig) voneinander trennen (➤ Abb. 10.1).

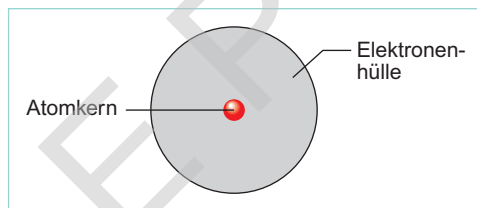


Abb. 10.1 Vereinfachtes Atom [L253]

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**.

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 naheliegend, 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 Ordnungs- und Massenzahl an einem Elementsymbol (➤ Abb. 10.2).

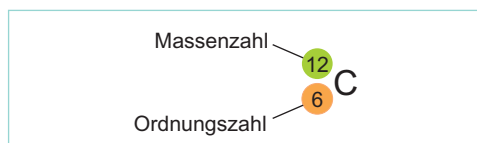


Abb. 10.2 Ordnungs- und Massenzahl beim Kohlenstoff [L253]



Mathematik

Paul Windisch, Deniz Tafrali

28	Brüche und Prozente	227	31	Geometrie	241
28.1	Tipps zum Rechnen ohne Taschenrechner	227	31.1	Figuren (2D)	241
28.2	Bruchrechnung	227	31.2	Körper (3D)	244
29	Einheiten und Gleichungen	231	32	Statistik und Stochastik	249
29.1	Prozentrechnung	231	32.1	Mittelwerte	249
29.2	SI-Basiseinheiten	231	32.2	Normalverteilung, Glockenkurve und Standardabweichung	249
29.3	Vektoren	232	32.3	Messfehler	251
29.4	Präfixe	233	32.4	Stochastik	251
29.5	Lösen von Gleichungen	233			
30	Potenzen, Logarithmen und Halbwertszeit ...	237	33	Formelsammlung Mathematik	253
30.1	Potenzen	237			
30.2	Logarithmen	239			
30.3	Halbwertszeit	239			

KAPITEL

29

Einheiten und Gleichungen

Paul Windisch, Deniz Tafrali

Die Einheiten sind beim Lösen von Gleichungen eine gute Stütze, um das Ergebnis zu überprüfen. Zudem liefern sie oftmals wertvolle Hinweise, wenn man mal nicht weiterweiß.

Bevor wir uns ans Rechnen mit Einheiten machen, sollten wir zunächst ein paar grundlegende Dinge klären.

29.1 Prozentrechnung

Das Rechnen mit Prozenten kennt man aus dem Alltag, sodass es eigentlich kein großes Problem darstellen sollte. Um auf Nummer sicher zu gehen, gibt es nun aber noch mal ein paar Tipps.

In unserem Beispiel hier sollt ihr angeben, wie viel 27 % von 5321 sind.

- Zunächst einmal solltet ihr wissen, dass 25 % einem Viertel entsprechen. Dann könnt ihr 5321 durch 4 teilen und ihr bekommt schon einmal einen Näherungswert: rund 1330.
- Eine andere Methode, die bei jedem Wert funktioniert und das Wort „Prozent“, also „Hundertstel“, wörtlich nimmt, ist die folgende:
27 % kann man auch als $\frac{27}{100}$ schreiben.

Statt die 27 teilt ihr nun aber erst den Ausgangswert, also die 5321, durch 100. Da wir inzwischen allerdings Meister des Überschlagens sind, teilen wir lieber 5000 durch 100. $5000/100 = 50$.

Nun müssen wir das Ganze mit 27 multiplizieren: $50 \times 27 = 1350$. (Hätten wir ohne Überschlagen gerechnet, wäre das Ergebnis: $5321 \times 0,27 = 1436,67$.)

Mit ein bisschen Übung funktioniert diese Technik recht schnell. Zudem lässt sie sich auch für das Rechnen mit Promille (‰) verwenden. Dafür muss man im ersten Schritt allerdings durch 1000 statt durch 100 teilen.

- Wenn man es richtig eilig hat, sollte man die Brüche bzw. Dezimalzahlen zu den gängigsten Prozenten parat haben. Die wichtigsten sind in ➤ Tab. 29.1 zusammengetragen.

Wenn ihr nun also angeben müsst, wie viel 33 % von einer Zahl sind, teilt ihr einfach durch drei (den Nenner des Bruchs) und spart euch den Umweg über die Hundertstel.

Tab. 29.1 Wichtige Prozente und zugehörige Brüche/Dezimalzahlen

Prozent	Bruch	Dezimalzahl
100 %	1/1	1
75 %	$\frac{3}{4}$	0,75
50 %	$\frac{1}{2}$	0,5
33 %	$\frac{1}{3}$	0,33
20 %	$\frac{1}{5}$	0,2
12,5 %	$\frac{1}{8}$	0,125
10 %	1/10	0,1
5 %	1/20	0,05
1 %	1/100	0,01
0,1 % bzw. 1 ‰	1/1000	0,001

29.2 SI-Basiseinheiten

Für die Größe „Länge“ existieren viele Einheiten: Manche wie „Meter“ kennt mit Sicherheit jeder, während andere wie „Elle“ heute kaum noch geläufig sind. Daneben gibt es aber auch noch „Zoll“, „Fuß“ oder „Yard“.

Tab. 29.2 SI-Basisgrößen und Basiseinheiten

Größe	Einheit	Einheitenzeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Stromstärke	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Um etwas Ordnung in dieses Chaos zu bringen, wurde das **Système International d'Unités (SI)** geschaffen. In diesem System gibt es Basisgrößen (natürlich mit zugehörigen Basiseinheiten), aus denen sich alle anderen Größen (und auch deren Einheiten) ableiten lassen (➤ Tab. 29.2).

Aber was ist mit Begriffen wie „Watt“, der Einheit der Leistung? Anstelle von Watt könnte man auch Joule pro Sekunde (J/s) schreiben. Und anstelle von Joule pro Sekunde kann man Watt (W) auch durch die drei Basiseinheiten kg, m und s darstellen:

$$1 \text{ W} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$$

Aus den **Basiseinheiten** des SI-Systems lassen sich alle anderen Einheiten ableiten!

Ihr solltet die sieben Basisgrößen und Einheiten **auswendig** kennen. Zudem solltet ihr euch, wenn wir uns mit der Physik befassen, merken, wie eine geläufige Einheit (z. B. Watt, Joule etc.) durch die Basiseinheiten dargestellt werden kann. Das wird insbesondere beim Rechnen mit Einheiten sehr wichtig.

29.3 Vektoren

Ebenfalls erwähnenswert: Man unterscheidet Vektoren von Skalaren:

DEFINITION Als **Vektoren** bezeichnet man gerichtete Größen, die einen Betrag und eine Richtung haben. Der **Ortsvektor** eines Punktes ist ein Vektor vom Ursprung des Koordinatensystems zum Ort des besagten Punktes.

Will man die physikalische Größe einer **vektoriellen Größe** bestimmen, ist für sie, neben der Angabe des Zahlenwerts und der Einheit der Größe, auch noch die Angabe einer Richtung notwendig (z. B. der Impuls $\vec{p}$).

Skalare Größen hingegen begnügen sich lediglich damit, über einen Zahlenwert und eine Einheit zu verfügen (z. B. die Masse m oder die Temperatur T).

Zusammenfassend also:

- Skalare: Zahlenwert + Einheit
- Vektoren: Zahlenwert + Einheit + Richtung

VERSTÄNDNIS* Noch eine Sache zur **Vektoraddition**:

Vektoren werden grafisch als **Pfeile** dargestellt. Der **Betrag** des Vektors ist dabei stets seine Länge – egal ob der Zahlenwert positiv oder negativ ist. Die Vektoraddition erfolgt dadurch, dass man den Anfang eines Vektors ($\vec{V}_2$) an das Ende des anderen Vektors ($\vec{V}_1$) verschiebt, ohne dabei die Winkel der Vektoren (zueinander) zu verändern (➤ Abb. 29.1).

Der verschobene Vektor ($\vec{V}_2$) liegt also parallel zu seinem Ursprungsvektor (auch $\vec{V}_2$) am anderen Vektor ($\vec{V}_1$). Die Länge vom Anfangspunkt des ersten Vektors ($\vec{V}_1$) zum Endpunkt des verschobenen, zweiten Vektors ($\vec{V}_2$) ist die Summe der Vektoren.

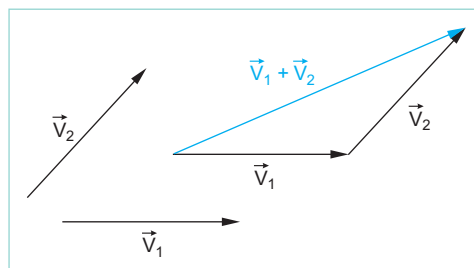


Abb. 29.1 Addition von Vektoren [L253]

KAPITEL

33

Formelsammlung
Mathematik

Paul Windisch

Grundlagen

Tab. 33.1 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

Tab. 33.2 Prozentrechnung

Prozentwert	$W = \frac{(p \times G)}{100 \%}$	p: Prozentsatz G: Grundwert
Prozentsatz	$p = \frac{(W \times 100 \%)}{G}$ [p]: %	W: Prozentwert G: Grundwert
Grundwert	$G = \frac{(W \times 100 \%)}{p}$	W: Prozentwert p: Prozentsatz

Größen, Einheiten und Definitionen

VERSTÄNDNIS+

Auch wenn es im korrespondierenden Kapitel im Lernskript nicht so explizit thematisiert wurde, wollen wir uns hier auch mit dem Umrechnen von Zeiteinheiten und anderen nützlichen Umrechnungen befassen.

Tab. 33.3 SI-Basisgrößen

SI-Basisgröße (Formelzeichen)	Einheit
Länge (l)	Meter (m)
Masse (m)	Kilogramm (kg)
Zeit (t)	Sekunde (s)
Stromstärke (I)	Ampere (A)
Temperatur (T)	Kelvin (K)
Stoffmenge (n)	Mol (mol)
Lichtstärke (IV)	Candela (cd)

Tab. 33.4 Umrechnung von Zeiteinheiten

Zeit		Faktor zur Umrechnung in:				
		s	min	h	d	a
Sekunde (SI-Einheit)	s	1	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{3600}$	$\frac{1}{86400}$	$\frac{1}{31536000}$
Minute	min	60	1	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{1440}$	$\frac{1}{525600}$
Stunde	h	3600	60	1	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{8760}$
Tag	d	86400	1440	24	1	$\frac{1}{365}$
Jahr	a	31536000	525600	8760	365	1

Tab. 33.5 Weitere nützliche Umrechnungen

Volumen	Liter (L): $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$; $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$
Geschwindigkeit	$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Winkel	Radiant (rad): $1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ$; $1^\circ = \frac{2\pi}{360^\circ} = 0,0175 \text{ rad}$ $1 \text{ Grad } (^\circ) = 60 \text{ Bogenminuten } (') = 3600 \text{ Bogensekunden } (")$
Dichte	$10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
Temperatur	$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + 273$; $T (^\circ\text{C}) = T (\text{K}) - 273$

Vektoren

Tab. 33.6 Vektoren

Betrag eines Vektors	$\vec{a} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$ $ \vec{a} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$
Addition von Vektoren	$\vec{V}_1 = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}$ $\vec{V}_2 = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$ $\vec{V}_3 = \begin{pmatrix} a_1 + b_1 \\ a_2 + b_2 \\ a_3 + b_3 \end{pmatrix}$
Subtraktion von Vektoren	$\vec{V}_1 = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}$ $\vec{V}_2 = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$ $\vec{V}_3 = \begin{pmatrix} a_1 - b_1 \\ a_2 - b_2 \\ a_3 - b_3 \end{pmatrix}$

IV Physik

Paul Windisch

34	Mechanik	263	37	Elektrizität	281
34.1	Geschwindigkeit und Impuls	263	37.1	Begriffe und Größen	281
34.2	Beschleunigung	264	37.2	Stromkreis	283
34.3	Kraft	264	37.3	Magnetismus	286
34.4	Reibung	265	37.4	Wechselstrom	287
34.5	Drehmoment und Hebelgesetz	265	38	Licht und andere Wellen	289
34.6	Druck	266	38.1	Wellen	289
34.7	Kreisbewegung	266	38.2	Schall	290
34.8	Energie	268	38.3	Licht	290
34.9	Feder	270	39	Optik	293
34.10	Flaschenzug	270	39.1	Reflexion	293
35	Flüssigkeiten	273	39.2	Brechung	293
35.1	Grundbegriffe und Größen	273	39.3	Linsen	295
35.2	Hagen-Poiseuille-Gesetz	275	39.4	Auge	295
35.3	Hydrostatischer Druck	275	39.5	Lupe und Mikroskop	296
35.4	Auftrieb	275	40	Ionisierende Strahlung	297
36	Thermodynamik und Gase	277	40.1	Radioaktivität	297
36.1	Wärme	277	40.2	Aktivität und Halbwertszeit	298
36.2	Innere Energie und Hauptsätze der Thermodynamik	278	40.3	Dosis	298
36.3	Gase	279	41	Formelsammlung Physik	301

KAPITEL

38

Licht und andere Wellen

Paul Windisch

In der Optik geht nichts ohne Licht. Licht besitzt sowohl Eigenschaften von Wellen als auch von Teilchen. Man spricht vom **Welle-Teilchen-Dualismus**.

38.1 Wellen

Schwingt ein Gegenstand wie etwa ein Pendel um eine Ausgangs- oder Ruhelage, spricht man passenderweise von einer **Schwingung**. Lässt sich der Graph der Schwingung mit einer Sinusfunktion beschreiben, spricht man von einer **harmonischen Schwingung**.

DEFINITION Schwingungen, die sich im Raum ausbreiten können, bezeichnet man als **Welle**.

Wir können Wellen in zwei wichtige Gruppen einteilen (➤ Abb. 38.1):

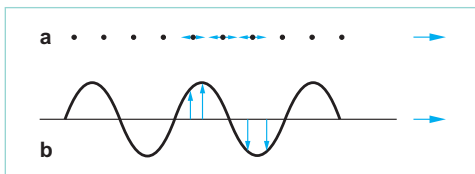


Abb. 38.1 Longitudinal- (a) und Transversalwellen (b)
[L253]

Transversalwellen Bei den Transversalwellen steht die **Ausbreitungsrichtung der Welle senkrecht zur Schwingungsrichtung**. Als Beispiel wird gerne das Licht genannt. Zur Veranschaulichung verwenden wir an dieser Stelle die La-Ola-Welle: Bei einer La-Ola-Welle schwingen die Arme von unten nach oben bzw. umgekehrt, während sich die Welle in der Horizontalen, also von einem Zuschauer zum nächsten, ausbreitet.

Longitudinalwellen Das wahrscheinlich wichtigste Beispiel für Longitudinalwellen ist die Schallausbreitung in Gasen (wie der Luft). Angenommen, wir stehen an Silvester neben einem explodierenden Böller, dann drückt die Explosion die Moleküle in ihrer unmittelbaren Umgebung von sich weg und versetzt sie dadurch in Schwingung. Diese Teilchen stoßen nun immer weitere Teilchen an, bis irgendwann unser Ohr erreicht ist, mit dem wir die durch die Schwingungen entstehenden Druckänderungen wahrnehmen. Die Longitudinalwelle **schwingt also in Ausbreitungsrichtung**.

Neben dieser Unterteilung ist es wichtig zu wissen, mit welcher Geschwindigkeit sich eine Welle ausbreitet. Die **Ausbreitungsgeschwindigkeit c** ist das Produkt aus der **Wellenlänge λ** und der **Frequenz f** der Welle und hat – wie andere Geschwindigkeiten auch – die Einheit m/s.

$$c = f \times \lambda$$

$$[c] = [f] \times [\lambda] = \text{s}^{-1} \times \text{m} = \text{m/s}$$

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle hängt immer vom Medium ab, in dem sich die Welle befindet. Geht ein Lichtstrahl von Luft in Wasser über, ändert sich dabei seine Ausbreitungsgeschwindigkeit (sie sinkt), was durch eine **Änderung der Wellenlänge** hervorgerufen wird. Die Frequenz ändert sich nicht.

In der Realität bestehen Schwingungen natürlich nicht ewig. Reibung und andere Effekte sorgen dafür, dass sich die Amplitude immer weiter abschwächt, bis gar keine Auslenkung aus der Ruhelage mehr zu erkennen ist. Man spricht von **gedämpften Schwingungen**.

Übrigens: Treffen zwei Wellen so aufeinander, dass ein Maximum auf ein Maximum trifft und sich die Wellen verstärken, handelt es sich um **konstruktive Interferenz**. Trifft ein Tal auf ein Maximum, sodass sich die Wellen auslöschen, handelt es sich um **destruktive Interferenz**. Eine **stehende Welle** entsteht, wenn sich zwei ansonsten gleiche Wellen genau entgegengesetzt bewegen.

38.2 Schall

Die Eigenschaften von Schallwellen können wir wahrnehmen: Die Amplitude bestimmt den Schalldruck p , der auf unser Ohr einwirkt und damit die Lautstärke, wohingegen die Frequenz als Tonhöhe wahrgenommen wird. Wir können wie bei der Stromstärke den effektiven Schalldruck bestimmen, indem wir den maximalen Druck durch die Wurzel aus zwei dividieren.

Aus dem Schalldruck können wir den Schalldruckpegel L_p berechnen. Während die Herleitung mit Sicherheit interessant ist, liefert aber v. a. das Wissen über die Definition dieser Größe die Punkte. Der Schalldruckpegel hat übrigens eine Einheit, die wir aus dem Alltag kennen: Dezibel (dB).

$$L_p = 20 \times \log(p_{\text{eff}} / p_0)$$

Wir vergleichen bei dieser Formel den effektiven Schalldruck mit einem immer gleichen Bezugswert p_0 . Dieser liegt bei 2×10^{-5} Pa. Die Tatsache, dass wir einen Logarithmus verwenden, führt zu einigen interessanten Phänomenen, u. a. dass effektive Schalldrücke, die kleiner als der Bezugsdruck sind, negative dB-Werte haben können. Spielt ein bisschen mit der Gleichung und findet heraus, wie sich Änderungen des Schalldrucks auf den Schalldruckpegel auswirken – das ist zudem eine gute Gelegenheit, das Rechnen mit Logarithmen zu üben!

38.3 Licht

Beim Licht handelt es sich (zumindest teilweise) um eine Welle, genauer gesagt eine **elektromagnetische Welle**, die trotzdem auch Eigenschaften von Teilchen aufweist (**Welle-Teilchen-Dualismus**). Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Vakuum, also die **Vakuumlichtgeschwindigkeit**, sollte man kennen. Sie liegt bei 3×10^8 m/s bzw. **300.000 km/s**. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Luft nur geringfügig langsamer ist, könnt ihr dafür denselben Wert verwenden. Wenn man sich mit der Energieübertragung von Licht befasst, hebt man i. d. R. die Teilchenqualitäten des Lichts hervor und spricht von kleinen Energieportionen, die **Photonen** genannt werden.

Licht hat nicht eine Wellenlänge, sondern besteht aus vielen unterschiedlichen Wellen mit **unterschiedlichen Wellenlängen** (> Tab. 38.1), von denen wir nur einen kleinen Teil (ca. **400–700 nm**) als **sichtbares Licht** wahrnehmen können (> Abb. 38.2). Übrigens: Wie können wir von der Wellenlänge auf die Frequenz schließen? Indem wir die Formel zur Berechnung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts umstellen!

Tab. 38.1 Farben und Wellenlängen des Lichts

Farbe	Wellenbereich
Rot	670 nm
Gelb	600 nm
Grün	520 nm
Blau	450 nm
Violett	420 nm

Am Licht kann man ebenfalls sehr gut das Huygens'sche Prinzip demonstrieren, das besagt, dass jeder Punkt einer sich ausbreitenden Wellenfront der Ursprung einer neuen Welle (sogenannter Elementarwellen) ist. Warum sonst könnte Licht (zumindest ein bisschen) „um die Ecke leuchten“? Dieses Phänomen nennt man Beugung.

KAPITEL

41

Formelsammlung
Physik

Paul Windisch

Klassische Mechanik

Tab. 41.1 Translationsbewegungen

Geschwindigkeit	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ [v]: m/s	Δs : Änderung der Strecke Δt : Änderung der Zeit Wird eine große Strecke in kurzer Zeit zurückgelegt, ist die Geschwindigkeit hoch.
Beschleunigung	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ [a]: m/s ²	Δv : Änderung der Geschwindigkeit Δt : Änderung der Zeit Ändert sich die Geschwindigkeit in kurzer Zeit stark, ist die Beschleunigung hoch.
Endgeschwindigkeit bei konstanter Beschleunigung	$v = v_0 + a \times t$ [v]: m/s	v_0 : Ausgangsgeschwindigkeit a : Beschleunigung t : Zeitraum, über den beschleunigt wird Hohe Ausgangsgeschwindigkeit und starke Beschleunigung über langen Zeitraum → hohe Geschwindigkeit

Tab. 41.2 Kräfte

Kraft	$F = m \times a$ [F]: N = kg × $\frac{m}{s^2}$	m : Masse a : Beschleunigung Um einen schweren Körper stark zu beschleunigen, muss viel Kraft aufgewendet werden.
Gravitationskraft der Erde (Schwerkraft)	$F_G = m \times g$ [F _G]: N = kg × $\frac{m}{s^2}$	m : Masse des beschleunigten Körpers g : Ortsfaktor/Fallbeschleunigung (auf der Erde 9,81 m/s ²)
Gravitation allgemein	$F_G = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ [F _G]: N = kg × $\frac{m}{s^2}$	G : Gravitationskonstante (6,7 n×m ² /kg ²) m_1 : Masse von Körper 1 m_2 : Masse von Körper 2 r : Abstand der beiden Körper voneinander Wenn zwei sehr schwere Körper sehr nah beieinander sind, üben sie starke Gravitationskräfte aufeinander aus.

Tab. 41.3 Reibung

Reibung (Festkörper)	$F_R = \mu \times F_N$ [F _R]: N = kg × $\frac{m}{s^2}$	μ : Reibungskoeffizient (abhängig von Materialien) F_N : Normalkraft (Kraftkomponente, die Körper senkrecht auf Unterlage drückt). In der Horizontalen entspricht die Normalkraft der Gewichtskraft.
-----------------------------	---	---

Tab. 41.4 Rotationsbewegungen

Bahngeschwindigkeit	$v = \omega \times r$ [v]: m/s	ω : Winkelgeschwindigkeit in rad/s r : Radius Objekte, die sich weit entfernt vom Zentrum einer Rotation bewegen, haben eine höhere Bahngeschwindigkeit.
Winkelgeschwindigkeit	$\omega = 2\pi/T = 2\pi \times f$ [ω]: rad/s	T : Periodendauer (Dauer eines Umlaufs) f : Frequenz (Anzahl der Umläufe pro Sekunde)
Zentripetalkraft	$F_{Zp} = m \times r \times \omega^2$ [F_{Zp}]: N = $\text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	m : Masse des Objekts r : Radius ω : Winkelgeschwindigkeit in rad/s Wenn sich ein schweres Objekt weit entfernt vom Zentrum einer Rotation mit hoher Winkelgeschwindigkeit bewegt, erfährt es eine hohe Zentripetalkraft.
Drehmoment	$M = F \times l$ [M]: N × m = $\text{kg} \times \text{m}^2/\text{s}^2$	F : Kraft, die am Hebelarm ansetzt l : Länge des Hebelarms Wenn wir mit viel Kraft und einem langen Hebelarm arbeiten, erzeugen wir ein hohes Drehmoment. Beispiel: Eine Brechstange.
Hebelgesetz	$M_{\text{ges}} = M_1 + M_2 + M_3, \dots$ [M_{ges}]: N × m = $\text{kg} \times \text{m}^2/\text{s}^2$	Das Gesamtdrehmoment am Drehpunkt berechnet sich aus der Summe aller angreifenden Drehmomente.

VERSTÄNDNIS* Drehmomente, die in verschiedene Richtungen zeigen, müssen natürlich unterschiedliche Vorzeichen haben.

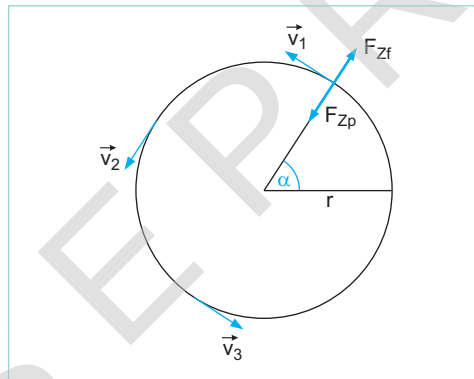


Abb. 41.1 Kreisbewegung, Zentripetalkraft (F_{Zp}) und Zentrifugalkraft (F_{Zf}) [L253]

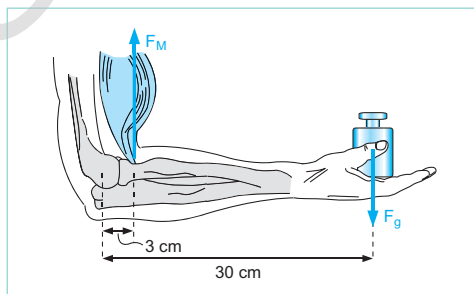


Abb. 41.2 Einarmiger Hebel am Beispiel des Unterarms. Bizeps und Gewicht erzeugen unterschiedliche Drehmomente [L253]

Tab. 41.5 Energie, Arbeit, Leistung und Impuls

Arbeit	$W = F \times s$ [W]: J = N × m = $\text{kg} \times \text{m}^2/\text{s}^2$	F : Kraft s : Bewegte Strecke Logisch: Wenn man einen Gegenstand unter Aufwendung von viel Kraft über eine weite Strecke bewegt, verrichtet man viel Arbeit.
Leistung	$P = \Delta W / \Delta t$ [P]: W = J/s = $\text{kg} \times \text{m}^2/\text{s}^3$	W : Verrichtete Arbeit t : Zeit, in der die Arbeit verrichtet wurde Wenn viel Arbeit in geringer Zeit verrichtet wird, erbringt man eine hohe Leistung.

Dein Medizinstudium ist unsere Mission!

Du willst unbedingt Medizin studieren und bereitest dich auf den Hamburger Naturwissenschaftstest, kurz HAM-Nat, vor? Wir überlassen deine Zulassung zum Traumstudienplatz nicht dem Zufall. Deine Mission beginnt hier und jetzt mit diesem Lernskript, das dir den gesamten Stoff verständlich und informativ vermittelt – basierend auf den Stichwörtern des offiziellen Themenkatalogs.

Zusätzlich erhältst du zahlreiche Tipps, kreative Merksprüche, Eselsbrücken, hochwertige Abbildungen und effektive Lernpläne.

Unsere Highlights:

- Keine Sorge, auch wenn du in dem einen oder anderen Fach kein Abitur gemacht hast: **Wir erklären den Stoff in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Mathematik** so, dass du ihn leicht nachvollziehen kannst.
- **Alle Stichwörter des offiziellen HAM-Nat-Themenkatalogs** sind enthalten, exakt den Kapiteln zugeordnet und in den Lernplänen aufgeführt. So verpasst du kein Prüfungsthema!
- **Optimierte Lernpläne:** Wähle zwischen einem 30- oder einem 60-Tage-Plan, abhängig von deiner verfügbaren Zeit.
- **Motivierende Erfahrungsberichte** von Studierenden beleuchten unterschiedliche Wege zum Studienplatz und bieten Insider-Tipps zu Medizinertests sowie zu den ersten Wochen im Medizinstudium.

Neu in der 3. Auflage:

- Schlage nach im umfassenden **Biologie-Glossar**
- Behalte den Überblick dank **Formelsammlungen** für Chemie, Mathematik und Physik
- Steigere deine Lerneffizienz mit optimierten, noch übersichtlicheren **Lernplänen**

Das Kompendium eignet sich für:

Schüler und Schülerinnen, die zum HAM-Nat antreten

HAM-Nat - Lernskript für den Hamburger Naturwissenschaftstest

Windisch, Paul Yannick (Autor), Tafrali, Deniz (Autor)

3. Aufl. 2025. 328 Seiten

ISBN 9783437413643



ELSEVIER

elsevier.de