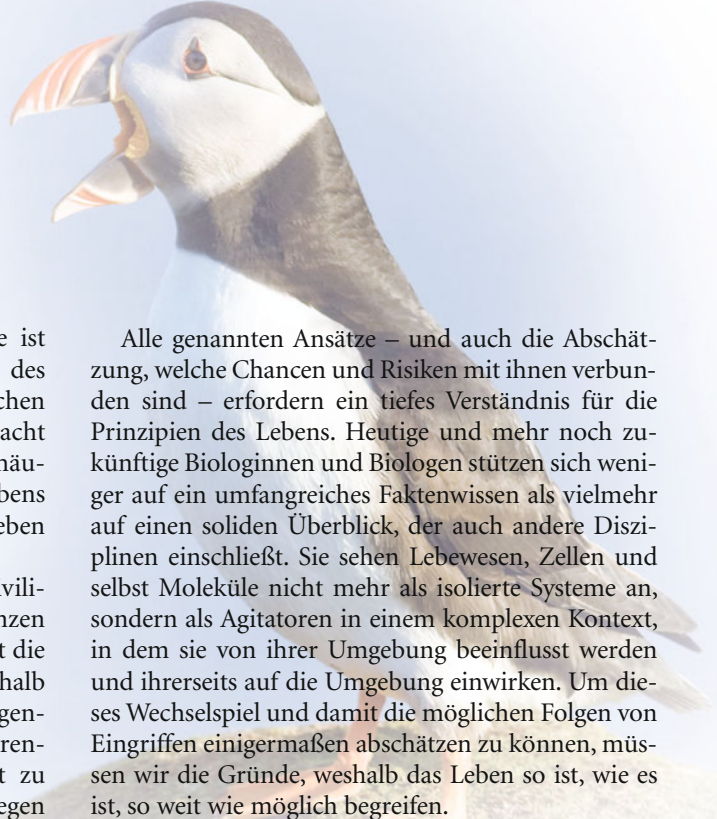


Eine neue Sicht auf das Phänomen Leben



Die ruhigen Zeiten sind vorüber. Die Biologie ist dabei, sich zur bestimmenden Wissenschaft des 21. Jahrhunderts zu entwickeln. Nach den Epochen des Sammelns, Beschreibens und Analysierens macht sie die ersten Schritte in eine neue Phase: Immer häufiger greifen Biologen aktiv in die Prozesse des Lebens ein, verändern und vernetzen es – ja, manche streben sogar danach, neues Leben zu schaffen.

Zwar hat der Mensch schon zu Beginn aller Zivilisation durch gezielte Auswahl aus wilden Pflanzen ertragreichere Kulturformen gezüchtet, doch erst die Gentechnik erlaubt ihm, Organismen innerhalb einer einzigen Generation mit völlig neuen Eigenschaften auszustatten. Dabei überschreitet er Grenzen, die unter natürlichen Bedingungen nicht zu überwinden wären, indem er beispielsweise Ziegen und Kartoffeln dazu bringt, das Protein der Spinnenseide zu produzieren. Andere Forscher belassen die Zellen in ihrem eigenen Zustand, versetzen sie jedoch in eine völlig neue Umgebung. So verknüpfen sie Nervenzellen mit elektronischen Schaltkreisen und erarbeiten Bedingungen, unter denen beide miteinander kommunizieren können. Das ehrgeizigste Ziel, an dem Biologen derzeit forschen, dürfte aber die Schaffung künstlichen Lebens sein. Noch beschränken sich die Erfolge der Wissenschaftler darauf, die Ausstattung natürlicher Zellen auf ein Minimum zu reduzieren oder sie mit synthetischem Erbmateriale zu versehen. Es bleibt abzuwarten, ob der Sprung von der Modifikation bestehenden Lebens zur wirklichen Kreation aus unbelebter Materie eines Tages wirklich gelingt. Auf jeden Fall liefern die Ergebnisse schon jetzt wertvolle Informationen für einen ganz anderen neuen Zweig der Biologie. Die Astrobiologie oder Exobiologie entwickelt Modelle, wie Leben auf anderen Planeten als der Erde aussehen könnte, und Experimente, mit denen es sich nachweisen ließe.

Alle genannten Ansätze – und auch die Abschätzung, welche Chancen und Risiken mit ihnen verbunden sind – erfordern ein tiefes Verständnis für die Prinzipien des Lebens. Heutige und mehr noch zukünftige Biologinnen und Biologen stützen sich weniger auf ein umfangreiches Faktenwissen als vielmehr auf einen soliden Überblick, der auch andere Disziplinen einschließt. Sie sehen Lebewesen, Zellen und selbst Moleküle nicht mehr als isolierte Systeme an, sondern als Agitatoren in einem komplexen Kontext, in dem sie von ihrer Umgebung beeinflusst werden und ihrerseits auf die Umgebung einwirken. Um dieses Wechselspiel und damit die möglichen Folgen von Eingriffen einigermaßen abschätzen zu können, müssen wir die Gründe, weshalb das Leben so ist, wie es ist, so weit wie möglich begreifen.

Die *Biologie für Einsteiger* vermittelt uns darum vor allem die grundlegenden Prinzipien, nach denen die Prozesse des Lebens ablaufen. In dem Buch arbeiten wir zu Beginn einen Katalog von Eigenschaften heraus, die das Leben von nichtlebendigen Systemen unterscheiden. Anschließend untersuchen wir Schritt für Schritt Merkmale des Lebens, die sich fast zwangsläufig aus diesem Eigenschaftskatalog ergeben. So folgt aus der Forderung, dass Leben geordnete Strukturen benötigt, die Verpackung der Moleküle in eine Hülle, in welcher die biochemischen Bausteine in höherer Konzentration vorliegen können als im Umgebungsmedium. Die Ummantelung darf jedoch nicht völlig undurchlässig sein, damit neue Baustoffe aufgenommen und Abfallprodukte abgegeben werden können. Dafür sind Transportmechanismen notwendig, die sich bei einfachen Zellen wie auch bei komplexen Vielzellern finden. Die chemischen Umbauschritte, mit denen aus Nährstoffen eigene Bausteine werden, bilden zusammen einen Baustoffwechsel. Da sie häufig nur unter Zufuhr von Energie



ablaufen, ist ein ergänzender Energiestoffwechsel notwendig. Die geeigneten Materialien lassen sich am besten aufspüren, wenn Sinne Informationen über die Beschaffenheit der Umgebung liefern und verarbeitende Strukturen diese interpretieren. Kapitelweise erschließen wir uns das Wissen zu den genannten Fähigkeiten sowie Mechanismen, mit denen sich Leben bewegt, verteidigt, Informationen speichert und weitergibt, sich fortpflanzt und als heranwachsendes Individuum sowie als Art entwickelt. Durch den logischen Aufbau begreifen wir dabei auch komplizierte Vorgänge, da sie stets im biologischen Kontext stehen und direkt zur Lösung eines Problems beitragen, vor dem das Leben steht. Auf diese Weise sind viele Aspekte der Ökologie und Evolution, die sonst abstrakt und im Rückblick statisch wirken, bereits auf Ebene der Moleküle, Zellen und Organismen integriert und erhalten ihre Dynamik zurück.

Durch die konsequente Orientierung an den Prinzipien des Lebens hat die *Biologie für Einsteiger* auch eine besondere inhaltliche Struktur, die das Verstehen erleichtert. Herkömmliche Lehrbücher beginnen üblicherweise mit Kapiteln über chemische Grundlagen, kleine und große Moleküle, gefolgt von einem Überblick über die Zelle und ihre Bestandteile, woran sich Abschnitte zum Stoffwechsel, zur Vererbung und weitere spezielle Kapitel anschließen. Als Folge dieser synthetischen Gliederung nach Hierarchien werden funktionell zusammenhängende Inhalte oft auseinandergerissen und weit voneinander entfernt behandelt. So ist die Beschreibung des Erbmoleküls DNA etwa in Kapitel 3 zu finden, die Vererbung jedoch erst im Kapitel 11! Würden wir diesen Aufbau auf ein Buch zur Funktionsweise von Autos übertragen, gäbe es zu Beginn ein Kapitel über Schrauben, danach eines über Ventile, eines zu Kolben und Pleuelstangen und so fort, bis endlich in Kapitel 11 der Motor an die Reihe käme.

Die *Biologie für Einsteiger* ist hingegen nicht hierarchisch geordnet, sondern funktionell. In ihren Kapiteln begegnen uns alle Strukturen, die zur Erfüllung einer Aufgabe erforderlich sind – angefangen mit der vorherrschenden Sorte von Molekül über die beteiligten Zellbestandteile bis hin zu den entsprechenden Organen höherer Vielzeller. Den Aufbau der DNA finden wir beispielsweise direkt vor ihrer Funktion als Informationsspeicher und Erbmolekül in einem gemeinsamen Kapitel. Dadurch werden Zusammenhänge betont und Parallelen zwischen den verschiedenen Hierarchien aufgezeigt, die sonst allzu leicht übersehen werden.

Mit ihrer Konzentration auf die Prinzipien erleichtert uns die *Biologie für Einsteiger* schließlich

auch das Faktenlernen für anstehende Prüfungen. Statt Formeln und Strukturen einfach zu reproduzieren, können wir zusätzliches Wissen durch Analogien und Anwendung der Prinzipien selbst dann schlussfolgern, wenn wir die eigentliche Information noch nicht nachgelesen oder in der Vorlesung mitbekommen haben. Bereits im Grundstudium erschließen wir uns auf diese Weise eine Herangehensweise, die sich sonst erst nach jahrelangem intensiven Studium einstellt.

Die konsequente Fokussierung auf die Funktion und die Prinzipien spiegelt sich auch in der Gestaltung der *Biologie für Einsteiger* wider. Der durchgehende Haupttext bleibt gut lesbar und leicht verständlich, weil komplexe Aspekte und Zusatzinformationen in Kästen ausgelagert sind. Innerhalb der Absätze sind einzelne Wörter oder Wortgruppen **durch Fettdruck hervorgehoben**. Sie sind so ausgewählt, dass sie den Inhalt des jeweiligen Absatzes knapp ansprechen, und erleichtern es dadurch, schnell bestimmte Abschnitte wiederzufinden. Schemata im Stil von Pulldown-Menüs bringen Ordnung und Überblick in die Vielfalt der Moleküle, Strukturen und Zellen. Am Ende jedes Kapitels sind die wesentlichen Prinzipien des Lebens noch einmal in kurzen Sätzen aufgeführt.

Die Kästen sind in verschiedene Typen unterteilt, die sich farblich unterscheiden:

Fachwörterlexikon

(dictionary of biological terms)

Kurze Beschreibung einiger biologischer Fachbegriffe, die häufig im Englischen und Deutschen unterschiedlich sind. Als Übersetzungshilfe beim Lesen englischsprachiger Bücher und Artikel.

Genauer betrachtet

Zusätzliche Informationen für ein tieferes Verständnis

Schwierige Zusammenhänge, weiterführende Informationen oder Wissen aus Nebenfächern wie Chemie und Physik halten diese Kästen bereit. Da manche der Themen im herkömmlichen Lehrbuchstil für sich ganze Kapitel füllen würden, sind die Texte in diesen Kästen teilweise recht anspruchsvoll geschrieben. Sie dienen dann mehr der Erinnerung und Auffrischung des Stoffs aus den entsprechenden Vorlesungen.



1 für alle

Ebenen des Lebens

In der Regel stehen alle Arten von Lebewesen – vom einzelligen Bakterium bis zum Menschen – vor den gleichen Herausforderungen, die sie bewältigen müssen, um am Leben zu bleiben. Häufig finden sie dabei trotz ihrer unterschiedlichen Komplexität die gleichen Lösungen. Der Kassetyp „1 für alle“ zeigt einige der Parallelen zwischen den unterschiedlichen Ebenen des Lebens auf.

Offene Fragen

Ziele für die Zukunft

Die Wissenschaft ist kein fertiges Denkgebäude, sondern eine ständige Baustelle von Modellen, Experimenten und Theorien. Gerade das Leben ist ein so komplexer Prozess, dass wir viele Abläufe und Zusammenhänge noch nicht kennen. Unter „Offene Fragen“ sprechen wir einige davon kurz an – als Beispiel für lohnenswerte Forschungsgebiete zukünftiger Wissenschaftler.



Prinzip verstanden?

Die *Biologie für Einsteiger* vermittelt zwar eine Menge Fakten, der Schwerpunkt liegt aber auf den grundlegenden Prinzipien, nach denen das Leben funktioniert. Inwieweit diese verstanden sind, lässt sich am besten mit Fragestellungen testen, deren Antworten nicht einfach im jeweiligen Kapitel stehen, sondern ein wenig spielerische Überlegung erfordern.

Köpfe und Ideen

Menschen und Gedanken hinter dem Wissen

Das Wissen aus einem Lehrbuch ist nicht vom Himmel gefallen – es wurde in hartnäckiger Forschung, durch geniale Experimente und manch plötzlichen Geistesblitz von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entdeckt und geschaffen. In den Boxen „Köpfe und Ideen“ stellen einige von ihnen selbst ihre eigenen Ergebnisse oder die Arbeit von Kollegen vor. Ihre Erzählungen machen die Forschung lebendig und geben der Wissenschaft ein Gesicht.

Weil gerade bei komplexen Themen ein Bild mehr sagt als noch so ausgefeilte Beschreibungen, ist die *Biologie für Einsteiger* großzügig mit Zeichnungen und Fotos ausgestattet, wie es sonst nur bei weit umfangreicheren Werken üblich ist. Das Buch setzt auch in dieser Hinsicht neue Maßstäbe und ist durch den Wechsel der Elemente erfreulich leicht zu lesen.

Die *Biologie für Einsteiger* stammt – mit Ausnahme der Kästen „Köpfe und Ideen“ – aus einer Feder, doch an ihrer Realisierung hat ein ganzes Team äußerst engagiert gearbeitet. Von Spektrum Akademischer Verlag hat Merlet Behncke-Braunbeck als Programplanerin Life Sciences voll ansteckender Begeisterung zusammen mit mir das neuartige Konzept für das Buch entworfen. Außerdem hat sie zahlreiche Wissenschaftler als Autoren für die angesprochenen „Köpfe und Ideen“ gewonnen. Dr. Meike Barth hat die *Biologie für Einsteiger* als Lektorin geduldig und mit Elan zugleich betreut und die Arbeitsschritte koordiniert. Andreas Held hat nicht nur mit kompetentem Blick die Suche nach geeigneten Bildern übernommen und einige besonders schöne Fotos aus seiner eigenen Arbeit als Naturfotograf beige-steuert, sondern auch mit viel Fingerspitzengefühl die Texte redigiert. Die eindrucksvollen Grafiken und Schemata hat Dr. Martin Lay erstellt und dabei an den passenden Stellen sein eigenes Fachwissen einfließen lassen.

Einen wertvollen Blick hinter die Kulissen der wissenschaftlichen Forschung haben mit ihren Beiträgen für die Kästen „Köpfe und Ideen“ die folgenden Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen geleistet: PD Dr. Gerrit Begemann (Universität Konstanz), Prof. Dr. Hynek Burda (Universität Düsseldorf), Prof. Dr. Stefan Dübel (Universität Braunschweig), Prof. Dr. Hans-Walter Heldt (Universität Göttingen), Prof. Dr. Brigitte M. Jockusch (Universität Braunschweig), PD Dr. Andrea Kruse (Universität Lübeck), Prof. Dr. Birgit Piechulla (Universität Rostock), Prof. Dr. Reinhard Renneberg (The Hongkong University of Science and Technology), Prof. Dr. Helge Ritter (Universität Bielefeld), Prof. Dr. Peter H. Seeberger (Max-Planck-Institute of Colloids and Interfaces, Potsdam-Golm), Prof. Dr. Ernst Wagner (Universität München) und Prof. Dr. Michael Thomm (Universität Regensburg).

Zur fachlichen Richtigkeit des Textes haben folgende Wissenschaftler aus Forschung und Wissenschaftskommunikation durch Hinweise und Vorschläge beigetragen: PD Dr. Björn Brembs (Freie Universität Berlin), Prof. Dr. Hynek Burda (Universität Düsseldorf), Prof. Dr. Stefan Dübel (Universität Braunschweig), Dr. Birgit Eschweiler (Medical Wri-



Eines Nachts im Labor für synthetische Biologie

ting Services, Lage), Dr. Jürgen R. Hoppe (Universität Ulm), PD Dr. Andrea Kruse (Universität Lübeck), Dr. Katja Reuter (Communications Manager, University of California, San Francisco, und Buchautorin), Dr. Olaf Schmidt (Wissenschaftsjournalist, Essen) und Prof. Dr. Uwe Sonnewald (Universität Erlangen-Nürnberg).

Allen Genannten möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich für ihren Einsatz, ihr Engagement und ihre Unterstützung danken! Ohne sie wäre dieses Buch

nicht möglich gewesen! Danke auch an alle nicht namentlich aufgeführten Helfer in den Sekretariaten, im Außendienst und im Marketing!

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Ehefrau Stefanie, die das gesamte Projekt von der ersten Idee bis hin zur letzten Durchsicht der Druckfahne in routiniert konstruktiver Weise begleitet und jedes einzelne Kapitel kritisch gelesen hat, bevor es als Manuskript an die weiteren Teammitglieder ging. Wieder einmal ist ein Text durch ihre Hilfe sehr viel lockerer und lesbarer geworden.

Gewidmet ist die *Biologie für Einsteiger* allen Lernenden und Lehrenden an den Schulen, Hochschulen und Universitäten sowie allen interessierten Laien, die voller Enthusiasmus über die Rätsel des Lebens nachdenken und vielleicht einmal mit ihrer eigenen Forschung ein weiteres Geheimnis aufdecken werden.

Dr. Olaf Fritsche

Heidelberg, Juni 2010

Eine neue Auflage für neues Wissen

Seit dem Erscheinen von *Biologie für Einsteiger* waren die Wissenschaftler auf der ganzen Welt fleißig und erfolgreich. Sie haben neue Arten entdeckt und neue Mechanismen entschlüsselt. Vor allem die Regulation der Aktivität der Gene verstehen wir inzwischen viel besser als noch vor wenigen Jahren. Gleichzeitig steht einst sicher geglaubtes Wissen überraschend wieder in Frage. So lässt die Entdeckung weiterer Riesenviren die früher scharfe Unterscheidung zwischen Leben und Nichtleben immer unsicherer werden.

Diese Entwicklungen haben den Verlag und mich dazu bewogen, anstelle eines einfachen korrigierten

Nachdrucks gleich eine aktualisierte und ergänzte Auflage von *Biologie für Einsteiger* herauszugeben. Damit das Buch Schritt hält mit einer Disziplin, die noch immer fundamentale Erkenntnisse zu den Prinzipien des Lebens zutage fördert und damit spannend bleibt wie keine andere Naturwissenschaft.

Mein Dank gilt all den Lesern, die mich auf Fehler in der ersten Auflage hingewiesen haben, und Carola Lerch, die im Verlag die reibungslose Betreuung der Neuauflage übernommen hat.

Dr. Olaf Fritsche

Heidelberg, Juni 2015

Genauer betrachtet

Die Grafiken der *Biologie für Einsteiger* sind für Dozenten unter [www.springer.com/ISBN 978-3-662-46277-5](http://www.springer.com/ISBN%20978-3-662-46277-5) herunterladbar.

1 für alle

Internet-Adressen abzutippen ist mühselig und fehleranfällig. Darum sind alle Web-Tipps des Buches auch als Link zu finden unter [www.springer.com/ISBN 978-3-662-46277-5](http://www.springer.com/ISBN%20978-3-662-46277-5).

Biologie für Einsteiger

Prinzipien des Lebens verstehen

Fritsche, O.

2015, XIV, 406 S. 600 Abb. in Farbe.,

ISBN: 978-3-662-46278-2