

## TAXONOMIE



## Systematik im Wandel

Menschen haben wohl immer schon versucht, die belebte und unbelebte Umwelt zu identifizieren und zu kategorisieren. Anfänge der Naturwissenschaften gehen auf die Antike zurück. Hier war Aristoteles einer der ersten Naturforscher, der systematisch Tiere seziert und klassifiziert hat. Fortschritte der Zoologie wurden durch die Erfindung des Buchdrucks durch Johannes Gutenberg im 15. Jahrhundert gefördert. Illustrierte Tierbücher wie z. B. von C. Gessner, J. Johnston und J. Ray im 16. und 17. Jahrhundert belegen dies sehr gut. Taxonomie und Systematik erreichen einen ersten wissenschaftlichen Höhepunkt mit den Werken von Carl von Linné, G.-L. Buffon, J.-B. Lamarck und J. Cuvier im 18. Jahrhundert. Mit Charles Darwin ändert sich die Betrachtungsweise der Taxonomie und Systematik durch eine evolutionäre Interpretation. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts kommen Stammbäume auf, die insbesondere von Ernst Haeckel etabliert wurden. War die Basis für die Stammbäume zunächst die Ähnlichkeit der Tiere in ihrer Morphologie und Anatomie, kommen im 20. Jahrhundert biochemische Merkmale und ab 1980 DNA-Analysen hinzu. Im 21. Jahrhundert sind es zunehmend Genomsequenzierungen, die helfen, den Stammbaum des Lebens zu rekonstruieren.

In diesem *Coffee-Table-Book* hat David Bainbridge, der als Biologe an der Universität von Cambridge und als Wissenschaftsjournalist arbeitet, versucht, den Weg der Klassifikation von Tieren von der Antike bis heute aufzuarbeiten. Wichtige Meilensteine in der Geschichte der Zoologie werden durch oft künstlerische Abbildungen aus den Originalwerken der verschiedensten Biologen illustriert. Sie belegen deutlich, wie schnell sich Vorstellungen und Interpretationen in der Wissenschaft in nur 500 Jah-

ren ändern können. Bei der Fülle der Informationen kann eine solche Auswahl nicht umfassend sein, sondern muss Schwerpunkte setzen. Dies ist dem Autor sehr gut gelungen.

Wer sich für die Klassifikation von Tieren und die Wissenschaftsgeschichte interessiert, wird in diesem hervorragend illustrierten Sachbuch fündig werden. Es lädt zum Schmökern ein und zum tieferen Studium der Werke von Autoren der vergangenen Jahrhunderte wie Linné, Buffon, Lamarck, Darwin oder Haeckel. Viele ihrer Ideen wurden vergessen oder sind überholt, andere haben bis heute überlebt oder unsere heutige Weltansicht stark geprägt.

*Michael Wink, Heidelberg*

### Tiere ordnen.

Eine illustrierte Geschichte der Zoologie. David Bainbridge. Haupt Verlag, Bern, 2021. 256 S., 32,00 Euro. ISBN 978-3-258-08229-5.

## NATURSCHUTZ

## Alle Perspektiven im Blick

In gut verständlichen, informationsdicht verfassten Kapiteln bietet K.-D. Hupke viel Sachwissen rund um das vielschichtige Thema „Naturschutz“ – beispielsweise Definitionen von Flächenkategorien schutzwürdiger Areale bzw. Ökosysteme oder Naturschutz außerhalb Europas – jedoch auch mit (scheinbaren) Widersprüchen behaftete Aspekte, die vielleicht dem einen oder anderen Naturschützer mit den entsprechenden Hintergrundinformationen nun greifbarer werden. Dazu gehören zum Beispiel konfliktreiche Themen wie die häufig untergeordnete Bedeutung des Naturschutzes gegenüber der von Umwelt- und Tierschutz oder wenn es um die Frage geht, welche Flächen wirklich schützenswert sind. Auch der Alibifunktion von Naturschutz und der Tatsache, dass (gut

gemeinter) Naturschutz manchmal kontraproduktiv sein kann, stellt sich der Autor. Eine gewisse Brisanz birgt das Kapitel zu Naturschutzmaßnahmen auf nicht dem „ökologischen Status quo“ entsprechenden Arealen (Spontanvegetation, Ruderalflächen, Neuansiedler). Alleine schon die mit Fragezeichen endenden Kapitelüberschriften machen Hupkes Anliegen deutlich: eine kritische, nicht schönredende Bestandsaufnahme zu den Möglichkeiten und Grenzen von in der Vergangenheit erfolgten und zukünftig anzuregenden Naturschutzmaßnahmen. Selbstredend ist hier der Klimawandel präsent, der sogar den weltweiten Kaffeeanbau negativ beeinflussen könnte. Zudem wird der Naturschutz im Nachbarland Österreich in dieser aktualisierten zweiten Auflage des Buches einbezogen. Treffende Farbfotos veranschaulichen Hupkes „Statements“. In Infoboxen geht es um spezielle Beispiele für Naturschutzbestrebungen, wie etwa die Absage des Heidelberger Weihnachtsmarktes zum Fledermaus-schutz oder die ungewöhnliche Geschichte des Gelben Enzians. In diesem Buch werden viele kleine Spannungsbögen aufgebaut, die zeigen, dass es sich keineswegs um eine „trockene Lektüre“ zu einem für manche schon „abgedroschenen“ Thema handelt. Die gelungene Verknüpfung von Sachwissen, kontroversen Meinungen und Vorgehensweisen im Umwelt- und Naturschutz ohne polarisierende Beeinflussung der Leser sowie die klare Gliederung, die auch das selektive Lesen ermöglicht, drücken diesem Werk seinen besonderen Stempel auf. Die angeführten Beispiele dürften dafür schon ein kleiner Vorge-schmack sein.

*Christiane Högermann, Osnabrück*

### Naturschutz.

Eine kritische Einführung. Klaus-Dieter Hupke, Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, 2020, 429 S., 79,99 Euro, ISBN 978-3-662-62131-8.



## ZOOLOGIE

## To the roots: back to Jena

Kurze Einführungen müssen genügen, um sich diesen beiden Wälzern zu nähern. Aber dann wird vor dem Auge des Betrachters ein Feuerwerk entfacht. Carl Gegenbaur und Ernst Haeckel, den Vätern der Vergleichenden Anatomie, sind wir noch nie so innig begegnet wie in den von Uwe Hoßfeld und seinen Kollegen editierten Vorlesungsmitschriften des späteren Ethnologen Miklucho-Maclay. Dieser hatte im Wintersemester 1865/66 in Jena Gegenbaurs Vorlesungen zur menschlichen und vergleichenden Anatomie und Haeckels Vorlesungen zur Zoologie gehört. Die Mitschriften wurden kürzlich in einem St. Petersburger Archiv entdeckt, von den Herausgebern aufwändig transkribiert, die zahlreichen enthaltenen Skizzen umgezeichnet und dem Original gegenübergestellt: eine Fleißarbeit, die Hingabe und Faszination für die Geschichte der Biologie und für die Vergleichende Anatomie dokumentiert. Hier beginnt die Morphologie!

Die Einführungen in beide Bücher bieten eine Kontextualisierung in die Historie der anatomischen Lehre und Forschung in Jena, das das Zentrum des frühen Darwinismus gilt. Nur wenige Jahre nach Darwins „The Origin of Species“ spürt man in den Mitschriften bereits den Geist eines neuen Zeitalters der Vergleichenden Anatomie, die über die reine Deskription hinausgeht. Und gewiss inspirierte die in Jena erlernte Methode des Strukturvergleichs auf einer natürlichen, generisch gewachsenen Grundlage den Studenten Miklucho-Maclay auch zu seinen späteren Forschungen über die sozialen Zusammenhänge ursprünglicher menschlicher Kulturen, so in Papua-Neuguinea, die ihn berühmt machten.

Die Mitschriften von Gegenbaurs Vorlesungen dokumentieren zum

einen seine didaktischen Konzeptionen zur Anatomie – vor allem des Menschen und der Wirbeltiere, die schon früh gereift waren und in seinen späteren Lehrbüchern Niederschlag fanden. Zum anderen verfolgen wir anhand der Mitschrift die Loslösung Gegenbaurs aus der Medizin und die Emanzipation der Zoologie als eigenständige Wissenschaft: Die Gewebelehre stellt im Vorlesungsmanuskript den strukturell vereinenden Übergang zwischen menschlicher und „tierischer“ Anatomie dar.

Über die Vorlesungen Haeckels war bisher nur relativ wenig bekannt und die Mitschrift zur „Zoologie“ eröffnet zahlreiche Möglichkeiten für zukünftige wissenschaftshistorische Analysen: Welche Erkenntnisse der Anatomie waren beispielsweise bis in die 1860er Jahre hinein bereits Allgemeingut und somit Teil der universitären Lehre geworden? Die Mitschrift erlaubt Einblicke in die Inhalte, Ansichten und die Visualisierungsmethoden des frühen Haeckels. Sie dokumentiert seine Berufung auf frühere Forscher und seine Distanzierung von anderen. Mit Haeckel beginnt – durch die Mitschrift dokumentiert – die historische Eröffnung eines Spektakels der Vergleichenden Anatomie, das die Embryologie als Dreh- und Angelpunkt in den Fokus nimmt und auch die Paläontologie (und selbst die Botanik) nicht unbeachtet lässt. So erhält der Leser der zwei editierten Bände, die nicht voneinander getrennt betrachtet (und erworben) werden sollten, durch Carl Gegenbaur einen eher „kulturgeschichtlichen“, durch Ernst Haeckel einen natürlich-holistischen Zugang unserer menschlichen Einbettung in die Welt der Organismen.

Das Beispiel Miklucho-Maclays, dessen bewegtes Leben in einem der Bände umfangreich skizziert wird, kann nur andeuten, worin die eingehende Beschäftigung mit einer vergleichenden Strukturenlehre kulminieren kann.

Die Herausgeber der Mitschriften umreißen in den Einführungen der Bücher auch die bedeutende Rolle Jenas in der Geschichte der Vergleichenden Anatomie: Aber ihr Abriss endet abrupt mit der einflussreichen Uschmann'schen Schrift zur „Geschichte der Zoologie und der zoologischen Anstalten in Jena“ von 1959. Dadurch verhehlen sie jedoch, dass jener morphologische Geist, der in den durchaus ästhetischen Zeichnungen der Mitschriften hervorbricht, in Jena nie ausgehaucht wurde und neue Generationen an Morphologen – auch unter neuen wissenschaftspolitischen Vorzeichen – fortwährend zum geschäftigen Forschen inspiriert.

Die Bücher übermitteln nicht zuletzt auch die hohen didaktischen Werte einer scheinbar verblassten Zeit: ein gutes Tafelbild mit Zeichnungen und wenig Text sagt mehr als tausend Worte – und mehr als einhundert Powerpoint-Folien mit verwirrenden Bildchen aus dem Internet und aus Spezialpublikationen.

*Ingmar Werneburg, Senckenberg  
und Universität Tübingen*

### Vorlesungen über Menschliche Anatomie von Carl Gegenbaur.

Die Vorlesungsmitschrift von Nikolai Nikolajewitsch Miklucho-Maclay aus dem Wintersemester 1865/66. Uwe Hoßfeld, Rosemarie Fröber, Teresa Thieme, Georgy S. Levit, Maria Matveeva, Martin S. Fischer, THK-Verlag Arnstadt, 2022, 272 S., 24,90 Euro, ISBN: 978-3-945068-56-4.

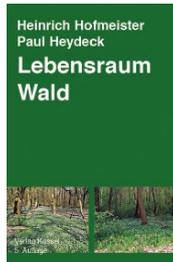


### Vorlesungen über Zoologie von Ernst Haeckel.

Die Vorlesungsmitschrift von Nikolai Nikolajewitsch Miklucho-Maclay aus dem Wintersemester 1865/66. Uwe Hoßfeld, Georgy S. Levit, Martin S. Fischer, Maria Matveeva, Gerta Puchert, Achim Blankenburg & Teresa Thieme, THK-Verlag Arnstadt, 2022, 180 S., 24,90 Euro, ISBN: 978-3-945068-55-7.



## FORSTWISSENSCHAFT

Spannungsfeld  
Wald

Es handelt sich um die 5. Auflage eines Buches, das ursprünglich im Jahr 1977 im Lehmann Verlag in München erschienen ist. Die 4. Auflage wurde

bereits in *BiUZ* 5/98 referiert. Der Inhalt des Buches wurde durch ein Kapitel über die Pilze bereichert. Somit gliedert sich das Werk in einen Bestimmungsschlüssel für Bäume und Sträucher, eine Darstellung von ökologischen Gruppen von Waldbodenpflanzen, einer Darstellung der Waldgesellschaften nach pflanzensoziologischen Kriterien, das Kapitel über Pilze und ein Abschlusskapitel über Wald und Umwelt. Das Buch ist anschaulich illustriert und verständlich geschrieben; insofern für eine breite Öffentlichkeit gedacht. Einige Punkte möchte ich allerdings zu bedenken geben: Vielleicht wäre es nötig, nach mehr als 40 Jahren alle Kapitel grundlegend zu überarbeiten. Die pflanzensoziologische Gliederung der Waldgesellschaften perpetuiert eine Klassifizierung aus dem letzten Jahrhundert, basierend auf einer subjektiven Auswahl der Probestellen. In der Tat gibt es mittlerweile eine schier unübersichtliche Fülle von Klassifizierungen, die alle über die hier dargestellte Klassifizierung hinausgehen: die FFH-Lebensraumtypen, die Waldbiotopkartierung oder die „Wälder mit natürlicher Entwicklung (WNE)“ des BfN. Es gibt dem Prozessschutz dienende Flächen. Bei der Fülle der Klassifizierungen wäre eine objektive Stichprobenin-

ventur zu besprechen, denn wir wissen aus der Populationsbiologie, dass Arten nicht als Gesellschaften wandern.

Es gibt ausführliche Kartierungsanleitungen, um Lebensraumbeschreibungen auch dem Laien zu ermöglichen. Die Autoren versäumen es aber, die Eigentumsverteilung im deutschen Wald zu vermitteln. Etwa 50 Prozent des Waldes in Deutschland sind Privatwald, und das müsste man bei Kartierungen je nach Bundesland berücksichtigen. Die Waldeigentümer müssen das Betreten zum Zwecke der Erholung dulden. Wer im Wald andere Ziele verfolgt, benötigt hierzu die Zustimmung des Waldeigentümers.

Dies bringt mich zu einem viel diskutierten Punkt, der leider in dem Buch nicht behandelt wird: Mehr als 90 Prozent des Waldes in Deutschland sind bewirtschaftete Wälder und nicht „Natur-“ sondern „Kulturlandschaft“. Der Leser erfährt nicht, dass hinter vielen Waldtypen ein Bewirtschafter steht, der mit viel Wissen – oft über Jahrhunderte – diese Waldtypen erschaffen und erhalten hat. Der Tenor in dem Buch ist eher: „Die böse Forstwirtschaft“, ohne zu sagen, welcher Aufwand nötig ist, um nachhaltig zu wirtschaften. Das Kapitel über Wald und Umwelt klassifiziert bestimmte Waldtypen als schützenswert. Eine Unterschutzstellung im Sinne von Stilllegung würde die meisten der hier genannten Waldtypen zerstören. „Erhaltenswert“ anstelle von „schützenswert“ wäre wohl eine angemessenere Kennzeichnung.

Entsprechend folgen allgemeine Definitionen eher dem Klischee des klassischen Umweltschutzes: „Naturnah“ und „naturfern“ (Seite 296) seien hier nur stellvertretend genannt. „Naturnah“ sind ursprüngliche Wälder (hier im Sinne von Laubwald) und „natur-

fern“ standortfremde Gehölze, „insbesondere die Kiefer und die Fichte“. Diese Argumentation greift zu kurz: Die Fichte und die Kiefer waren laut Pollenanalyse fester Bestandteil der Vegetation Mitteldeutschlands. Beide Arten werden im Thüringer Becken eher nachgewiesen als die frühe Landwirtschaft und blieben stetig nachweisbar bis zur Neuzeit, d. h. sie sind durchaus auch „naturnah“. Es wäre wünschenswert, wenn so ein Buch, das sich an eine breite Öffentlichkeit wendet, etwas vorsichtiger/differenzierter mit solchen anthropogenen Begriffen umginge oder diese vermeiden würde.

In diesem Sinne wäre auch ein Rückblick auf die historische Entstehung der Lebensraumtypen wünschenswert, die durch Migration und die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands geprägt ist. So folgten in Mitteldeutschland die Buche und die Hainbuche den bronzezeitlichen Bauern (und können somit durchaus auch als „artfremd“ bezeichnet werden); gleichzeitig wurde nach dem Weltkrieg der Anbau der Nadelhölzer gefördert, um dem enormen Holzbedarf des Wirtschaftswunders gerecht zu werden. Die Waldnutzung wird vom Holzbedarf der Gesellschaft bestimmt.

Zusammenfassend: Das Buch ist von der Beschreibung der Vegetationstypen sehr anschaulich und informativ, die Kapitel über Wald und Umwelt sind leider wenig differenziert und könnten ohne Zusatzkenntnisse falsch verstanden werden.

*Ernst-Detlef Schulze, Jena*

**Lebensraum Wald.**

Heinrich Hofmeister, Paul Heydeck, Kessel Verlag, Remagen-Oberwinter, 2021, 354 S., 24,00 Euro, ISBN 978-3-935638-52-4.

## NATURFÜHRER

## Mehr als ein Bestimmungsbuch



Beim Aufschlagen der aufklappbaren Buchdeckel des illustrierten Naturführers Alpen begeistern präzise, gelungene Farbzeichnungen von Alpenpflanzen und -tieren von Claus und Stefan Caspari. Der Naturführer ist mehr als ein Bestimmungsbuch. Thomas Schauer stellt im ersten Teil den einzigartigen Naturraum Alpen vor. Einleitend werden kurz und prägnant die Grundlagen über die Entstehung und den geologischen Bau der Alpen erläutert. Die Darstellung der Lebensräume der Alpen, der Höhenstufen, der verschiedenen Pflanzengesellschaften und der Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe ergeben weitere interessante Kapitel. Dabei wird der informative Text durch Fotos von Landschaften und Pflanzen ideal ergänzt. Es gibt Informationen zur Herkunft von Pflanzen und Tieren und zu den erstaunlichen Überlebensstrategien, mit denen z. B. Pflanzen die arktische Kälte überstehen. Es fehlen auch nicht die Aspekte Natur-, Arten- und Biotopschutz, in denen der Autor die negativen Seiten der intensiven Nutzung der Alpen aufzeigt und z. B. kritisch bemerkt, dass durch wirtschaftliche Interessen das „Inventar an Flora und Fauna unwiederbringlich verloren“ geht. Bei der Beschreibung der zahlreichen Pflanzengesellschaften werden die charakteristischen Pflanzenarten aufgeführt und wenig bekannte, faszinierende Gesichtspunkte erläutert, z. B. mit welcher Strategie die Zirbe (*Pinus cembra*) den extremen Winterfrost überlebt oder wie die Bewimperte Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) zwar im Winter  $-27\text{ °C}$  erträgt, aber im Frühjahr auch ältere Triebe bei  $-6\text{ °C}$  ab-

sterben. Immer wieder präsentiert Thomas Schauer spannendes Wissen z. B. über die aus der Arktis stammende Alpen-Azalee oder Gamsheide (*Loiseloiria procumbens*). Diese „erzeugt“ an exponierten Stellen ohne Schneebedeckung bei Stürmen im Inneren des nur wenige Zentimeter hohen Strauches Windstille. Das durchschnittliche Dickenwachstum ihrer verholzten Stämmchen beträgt nur  $0,07\text{ mm}$  (!) pro Jahr. Schauer erzeugt damit Staunen, Bewunderung und Verständnis, dass „es viele Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte dauert, bis sich ein großer, zerstörter Rasenteppich der Gamsheide wieder regeneriert“.

Im zweiten großen Teil stellt der Autor die Pflanzenwelt der Alpen vor. Einleitend erklärt er die Ordnungsprinzipien des Bestimmungsteils nach Blütenfarbe und -merkmalen. Sehr anschaulich ergänzen die schönen Farbzeichnungen den Text. Dies trifft auch auf die Bestimmungsaspekte wie Bau der Pflanze, Blüte, Blatt usw. zu. Im folgenden Bestimmungsteil werden auf 173 Seiten die Pflanzen (515 Arten) mit tollen Farbzeichnungen präsentiert. Sie sind nach Farben und Blütenbau geordnet. Dies erleichtert Nutzenden mit geringeren Kenntnissen die Suche. In einer kurzen Einführung wird die Biologie der Farne und Flechten beschrieben. Die erstaunlichen Fähigkeiten der Flechten als Überlebenskünstler werden geschildert.

Im letzten großen Teil widmet sich der Autor der Tierwelt der Alpen und zwar Schnecken, Gliederfüßern, Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren. Jede Tiergruppe wird einleitend charakterisiert. Von ausgewählten Arten werden die Lebensweise und Besonderheiten beschrieben. Größeren Raum (15 Tafeln mit 103 detailgetreuen Farbzeichnungen) nehmen dabei die Insekten mit ihren vielen spannenden Leistungen ein. Kaum bekannt dürfte sein, dass der Gletscherfloh (*Desoria saltans*)  $-15\text{ °C}$  mit einer Frostschutzmittelmixtur

aus verschiedenen Zuckerarten und selbst produzierten speziellen Proteinen überlebt. Sein Optimum liegt bei  $0\text{ °C}$ ,  $12\text{ °C}$  sind dagegen für ihn schon tödlich, da das an niedrige Temperaturen angepasste Enzymsystem der Atmung nicht mehr ausreichend funktioniert. Libellen werden vom Autor als „Erfinder“ der Gleitsichtbrille bezeichnet, da die seitlichen Facettenaugen für die Weitsicht und die unten liegenden für das Nahsehen zuständig sind. Hochinteressant ist, dass die zu den Schwebfliegen zählende Mistbiene (*Eristalis tenax*) nach Art der Zugvögel auf ihrem Rückflug in die Mittelmeerregion im Herbst die Alpen überfliegt. Mit Rückenwind wurde sie dabei in bis zu  $1.000\text{--}1.400\text{ m}$  Höhe über Grund nachgewiesen. Auch die Wanderflüge des Distelfalters (*Vanessa cardui*) werden beschrieben. Dass diese Langstreckenflieger, die in einer Generation  $4.000\text{ km}$  (!) schaffen, die Strecke in  $1\text{--}2$  Wochen mit günstigen Luftströmen in großen Flughöhen überwinden, dürften die Wenigsten wissen.

Die Bestimmungsteile der einzelnen Tiergruppen zieren wieder die ansprechenden und präzisen Farbzeichnungen des Vater-Sohn-Duos Caspari. Viele weitere interessante Gesichtspunkte folgen auch bei den Wirbeltierklassen. Dort kann man auch lesen, welches Wirbeltier die längste Tragzeit hat. Die Veranschaulichung der Einzigartigkeit und Schutzwürdigkeit des Lebensraums Alpen, die Auswahl der Arten mit den gelungenen Farbzeichnungen und die faszinierenden Zusatzinformationen machen den Naturführer zu einem Erlebnis.

Franz Hammerl-Pfister, München

**Der illustrierte Naturführer Alpen.** Thomas Schauer, Claus und Stefan Caspari, BLV – Gräfe und Unzer Verlag, München, 2022, 400 S., 24,00 Euro, ISBN 978-3-96747-060-4

## AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

## VirtualBrainLab – Digitale Forschungsexperimente für den neurobiologischen Unterricht

*Die Neurowissenschaften werden in wissenschaftlichen Studien immer wieder als eines der schwierigsten Teilgebiete der Biologie für Schüler/-innen und Studierende angeführt. Als eine der möglichen Ursachen gilt der seltene praktische Zugang für die Lernenden aufgrund limitierter Ressourcen. So stellt sich die Frage, wie ein praktisch-experimenteller Unterricht zu Inhalten der Neurobiologie gelingen kann?*

Die experimentell-analytischen Vorgehensweisen der neurowissenschaftlichen Forschung sind in der Schule aufgrund vielfältiger Hürden schwierig zu vermitteln und umzusetzen. Angebote in Schülerlaboren können eine Möglichkeit sein, diese Lücke teilweise zu schließen. Allerdings sind diese Angebote zeitlich und örtlich begrenzt. Um Schüler/-innen die Möglichkeit zu geben, sich ortsunabhängig praktisch-experimentell mit den Themenfeldern der Neurobiologie auseinanderzusetzen, wurde in der Abteilung für Didaktik der Biowissenschaften der Goethe-Universität Frankfurt am Main in Kooperation mit der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung ein Onlineangebot konzipiert. Das entstandene VirtualBrainLab ist ein unentgeltliches virtuelles Labor, das schülerorientierte Konzepte rund um neurobiologische Fragestellungen digital verfügbar macht. Dazu stellt es Lehrpersonen didaktisch ausgearbeitete Unterrichtskonzepte zur Verfügung. Durch den digitalen Ansatz ist eine Durchführung der Unterrichtsmodule im Präsenz- oder Distanzunterricht möglich (Abbildung 1).

### Aufbau der Unterrichtsmodule

Jedes Unterrichtsmodul ist in 1- bis 2-stündigen Konzepten ausgearbeitet, die durch vielfältige Begleitmaterialien ergänzt werden. Jedes Modul umfasst vorbereitendes Schülerwissen, ein Arbeitskript sowie ein virtuell durchführbares

Experiment in einer benutzerfreundlichen Anwendung. Das Schülerwissen dient der Vorbereitung auf das Experiment und vermittelt modulspezifische Inhalte. Dabei wird in didaktisch aufgearbeiteten Sachtexten sowohl auf die jeweilige Forschungsmethode als auch im Speziellen auf fachliches Detailwissen eingegangen. Das Arbeitskript ist als interaktives PDF-Formular angelegt und kann parallel zur Durchführung der Experimente am Computer ausgefüllt werden. So können Lernende Zwischenstände speichern, Antworten korrigieren und die Skripte bei Bedarf direkt digital an eine Lehrperson senden.

Letztere erhalten zusätzlich Zugriff auf ein Lösungsskript sowie vorbereitendes Lehrwissen. Dieses umfasst grundsätzliche Anregungen

für die Unterrichtsvorbereitungen, einen Unterrichtsverlaufsplan mit didaktischen Hinweisen sowie zusätzliches Hintergrundwissen. Dadurch erhalten Lehrpersonen eine optimale didaktische und fachliche Vorbereitung auf die Durchführung, die Nachbesprechung und aufkommende Fragen von Seiten der Lernenden. Weiterhin werden ihnen Lösungsvorschläge zu den Arbeitskripten der Lernenden in Form eines ausgefüllten Arbeitskripts angeboten.

### Die virtuellen Experimente

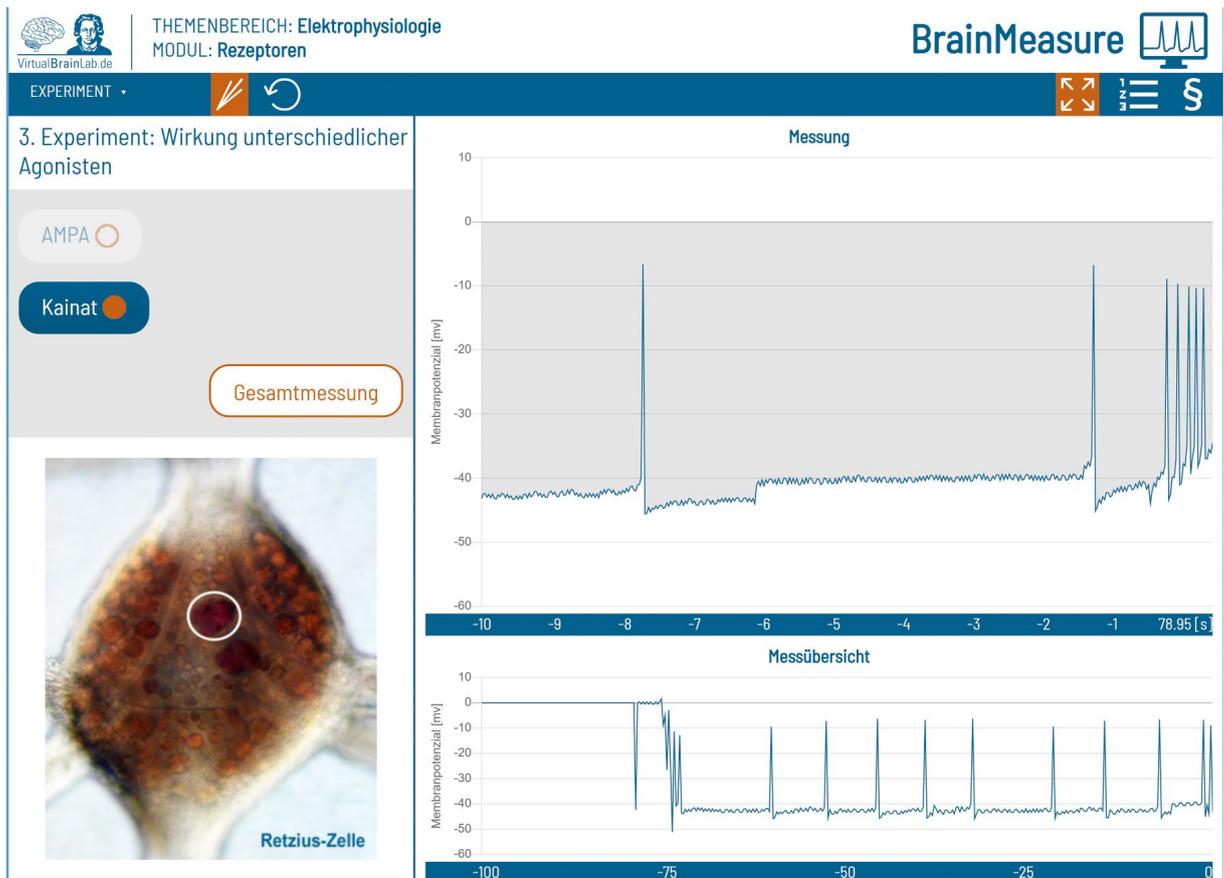
Die Lernenden profitieren innerhalb der Unterrichtsmodule im Besonderen von den virtuellen Experimenten, die eine aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten fördern. Diese sind mit innovativen Anwendungen umgesetzt und bieten durch Einbindung originaler wissenschaftlicher Forschungsdaten, Messungen oder Präparate eine authentische Vermittlung der Neurowissenschaften.

Die Unterrichtsmodule umfassen die Themenbereiche Elektrophysiologie, Mikroskopie, Eyetracking und Verhaltensbiologie. Der Themenbereich „Elektrophysiologie“ bietet virtuelle elektrophysiologische Experimente in der BrainMeasure-Anwendung (Abbildung 2). Dort arbeiten die Schüler/-innen mit originalen Messungen und können u. a. unter-



ABB. 1 Schülerinnen bei der Durchführung virtueller Experimente auf VirtualBrainLab.

**ABB. 2** Die Brain-Measure-Anwendung mit ausgewählter Messung einer Kainat-Applikation an einer Retzius-Zelle des Blutegelganglions.



schiedliche Substanzapplikationen durchführen sowie die Reaktion der Zelle live verfolgen. Somit kann z. B. die Funktionsweise von Rezeptoren erarbeitet werden.

Der Themenbereich „Mikroskopie“ bietet vielfältige neurobiologische Präparate, die im Original eingescannt wurden und mit der BrainObserve-Anwendung betrachtet werden können (Abbildung 3). Dabei lernen die Schüler/-innen vielfältige histologische Methoden kennen und erarbeiten sich u. a. einen mikroskopischen Überblick über die Organisation des Nervensystems.

Der Themenbereich „Eye-tracking“ bietet einen Zugang zur Wahrnehmungspsychologie. Die Schüler/-innen werten in der BrainTrack-Anwendung original aufgezeichnete Eyetracking-Daten aus (Abbildung 4). Dabei lernen sie unterschiedlichste Forschungsfelder kennen und analysieren beispielsweise, wie der Mensch Gesichtsausdrücke wahrnimmt.

Der Themenbereich „Verhaltensbiologie“ veranschaulicht die Auswirkungen von neurobiologischen Prozessen auf Verhaltensweisen. Die Schüler/-innen können dazu in der BrainControl-Anwendung videobasierte Verhaltensbeobachtungen unterschiedlicher Organismen durchführen. Dabei lernen sie unter anderem, wie durch optogenetische Veränderungen der Nervenzellen das Verhalten von Tieren beeinflusst werden kann.

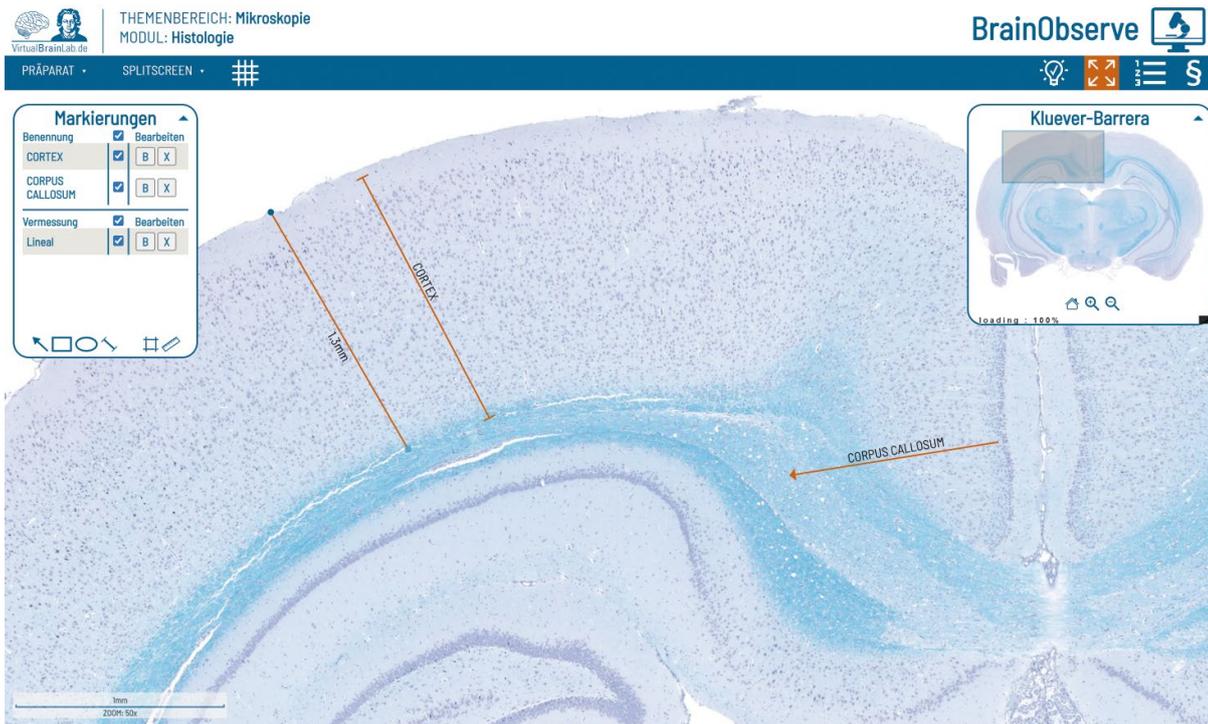
### Technische Umsetzung

VirtualBrainLab und alle Anwendungen funktionieren browserbasiert, so dass keine weiteren Downloads oder externe Anwendungsinstallationen notwendig sind. Lediglich die Arbeitskripte müssen heruntergeladen werden und mit einem entsprechenden Programm für PDF-Dokumente geöffnet werden. Die Anwendungen sind so angelegt, dass sie möglichst auch mit kleinem Datenvolumen

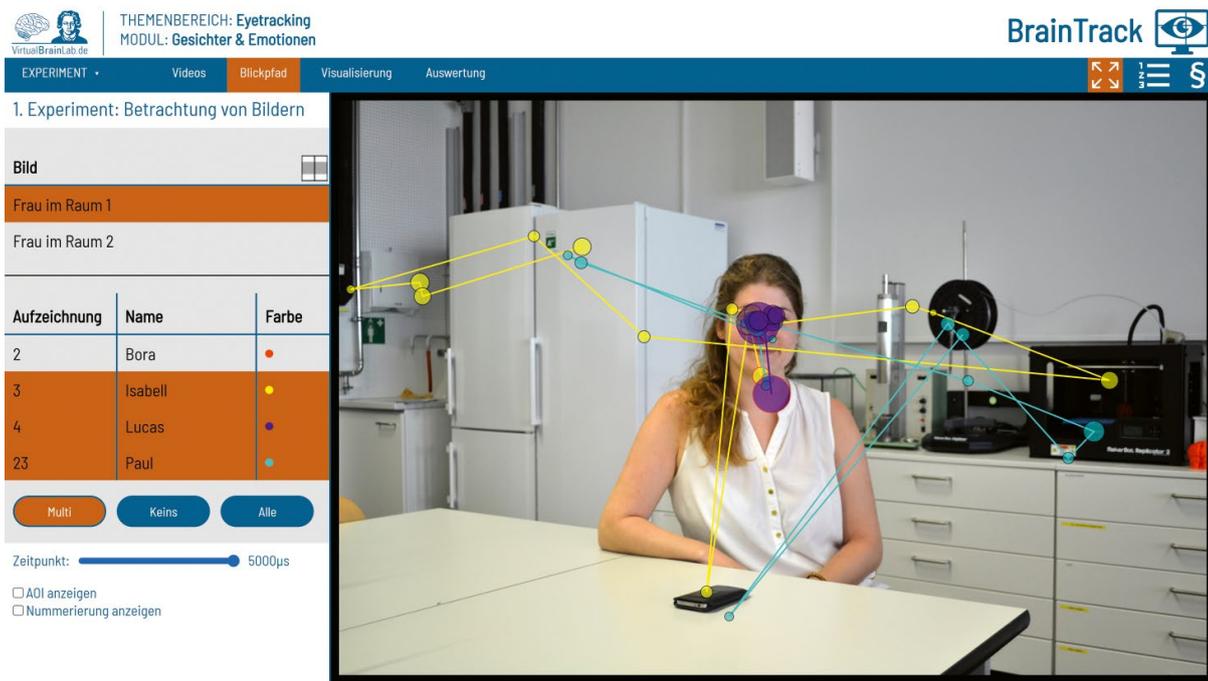
gut funktionieren. Zur Nutzung des Angebots registrieren sich Lehrpersonen auf VirtualBrainLab, um vollumfänglichen Zugriff auf die Materialien zu erhalten. Die Registrierung wird dazu vom VirtualBrainLab-Team geprüft und freigeschaltet. Lernende erhalten unkompliziert ein Nutzerprofil, dessen E-Mail-Adresse sie lediglich selbst bestätigen müssen. Alle Inhalte sind nach erfolgreicher Anlegung eines Nutzeraccounts jederzeit frei zugänglich und autark durchführbar.

### Qualitätssicherung

Alle Angebote werden mittels wissenschaftlicher Qualitätsprüfungen begleitet und praktisch erprobt. Weiterhin werden Forschungsstudien zur Vermittlung der Neurobiologie durchgeführt. Mit den Datenanalysen können gleichermaßen die Benutzerfreundlichkeit des Angebots verbessert, die Unterrichtskonzepte optimiert sowie ein Beitrag



**ABB. 3** Die BrainObserve-Anwendung mit gesetzten Markierungen innerhalb des Cortex-Präparats einer Ratte mit Klüever-Barrera-Färbung.



**ABB. 4** BrainTrack-Anwendung mit Anzeige der Blickpfade von ausgewählten Proband/-innen über einem Foto.

zur Didaktik der Neurobiologie geleistet werden, indem z. B. Fehlvorstellungen bei Lernenden besser verstanden werden oder das Potenzial von technischen Vermittlungsmethoden aufgezeigt wird [1]. Studien zeigen bereits, dass experimentelle Ansätze in der Neurobiologie den Verständnisproblemen entgegenwirken können. Dabei ist die

genaue Art der praktischen Arbeit weniger wichtig. Virtuelle Experimente können als wirksames Instrument angesehen werden, das den Lernenden hilft, die grundlegenden Konzepte der Neurobiologie zu verstehen. Sie bieten oft Lernergebnisse, die mit denen traditioneller Labortorien vergleichbar sind oder sie sogar übertreffen [2].

**Literatur**

- [1] S. Formella-Zimmermann et al. (2022). *Frontiers in Education*, <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.817598>
- [2] J. R. Brinson (2015). *Computers & Education*, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>

*Sandra Formella-Zimmermann,  
Goethe-Universität Frankfurt*

## PARTNER DES MENSCHEN

## Kakao – von der Bohne in die Tasse

*8,7 Kilogramm Schokolade, das entspricht etwa 87 handelsüblichen Schokoladentafeln – so viel verzehrt der Bundesbürger im Jahr. Schokolade gilt als Seelentröster. Der süß, zart schmelzende Geschmack beruhigt, spendet Trost und ein wohliges Gefühl (Abbildung 1). Alles Einbildung oder lässt sich das wissenschaftlich belegen?*



ABB. 1 Belgische Schokoladenspezialitäten.

Am Anfang steht der Kakaobaum (*Theobroma cacao*), der schon sehr früh von den Indianern genutzt und kultiviert wurde. Kakaosamen dienten als Münzen und spielten im Mythos sowie im Wirtschaftswesen zur Zeit der Entdeckung Amerikas eine große Rolle. Die Spanier waren es, die die Kakaobohnen nach Europa brachten, wo sie zunächst privilegierten Schichten vorbehalten waren. Erst im 17. Jahrhundert wurden der Kakaotrunk sowie die von Nonnen in Guanaco mit Hilfe des in Kuba eingeführten Zuckers hergestellte

Schokolade in Europa bekannter. Beide traten ähnlich dem Kaffee einen Siegeszug an und führten zur Entstehung einer umfangreichen Industrie. Mit steigendem Kakaoverbrauch wurden nicht nur in Mittel- und Südamerika, sondern auch auf Ceylon, Indonesien, Neuguinea und den Philippinen große Pflanzungen angelegt. In Afrika kam Kakao erst Ende des 19. Jahrhunderts in Kultur, entwickelte sich aber in Zentral- und Westafrika so stark, dass dort heute weit mehr als die Hälfte der Weltproduktion erzeugt wird.

Als streng tropisches Gewächs liebt der Kakaobaum eine mittlere Jahrestemperatur von 24 bis 28 Grad Celsius, hohe Luftfeuchtigkeit und ca. 2000 mm Niederschlag – Bedingungen, die vor allem in der engeren Tropenzone zwischen den 15. Breitengraden Süd und Nord anzutreffen sind. Die Früchte des Kakaobaumes (Abbildung 2) reifen in fünf bis acht Monaten und werden mit Hakenmessern abgeschnitten. Um ein Keimen der Samen in der Frucht zu verhindern, müssen die Früchte noch am Sammelplatz geöffnet, die Samen entnommen und, auf Haufen geschichtet, zur Gärung gebracht werden. Während dieser sogenannten Fermentation zersetzen sich die schleimigen Pulpateile, werden Bitterstoffe abgebaut, entstehen durch Oxidation die braunen Farbstoffe und bildet sich das Aroma heraus. In modernen Plantagen führt man die unter Hitzeentwicklung (ca. 45 °C) ablaufende Fermentation in Gärkisten durch und setzt besondere Hefen zur Vermeidung von Fehlgärungen zu. Nach ca. sechs Tagen bricht man

die Gärung ab, wäscht und trocknet die Bohnen, bis der Wassergehalt auf fünf bis acht Prozent gesunken ist. Anschließend werden sie sortiert, verpackt und verfrachtet.

Von den Rückständen dienen die Fruchtschalen als Dünger, Viehfutter oder Heizmaterial, das Fruchtmus zur Herstellung von Gelee oder zur Vergärung zu Alkohol und Essig. Die Bohnen selbst werden im Verbraucherland geröstet (Abbildung 3) – wobei sich die Samenschalen lösen – und dann gemahlen. Dank des hohen Fettgehalts von ca. 53 Prozent entsteht ein zähflüssiger Brei, der zur Schokoladengewinnung nach Zugabe von Zucker, gegebenenfalls Trockenmilchpulver und Gewürzen, sowie nach mehrfachem Walzen in Formen gegossen wird und darin erstarrt. Für die Herstellung von Kakaopulver muss etwa die Hälfte des „Kakaobutter“ genannten Fettes abgepresst werden, da sich die Kakaomasse mit 50 Prozent Fett nicht trocknen lässt. Zur Erhöhung der Suspensionsfähigkeit der Kakaoteilchen im Getränk wird die Masse durch ein Alkaliverfahren nach von Houten aufgearbeitet, getrocknet und gemahlen.

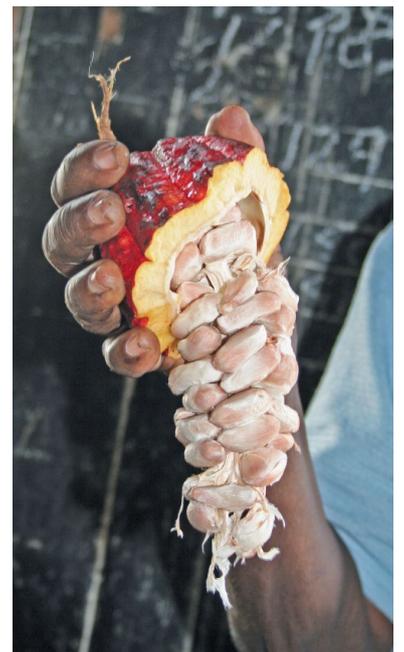


ABB. 2 Im Innern der Beerenfrucht kommen die Samen zum Vorschein.



**ABB. 3** Die Bohnen werden im Verbraucherland geröstet.

Mit etwa 20 Prozent Eiweiß, 38 Prozent Kohlenhydraten und 24,5 Prozent Fett besitzt Kakaopulver einen hohen Nährwert. Für die anregende Wirkung sorgt das Theobromin, ein mit Koffein nahe verwandtes Alkaloid. In luftgetrockneten Bohnen macht es 1,2 Prozent aus, im Kakaopulver 2,3 Prozent. Daneben enthalten trockene Bohnen etwa 0,2 Prozent Koffein. Auch die Samenschalen, die für Teeaufgüsse genutzt werden, weisen ein wenig Theobromin auf. Die Ernteerträge

schwanken zwischen 200 und 500 Kilogramm trockener Bohnen pro Hektar. Durch vegetative Vermehrung selektierter, fein ausgewählter Mutterbäume gelingt es, Erträge bis zu 2500 Kilogramm pro Hektar zu erzielen. Die Weltproduktion hat sich seit den fünfziger Jahren mehr als verdoppelt.

### Stimmungsaufheller und Glücksbringer

Die eigentlichen Substanzen, die unser Gehirn beeinflussen, sind vor

allem Phenylethylamin, eine aus der Gruppe der Amphetamine stammende Substanz, und Tryptophan. Tryptophan wirkt in unserem Organismus als Vorstufe von Serotonin, einem Botenstoff, der vor allem als Antidepressivum eingesetzt wird. Gerade Tryptophan wird nachgesagt, in bestimmten Gehirnbereichen auf den Gemütszustand einen positiven Effekt auszuüben und das Glücksgefühl zu fördern. Dies ist möglicherweise nicht der einzige Weg der Stimmungsaufhellung durch Schokolade. Über die Geschmackswahrnehmung der Schokolade entsteht auch ein besonderes Geschmackserlebnis. 600 flüchtige Aromen enthält die Kakaobohne – für Genießer werden sie zu einem Festival der Sinne. Sie machen den typischen Schokoladengeschmack aus, wenn sie im Mund freigesetzt werden. Bakterien im Mundraum spielen dabei eine wesentliche Rolle, indem sie die Moleküle, die sich in der Kakaobutter befinden, in kürzester Zeit in flüchtige Aromen umsetzen. Zusätzlich werden die in der Kakaobutter enthaltenen Aromen beim Schmelzen auf der Zunge frei und gelangen durch den Rachen in den Nasenraum, wo sie von Rezeptoren erkannt werden. Diese wiederum senden daraufhin Signale zum limbischen System des Gehirns, welches unseren Gemütszustand steuert. Die Kombination aus Botenstoffen, Aromen und der Süße der Schokolade ist es, die das Gehirn vornehmlich im limbischen System in einen Glückszustand versetzt. Schokolade kann also durchaus zur Stimmungsaufhellung führen und einen glücksähnlichen Zustand hervorrufen.

### Literatur

- J. Koolman, H. Moeller, K.-H. Röhm (Hrsg.), Kaffee, Käse, Karies ... Biochemie im Alltag, Wiley-VCH Weinheim 1989. ISBN 3-527-29530-5  
W. Franke, Nutzpflanzenkunde, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1981. ISBN 3 13 530402 7

Wilhelm Irsch,  
Rebblingen-Siersburg

### STICHWORT SCHOKOLADE

Für den Lebensmittelchemiker besteht Schokolade aus dem Pulver fermentierter Kakaobohnen und Butter. Eine Vollmilchschokolade besteht aus ungefähr 12 Prozent Kakaopulver, 18 Prozent Kakaobutter und 46 Prozent Zucker. Bei einer Zartbitterschokolade ist der Anteil an Kakaopulver höher, er liegt hier bei circa 48 Prozent. Dafür ist weniger Kakaobutter vorhanden. In der Kakaobohne befindet sich ferner eine Reihe weiterer natürlicher Substanzen. Neben Mineralien ist auch Theobromin in der Bohne zu finden, eine dem Koffein ähnelnde Substanz, die anregend auf unseren Körper wirkt. Besonders edel für Auge und Gaumenfreuden wird Schokolade als Praline. Schon früh entwickelte man dazu spezielle Maschinen (Abbildung 4).



**ABB. 4** Maschine zur Herstellung von Pralinenüberzügen.



## MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 14

### Der Halo-Effekt

*Fehlentscheidungen sind menschlich. Wir aber lassen in unserer neuen Serie „Management-Fallstricke“ einmal die Tiere zu Wort kommen. In Form von Fabeln vermittelt unsere Autorin Andrea Hauk in anschaulicher Weise typische Denkfehler, die auf allen Managementebenen zu Hause sind. Vielleicht sind Sie ja selbst auch schon einmal in die eine oder andere Falle getappt?*

Zebra Branni begutachtete die fein säuberlich sortierten Papierbögen, die seine fleißigen Helfer aus feinsten Blütenblättern geschöpft hatten. Zufrieden strich er über das frisch hergestellte Material. „Das wird unser Durchbruch!“, lobte er das ganze Team. Die Riesenschildkröten nickten eifrig mit den Köpfen. Dank ihnen waren die Bögen wunderbar glatt gepresst. „Und alles löst sich in Nullkommanichts von selbst wieder auf, sobald es mit Flüssigkeit in Berührung kommt“, verkündete Willi Weberknecht stolz. „Dem Ingenieur ist nichts zu schwer, was?“, schmunzelte Zebra Branni und klopfte dem Weberknecht anerkennend auf die Schulter. Ingeheim sah er sich schon auf der großen Bühne französischen Champagner aus dem goldenen Pokal trinken. Den Umweltpreis hatten sie so gut wie sicher!

Das Wetter war nun ausschlaggebend für ihren Erfolg. Für das optimale Ergebnis mussten die Bögen noch 20 Tage bei voller Sonneneinstrahlung bleichen; dabei durften sie keinesfalls nass werden. Zebra Branni hatte zur Überwachung dieser äußerst wichtigen Aufgabe eine eigene Leitungsfunktion geschaffen. Zwei Bewerber hatte er zur Auswahl. Der unscheinbare, blasse Frosch trug einen Stapel an Referenzen unter dem Arm als Zebra Branni ihn bat Platz zu nehmen. Sein Blick wurde jedoch magisch von der bunten Gestalt abgelenkt, die direkt hinter dem Frosch den Raum betrat. Diese rote Brille kannte er doch! Hatte die nicht auch der berühmte Fußballstar Karlos Kakadu? Total aus dem Häuschen begrüßte er den zweiten Bewerber überschwänglich und erfuhr, dass er tatsächlich auch Fußballspieler war, aber weiter nichts mit dem berühmten Kakadu zu tun hatte. „Dann würden mich einmal Ihre Wetterprognosen für die nächsten Tage interessieren“, stellte Zebra Branni die beiden Bewerber auf die Probe. Der Kakadu zeichnete eine beeindruckende Kurve auf das Flipchart. „Es geht steil bergauf“, endete er seine Ausführungen. Zebra Branni war beeindruckt. Der blasse Frosch drückte etwas herum, ließ aber dann doch eine weitaus pessimistischere Sicht der Dinge verlauten. Ob man auch seine Referenzen sehen wolle, fragte der Frosch, als die Reaktion von Zebra Branni auf seinen Vortrag eher verhalten ausfiel. „Nicht nötig“, erwiderte Branni. „Ich habe mich bereits entschieden.“ Zebra Branni glaubte dem Wetterbericht des Kakadus mit der modi-

schon roten Brille mehr als dem pessimistischen Report des blassen Frosches. „Der bunte Kakadu ist definitiv kompetenter als der Frosch, das zeigt schon seine Brille. Außerdem ist er ein super Stürmer im Fußball. Wenn also einem Führungskompetenz unterstellt werden kann, dann sicherlich ihm“, fasste das Zebra in Gedanken zusammen. Überzeugt, die richtige Wahl getroffen zu haben, reichte er dem Kakadu den unterschriebenen Arbeitsvertrag. Freudig stellte er dem Team die neue Leitung vor.

Der Kakadu machte gleich Nägel mit Köpfen. „Hey, alle mal herhören!“, wandte er sich an die fleißigen Helfer. „Ihr könnt die Bögen nun zum Trocknen ausbreiten. Wir erwarten herrlichsten Sonnenschein“. Gesagt, getan. Als sich kurz darauf der Himmel verdunkelte, zuckte der Kakadu mit den Schultern. „Was es nicht alles gibt? Dunkle Wolken am helllichten Tag“, trällerte er vor sich hin. „Sollen wir abbauen?“, fragte eine der Schildkröten vorsichtig nach. Doch der Kakadu überhörte die Einwände des Teams. Also machten sie weiter wie geplant. Leider verwässerte der Starkregen der nächsten Tage die komplette Produktion. Die Sache mit dem Umweltpreis war damit erledigt; den würde ein anderes Team gewinnen. Traurig und frustriert verließen die Mitarbeiter die Arbeitsstelle. „Das mit dem Wetter war wirklich Pech“, verabschiedete Zebra Branni das Team und hoffte, dass niemand seine Schamesröte wahrnahm. Ingeheim wusste er nämlich, dass er doch auf den Frosch hätte hören sollen und bereute seine Personalentscheidung sehr. Er nahm sich für die Zukunft fest vor, Kompetenz und rote Brillen nicht mehr durcheinanderzubringen.

**Und die Moral von der Geschicht': Verwechsle Kompetenz mit roten Brillen nicht.**

Ihre Andrea Hauk,  
andrea@biuz.de

#### FAKTENBOX

*Haben Sie auch schon einmal Wein aufgrund eines schönen Etiketts gekauft oder ein Buch wegen dem ansprechenden Einband? Fies, aber wahr: Attraktiv zu sein lohnt sich. Wussten Sie, dass attraktive Kellner/-innen im Durchschnitt mehr Trinkgeld bekommen als unattraktive? Dass attraktive Menschen in Bewerbungsgesprächen mit hoher Wahrscheinlichkeit als intelligenter, kompetenter und qualifizierter als unattraktive Mitbewerber/-innen eingestuft werden? Oder dass selbst Geschworene attraktiven Menschen weniger oft zutrauen, sich kriminell verhalten zu haben? Immer dann, wenn wir etwas bewerten, wird unsere Urteilskraft durch den sogenannten Halo-Effekt ausgetrickst. Wie ein Heiligenschein erhellt eine einzige stark ausgeprägte Eigenschaft auch andere, uns unbekannt (und zudem davon völlig unabhängige) Eigenschaften. Nur weil jemand freundlich ist, ist er nicht auch ehrlich. Enthusiasmus bedeutet nicht Fachwissen, und ein guter Redner ist nicht automatisch klug. Hand aufs Herz. Beruhen Ihre Personalentscheidungen wirklich auf dem Gesamteindruck, oder lassen Sie sich auch von einer einzelnen hervorstechenden Eigenschaft blenden, die blind für andere Eigenschaften macht?*



Verband | Biologie, Biowissenschaften  
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM  
FÜR DIE**

**BIEWISSENSCHAFTEN**

### **Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:**

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie



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

**Jetzt beitreten!**

