

**DUDEN**

**BASISWISSEN**  
**SCHULE**



**BIOLOGIE**

**Abitur**

# Duden

**BASISWISSEN SCHULE**

# BIOLOGIE

ABITUR

5., überarbeitete und aktualisierte Auflage

**Dudenverlag**  
Berlin

## Herausgeber

Prof. Dr. Wilfried Probst, Petra Schuchardt

## Autoren

Prof. Dr. habil. Annelore Bilsing, Andreas Böstler, Jörg Dietze,  
Dr. Karl-Heinz Firtzlaff, Dr. Alex Goldberg, Dr. Eva Klawitter,  
Prof. Dr. Siegfried Kluge, Dr. Alexander Kohly, Klaus Kreiselmaier,  
Prof. Dr. Wilfried Probst, Petra Schuchardt, Dr. Peter Seidel, Sybille Weber

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Das Wort **Duden** und der Reihentitel **Basiswissen Schule** sind für den Verlag Bibliographisches Institut GmbH als Marke geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für die Inhalte der im Buch genannten URLs, deren Verknüpfungen zu anderen Internetangeboten und Änderungen der Internetadresse übernimmt der Verlag keine Verantwortung und macht sich diese Inhalte nicht zu eigen. Ein Anspruch auf Nennung besteht nicht.

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

© Duden 2020 D C B A

Bibliographisches Institut GmbH, Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

**Redaktionelle Leitung** David Harvie  
**Redaktion** Christa Becker, Claudia Fahlbusch,  
Michael Venhoff, Hartmut Wellstein

**Herstellung** Uwe Pahnke  
**Layout** Britta Scharffenberg  
**Umschlaggestaltung** Büroeco, Augsburg  
**Satz** DZA Druckerei zu Altenburg GmbH  
**Druck und Bindung** mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-04611-9



PEFC zertifiziert  
Dieses Produkt stammt aus nachhaltiger  
Forstwirtschaft. Weitere Informationen:  
www.pefc.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Biologie – Grundlagen, Ziele und Methoden</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Das „biologische Zeitalter“</b>	<b>10</b>
1.1.1	Die Biologie bestimmt unser Leben	10
1.1.2	Alle Lebewesen haben gemeinsame Kennzeichen	11
1.1.3	Lebensprozesse finden auf verschiedenen Ebenen statt	12
<b>1.2</b>	<b>Die Entwicklung der Biologie als Wissenschaft</b>	<b>14</b>
1.2.1	Griechische Naturphilosophen waren die ersten Naturwissenschaftler	14
1.2.2	Renaissance – die Wiedergeburt der Naturwissenschaften in Europa	15
1.2.3	Seit der Aufklärung geht man den Phänomenen auf den Grund	16
1.2.4	Linné liefert ein Ordnungssystem für die biologische Vielfalt	18
1.2.5	Darwins Evolutionstheorie erklärt die biologische Vielfalt	19
1.2.6	Lebensprozesse lassen sich auf molekularer Ebene erklären	21
1.2.7	Die Wechselwirkungen der Biosphäre werden erforscht	23
<b>1.3</b>	<b>Biowissenschaften</b>	<b>24</b>
1.3.1	Die Biowissenschaften werden in viele Teildisziplinen unterteilt	24
1.3.2	Die Biologie gründet auf speziellen Denk- und Arbeitsweisen	25
1.3.3	Andere Naturwissenschaften liefern Grundlagen für biologische Forschung	43
1.3.4	Zwischen der Naturwissenschaft Biologie und den Geisteswissenschaften gibt es viele Verbindungen	44
1.3.5	Aus Biologie und Nachbardisziplinen sind Brückenwissenschaften entstanden	45
<b>2</b>	<b>Grundbausteine des Lebens</b>	<b>47</b>
<b>2.1</b>	<b>Kohlenstoff – das Element des Lebens</b>	<b>48</b>
2.1.1	Chemische Gesetze bestimmen das Leben	48
2.1.2	Diamant und Nanoröhrchen – Kohlenstoff ist vielgestaltig	50
2.1.3	Die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen ermöglicht das Leben	51
<b>2.2</b>	<b>Wasser – das Medium des Lebens</b>	<b>55</b>
2.2.1	Das Wassermolekül ist ein Dipol	55
2.2.2	Wassermoleküle können sich in Ionen aufspalten	58
<b>2.3</b>	<b>Makromoleküle – der Anfang der Vielfalt</b>	<b>59</b>
2.3.1	Proteine sind die vielgestaltigsten Makromoleküle	59
2.3.2	Kohlenhydrate sind Energiespeicher und Baustoffe	64
2.3.3	Lipide sind nicht wasserlöslich	68
2.3.4	Nucleinsäuren sind die Träger der genetischen Information	72
2.3.5	Porphyrine und Terpene sind andere bedeutende Biomoleküle	74
<b>2.4</b>	<b>Zellen und Zellbestandteile</b>	<b>78</b>
2.4.1	Zellen sind die Grundbausteine der Lebewesen	78
2.4.2	Membranen grenzen ab und schaffen Räume	80
2.4.3	Fädige Strukturen stabilisieren und bewegen	84
2.4.4	Procyten sind die Zellen der Prokaryoten	85
2.4.5	Eucyten enthalten Kerne und Organellen	88

■ Überblick 77

■ Überblick 96

■ Überblick 104

<b>2.5</b>	<b>Von Zellen zu Geweben und Organen</b>	<b>97</b>
2.5.1	Zellen entstehen durch Teilung aus Zellen	97
2.5.2	Aus Einzellern werden Vielzeller	100
2.5.3	Vielzeller haben differenzierte Zellen	100

■ Überblick 131

<b>3</b>	<b>Stoffwechsel und Energieumsatz</b>	<b>105</b>
<b>3.1</b>	<b>Energieumsatz bei Stoffwechselfvorgängen</b>	<b>106</b>
3.1.1	Lebewesen brauchen Energie und Baustoffe	106
3.1.2	Organismen leben von freier Energie	107
3.1.3	ATP ist ein universeller Energieüberträger	109
3.1.4	Der Energieumsatz lässt sich mit Kalorimetern ermitteln	110
<b>3.2</b>	<b>Enzyme – die Katalysatoren im Organismus</b>	<b>111</b>
3.2.1	Enzyme beseitigen Barrieren	111
3.2.2	Enzym und Substrat bilden einen Komplex	112
3.2.3	Verschiedene Bedingungen beeinflussen die Enzymaktivität	113
<b>3.3</b>	<b>Abbauender Stoffwechsel</b>	<b>116</b>
3.3.1	Die Zellatmung setzt Energie frei	116
3.3.2	Gärungen sind anaerober Nährstoffabbau	121
<b>3.4</b>	<b>Aufbauender Stoffwechsel</b>	<b>122</b>
3.4.1	Die Fotosynthese ist die Grundlage des Lebens	122
3.4.2	Chemosynthese nutzt Energie chemischer Reaktionen	128
3.4.3	Heterotrophe Assimilation nutzt organische Nährstoffe	129
3.4.4	Lebewesen können chemische Energie speichern	130
<b>3.5</b>	<b>Stofftransport bei Pflanzen</b>	<b>132</b>
3.5.1	Pflanzen nutzen Stoffe aus der Luft und aus dem Boden	132
3.5.2	Wurzeln nehmen Wasser und Mineralsalze auf	134
3.5.3	Wasser- und Ionentransport beruhen auf einem Durchflusssystem	136
3.5.4	Spaltöffnungen regeln die Wassertranspiration	137
3.5.5	Organische Substanzen werden in Siebzellen transportiert	138
<b>3.6</b>	<b>Verdauung, Atmung und Stofftransport bei Tieren</b>	<b>139</b>
3.6.1	Nährstoffaufnahme setzt Verdauung voraus	139
3.6.2	Kompakte Tierkörper brauchen Atmungsorgane	144
3.6.3	Bei Tieren sorgt ein Kreislaufsystem für raschen Transport	145
3.6.4	Ausscheidungsorgane entsorgen Schadstoffe	148

■ Überblick 150

<b>4</b>	<b>Steuerung, Regelung, Informationsverarbeitung</b>	<b>151</b>
<b>4.1</b>	<b>Erregung und Erregungsleitung</b>	<b>152</b>
4.1.1	Erregungen sind an Membranpotenziale gebunden	152
4.1.2	Umweltreize können Algen- und Pflanzenzellen erregen	153
4.1.3	Tiere haben für Erregung spezialisierte Zellen	154
4.1.4	Der Bau der Nervenzelle bestimmt ihre Leitungsgeschwindigkeit	158
4.1.5	Erregungsübertragung zwischen Zellen erfolgt über Synapsen	159
4.1.6	Erregungsübertragung ermöglicht Reaktion auf Umweltreize	161
<b>4.2</b>	<b>Sinnesorgane</b>	<b>162</b>
4.2.1	Sinnesorgane sind die Tore zur Umwelt	162
4.2.2	Der Lichtsinn reagiert auf elektromagnetische Wellen	164
4.2.3	Der Schallsinn nimmt Druckschwankungen wahr	166

4.2.4	Der Gleichgewichtssinn reagiert auf Lage und Bewegung ..	167	
4.2.5	Die Haut ist das größte Sinnesorgan .....	168	
4.2.6	Geruchs- und Geschmackssinne reagieren auf chemische Stoffe .....	169	
4.2.7	Elektrischen Sinn und Magnetsinn hat nicht jeder .....	169	
<b>4.3</b>	<b>Informationsverarbeitung und -speicherung</b>	<b>170</b>	
4.3.1	Nervensysteme von Wirbellosen (Invertebraten) .....	170	
4.3.2	Nervensystem der Wirbeltiere (Vertebraten) .....	171	
4.3.3	Gedächtnis, Sprache, Bewusstsein .....	175	
4.3.4	Im Schlaf ist die Wahrnehmung der Umwelt reduziert .....	177	■ Überblick 180
4.3.5	Psychoaktive Stoffe beeinflussen die Nervenfunktionen ..	178	
<b>4.4</b>	<b>Muskel und Bewegung</b>	<b>181</b>	
4.4.1	Muskelzellen sind auf Bewegung spezialisiert .....	182	
4.4.2	Viele Motoneuronen steuern die Muskeln .....	185	
<b>4.5</b>	<b>Hormone</b>	<b>186</b>	
4.5.1	Hormone sind chemische Signale .....	186	
4.5.2	Nerven- und Hormonsystem wirken zusammen .....	187	
4.5.3	Die Metamorphose der Insekten ist hormongesteuert .....	190	
4.5.4	Phytohormone sind Pflanzenhormone .....	190	
4.5.5	Pheromone sind Signalstoffe zwischen verschiedenen Individuen .....	191	■ Überblick 192
<b>5</b>	<b>Genetik</b>	<b>193</b>	
<b>5.1</b>	<b>Molekulare Grundlagen der Vererbung</b>	<b>194</b>	
5.1.1	Nucleinsäuren tragen die genetische Information .....	194	
5.1.2	DNA-Replikation ist die Voraussetzung für Vererbung .....	198	
5.1.3	Die DNA-Sequenz wird in Aminosäuresequenzen übersetzt .....	201	
5.1.4	Die Genaktivität wird reguliert .....	205	
5.1.5	Trotz gleicher Gene gibt es Unterschiede .....	209	■ Überblick 216
5.1.6	Mutationen können die Gene verändern .....	211	
<b>5.2</b>	<b>Vererbungsregeln und ihre Anwendung</b>	<b>217</b>	
5.2.1	Ein Erbsenzähler entdeckte die Vererbungsregeln .....	217	
5.2.2	Die Gene liegen in den Chromosomen .....	220	
5.2.3	Auch für Menschen gelten die Vererbungsregeln .....	222	
5.2.4	Erbkrankheiten sind oft auf Mutationen zurückzuführen ..	226	
5.2.5	Chromosomenaberrationen führen zu komplexen Veränderungen .....	228	■ Überblick 231
<b>5.3</b>	<b>Gentechnik</b>	<b>232</b>	
5.3.1	Gentechnik ermöglicht gezielte Eingriffe in das Erbgut .....	232	
5.3.2	Verschiedene Methoden sind Voraussetzungen für die Gentechnik .....	238	
5.3.3	Gentherapie soll helfen, Erbkrankheiten zu heilen .....	248	■ Überblick 250
<b>6</b>	<b>Fortpflanzung, Wachstum und Entwicklung</b>	<b>251</b>	
<b>6.1</b>	<b>Fortpflanzung</b>	<b>252</b>	
6.1.1	Fortpflanzung ist oft mit Vermehrung verbunden .....	252	
6.1.2	Ungeschlechtliche Fortpflanzung beruht auf Mitosen .....	252	
6.1.3	Geschlechtliche Fortpflanzung beinhaltet Befruchtung und Meiose .....	253	
<b>6.2</b>	<b>Niedere Organismen</b>	<b>255</b>	

	6.2.1	Bei Prokaryoten sind Vermehrung und Genaustausch nicht gekoppelt	255
	6.2.2	Protisten haben unterschiedliche Fortpflanzungsweisen	256
	6.2.3	Pilze haben oft komplizierte Fortpflanzungssysteme	258
	<b>6.3</b>	<b>Steuerung der Entwicklung bei Pflanzen und Tieren</b>	<b>259</b>
	6.3.1	Zygoten differenzieren sich zu vielzelligen Lebewesen	259
	6.3.2	Pflanzen entwickeln sich aus Meristemen	260
	6.3.3	Genschalter steuern die Entwicklung der Tiere	262
	6.3.4	Die Keimesentwicklung des Menschen endet mit der Geburt	269
	<b>6.4</b>	<b>Reproduktionstechnologie</b>	<b>271</b>
	6.4.1	Pflanzen lassen sich aus isolierten Zellen regenerieren	271
	6.4.2	Auch Tiere lassen sich klonen	272
	6.4.3	Die Reproduktionstechnologie hat auch medizinische Bedeutung	273
■ Überblick		274	
	<b>7</b>	<b>Infektionskrankheiten und Immunantwort</b>	<b>275</b>
	<b>7.1</b>	<b>Gesundheit und Krankheit</b>	<b>276</b>
	<b>7.2</b>	<b>Infektionskrankheiten des Menschen</b>	<b>278</b>
	7.2.1	Infektionskrankheiten werden durch Krankheitserreger verursacht	278
	7.2.2	Prionen – Moleküle können anstecken	280
	7.2.3	Viren können Zellen umprogrammieren	281
	7.2.4	Bakterien können zerstören und vergiften	284
	7.2.5	Pilze befallen vor allem Haut und Schleimhäute	286
	7.2.6	Malaria wird von einem Protisten verursacht	287
	7.2.7	Parasitische Tiere können Krankheiten verursachen und übertragen	289
■ Überblick		290	
	<b>7.3</b>	<b>Immunreaktion</b>	<b>291</b>
	7.3.1	Die unspezifische Immunabwehr bildet Barrieren gegen Krankheitserreger	291
	7.3.2	Die spezifische Immunreaktion entwickelt sich im Kontakt mit Erregern	294
	7.3.3	Impfungen aktivieren das Immunsystem	300
	7.3.4	Das Immunsystem kann sich gegen den eigenen Körper richten	302
	7.3.5	Allergien entstehen durch eine Überreaktion des Immunsystems	303
	<b>7.4</b>	<b>Pflanzliche Abwehrsysteme</b>	<b>306</b>
	7.4.1	Pflanzen können sich mechanisch und chemisch wehren	306
■ Überblick		308	
	<b>8</b>	<b>Evolution und biologische Vielfalt</b>	<b>309</b>
	<b>8.1</b>	<b>Zur Geschichte des Evolutionsgedankens</b>	<b>310</b>
	8.1.1	Die Evolutionstheorie hatte geistige Vorläufer	310
	8.1.2	Leben ist aus unbelebter Materie entstanden	315
	<b>8.2</b>	<b>Indizien für die Evolution der Organismen</b>	<b>319</b>
	8.2.1	Molekularbiologie und Biochemie sprechen für einen gemeinsamen Ursprung der Lebewesen	319
	8.2.2	Fossilien sind Zeugnisse der Stammesgeschichte	323
	8.2.3	Übergangsformen belegen mögliche Verwandtschaften	325
	8.2.4	Lebende Fossilien gewähren Einblick in die vergangenen Erdperioden	326

8.2.5	Die Keimesentwicklung gibt Hinweise auf die Stammesentwicklung	326	
8.2.6	Homologien und Analogien können durch die Evolution erklärt werden	327	
8.2.7	Funktionslose Strukturen lassen sich stammesgeschichtlich erklären	329	■ Überblick 331
<b>8.3</b>	<b>Evolutionsfaktoren und ihre Wirkung</b>	<b>332</b>	
8.3.1	Die Synthetische Theorie der Evolution stützt sich auf Populationsgenetik und Ökologie	332	
8.3.2	Die Evolutionstheorie wird weiterentwickelt	335	
8.3.3	Einige Vorstellungen stehen im Widerspruch zur Synthetischen Theorie	337	
<b>8.4</b>	<b>Symbiogenese</b>	<b>338</b>	
8.4.1	Leben heißt Zusammenleben	338	
8.4.2	Lebewesen konkurrieren und kooperieren	339	
8.4.3	Eukaryoten entstanden durch Endosymbiose	346	■ Überblick 348
<b>8.5</b>	<b>Stammesgeschichte und Vielfalt der Lebewesen</b>	<b>349</b>	
8.5.1	Genetische Veränderungen prägen den Evolutionsverlauf in Populationen	349	
8.5.2	Die Stammbaumforschung untersucht die Verwandtschaft der Lebewesen	352	
<b>8.6</b>	<b>Gliederung der Vielfalt (Systematik)</b>	<b>356</b>	
8.6.1	Die Art ist die Grundeinheit des Systems	356	
8.6.2	Domäne <i>Archaea</i> – Erinnerungen an die Urerde?	361	
8.6.3	Domäne <i>Bacteria</i> – Allgegenwärtige Alleskönner	362	
8.6.4	Domäne <i>Eukarya</i> – Neue Qualitäten durch Symbiose	363	
8.6.5	Reich <i>Plantae</i> – Festgewachsene Sonnenkraftwerke	365	
8.6.6	Reich <i>Fungi</i> – Fädig und auf organische Nährstoffe angewiesen	372	
8.6.7	Reich <i>Animalia</i> – Hungrig und beweglich	376	■ Überblick 384
<b>8.7</b>	<b>Evolution des Menschen</b>	<b>385</b>	
8.7.1	Der Mensch gehört zu den Primaten	385	
8.7.2	Fossilien helfen, die Evolution des Menschen zu rekonstruieren	388	
8.7.3	Von Vormenschen zu Frühmenschen	389	
8.7.4	Frühmenschen verlassen Afrika	391	
8.7.5	Auch <i>Homo sapiens</i> kam aus Afrika	391	
8.7.6	Gibt es Menschenrassen?	393	
8.7.7	Die Kulturevolution bestimmt die Entwicklung der Menschheit	395	■ Überblick 396
<b>9</b>	<b>Verhaltensbiologie</b>	<b>397</b>	
<b>9.1</b>	<b>Ziele und Methoden der Verhaltensbiologie</b>	<b>398</b>	
9.1.1	Die Verhaltensbiologie ist sehr vielschichtig	398	
9.1.2	Die Verhaltensbiologie untersucht das individuelle Verhalten	400	
9.1.3	Verhalten lässt sich katalogisieren	403	
9.1.4	Kenntnisse über Verhaltensweisen lassen sich in der Praxis nutzen	405	
<b>9.2</b>	<b>Entwicklung des Verhaltens</b>	<b>407</b>	
9.2.1	Verhaltensentwicklung wird von Genen und Umwelt geprägt	407	



■ Überblick 409	9.2.2 Jungtiere besitzen spezifische Verhaltensweisen . . . . .	408
	<b>9.3 Mechanismen des Verhaltens</b>	<b>410</b>
	9.3.1 Bewegungen sind koordiniert . . . . .	410
	9.3.2 Einige Verhaltensweisen sind angeboren . . . . .	410
	9.3.3 Es gibt eine Vielfalt von Lernformen . . . . .	413
	<b>9.4 Anpasstheit des Verhaltens</b>	<b>417</b>
	9.4.1 Angepasstes Verhalten steigert den Reproduktionserfolg . .	417
	9.4.2 Kommunikation ermöglicht gegenseitige Verhaltensbeeinflussung . . . . .	419
	9.4.3 Soziale Strukturen bieten Vorteile . . . . .	420
	9.4.4 Konflikte bewirken besondere Verhaltensweisen . . . . .	422
	9.4.5 Fortpflanzungsverhalten verbessert den Fortpflanzungserfolg . . . . .	424
■ Überblick 428	9.4.6 Ist die Sonderstellung des Menschen eine überholte Vorstellung? . . . . .	427
	<b>10 Ökologie</b>	<b>429</b>
	<b>10.1 Lebewesen in ihrer Umwelt</b>	<b>430</b>
	10.1.1 Umweltfaktoren begrenzen die Lebensfähigkeit . . . . .	430
	10.1.2 Abiotische Umweltfaktoren sind Einwirkungen der unbelebten Natur . . . . .	431
	10.1.3 Biotische Umweltfaktoren gehen von anderen Lebewesen aus . . . . .	435
	<b>10.2 Aufbau der Biosphäre</b>	<b>438</b>
	10.2.1 Der Energiefluss durch die Biosphäre ermöglicht die Stoffkreisläufe . . . . .	438
	10.2.2 Ökosysteme sind die Funktionseinheiten der Biosphäre . .	446
	10.2.3 Ökosysteme entwickeln und verändern sich . . . . .	450
	10.2.4 Wälder sind typische Ökosysteme Mitteleuropas . . . . .	452
	10.2.5 Seen sind gut abgegrenzte Ökosysteme . . . . .	454
	<b>10.3 Populationsökologie</b>	<b>458</b>
	10.3.1 Populationen wachsen und schrumpfen . . . . .	458
	10.3.2 Populationen unterscheiden sich im Altersaufbau . . . . .	460
■ Überblick 463	10.3.3 Die Umwelt reguliert die Populationsdichte . . . . .	461
	<b>10.4 Mensch und Biosphäre</b>	<b>464</b>
	10.4.1 Wie lange kann die Weltbevölkerung wachsen? . . . . .	464
	10.4.2 Natürliche Ressourcen sind begrenzt . . . . .	466
	10.4.3 Abfallstoffe belasten Luft, Wasser und Boden . . . . .	468
	10.4.4 Abfälle können verringert werden . . . . .	471
	<b>10.5 Natur- und Umweltschutz</b>	<b>474</b>
	10.5.1 Natur und Umwelt müssen planmäßig geschützt werden . .	474
	10.5.2 Der Erhalt der Biodiversität ist primäres Naturschutzziel . .	475
■ Überblick 482	10.5.3 Wirksamer Natur- und Umweltschutz benötigt Gesetze . .	477
	<b>A Anhang</b>	<b>483</b>
	Register . . . . .	484
	Bildquellenverzeichnis . . . . .	494

Die Biologie – Grundlagen,  
Ziele und Methoden

1



## 1.1 Das „biologische Zeitalter“

- ▶ Ziel der Biologie ist es, die Lebewesen im Einzelnen, deren komplexes Zusammenwirken sowie die vielfältigen Lebenserscheinungen zu verstehen.
- ▶ Die Kennzeichen des Lebendigen sind Stoff- und Energiewechsel, Wachstum und Entwicklung, Bewegung, Fortpflanzung und Vermehrung, Reizbarkeit und Selbstregulation, Evolution.

### 1.1.1 Die Biologie bestimmt unser Leben

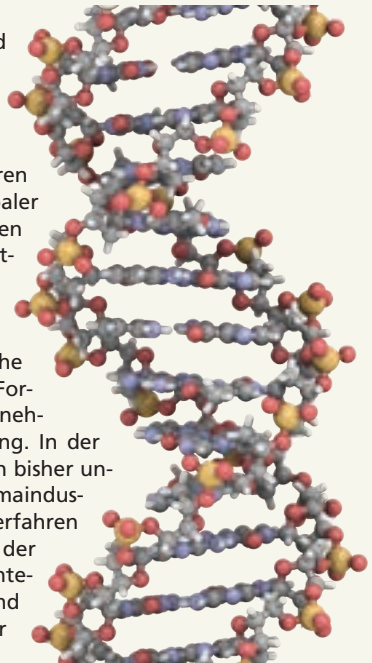
Was haben der Schädlingsbefall im Kleingarten, der bakterienübertragende Zeckenbiss, das Waldsterben und die Suche nach einem neuen Antibiotikum gemeinsam? Alle diese Erscheinungen und Vorgänge sind biologischer Natur. Stets sind Lebewesen im Spiel. Ihre Verschiedenartigkeit und ihre unterschiedlichen Lebensäußerungen machen die enorme Vielfalt biologischer Phänomene aus.

Ziel der Wissenschaft **Biologie** ist es, diese Vielfalt auf allen Ebenen zu erforschen, das biologische Wissen zu strukturieren und die in der belebten Natur wirkenden Gesetzmäßigkeiten zu erkunden und zu nutzen.

▶ **Biologie**  
(griech. *bios*: Leben;  
*logos*: Wort, Lehre,  
Wissenschaft):  
Wissenschaft vom  
Leben

▶ Die Bedeutung der Mona Lisa in der Kunst kann man vergleichen mit der Bedeutung der Doppelhelix in der modernen Biologie (↗ Abb.).

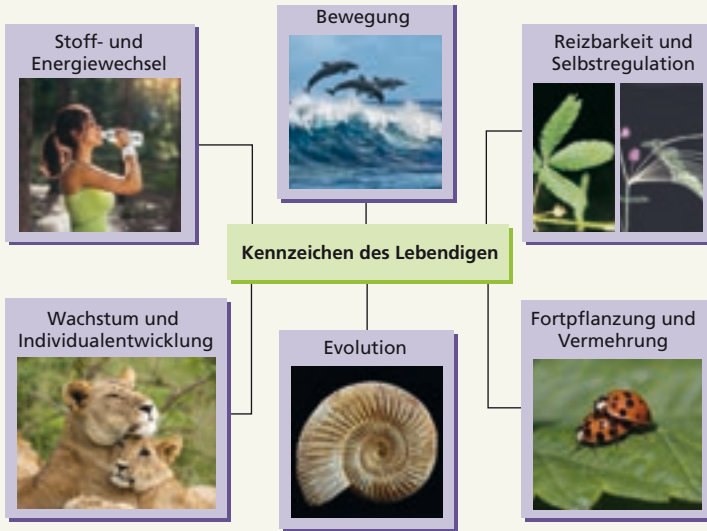
Ging es dabei lange Zeit vor allem um das Auffinden, Beschreiben und Ordnen von Lebewesen, so steht heute die experimentelle Erforschung von Lebensvorgängen im Vordergrund. Diese Untersuchungen reichen von der molekularen Ebene bis zur Erforschung globaler Stoff- und Energieflüsse. Dabei haben die molekulargenetischen Erkenntnisse, die durch das Modell der DNA symbolisiert werden, in den letzten Jahrzehnten eine besondere Bedeutung erlangt. Technische Anwendungen biologischer Forschungsergebnisse gewinnen zunehmend an wirtschaftlicher Bedeutung. In der Medizin hofft man auf Heilung von bisher unheilbaren Krankheiten, in der Pharmaindustrie setzt man auf neue effektive Verfahren der Medikamentenherstellung, in der Landwirtschaft will man mit züchterisch neuartigen Kulturpflanzen und Nutztieren neue Dimensionen der Agrarproduktion erreichen.



## 1.1.2 Alle Lebewesen haben gemeinsame Kennzeichen

**Leben** ist stets an Lebewesen gebunden, die uns in großer Vielfalt begegnen und sich in *morphologischen, anatomischen, physiologischen* und *biochemischen* Merkmalen unterscheiden.

Eine Elementaranalyse beweist, dass in Organismen vor allem jene Elemente vorkommen, die auch in der unbelebten Natur weit verbreitet sind. Die Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Kalium, Calcium und Magnesium machen einen besonders hohen Anteil aus. Sie sind Baustoffe für organische Verbindungen, die für Lebewesen charakteristisch sind: Proteine, Kohlenhydrate, Lipide, Nucleinsäuren und einige andere (↗ S. 59 ff.).



► Die Lebewesen werden in die drei Domänen Archaea, Bakteria und Eukarya eingeteilt. Zu den Eukarya zählen die besonders artenreichen Gruppen der Pflanzen, Pilze und Tiere. Alle übrigen gehören zwar keiner einheitlichen Verwandtschaftsgruppe an, sie werden jedoch aus praktischen Gründen häufig als Protista zusammengefasst (↗ S. 360 ff.).

**Stoff- und Energiewechsel** sind unabdingbare Voraussetzungen für alle anderen Erscheinungen des Lebens. Sie liefern die stofflichen und energetischen Grundlagen für Wachstum, Entwicklung, Bewegung, Reizverarbeitung und Fortpflanzung. Stoff- und Energiewechsel vollziehen sich in Form vielfältiger biochemischer Reaktionen des Aufbaus, Umbaus und Abbaus von Stoffen. Dies schließt Aufnahme und Verwertung von Nährstoffen, die Energieumwandlung und die Ausscheidung ein (↗ S. 105 ff.).

**Wachstum und Individualentwicklung** drücken sich bereits im Größen- und Gestaltwandel eines Lebewesens aus. Wachstum ist die irreversible Volumenzunahme eines Organismus oder seiner Teile. Bei Vielzellern beginnt es meistens mit der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle, es folgen die Embryonalentwicklung, Jugend, Fortpflanzungsfähigkeit, Alter und Tod. Das individuelle Leben der Einzeller endet mit der Zellteilung.

► Da viele Einzeller ohne äußere Einwirkung nicht sterben, sondern sich teilen, spricht man auch von „potenzieller Unsterblichkeit“.

- T-Helferzellen 295  
 THEOPHRASTOS 14, 311  
 thermodynamisches Gleichgewicht 107f.  
 THOMSON, W. 49  
 Thylakoidsystem 91  
 Thymin 72, 195  
 Thymus 188  
 Tiefenwasser 455  
 Tierschutz 405, 481  
 Tierstamm 378  
 Tierzucht 272  
 TINBERGEN, N. 399, 401  
 Ti-Plasmid 245  
 T-Lymphocyten 295  
 Tochterzellen 208  
 Toleranzbereich 430, 463  
 Toleranzkurve 430  
 Tonoplast 93  
 Totipotenz 259  
*Trachea* 144  
 Tracheen 136, 370  
 Tracheiden 136, 370  
 Traditionen 395, 415, 427  
 Tränenflüssigkeit 292  
 Transduktion 157, 237  
 Transfer-RNA 203  
 Transformation 157, 237  
 transgene Organismen 242, 244f., 250, 272  
 transgene Pflanzen 245  
 transgene Tiere 272f.  
 transgene Zellen 249  
 Transkriptase 236  
 Transkription 194, 202f., 207, 216  
 Transkriptionsfaktoren 259, 263, 267, 274  
 Transkriptionskontrolle 205  
 Translation 194, 202f., 216  
 Translationsprodukte 261  
 Translokation 214  
 Transmissionselektronenmikroskop 28  
 Transmittersubstanzen 159  
 Transpirationssog 132, 136  
 Transportmechanismen 82, 152  
 Transportproteine 135  
 Transposons 237  
 Treibhausgase 469  
 Treibnetze 467  
 Triacylglyceride 142  
*Trichomonas vaginalis* 288  
 Trinkwasserqualität 469  
 Triple-X-Syndrom 230  
 tRNA 204  
 Trockengewicht 132  
 Trockenlufttiere 431  
 Trockenpflanzen 431  
 Trommelfell 166  
 Trophoblasten 269  
 trophogen 455  
 Tropismus 154  
 Trypanosomen 288  
 Tsetsefliege 288  
 Tumorsuppressorgene 299  
 Tumorzellen 299  
*Tunicata* 382  
 Turgor 93, 137, 154  
 Turner-Syndrom 230
- U**  
 Übergangsformen, fossile 325  
 Überträger (von Krankheiten) 290  
 Überwinterungsgruppen 421  
 Uferbereich 456  
 Umwelteinflüsse 209, 408  
 Umweltfaktoren 407, 409, 431ff., 463  
 Umweltkapazität 458f.  
 Umweltreize 161  
 Umweltschutz 474, 477f.  
 Umweltwiderstand 459  
 Unabhängigkeitsregel 219, 231  
 unbesetzte Umwelt 446  
 Undulipodium 346  
 UNESCO 481  
 Uniformitätsregel 218, 231  
 Uracil 72  
 Uerde 20  
 Ureukaryoten 346  
 Urfarnpflanzen 367  
 Urknall, 315  
 Urmünder 378  
 Ursprung der Lebewesen 319  
 Ursuppe 316  
 Urtiere 364  
 Urvogel 325  
 Urwaldökosysteme 450  
 Urzeugung 20
- V**  
 Variabilität 313, 459  
 Vegetationspunkt 262  
 Vegetationsschichten 452  
 Verdauung 139, 150  
 Verdunstungsschutzeinrichtungen 137  
 Vererbung 194ff., 217ff.  
 Vererbungsregeln 217, 222f.  
 Verhaltensbiologie 398ff., 407ff., 417ff.  
 Verhaltensgenetik 407  
 Verhaltenskatalog 403, 409  
 Verhaltensweisen 400, 405, 408, 410  
 Verhandlung 454  
 Vermehrung 10, 12, 252, 255  
 Vermehrungsstrategie 460  
 Vermehrungszyklus 235  
 VESALIUS, A. 15  
 Versiegelung 470  
 Versteinierung 323  
 Versuchsprotokoll 31  
*Vertebrata* 171, 382  
 Verwandtenselektion 418, 425  
 Verwandtschaftsbeziehungen 353  
 Verwesung 441  
 Vielfachzucker 77  
 Vielfalt, biologische 356ff., 474  
 Vielzeller 13, 100, 376  
 VIRCHOW, R. 27, 78f.  
 Viren 233f., 242, 281  
 Virulenz 237  
 Vitalismus 16, 312  
 Vitamine 139  
 Vögel 383  
 Vollallergen 303  
 VOLTERRA, V. 462  
 VRIES, HUGO M. DE 20
- W**  
 WAALS, J. D. VAN DER 49  
 Wachzustand 177  
 Wahrnehmung 162, 176  
 WALDEYER-HARTZ, W. VON 220  
 Waldökosysteme 451f.  
 WALLACE, A. R. 19, 310, 313, 331  
 Wandergruppen 421  
 Wandversteifungen 132  
 WARBURG, O. H. 21  
 Warburg-Manometer 21  
 Wartracht 437  
 Washingtoner Artenschutzübereinkommen 478, 482  
 Wasser 55, 134f., 139, 469  
 Wassererosion 467  
 Wasserpflanzen 431  
 Wasserpotenzialdifferenz 132  
 Wasserspeicher 470  
 Wasserstoffbrückenbindungen 49, 239  
 Wassertransport 136  
 Wasserverdunstung 136  
 Wasserzirkulation 454  
 WATSON, J. D. 21, 194, 216  
 Weichhäuter 378  
 WEISMANN, A. 337  
 Weiße Raucher 316  
 Weltbevölkerung 464  
 Weltmeere 467  
 WERNICKE, K. 176  
 WHO 276  
 WICKLER, W. 399  
 WILKINS, M. H. F. 194  
 WILLSTÄTTER, R. 75  
 WILSON, E. O. 44, 417  
 Winderosion 467

Winterschlaf 433  
 Wirbeltierauge 164  
 Wirbeltiere 171, 382  
 Wirbeltierkeime 266  
 Wirkungsspezifität 112  
 Wirt 343  
 Wirtswechsel 343  
 Wirtszelle 281  
 WÖHLER, F. 17  
 World Wildlife Fund 481  
 Wurzelndruck 132  
 Wurzelhaare 132, 134

**X**

X-Chromosom 224 f.  
 Xerophyten 431  
 Xylem 132, 134

**Y**

Y-Chromosom 224 f.  
 YERSIN, A. J.E. 284  
*Yersinia pestis* 284

**Z**

Zeigerpflanzen 434  
 Zellatmung 106, 108, 116, 131,  
 147, 362  
 Zelldifferenzierung 101  
 Zelle 78 f., 96 f., 101, 104  
 Zellenlehre 27, 78  
 Zellkern 88  
 Zellkörper 155  
 Zellstoffwechsel 471  
 Zellteilung 252, 255 ff.  
 Zelltypen 102  
 Zellwand 86, 94  
 Zellzyklus 98  
 Zentralnervensystem 170  
 Zirbeldrüse 188  
 ZNS 170  
 Zoosporen 257  
 Zuckerkrankheit 244  
 Zuckmücken 207  
 Zufallsselektion 332, 348  
 Zweifachzucker 77  
 Zweiteilung 255 f.  
 Zwischenformen 329  
 Zygomycota 373  
 Zygote 252, 274  
 Zymogene 141

## Bildquellenverzeichnis

**Legende:** Ol=Oben links, Om=Oben mittig, Or=Oben rechts, Ml=Mitte links, Mm=Mitte mittig, Mr=Mitte rechts, Ul=Unten links, Um=Unten mittig, Ur=Unten rechts, MUr=Mitte unten rechts, MOR=Mitte oben rechts

**Hinweis:** Die Seitenzahl steht immer an erster Stelle, danach folgt die Positionsangabe (z.B. 435Ur = Seite 435 Unten rechts). Falls keine konkrete Position angegeben ist, stammen alle urheberrechtlich relevanten Abbildungen vom selben Urheber.

**Action Press:** CEN/action press: 324Ur;

**Adobe:** Andreas/stock.adobe.com 435Ur; Alexey Stiop/stock.adobe.com 444; Archivist/stock.adobe.com 27Or; ArtHdesign/stock.adobe.com 211Ur; ASP Inc/stock.adobe.com 417Ul; aussieanouk/stock.adobe.com 421Or; be-lizar/stock.adobe.com 401Ur; Benshot/stock.adobe.com 427, 324Ul; blende11.photo/stock.adobe.com 482 Ul; Carola Vahldiek/stock.adobe.com 435Mr, 455; CCat82/stock.adobe.com 454Or; Christian Pedant/stock.adobe.com 211Ul; Fotos für Regenwald/stock.adobe.com 437Ol; Gerhard1302/stock.adobe.com 481Mo; hcast/stock.adobe.com 371Mr; imago1956rs/stock.adobe.com 451Um; Jean-Jacques Cordier/stock.adobe.com 477; Juulij/stock.adobe.com 79; Karin Jähne/stock.adobe.com 408Or; Keikona/stock.adobe.com 211Um; kjekol/stock.adobe.com 462; Manuel Schönfeld/stock.adobe.com 476; mirkomeia/stock.adobe.com 376Ul; molekuel.be/stock.adobe.com 10Ur; nicolasprimola/stock.adobe.com 441Om; olyasolodenko/stock.adobe.com 476Ul; PhotoEdit /stock.adobe.com 275; Roman Milert/stock.adobe.com 324Mr; Schlierner/stock.adobe.com 58; Shawn Larsen/stock.adobe.com 20Ul; Stokholm/stock.adobe.com 324Or; Marek R. Swadzba/stock.adobe.com 437Or; Tatiana/stock.adobe.com 419Mm; Tony Baggett/stock.adobe.com 393Om; tunedin/stock.adobe.com 435Ml, 343 (Foto);

**akg-images:** akg-images/De Agostini Picture Library: 364 (Trichomonas); akg-images/Heritage Images/Fine Art Images 392; akg-images/Science Photo Library 393Or;

**Bildagentur für Kunst und Geschichte:** bpk 380I; bpk/RMN-Grand Palais/Michel Urtado 10UJ;

**Bridgeman Images:** 310MI, 312Ur; Granger/Bridgeman Images 284 Ur;

**93200/culture-images:** 108MI;

**Christine Gebreyes, Berlin:** 14UI, 17Or, 19Ur, 22OI, 195MI, 205, 277, 312OI, 313Ur, 326UI, 399, 400UI, 401Or, 403, 414;

**Christiane Gottschlich:** 13OL, 41Mr, 41Or, 41Ur, 181OI, 181UI, 210OI, 259Or, 306, 324Ur, 341OI, 353(Dachs), 356Um, 366Mm, 366Mr, 370 (Haselnuss & Rittersporn), 383 (Frosch), 443Um;

**INTERFOTO:** INTERFOTO/ARDEA/Steve Downer 263Mr; INTERFOTO/Sammlung Rauch 352Ur;

**Juniors@wildlife Bildagentur:** Layer, 25; Minden Pictures/juniors@wildlife 227Or;

**mauritius-images:** mauritius-images/age fotostock 419 Or; mauritius-images/david jaffe/Alamy 434Um; mauritius-images/The Bookworm Collection/Alamy 461Ur;

**Okapia:** H.R. Bramaz/LADE-OKAPIA 46; J. C. Révy/ISM/OKAPIA 11Or; Adelheid Nothegger/imageBROKER/OKAPIA 344MI; Alf Jönsson/imageBROKER/OKAPIA 76Umr; Alfred Schauhuber/imageBROKER/OKAPIA 339OI; Biophoto Associates/Science Source/OKAPIA 28MI; Biophoto Associates/Science Source/OKAPIA 99 (Fotos); Christian Gautier/BIOS/OKAPIA 284Mr; CID/ISM/OKAPIA 286Ur; David & Micha Sheldon/imageBROKER/OKAPIA 406; Derek Middleton/FLPA/OKAPIA 476; Dr. Gary Gaugler/OKAPIA 87Ur; Dr. Gary Gaugler/OKAPIA 285; Elizabeth Lemoine/OKAPIA 211Mm; Eric Tourneret/BIOS/OKAPIA 29Or; Fabio Pupin/FLPA/OKAPIA 191; Frank Deschandel & Philippe Sabi/BIOS/OKAPIA 67; Frank Sommariva/imageBROKER/OKAPIA 463Mm, 463MI; Frédéric Tournay/BIOS/OKAPIA 366Ur; Fritz Pölking/SAVE-OKAPIA 366Um; Gavriel Jecan/SAVE-OKAPIA 437 Or; Gerhard Zwerger-Schoner/imageBROKER/OKAPIA 289¥; Gerhard Zwerger-Schoner/imageBROKER/OKAPIA 468Um; Gilles Martin/BIOS/OKAPIA 303UI; Guenter Fischer/imageBROKER/OKAPIA 371Ur; Hans Lang/imageBROKER/OKAPIA 437Ur; Hans Reinhard/OKAPIA 429; Hapo/OKAPIA 373UI; Heinz Schmidbauer/imageBROKER/OKAPIA 11Ur; J. C. Révy/ISM/OKAPIA 153Um 153Ur; J.W.Aiker/imageBROKER/OKAPIA 361Ur; Jan Robert Factor/Science Source/OKAPIA 28OI, 92MI; Jean Mayet/BIOS/OKAPIA 344OI; Jean-Paul Ferrero/Auscape/SAVE-OKAPIA 458UI; Jeff Rotman/SAVE-OKAPIA 467Or; J-L Klein & M-L Hubert/OKAPIA 463Mr; Jochen Tack/imageBROKER/OKAPIA 316; John Cancalosi/ARDEA/OKAPIA 309, 380 (Foto); Jose Antonio Moreno castellano/imageBROKER/OKAPIA 408UI; jspix/imageBROKER/OKAPIA 417Ur; Judith Thomandl/imageBROKER/OKAPIA 193; Jürgen & Christine Sohns/imageBROKER/OKAPIA 409, 413; Konrad Wothe/OKAPIA 385Mr; Kurt Möbus/imageBROKER/OKAPIA 452Or; Marko von der Osten/imageBROKER/OKAPIA 386MI; Martin Zwick/Danita Delimont Agency/OKAPIA 462; Michael Szönyi/imageBROKER/OKAPIA 435; NAS/Biophoto Associates/OKAPIA 90UI, 292Um; NAS/K.R. Porter/OKAPIA 91Um; NAS/Michael Tweedie/OKAPIA 333Mr; NAS/Omikron/OKAPIA 27Mr, 281Or; NAS/Ray Simons/OKAPIA 137Or; Norbert Lange/OKAPIA 207Ur; Norbert Michalke/imageBROKER/OKAPIA 26; Paul Hobson/FLPA/OKAPIA 366UI; Pete Oxford/Danita Delimont Agency/OKAPIA 165Or; Reinhard Hölzl/imageBROKER/OKAPIA 425Mr; Scimat/NAS/OKAPIA 375Or; SeaTops/imageBROKER/OKAPIA 419Ur; Siepmann/imageBROKER/OKAPIA 325Ur; Uwe Schwenk/OKAPIA 425Or; Uwe Skrzypczak/imageBROKER/OKAPIA 398; Valentin Heimer/imageBROKER/OKAPIA 151; Werner Zimmermann/OKAPIA 381Ur; Wilfried Martin/imageBROKER/OKAPIA 251, 336; William Bacon/NAS/OKAPIA 434Or; Wolfgang Jäkel/imageBROKER/OKAPIA 160UI;

**Picture Alliance:** picture alliance/abaca 466MI; picture alliance/akg-images 18Mm; picture alliance/dpa/Martin Schutt 323UI; picture alliance/Mary Evans Picture Library 18Ur; picture alliance/united archives/91020 15Ur;

**Wilfried Probst, Oberteuringen:** 467OI;

**Renate Diener/Wolfgang Gluszk:** 13MI, 13Mml, 13Mmr, 13Or, 13Oml, 13Omr, 13Um, 22Mm, 28Um, 41UI, 44, 45Um, 50UI, 50Mr, 50Or, 52, 54Um, 56Mr, 57, 62Mm, 62Om, 62Or, 64, 70Ur, 72, 77Omr, 77OI, 77Ur, 78, 81OI, 81Om, 81Or, 83Om, 83Um, 85Mm, 85Om, 86UI, 86Ur, 87OI, 87Or, 88, 89Om, 89Ur, 90Mm, 91UI, 92Om, 93Um, 94Mm, 95OI, 97, 98, 99(Grafik), 100MI, 100Um, 101, 102Or, 102Ur, 103MI, 104, 108Mm, 109, 116, 120, 122, 123, 124, 125, 127, 131Om, 131ur, 133, 134, 135Om, 135Um, 136OI, 136UI, 137Mr, 137Ur, 138OI, 138UI, 140, 141, 142, 146, 147, 150, 152, 155, 159, 160Om, 162, 164, 165Mr, 165Ur, 166, 167, 169, 176, 183Om, 183Ur, 184, 185, 187MI, 189, 190, 192, 194Ur, 196Mm, 196OI, 200, 203, 204, 207Um, 209, 210UI, 211MI, 211Mr, 214, 216Mm, 218, 219, 220 221, 224Or, 225, 231Ur, 235, 236, 237, 239, 242, 243, 244, 245, 246, 249, 253, 254, 256, 257, 258Mm, 258, 259Mm, 261Ur, 268, 269, 270, 271Um, 272, 274, 276, 280, 281MI, 281Mr, 281UI, 281Ur, 282, 283, 286OI, 287, 290 (alle aufler Virus), 291, 293, 294, 295, 297, 298, 304, 310Um, 314, 333, 334, 335, 339Um, 340Um, 341Um, 343 (Grafik), 344Or, 344Ur, 345, 347, 348, 349, 350, 351Or, 351Um, 352MI, 353 (alle außer Dachs), 354,

356Ul, 357, 358Um, 359, 360, 361Or, 362, 363, 364, 365, 366Ml, 367Um, 369Mm, 369Or, 370 (alle außer Haselnuss und Rittersporn), 372Mm, 373Or, 374, 375Mm, 375Ur, 376Ml, 376Om, 377, 378, 379, 380 (Grafik), 381MUr, 381Or, 382Mm, 383 (alle außer Frosch), 384, 400Mr, 405Mm, 416, 423, 436Ul, 436Ur, 439, 440Or, 441Um, 441Ol, 442Or, 443, 444, 445Om, 446Or, 448Ur, 449Ol, 450Um, 451, 452Um, 453Ol, 453Ml, 454Ul, 455, 456Ol, 457Mr, 457Ml, 460Mr, 463Ml 465, 470Or, 471MOr, 480;

**Walther-Maria Scheid, Berlin:** 351Ur, 355, 367Or, 368, 372Ml, 375r, 381MOr, 382Um, 387, 390, 391, 396, 411, 431, 432(Sauerklee), 343Mm, 367;

**Science Photo Library:** Science Photo Library/Kinsman, Ted 340Ur; Science Photo Library/akg-images 332; Science Photo Library/DR KEITH WHEELER 341Or; Science Photo Library/Dr. Gladden Willis, Visuals Unlimited 227Ur; Science Photo Library/Eye of Science 282Ol; Science Photo Library/Gadomski, Michael P. 326Mr; Science Photo Library/Hall, Roger 326Or; Science Photo Library/KING'S COLLEGE LONDON ARCHIVES 194Um; Science Photo Library/Laguna Design 43; Science Photo Library/NASA/GSFC-SVS/SeaWiFS/GeoEye 75Om; Science Photo Library/Phillips, David M. 224Ol; Science Photo Library/PROF CINTI & V. GREMET/SPL 93Or;

**Shutterstock:** Abesalom Zerit/Shutterstock.com 397; ADELART/Shutterstock.com 130Ur; Albert Russ/Shutterstock.com 11Um; Alexky/Shutterstock.com 263Or; AlohaHawaii/Shutterstock.com 464Or; alslutsky/Shutterstock.com 456; anela.k/Shutterstock.com 471; Artenex/Shutterstock.com 373Ur; Arturo de Frias/Shutterstock.com 11Ul; Asther Lau Choon Siew/Shutterstock.com 338; Best dog photo/Shutterstock.com 433Mr; BGphotoaesthetics/Shutterstock.com 103Ol; Bildagentur Zoonar GmbH/Shutterstock.com 373UmI; 422, BoonritP/Shutterstock.com 39; Bryan Busovicki/Shutterstock.com 474; Cezary Wojtkowski/Shutterstock.com 323Ur; Dalibor Danilovic/Shutterstock.com 471; David Dirga/Shutterstock.com 401Ul; DedMityay/Shutterstock.com 303Mr; Deyan Georgiev/Shutterstock.com 103Or; Dirk Ercken/Shutterstock.com 483; EhayDy/Shutterstock.com 451Ol; Everett Historical/Shutterstock.com 311Um; Fedor Selivanov/Shutterstock.com 432(Mais); Fotokostic/Shutterstock.com 471Ur; Frances van der Merwe/Shutterstock.com 340Ol; Francesco83/Shutterstock.com 71; George Rudy/Shutterstock.com 412; Goran Bogicevic/Shutterstock.com 105; guentermanaus/Shutterstock.com 456Or; Hulabear/Shutterstock.com 271Or; huyangshu/Shutterstock.com 471MUr; imacoconut/Shutterstock.com 466 (Hinterleger); Image Point Fr/Shutterstock.com 303Ol; ineng/Shutterstock.com 468Ul; iPixela/Shutterstock.com 456; ixpert/Shutterstock.com 23; Jakub Krechowicz/Shutterstock.com 15Mr, 311Or; Janelle Lugge/Shutterstock.com 369Ur, 386Ul; Jose Luis Calvo/Shutterstock.com 92Ur; Karel Bock/Shutterstock.com 433Or; Kompass/Shutterstock.com 445; Lebendkulturen.de/Shutterstock.com 303Om; lumen-digital/Shutterstock.com 388; marekulasz/Shutterstock.com 130Umr; Marina Koptyakova/Shutterstock.com 303Or; Martin Fowler/Shutterstock.com 432Ol; Matt Tilghman/Shutterstock.com 47; matteo sani/Shutterstock.com 260; Maxim Blinkov/Shutterstock.com 303Um; Miks Mihails Ignats/Shutterstock.com 482Ol; nada54/Shutterstock.com 307; nechaevkon/Shutterstock.com 279, 303Ur; Nicholas Rjabow/Shutterstock.com 110Ur; Norman Chan/Shutterstock.com 76UmI; oover/Shutterstock.com 303Ml; R. Maximiliane/Shutterstock.com 213; Rattiya Thongdumhyu/Shutterstock.com 373Umr; Rawpixel.com/Shutterstock.com 38Ur; roadk/Shutterstock.com 50Ol; Robert Biedermann/Shutterstock.com 432 (Sichelmöhre); rootstock/Shutterstock.com 76Ur; Rudmer Zwerver/Shutterstock.com 476Ol; Sebastian Kaulitzki/Shutterstock.com 56Ul; Sergey Kamshylin/Shutterstock.com 371Or; Sergey Uryadnikov/Shutterstock.com 385Mm; Shaiith/Shutterstock.com 130Ul; Smit/Shutterstock.com 54Ml; Suteren/Shutterstock.com 11Ol; Svetlana Foote/Shutterstock.com 76Ul; Svitlana Avramenko/Shutterstock.com 479; Szasz-Fabian Jozsef/Shutterstock.com 418; TCreativeMedia/Shutterstock.com 402; tharamust/Shutterstock.com 130UmI; Tomhom1009/Shutterstock.com 9; tristan tan/Shutterstock.com 421Um; Vassamon; Anan-sukkasem/Shutterstock.com 75Um; Ververidis Vasilis/Shutterstock.com 469; Vladislav T. Jirousek/Shutterstock.com 369Mr; Vshivkova/Shutterstock.com 30Ml, 30Mr; watin/Shutterstock.com 56Ml; wavebreakmedia/Shutterstock.com 305; Wilyam Bradberry/Shutterstock.com 11Om;

**Sybillie Storch:** 136Mr, 181Or, 217Ur;

**Petra Schuchardt, Bovenden:** 420.



**Geprüftes Wissen –  
verlässlich gut!**

**BASISWISSEN SCHULE  
BIOLOGIE ABI**

- Themen und Inhalte aus dem Biologieunterricht der Sekundarstufe II
- Perfekt zur umfassenden Vorbereitung auf das Abitur
- Zahlreiche farbige Grafiken und Fotos zur Veranschaulichung

Einzelne Kapitel zu allen relevanten Teilbereichen der Biologie – von den Grundlagen des Lebens über die Neurobiologie, Genetik und Fortpflanzung bis hin zur Evolutions- und Verhaltensbiologie sowie zur Ökologie.

Für alle weiterführenden Schulformen. Berücksichtigt die aktuellen Bildungspläne aller Bundesländer.

