

ÖKOLOGIE

Partnerschaft mit der Erde



Die in den letzten Jahren in vielen Regionen der Welt sich häufenden extremen Wetterereignisse – Trocken- und Dürreperioden, Regen- und

Sturmereignisse mit ungewöhnlichen Überschwemmungen, Schneearmut im Winter und Gletscherrückgänge – dürften auch dem letzten noch zweifelnden ernsthaft nachdenkenden Menschen und vor allem Wissenschaftlern klar gemacht haben, dass die Klimaerwärmung mit vielen Folgen in unserem Leben angekommen ist. Eine weitere viel unauffälligere Veränderung findet aber ebenfalls statt: die Verarmung der Artenvielfalt in der Pflanzen- und Tierwelt. Ihre Ursachen sind zum Teil Folgen der Klimaveränderung, haben jedoch auch ganz andere Ursachen wie Habitatzerstörung, überhöhter Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden in der Landwirtschaft und Ressourcenübernutzung in den Meeren. Es ist offensichtlich, dass viele anthropogen initiierte Prozesse die über lange Zeiträume der Erdgeschichte fein aufeinander abgestimmten globalen biogeochemischen Prozesse und Stoffkreisläufe und Ökosysteme so massiv beeinflusst und verändert haben wie niemals zuvor in der Erdgeschichte. Wie diese Prozesse aber ausgewogen aufeinander abgestimmt sind, miteinander zusammenhängen, einander bedingen und wie diese ein Charakteristikum der im Kosmos einzigartigen Erde sind und sich im Laufe der Erdgeschichte entwickelt haben, ist viel weniger bekannt, aber heute gut erforscht und dokumentiert. Sie sollten uns viel deutlicher bewusst sein und können unsere Perspektive über einzelne

Fachdisziplinen hinaus erweitern, ganz im Sinne des Weitblickes von Alexander von Humboldt, dem Begründer der Ökologie. Denn ein empathischerer Blick auf die Erde als unseren Heimatplaneten kann auch unseren Umgang mit ihr förderlich beeinflussen.

Der Biologe und Geograf Albrecht Schäd hat zu diesem Themenkomplex ein Buch vorgelegt, in dem in multiperspektivischer Sicht die Besonderheiten der Erde und ihre einzigartigen Bedingungen zum Etablieren von Leben im Vergleich zu den anderen Planeten dargelegt werden. Aufgrund ihrer Position zur Sonne, ihrer Größe, der Neigung der Erdachse, des Einflusses des Mondes und der daraus resultierenden Tatsache, dass seit frühester Zeit kontinuierlich flüssiges Wasser vorhanden war, konnte sich Leben auf der Erde etablieren und entwickeln. Es wird jedoch auch aufgezeigt, wie erst die Rückkopplung einer Reihe von globalen Lebensprozessen – u. a. Bindung von Kohlendioxid und Bildung von Sauerstoff – im Laufe der Erdgeschichte dazu geführt haben, dass die Erde über mehr als vier Milliarden Jahre eine zunehmend stabilere thermische Homöostase herausgebildet hat, eine Voraussetzung für alle evolutiven Vorgänge und für die Etablierung des heutigen Klimas und der Artenvielfalt. Global wirksame Lebensprozesse von Mikroorganismen haben erst die Voraussetzung dafür geschaffen, dass im Laufe der Evolution höhere Organismen bis hin zum Menschen sich entwickeln konnten. In insgesamt zehn Kapiteln werden vor allem folgende Themen behandelt: Die Erde, der besondere Planet. Was ist Leben? Leben verändert die Umwelt. In diesem Hauptkapitel werden u. a. aussagekräftige Beispiele kurz dargestellt, welche zeigen, wie Lebensprozesse von bestimmten Tieren und Pflanzen und deren Wechselwirkungen mit der Umwelt sich zum gegenseitigen Nutzen bedingen. In einem weiteren Hauptkapitel werden organismische Eigenschaften des Lebens

daraufhin untersucht, ob sie auch Gültigkeit haben für global wirksame Lebensprozesse, Systembildung, Bildung der relativen Autonomie von Organismen, Prozessierung von Information, integrative biologische Systeme, Gestaltbildung, Zeitautonomie, Prozessierung von Energie, Sensibilität (für die Umwelt), Eigenaktivität, Fähigkeit zur Evolution, Wachstum und Entwicklung, Anpassungsfähigkeit an innere und äußere Bedingungen, Fortpflanzung und Tod. Hier wird in sehr anregender Weise gezeigt, dass viele dieser Eigenschaften sich auf die ganze Erde anwenden lassen, was den Schluss zulässt, dass die Erde in vielerlei Richtung Eigenschaften von organismischen Lebensprozessen aufweist. Diese Eigenschaften wurden von dem Biologen Bernd Rosslenbroich entwickelt und sind kürzlich in dem Buch „*Properties of Life*“ bei MIT Press, Boston (ISBN 9780262546201) publiziert worden. Wie dargelegt wird, wurde die Erde im Laufe der Neuzeit von verschiedenen Wissenschaftlern immer wieder tatsächlich als ein Lebewesen angesehen, da sie viele Eigenschaften von Leben aufweist. In einem weiteren Kapitel werden die Jahreszeiten in verschiedenen Klimaregionen und deren unterschiedliche Ausgestaltung auf verschiedenen Kontinenten dargestellt und in anregender Weise als global differenzierte Lebensprozesse interpretiert. Zum Schluss wird anhand der Entwicklung von Kulturlandschaften in Mitteleuropa ausgeführt, dass die Tätigkeit des Menschen in der Natur zu einer Zunahme der Biodiversität geführt hat. Die Evolution des Menschen in Afrika hat in einer Savannenlandschaft stattgefunden, die ganz ähnliche Eigenschaften wie Kulturlandschaften hat, die demnach als Kultursavannen angesehen werden können. Gerade heute, wo der Mensch vielfach massiv schädigend in die Natur und in das Klimageschehen mit globalen negativen Folgen eingreift, ist es wichtig zu erkennen, dass menschliche Aktivi-

täten durchaus sehr förderlich für die Entwicklung von Landschaften, Kultur- und Naturräumen waren und sein können, ja eigentlich sogar sein müssen.

Dieses Buch ist nicht nur aus aktuellem Anlass der Klima- und Biodiversitätskrise sehr anregend und zeitgemäß, sondern auch, weil es viele Aspekte aus ganz unterschiedlichen Fachdisziplinen zusammenbringt, um den Blick auf die Erde und auf ihr stattfindende Lebensprozesse zu richten. So etwas passiert heute in einer eher disziplinorientierten Wissenschaftshaltung viel zu selten, ist aber notwendig, um diese höchst komplexen Zusammenhänge besser zu durchschauen und verstehen zu können.

Wie vom Autor im Vorwort erläutert, richtet sich das Buch eher an wissenschaftlich interessierte Laien. Es ist jedoch durchaus auch für Fachwissenschaftler wertvoll, um sich einen fachübergreifenden Einblick in globale Lebensprozesse zu verschaffen und um wichtige weiterführende Literatur zu finden. Dafür wäre es allerdings hilfreich gewesen, wenn noch mehr Bezug auf Primärliteratur genommen worden wäre. Denn als Literaturquellen werden vor allem Bücher und Übersichtsartikel herangezogen und nur exemplarisch Originalarbeiten. Es ist zudem anzumerken, dass an verschiedenen Stellen Fakten erwähnt werden ohne jeglichen Bezug zu einer Quelle, z. B. dass die Integration von Retroviren in das Erbgut von Säugern zur Entwicklung der Plazenta geführt hat (S. 49); die Angabe der frühesten Nachweise von Prokaryonten in der Erdgeschichte (S. 55); die besondere Bedeutung des Austritts von Wasser aus der Erdkruste am mittelozeanischen Rücken zur Aufrechterhaltung der Salzkonzentration der Meere (S. 72–73); und mittlere Verweilzeiten von verschiedenen Wasserreservoirs (S. 75). Beim Ausblick auf die Zukunft auf S. 135 wird angeführt, dass das Korallensterben

eine Folge der Versauerung der Meere sei. Nach aktuellen Forschungsergebnissen ist das aber vor allem eine Folge der Erhöhung der Temperaturen in den bereits schon sehr warmen tropischen Meeren.

Trotz dieser Kritikpunkte ist dem Buch eine große Verbreitung zu wünschen, denn es verschafft den Lesern einen neuen und erhellenden Blick auf viele Besonderheiten der Erde und der mit ihr zusammenhängenden Lebensprozesse. Dieser Blick trägt hoffentlich dazu bei, dass wir als Erdenbürger ein partnerschaftlicheres Verhältnis zu ihr entwickeln und viel sorgsamer und verantwortungsvoller mit der Erde als einem ganz besonderen Planeten umgehen.

Meinhard Simon, Oldenburg

Vom Leben unserer Erde.

Eine Liebeserklärung an unseren Heimatplaneten. Albrecht Schad, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 2023, 189 S., 24,00 Euro, ISBN 978-3-772-51158-5.

ORNITHOLOGIE

Federn bestimmen



zum Fliegen. Nur die Straußenvögel und Pinguine haben sekundär ihre Flugfähigkeit verloren. Federn müssen leicht, stabil und aerodynamisch geformt sein; sie müssen dem Sonnenlicht genauso standhalten wie dem Regen oder mechanischer Belastung. Viele Vögel weisen ein farbenprächtiges Federkleid auf, das der Kommunikation zwischen Arten und innerhalb einer Art dient. Die Bedeutung des Prachtkleids vieler Vogelmannchen für die Part-

Bekanntlich sind Vögel die einzigen lebenden Tiere, die ein Federkleid besitzen. Federn sind für die meisten Vögel Voraus-

nerwahl während der Brutzeit ist gut belegt.

Hans-Heiner Bergmann ist ein bekannter Ornithologe, der bereits einige Sachbücher zur Biologie und über den Gesang der Vögel, aber auch über die Identifizierung von Vogelfedern geschrieben hat. Das vorliegende Federbuch ist eine Weiterentwicklung einer früheren Ausgabe von 2014/2015. Es wurde unter Mitarbeit von Ralph-Günther Lösekrug verfasst.

Jeder aufmerksame Naturbeobachter wird auf seinen Spaziergängen oder Exkursionen immer wieder auf einzelne Vogelfedern oder auf Rupfungen stoßen. Einige Vogelarten haben charakteristische Federn, die man leicht erkennen kann, z. B. die Flügel- und Schwanzfedern des Wiedehopfs. Aber bei vielen Kleinvögeln ist die Bestimmung der Federn schwierig. Hierfür benötigte, spezielle Informationen findet man inzwischen auf diversen Internet-Plattformen. Wer jedoch lieber ein Buch zur Hand nimmt, ist mit dem neuen Federbuch von H.-H. Bergmann gut beraten, auch wenn es die Federn von nur 130 Singvogelarten enthält. Schade, dass die meist größeren Nicht-Singvögel fehlen, denn oft findet man gerade von ihnen Federn. Den Federtafeln ist eine kurze Einführung in den Aufbau und die Funktion der Federn vorangestellt.

Federn werden traditionsgemäß auf Karton aufgeklebt, wobei eine feste Reihenfolge der Federn der Arm- und Handschwingen und des Schwanzes (Steuerfedern) eingehalten wird. Meist werden auch die Federn des Kleingefieders dokumentiert. Das Federbuch enthält gute Fotodokumente der Federtafeln von 130 Singvögeln. Dazu gibt es eine Seite Text mit weiteren Erklärungen zur Biologie der betreffenden Art sowie Einzelheiten zu den Federn, z. B. deren Länge, die für die Identifizierung wichtig sein kann. Leider sind in diesem Buch nur die Federn eines einzelnen Individuums einer Art dokumentiert. Das kann bei

Arten, deren Jugendgefieder sich vom Alterskleid unterscheidet oder deren Geschlechter einen Dimorphismus zeigen, Bestimmungsprobleme verursachen. Hier kann aber ein Besuch der einschlägigen Internet-Plattformen weiterhelfen. H.-H. Bergmann hat mit diesem gut lesbaren, kompetenten und optisch sehr ansprechendem Sachbuch eine wichtige Einführung in die Federkunde der mitteleuropäischen Singvögel vorgelegt, der man weite Verbreitung wünschen kann.

Michael Wink, Heidelberg

Das große Buch der Vogelfedern.

Die Singvögel Mitteleuropas.
Hans-Heiner Bergmann,
AULA-Verlag, Wiebelsheim, 2023,
296 S., 78,00 Euro, ISBN 978-3-89104-851-1.

NATURSCHUTZ

Mäzene als Mutmacher



Mit dieser multimedialen Dokumentation über erfolgreiche Natur- und Arterhaltungsprojekte beschreibt der studierte Diplompolitologe Rainer

Nahrendorf in gewisser Weise Neuland, denn er stellt anschaulich das Engagement von Naturliebhabern und Naturschützern vor, die als „Mäzene“ – Sponsoren, Stifter und Spender – zum Gelingen des jeweiligen Vorhabens maßgeblich beigetragen haben. Dabei bilden Naturbildung und Naturerlebnisse vor dem Hintergrund von Arterhaltungsprogrammen für bedrohte Pflanzen- und Tierarten das „Dach“. Nicht nur die häufig in diesem Kontext auftauchenden Feldhamster und Insekten zählen zu den „Hauptdarstellern“, sondern zum Beispiel auch der Bartgeier, die Waldtrappe, Spatzen

sowie der Wiedehopf. Neben monografischen Fakten lernt man in dem Buch die betreffenden Naturschutzeinrichtungen – so die „Grüne Schule“ des Botanischen Gartens in Bonn, den Verein „Land unter“, die Loki-Schmidt- sowie die Succow-Stiftung – genauer kennen. QR-Codes ermöglichen den direkten Zugriff auf die Kooperationspartner. Auch Podcasts und viele weitere optische und akustische Medien können auf diese Weise abgerufen werden. Die Fotos geben ebenfalls Einblicke in die Projekte. Wer sich von den Umweltprojekten selbst überzeugen möchte, kann viele der vorgestellten Einrichtungen besuchen und weitere Informationen vor Ort erhalten. Im Anhang gibt der Autor schließlich noch wertvolle Steuertipps für Spender, Stifter und Sponsoren – gerne als „Aufruf mit Augenzwinkern“.

Das Buch macht Mut, denn es zeigt, dass gezielter Naturschutz mit Herzblut und den richtigen Menschen im Hintergrund eine wesentliche Säule zur Erhaltung sowie zum Schutz von Natur und Umwelt bildet.

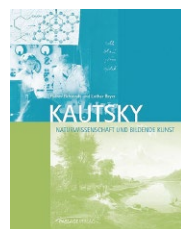
Christiane Högermann, Osnabrück

Naturmäzene.

Stifter, Spender, Sponsoren für den Schutz der Natur, Rainer Nahrendorf, Selbstverlag, Neuss, 2023, 204 S., 24,95 Euro, ISBN 9783-384-02772-9

BIOGRAFIE

Umtriebige Gelehrtenfamilie



Rainer Behrends, ehemaliger Kurator des Kulturbesitzes der Universität Leipzig, und Lothar Beyer, ehemaliger Professor für Anorganische Chemie an der Leipziger Universität, haben gemeinsam einen

Band über die Gelehrtenfamilie Kautsky beim Passage-Verlag veröffentlicht. Das relativ großformatige Werk mit einem Umfang von 160 Seiten stellt die Lebensleistungen der Familie Kautsky vor, die im 19. und 20. Jahrhundert das künstlerisch-kulturelle und wissenschaftliche Leben in Europa maßgeblich mitgeprägt haben. Man mag sich kritisch fragen, warum zu Zeiten von Wikipedia ein solches Buch nötig ist. Wer aber das Buch in die Hand nimmt und mit der Lektüre beginnt, wird schnell fasziniert sein. Es ist den Autoren gelungen, nicht nur eine umfangreiche Familienealogie mit den dazugehörigen Lebensdaten zusammenzustellen, sondern ausgewählte Protagonisten durch deren eigene Dokumente (Bilder, Texte, Publikationen) vor den Augen des Lesers lebendig werden zu lassen. Über sechs Generationen streckt sich die Kautsky-Dynastie mit über 50 Persönlichkeiten, von denen elf der naturwissenschaftlichen und jeweils acht der bildnerisch-künstlerischen bzw. der gesellschaftlich-politischen Linie zuzuordnen sind. Schon hier fällt auf, dass die Kautskys fast durchgängig nicht nur ihr eigenes Metier exzellent vorantrieben, sondern den geistigen Familienhorizont immer im Auge behielten, die gesellschaftlichen Prozesse ihrer Zeit genau reflektierten und diese Überlegungen in ihrem Handeln berücksichtigten. Die Autoren verlieren sich aber nicht in Familiengeschichte, sondern stellen einige besonders herausragende Persönlichkeiten mit ihrem Werk im Detail vor. Unter den bildenden Künstlern werden insbesondere die Werke des Kunst- und Bühnenmalers Johann Kautsky, seiner Söhne Hans Josef Wilhelm und Fritz (beide Bühnentechniker und -ausstatter) sowie seiner Enkel Robert (Ausstattungsleiter der Wiener Staatsoper) und Urenkel dokumentiert. Das vorgelegte Bildmaterial ist von guter Qualität und dokumentiert hervorragend die künstlerische Qualität der Arbeiten.

So ergibt sich für den Leser ein kontinuierliches Entwicklungsgeschehen der europäischen Landschaftsmalerei und Bühnentechnik, ohne die die europäische Opernkultur kaum denkbar gewesen wäre. Auf dem Gebiet der Naturwissenschaften sind besonders die Leistungen auf anorganisch-biochemischem Gebiet durch den Chemiker Hans Wilhelm Kautsky sen. zu nennen, dessen Sohn Hans Kautsky jun. später Forschungsleiter auf dem berühmten Forschungsschiff „Meteor“ wurde. Über vier Generationen bereicherten die Kautskys die Meeresforschung. Im frühen 20. Jahrhundert (Fritz und Gunnar) standen Geologie und Paläontologie im Fokus ihres Interesses, während die späteren Generationen, insbesondere Hans „Hasse“ und Lena Kautsky im 21. Jahrhundert als Professoren der Ozeanographie die Biologie im Blick hatten. Es ist für einen Biologen faszinierend zu entdecken, wie in einer Forscherfamilie die Ideen und Konzepte der modernen Meeresbiologie (der Wert phylogenetischer Studien, marine Kohlenstoffbudgets, Verteilung und Fortpflanzungszyklen mariner Braunalgen) entwickelt wurden. Schon früh werden von Nils Kautsky die Probleme der Überfischung und die Eutrophierung der Meere erkannt und erforscht.

Für mich als Pflanzenphysiologe ragt naturgemäß die Persönlichkeit des Chemikers Hans Kautsky hervor, der in dem Buch besonders detailliert dargestellt wird. Die Breite seiner Forschung ist beeindruckend: Er begann mit der Erforschung des Siloxens und seiner Derivate, die ihn dazu anregte, sich auch anderen Molekülen zu widmen, die die Erscheinung der Chemolumineszenz aufwiesen. Dadurch kam er zu der Frage, wie sich an Grenzflächen Energieumwandlungen vollziehen. Dabei zeigte er erstmals den Zusammenhang von Singulett-Sauerstoff und Photosensibilisierung auf – ein

Prozess, der in der Biologie nicht nur in der Reaktion der Pflanzen auf Umweltstress von Bedeutung ist, sondern auch in der Medizin bei der Kanzerogenese. Die Beobachtung der Photosensibilisierung führte H. Kautsky dann zur Beschreibung und kinetischen Auflösung der Chlorophyllfluoreszenz an lebenden Blättern im Jahr 1934 (zusammen mit H. Hirsch). Der quantitative Zusammenhang zwischen Chlorophyllfluoreszenz und photosynthetischer Kohlendioxidassimilation ging als Kautsky-Effekt in die Wissenschaftsgeschichte ein. Zur Dokumentation dieser Lichtinduktionskurve musste der Chemiker noch eine Apparatur bauen (publiziert zusammen mit H. Spohn), die eine dafür ausreichende zeitliche Auflösung besaß. Sucht man in Google Scholar nach Zitaten über diesen Effekt erhält man über 50.000 Treffer. Die Zahl wäre um ein Vielfaches höher, wären die Arbeiten aus dem Jahr 1934 mit digitaler Verfügbarkeit in Datenbanken eingetragen. Ohne die Nutzung des Kautsky-Effektes wäre unser Wissen über die marine Primärproduktion und damit der Beitrag der Ozeane zur Klimaentwicklung nur grobe Schätzung – ganz zu schweigen von dem Nutzen für die Industrie, die heute mit Chlorophyllfluoreszenzgeräten ihr Geld verdient. Hier zeigt sich für mich beispielhaft, dass wirklich wichtige Erkenntnisse an Grenzflächen wissenschaftlicher Disziplinen stattfinden. Ohne das Interesse des Chemikers an physikalischen Effekten, die von biologischen Systemen ausgehen, wäre diese Erkenntnis nicht in den Blick gekommen. Die intellektuelle Haltung „der Suche nach Grenzerfahrung“ ist kaum denkbar ohne ein entsprechendes geistiges Umfeld. Das hier vorgestellte wunderbare Buch liefert nicht nur die Fakten der wissenschaftlichen Leistung, sondern gibt uns Einblick in Hans Kautskys „Geisteswelt“. Ich will schließen

mit zwei für mich beeindruckenden Zitaten aus dem Lebenslauf von H. Kautsky:

„Dann kam 1933, das Ende der schönen, freien wenn auch wirtschaftlich schweren Zeit. Das wurde mir bald klar, als ich eines Tages am Eingang des Heidelberger Chemischen Instituts ein großes Plakat las: „Wir brauchen keine Intellektuellen, wir brauchen Menschen aus Fleisch und Blut“ und die Aufschrift „Dem freien Geiste, aber deutschen Geiste.“ ... Ich konnte es nicht fassen, als ich merkte, dass eine Lüge, zehnmal wiederholt, zur Wahrheit und hundertmal wiederholt, zum Dogma für viele wurde.“

1945 schrieb H. Kautsky in einem Aufsatz: *„Die Wissenschaft ist eine gefährliche Macht, die nicht in ungerechte Hände gelangen darf. Sie muss ein Werk des Aufbaues und nicht der Zerstörung sein. Sie hat eine soziale Verantwortung, die darin besteht, bessere, glücklichere und gesündere Lebensbedingungen für Alle zu schaffen, und den wertvollen, guten Anlagen der Menschen zur Entwicklung zu verhelpfen. Es ist unfassbar, dass trotz der großen Einsicht und Fortschritte auf allen Gebieten es noch nicht gelungen ist, auch nur die primitivsten Lebensbedingungen, Nahrung, Bekleidung, Wohnung, Unterricht jedem Menschen in ausreichendem Maße zu gewährleisten.“*

Diese Sätze Hans Kautskys sind nach fast 80 Jahren noch immer so aktuell als wären sie für heute geschrieben worden.

Christian Wilhelm, Leipzig

Kautsky.

Naturwissenschaft und Bildende Kunst. Rainer Behrends, Lothar Beyer, Passage-Verlag, Leipzig, 2023, 160 S. 24,50 Euro, ISBN 978-3-95415-148-6.

MEDIZIN

Kurioses über den Körper



Warum altert unsere Leber nicht? Macht Schlafmangel dick? Wieso senden alle Menschen radioaktive Strahlung aus? Kann man rie-

chen, dass jemand krank ist? Sind Personen, die schneller gehen, biologisch jünger? Und können wir unserem Gedächtnis immer trauen? Diesen und vielen weiteren Fragen geht Jürgen Brater in seinem neuen Buch „Verblüffendes Körperwissen“ auf den Grund. Auf jeweils zwei Seiten nimmt er sich eines Themas an. Oft sind dies Fragen, die uns im Alltag begegnen, beispielsweise ob der viel zitierte Verdauungsschnaps tatsächlich beim Verdauen hilft oder warum Gähnen ansteckend ist. Gelegentlich erfährt man aber auch Unerwartetes, zum Beispiel, dass eineiige Zwillinge ein Junge und ein Mädchen sein können.

Das Buch folgt dabei keinem roten Faden. Es ist eine lockere Sammlung von 81 kuriosen Eigenschaften und Besonderheiten unseres Körpers, die ursprünglich in der Zeitschrift *Bild der Wissenschaft* erschienen sind und nun gesammelt wurden. Das Buch richtet sich explizit an Laien, ist sicher aber auch für viele Naturwissenschaftler/-innen und Mediziner/-innen interessant. Brater – selbst ein ausgebildeter Mediziner – schreibt kompakt und erklärt durchwegs verständlich, so dass kein Vorwissen nötig ist, um dieses Buch zu lesen. Fazit: Jürgen Braters Buch ist eine abwechslungs- und lehrreiche Lektüre für alle, die sich für ihren Körper interessieren und mehr darüber wissen wollen, wie er funktioniert. Die Kürze der Kapitel und die Tatsache, dass sie

leicht zu lesen sind, machen dieses Buch zu einer idealen Lektüre für zwischendurch – sei es im Bus, im Wartezimmer oder kurz vor dem Einschlafen.

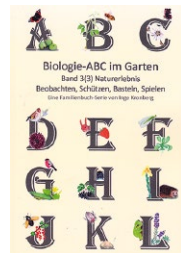
Ralf Dabm, Mainz

Verblüffendes Körperwissen.

Jürgen Brater, Yes Publishing, München, 2024, 176 S., 12 Euro, ISBN 978-3-96905-301-0.

GARTEN

Zum Mitmachen



Die drei handlichen, lesefreundlichen Themenbände zu allem, was im Garten „kriecht und fleucht“, folgen einer ungewöhnlichen Konzeption, die sie von anderen Werken aus diesem Genre abheben: deutlich gemacht bereits durch das „ABC“ als große Lettern auf den Coverseiten. Die drei Bände leiten die (Familien-) Leser durch die Natur und Umwelt im Garten, also einem Ökosystem, der nahezu für alle Altersklassen und

Interessengruppen zugänglich ist und viele auf den ersten Blick unscheinbare Phänomene beherrscht.

Hinter jedem Buchstaben von A-Z verbergen sich auf einer Doppelseite Gartenbewohner, Lebensgemeinschaften sowie dazu passende fachliche Hintergründe – frei nach dem Prinzip: „Was ich immer schon gerne über ... wissen wollte“. Vor-

wiegend in Band 3 werden diese Sachinformationen durch Beobachtungsaufgaben, Bastel- und Spielvorschläge aufgelockert. Insgesamt wird das Ökosystem Garten umfassend fachlich transparent gemacht, jedoch nicht auf die herkömmliche „belehrende“ Weise – bei vielen Details wird es im wahrsten Sinne des Wortes „unter die Lupe genommen“.

Ein Markenzeichen fällt sofort beim ersten Durchblättern auf: die von der Autorin liebevoll gezeichneten, detailtreuen, oftmals angenehm kindgerecht reduzierten Pastellzeichnungen der Naturobjekte in Kombination mit erläuternden Computer-Vektorgrafiken. So könnten beispielsweise das Eichhörnchen am Futterhaus und die junge Elster auch ein Kinderbuch schmücken. Daneben finden sich klare Schemata zu Überwinterungstechniken von Eichhörnchen, weiteren Säugetieren, Amphibien und Zugvögeln bzw. im Kontext mit der Elster ein Vergleich der Stimmorgane von Vögeln und Menschen.

Die Gartenführer laden zum Erkunden und Mitmachen ein. Sie erfüllen voll und ganz die Ziele der Autorin, den Garten als Refugium, Ruhepol, Erkundungsraum und artenreichen Lebensraum zu erleben, gemäß dem Zitat von Konrad Lorenz: „Man schützt nur, was man liebt, man liebt nur, was man kennt.“

Christiane Högermann, Osnabrück

Biologie-ABC im Garten.

Eine Familienbuch-Serie. Inge Kronberg, Verlag Naturverstehen, Büsum, 2024, pro Band 14 Euro.

Bd 1: Gartenpflanzen – Von Apfel bis Zwiebel, ISBN 978-3-91132-503-5.

Bd 2: Gartentiere – Von Ameise bis Zaunkönig, ISBN 978-3-91132-504-2.

Bd 3: Naturerlebnis – Beobachten, Schützen, Basteln, Spielen, ISBN 978-3-91132-505-9.

PARTNER DES MENSCHEN

Der Apfel als Lebensbegleiter

Der Apfel begleitet mich mit seinen unterschiedlichen Aspekten und Bedeutungen zeitlebens – von meiner Kindheit durch die Lehr- und Berufsjahre bis in den Ruhestand. Während auf dem nun bald 60jährigen gemeinsamen Weg anfangs das Geschmackserlebnis im Vordergrund stand, rückte mit der Zeit die Bewahrung der Sortenvielfalt immer mehr in den Vordergrund.

In der Kindheit entdeckte ich die geschmackliche Vielfalt der Äpfel – süße, saure, die dickschaligen, bitteren und mehligten. Wir wussten genau, welche die schmackhaftesten waren und wo diese gediehen (Abbildung 1). Damit verbunden waren die ersten Apfeldiebstähle und der Überkonsum von frischem Apfelsaft mit den entsprechenden Konse-

„In Küche und Keller sind die geschichtlichen Abschnitte nebeneinander anzutreffen. Wir essen und trinken uns mühelos durch die Jahrhunderte.“ – Zitat aus [1]



ABB. 1 Kleine Auswahl an Apfelsorten (von oben nach unten): Graue portugiesische Renette, Ananasrenette, Berlepsch, Jonathan, Königlicher Kurzstiel. Foto: P. Enz.

quenzen. Für Apfelsaft werden saftige, zucker- und säurereiche Äpfel verwendet, sogenannte Mostobstsorten. Für Gärmoste und Essige gehören hoher Bitter- und Gerbstoffgehalt als Qualitätsmerkmal dazu. Sie helfen die Lagerzeit des Getränkes zu verbessern. Je nach Region werden Gärmoste, Apfelweine und Cidre mit unterschiedlichem Alkoholgehalt, Restsüße, Kohlensäure etc. produziert (Abbildung 2).

Ernährungstechnisch ist der nicht-pasteurisierte Gärmost interessant: Er enthält Vitamin C und durch Hefegärung entstandenes Vitamin B12; letzteres ist bei geringem Fleischkonsum wichtig. In den USA wurde früher der *hard cider* produziert. Dazu wird im Winter der Gärmost der Witterung ausgesetzt: Durch die natürliche Phasentrennung gefriert ein Teil des Wassers an der Oberfläche. Das Eis wird entfernt

und dieser Prozess einige Male wiederholt, bis nichts mehr gefriert. Der übrig gebliebene Apfelschnaps hat einen Gehalt um 33 Prozent Alkohol ohne Destillation!

In der heutigen Gastronomie spielen nur Geschmack, Aroma, Konsistenz des Fruchtfleisches und Verfügbarkeit der speziellen Sorten eine Rolle. Mit moderner Technik lassen sich unglaubliche Aromen, Geschmacksrichtungen und Konsistenzen herstellen. Im Berner Kochbuch von 1836 wurden „Renetten, Calwyler und Grauecher für Apfel-Compot“ empfohlen, welcher mit Geflügel und Fischen genossen werden konnte.

In meiner Lehrzeit als Baumschulist lernte ich die Sortenvielfalt und die Kultur von Obstbäumen kennen und meine Sammelleidenschaft begann. Ich lernte Vieles zum Boden, zur Bestäubung, Pflege der Bäume, Ernte und Lagerung kennen. Viele *Malus*-Arten und deren Sorten sind auch weitverbreitet als Zierpflanzen (Abbildung 3). Der heutige Kulturapfel hat noch seinen ursprünglichen Chromosomensatz ($2n = 34$); wenige Ausnahmen haben einen triploiden oder tetraploiden Chromosomensatz.

Wegen der nötigen Fremdbefruchtung sind Aufblühfolge, Anwe-



ABB. 2 Verschiedene Sorten von Apfelschaumwein (Cidre) in Südwest-England. Foto: P. Enz.

senheit von geeigneten Befruchtersorten und entsprechende Insekten entscheidend. Die Blüten sind streng vorweiblich, das heißt weibliche Geschlechtsorgane reifen vor den männlichen. Triploide Sorten sind als Pollenspender ungeeignet. Plinius der Ältere (24–79 n. Chr.) kannte bereits 30 Edelsorten und hat deren Vermehrungsmethoden beschrieben. Weltweit existieren um die 20.000 Apfelsorten. In England wurden 2000 Apfelsorten getestet, davon waren 200 triploide und 32 tetraploide Sorten.

Sorten aus milderer Lagen benötigen von der Blüte bis zur Frucht- reife bis zu 180 Tage, Sorten aus klimatisch kühlen oder kalten Lagen nur 120 Tage. Letztere eignen sich demnach auch für Höhenlagen mit kurzer Vegetationszeit. Zur Frucht- reife erklärte Karl Stoll unter anderem, dass sie anhand der geschlossenen Kelchröhre bestimmt wird: „aus der Kelchgrube sollte man Schnaps trinken können“ !!

Die relevantesten Kriterien zur Sortenbestimmung sind die Formen (inkl. Rippung) der Früchte, Kelch- und Stielgrube (inkl. Kelchzipfel), Farbton und Muster der Deckfarbe, Lentizellen (Poren im Kork für den Gasaustausch), Fleischfestigkeit, die Körnung sowie Geschmack, Aroma und Reifezeit (allerdings durch den Klimawandel verändert im Vergleich zur herkömmlichen Literatur).

Äpfel, Birnen und Quitten sind Rosaceen mit Scheinfrüchten (der Fruchtknoten wird vom umgebenden Blütenbodengewebe umwachsen) im Gegensatz zu Hagebutten, Weißdorn und Vogelbeeren (inkl. Speierlinge), die echte Früchte bilden.

Die Radiation der apfelartigen Rosaceen begann vor ca. 50 Mio. Jahren, die Chromosomenzahl erhöhte sich von 9 auf 17, wie sich bei der Sequenzierung des Genoms der Sorte *Golden Delicious* herausstellte. Dadurch begann die Aufspaltung von spezialisierten Arten (*Amelanchier*, *Aronia*, *Pbotinia*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Malus*, *Pyrus*,

Eriobotrya etc.) als Anpassung an die Umwelt. Als Urform vom Kulturapfel *M. domestica* ist *M. sieversii* (Asiatischer Wildapfel mit süßen Früchten) mittels molekulargenetischer Analysen bestätigt. Vor der Eiszeit bestand auf der nördlichen Halbkugel zwischen 25° und 52° ein Band aus einem eisfreien tertiären Laub- und Nadelwald, in dem auch die *Malus*-Arten gediehen. Der genetische Hotspot von *Malus* befand sich in SW-China. In Asien und Nordamerika existieren je nach systematischer Auffassung 25 bis 55 Arten der Gattung *Malus*, die im ozeanischen und subozeanischen Klima gedeihen.

Über die Seidenstraße nach Europa

Das heutige isolierte Vorkommen von *M. sieversii*-Fruchtwäldern reicht vom Tian-Shan-Gebirge in der chinesischen Region Xinjiang bis in den Kaukasus; diese Fragmentierung fand durch zwischenzeitliche einzelne Vereisungen und Wüsten statt. So hatten *M. sieversii*-Sorten Zeit und Raum zum Hybridisieren und haben dabei Inkompatibilitätallele entwickelt. Biologisch hatte dies den Vorteil, dass praktisch nur Fremdbefruchtung stattfand. Bei großer Anzahl unterschiedlicher Klone hat sich in Bezug auf Formen, Größen und Farbe eine unwahrscheinliche Vielfalt zu Gunsten der späteren Kulturäpfel entwickelt (Abbildung 4).

M. sieversii steht auf der Roten Liste der Weltnaturschutzunion (IUCN) als gefährdete Art. Er kommt nur in Kasachstan, Kirgisistan, Tadschikistan, Usbekistan und in der chinesischen Region Xinjiang vor. Allein in Kasachstan verringerte sich der Bestand der Wildäpfel in den letzten 30 Jahren um 70 Prozent. Am 20. Juli 2016 erklärte die UNESCO das westliche Tian-Shan-Gebirge zum Weltnaturerbe. Besonders für die angrenzenden Regionen Kasachstan und Kirgisistan sind das gute Neuigkeiten, weil das Gebirge verschiedenste Landschaften um-

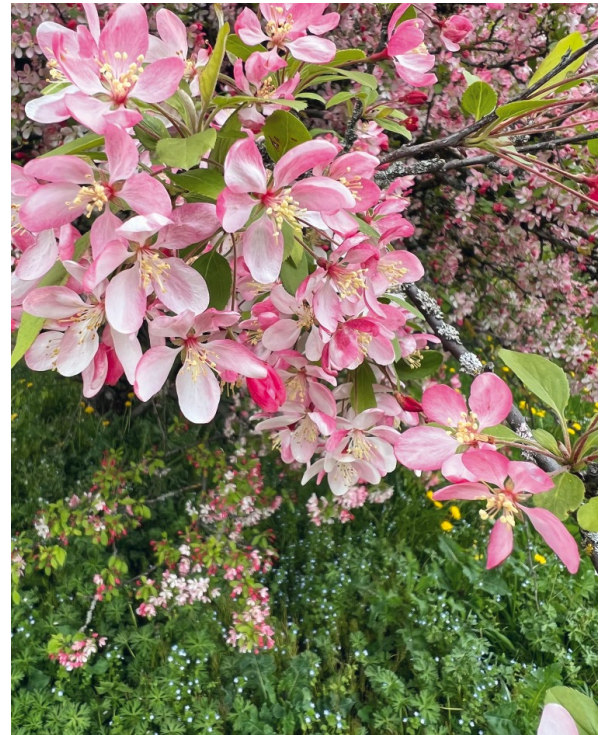


ABB. 3 Wegen ihrer schönen Blüte werden Äpfel oft auch als Zierbäume gepflanzt: hier ein Vielblütiger Zierapfel (*M. floribunda* Siebold ex Van Houtte). Foto: P. Enz.



ABB. 4 Genetische Vielfalt bei *M. sieversii* in Kirgisistan. Foto: Marianne Fritzsche.

fasst und einen außergewöhnlichen Artenreichtum beherbergt. Es besitzt außerdem globale Bedeutung als Ursprung einiger Früchte und einer großen Vielfalt von Wäldern.

Die Apfelvielfalt gelangte wie auch bei *Citrus*-Arten und Pflirsichen durch die alten Kulturen (Chinesen, Perser, Griechen und Römer) via



ABB. 5 Die amerikanische Sorte *Golden Delicious* gelangte erst 1928 nach Europa. Foto: David Szalatnay.

der Seidenstrasse nach Europa. Die Größe der *Malus*-Früchte deutet auf eine Verbreitung durch pflanzenfressende Säugetiere hin. Interessanterweise überleben die Apfelsamen die Wanderung durch den Darm bei den Pferden, nicht aber bei den Kamelen, die Wiederkäuer sind. Am Ende der Handelsstraße im Gebiet Euphrat, Tigris und Nil wurden die Bauern sesshaft und kultivierten auch Obstbäume.

Mit den Römern verbreiteten sich die Äpfel und andere Früchte. Nach dem Untergang des Römischen Reiches übernahmen die Klöster die „pomologische Nachfolge“. Der Gründer des Benediktinerordens Benedikt von Nursia (um

529) gilt als erster Förderer des Obstbaus; er empfahl erstmals Äpfel als Dessert. Ab dem 6. Jh. wurde Obstfrevl und Pfropfreiser-Diebstahl in Franken bereits bestraft! Im Mittelalter regte Karl der Große den planmäßigen Obstanbau an, insbesondere Birnenanbau.

Der Weg des Apfels von Tian-Shan nach Westeuropa dauerte 6000 Jahre, aber nur 300 Jahre nach Übersee und zurück. Die Früchte waren bei den europäischen Seefahrern immer mit auf den Schiffen, bevor man Zitronen zur Verfügung hatte, um die Versorgung mit Vitamin sicherzustellen und Skorbut zu bekämpfen. Die amerikanische Sorte *Golden Delicious* (Abbildung 5) entstand 1896 und gelangte aus Amerika 1928 nach Europa, genauer in die Schweiz (Graubünden). Bis ca. 1850 waren die meisten Apfelsorten Zufallssämlinge und sind durch Gärtner selektiert worden. Die heutige Züchtung muss Geschmackstrends und Farben der nächsten 15 bis 20 Jahren erahnen, so dass gezielte Kreuzungspartner ausgewählt werden können. Aber auch Produktion und Vermarktung dürfen dabei nicht vernachlässigt werden. Die modernen Sorten erhalten einen Sortenschutznamen, welcher weltweit gültig ist. Dadurch erhält der Züchter Lizenzgebühren.

Mit dem erlangten Wissen **während der Studentenzeit** gewann die vergessene Obstsortenvielfalt mit ihrer lokalen Verbreitung für mich eine erhöhte Bedeutung. Die über Jahre gewonnenen Fruchtqualitäten und deren Verwendung wurden zur Tradition in der Geschichte des Apfels.

Mit den Agrarreformen entstanden ab ca. 1750 in Mitteleuropa „organisierte“, wirtschaftliche Streuobstgärten (Herren von Marschlin und von Fellenberg in der Schweiz). In Deutschland gehörten z. B. Albrecht Daniel Thaer, Alexander von Humboldt und Justus von Liebig zu den bedeutenden Agrarreformern. In den 1960er Jahren verfielen die alten Sorten in das Mauerblümchen-Da-

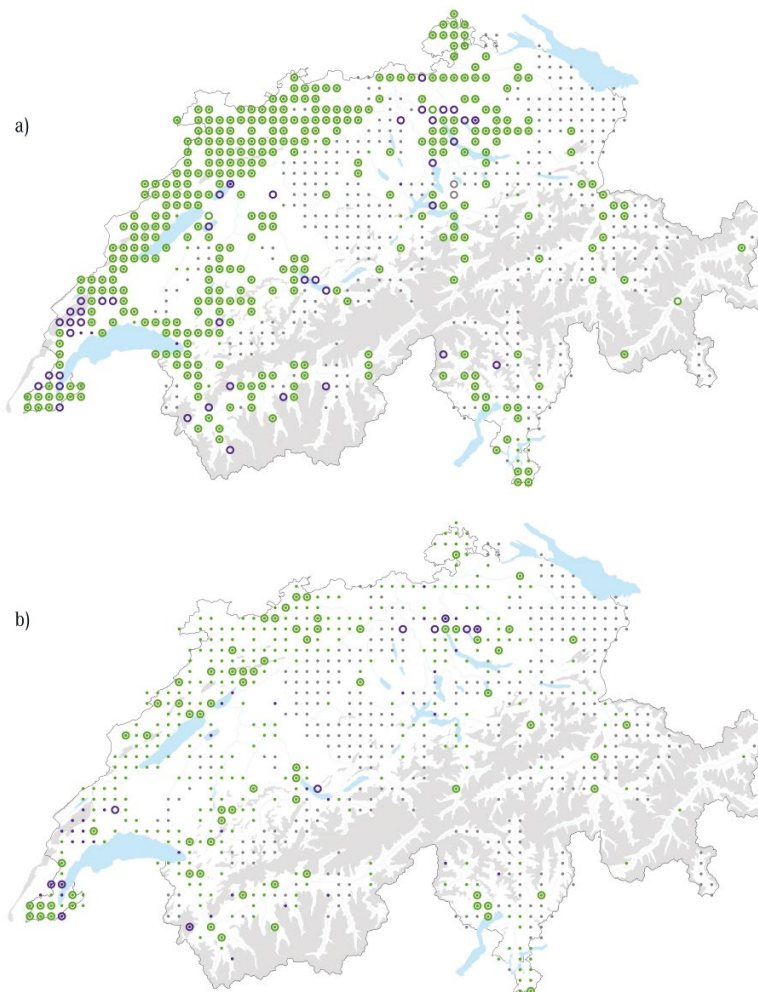


ABB. 6 Der Holzapfel (*M. sylvestris*) ist in Zentraleuropa in den letzten 30 Jahren sehr selten geworden. a) Vorkommen 1993, b) Vorkommen 2023. Quelle: www.infoflora.ch.

sein. Die offiziellen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten mussten sich um „das Moderne“ kümmern. Wachsame NGOs wie Pomologen-Vereine, Arche Noah, Croqueurs de Pommes, FRUCTUS und Pro Spezia Rara – später auch staatliche Organisationen (Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen (SKEK), Julius-Kühn-Institut und *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI) als Unterorganisation der *Food and Agriculture Organization* der UN) – begannen sich um den wertvollen genetischen Schatz zu kümmern. Die Bedeutung des vergessenen Genmaterials als Ressource für Züchtung und Anpassung an Klimawandel, Schädlinge und Krankheiten wurde bewusster wahrgenommen.

Im Ursprungsgebiet von *M. sieversii* gibt es kaum noch alte Sorten; die neuen Sorten *Golden Delicious* und *Red Delicious* lösten die ehemalige Vielfalt ab, mit Ausnahme vielleicht der Sorte Apont (russische Kreuzung mit *M. sieversii* um 1865). Von 2021 bis 2023 initiierte die Deutsche Bundesstiftung Umwelt ein Projekt, welches die Ökosystemleistungen inkl. dem Erhalt der Vielfalt durch den Erhalt der ursprünglichen Apfelwälder untersucht.

Mit dem Älterwerden, den **Wanderjahren im Ausland** und der **Gründung einer Familie** galt es immer öfter, Abschied zu nehmen von Menschen, die sich um den Apfel verdient gemacht hatten. Damit verbunden war der Verlust von Wissen, Brauchtum und Tradition. Als Reaktionen entstanden viele regionale, nationale und internationale Sorten-Inventarisierungsprogramme. Zum Aufzeigen der Obstvielfalt wurden landauf landab Fruchtausstellungen organisiert. Das Brauchtum und Wissen zum Obst wurde dank mündlichen, bildlichen und schriftlichen Überlieferungen erhalten. Aus der Jungsteinzeit existieren Funde des Holzapfels (*M. sylvestris*), aus späterer Zeit auch in Anatolien und Jordanien. Die jungsteinzeitlichen Pfahlbauer

verstanden es, den „ungenießbaren“ Holzapfel durch Auslese zu verbessern. Heute ist *M. sylvestris* mit dornigen Kurztrieben in Zentraleuropa sehr selten (siehe Vergleich 1993 und 2023, Abbildung 6). Viel häufiger findet man Sämlinge von *M. domestica* in unserer Landschaft. Trotzdem ist der Holzapfel (*Malus sylvestris*), wie neueste Genuntersuchungen belegen, nicht die Stammform unseres Kulturapfels. Letzterer stammt direkt von der großen Vielfalt des Asiatischen Wildapfels (*Malus sieversii*) ab – möglicherweise auch durch Einkreuzungen des Kaukasusapfels (*Malus orientalis*).

Seit meiner Pensionierung interessiert mich vermehrt das Geschichtliche, Volkskundliche und Gesellschaftliche rund um den Apfel. So fand dieser nach seiner Ankunft in Europa seinen sofortiger Eingang in den Alltag (Lyrik, Poesie, bildende Kunst, Musik, Mythologie und Philosophie). Zu Beginn des 19. Jh. entstanden die ersten bebilderten Sortenbücher und dreidimensionale Früchte aus Pappmaché oder Wachs (sog. Obstsorten-Kabinette). Die Porzellanmanufaktur Arnoldi aus Thüringen produzierte unzählige Früchte aus Porzellan. Bis 1899 wurden so 150 Serien à 456 Sorten hergestellt. Zwölf Serien sollen in Europa noch bekannt sein. Aus Apfelholz sollen außerdem besondere Wünschelruten hergestellt worden sein. Aus dem Holz alter Hochstämme werden wunderbare Möbel und Spielzeuge durch Kunsthandwerker gefertigt (Abbildung 7).

Von zwei Literaten ist bekannt, dass sie einen besonderen Zugang zu Äpfeln hatten: Schiller soll immer einen faulen Apfel in seiner Schreibtischschublade gehalten haben, weil sein Duft ihn inspiriert haben soll. Und Goethe liebte die Tafelobstsorte Goldparmäne. Auch sprachlich haben „Äpfel“ Eingang gefunden: Im australischen Slang bedeutet der Ausdruck „*she'll be apples*“ beispielsweise, dass eine Person/etwas in Ordnung sein wird, wenn zuvor Zweifel bestanden.

WISSENWERTES ZUR ZÜCHTUNG

Wegen der ausgezeichneten Qualität des Golden Delicious sind seine Gene in fast allen modernen Züchtungen zu finden. Durch die Einkreuzung wird eine Konstanz der Vermarktungs- und Essensqualität garantiert. Dies birgt aber auch die Gefahr, dass durch die einseitige Genetik Krankheiten und Schädlinge überhand nehmen können. Die große Vielfalt an Apfelsorten wird heute meistens in Sammlungen als genetische Ressourcen für die Züchtung erhalten.

In Diktaturen ging Wissen über die Züchtung des Apfels verloren. So wurden unter Stalin falsche Vererbungslehren verbreitet (u. a. wurde das Mendelsche Gesetz abgelehnt) und es verschwanden Genetiker wie Nikolai I. Vavilov und deren Unterlagen. Auch Maos Rote Garden zerstörten zwischen 1966 und 1976 Bibliotheken und Aufzeichnungen zur Züchtung von Äpfeln.



ABB. 7 Aus altem Apfelhochstamm gefertigter Stuhl. Foto: P. Enz.

Weiter musste der Apfel hinhalten für Orts- und Straßennamen, Redensarten, Symbole und für die Benennung anderer Pflanzen wie *Citrus sinensis* (Apfelsine, Orange), für *Punica granatum* (Granatapfel) und *Lyopersicum esculentum* (Pomo d'Oro, Tomate, Paradiesapfel), *Solanum tuberosum* (Erdäpfel), *Ananas comosum* (Pineapple) und den Schlauchapfel (Banane in der Nazi-Zeit).

Peter Enz, Gartenbau Ing. FH/HTL, FRUCTUS-Vorstandsmitglied, ehemaliger Leiter des Botanischen Gartens Universität Zürich und ebem. Präsident Botanische Gärten der Schweiz, gentiana@ggawe.ch

MIKROBEN VERSTEHEN

Wie die Zellwand von Archaeen ihre Funktion ausübt

Fast alle Archaeen besitzen eine einfache Zellhülle aus Zellmembran und einer regelmäßig strukturierten Proteinschicht, dem Surface- oder S-Layer. Das Proteingitter umhüllt die Zelle vollständig und übernimmt die elementare Funktion einer Zellwand, indem es Kräfteinwirkungen auf die Zellmembran kompensiert und sie stabilisiert. Wie der S-Layer diese Aufgabe bewerkstelligt, wird verständlich, wenn man das Zusammenspiel zwischen Membran und Proteingitter betrachtet.

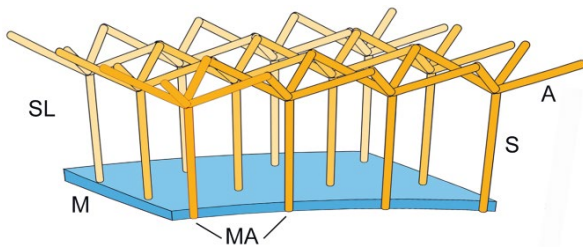


ABB. 1 Schema eines tetragonalen S-Layers von Archaeen. S-Layerprotein (SL) mit Stiel- (S) und Armelementen (A). Die Stiele sind in der Membran (M) mit hydrophoben Membranankern (MA) inseriert; die Arme benachbarter tetragonaler Einheiten (Einheitszellen) verbinden sich nicht-kovalent und bilden ein geschlossenes Proteinnetzwerk (Gitter) um die Zelle. Membran und Armdomänen begrenzen einen quasi-periplasmatischen Raum.

Illustration in Anlehnung an [8].

Es ist seit Langem bekannt, dass in bakteriellen Zellwänden das Peptidoglycannetz die dominierende Rolle für die Zellintegrität spielt. Wesentlich später erkannte man, dass auch die äußere Membran Gram-negativer Bakterien zur Stabilität beiträgt [1]. Viele Bakterien weisen außerdem zusätzlich zum Peptidoglycan und – sofern vorhanden – zur äußeren Membran eine nahezu kristallin angeordnete, äußere Proteinschicht auf: den Surface-Layer oder S-Layer. Zu dessen funktionellen Eigenschaften hat man in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von Beispielen gesammelt und über ihre Bedeutung spekuliert [2–4]. Einen wichtigen zellstabilisierenden Beitrag erwartet man von bakteriellen S-Layern eher nicht, zumal sich in Laborkulturen mitunter Zellen durchsetzen, die ohne diese Proteinschicht auskommen. Bei Archaeen ist die Situation völlig anders. Hier

tauchen Mutanten ohne Oberflächenprotein nicht auf, denn bei den meisten bekannten Arten stellt der S-Layer die einzige Zellwandkomponente [2]. Er ist allein für die grundlegende Funktion zuständig, die Zellmembran bei Kräfteinwirkungen zu stabilisieren. Intuitiv liegt es nahe anzunehmen, dass etwa bei permanentem oder fluktuierendem inneren Zelldruck (Turgor) die Membran an den umhüllenden S-Layer gepresst und so vor dem Platzen bewahrt wird. Die Verhältnisse sind jedoch komplizierter.

Die Stabilität des S-Layers

Typische archaeele S-Layer bestehen aus einem Proteinstiel, der mit seinem hydrophoben Ende in der Membran verankert ist, und lateralen Domänen desselben oder eines zweiten Proteinmoleküls, die sich mit benachbarten Proteineinheiten durch regelmäßige, nicht-kovalente Kontakte verknüpfen (Abbildung 1) [5]. Wenn eine nur durch die Membran umhüllte Zelle oder ein entsprechend großes Lipidvesikel einem inneren Druck ausgesetzt ist, dehnt sich die Membran aus, bis sie löcherig wird und schließlich zerreißt. Das geschieht schon bei relativ geringem Druck von ungefähr $0,05 \cdot 10^5$ Pa (0,05 bar), was deutlich unter dem Wert des Turgors der meisten Mikroben liegt [6, 7]. Ist ein S-Layer mit seinen Stielelementen in der Lipidschicht inseriert, so nimmt die sich ausdehnende Membran die Proteinanker so weit mit, bis die lateralen Kontakte des Proteinnetzes

sowie seine begrenzte Flexibilität eine weitere Zunahme des Zelldurchmessers verhindern und der S-Layer (der Abstand zwischen benachbarten Einheitszellen des Proteingitters, im Folgenden als Gitterabstand bezeichnet) sich nicht mehr erweitern kann. Druck und Dehnung bewirken eine Zugkraft, die an den lateralen Bindungen zerrt (Abbildung 2a). Nimmt man an, dass die Kraft des Drucks ΔP vollständig in die Zugkraft übergeht (was nicht verlustfrei geschieht), so hängt deren Betrag $|F_B|$ für jede Bindungsstelle einer Einheitszelle im Proteingitter nur noch von der Geometrie der Zelle und des S-Layers ab, nämlich vom Radius R (einer kugeligen oder zylindrischen Zelle), dem Gitterabstand d und dem Symmetriewinkel α der Einheitszelle. Die Kraft lässt sich dann durch eine einfache Formel beschreiben (Gleichung 1) [4, 6]. Dabei bezeichnet sym (mit $sym = 3, 4$ oder 6) die Rotationsymmetrie des Proteingitters ($p3, p4$ oder $p6$) und steht hier für die Mindestzahl der Kontakte einer Einheitszelle mit ihren Nachbarn. Die noch möglichen $p1$ - und $p2$ -Gitter sowie zusätzliche Kontaktstellen bleiben zur Vereinfachung unberücksichtigt, folgen aber dem gleichen Zusammenhang.

Gleichung 1:

$$F_B \leq \Delta P \frac{R \cdot d \cdot \sin(\alpha)}{sym}$$

Danach beträgt die notwendige Bindungskraft für untersuchte S-Layer verschiedener Archaeen bei $\Delta P = 10^5$ Pa (1 bar) zwischen 40 und 300 pN (Pico-Newton) pro Kontaktstelle – wobei die Werte jeweils theoretische Obergrenzen darstellen. Spezifische, aber nicht-kovalente Bindungen zwischen Proteinen in Molekülkomplexen widerstehen einer Kraft zwischen 60 und 240 pN (experimentell an einigen S-Layern gemessene zwischen 60 und 310 pN), was jeweils in der passenden Größenordnung liegt. Je nach Konstellation der Parameter kann ein S-Layer also einem (osmo-

tischen) Innendruck zwischen 10^5 und 10^6 Pa (10 bar) standhalten [4, 6]. Je kleiner R , d und $\sin(\alpha)$ und je größer sym sind, desto niedriger fällt die zu kompensierende Kraft F_B aus. Günstig sind folglich kleine oder dünne Zellen und S-Layer mit geringem Gitterabstand sowie hoher Symmetrie (p6). Tatsächlich beobachtet man bei Archaeen häufig S-Layer mit hexagonalem Muster [4]. S-Layer bieten also die notwendige Stabilität für die Funktion einer Zellwand. Aber wie schützen sie die Lipidmembran?

Stabilisierung der Membran

Der einzige Kontakt zwischen S-Layer und Membran spielt sich in dem begrenzten Bereich seines Stielendes und der umgebenden Lipide ab. Der allergrößte Teil der von der Einheitszelle des S-Layers überspannten Membranfläche liegt frei und ist dem Innendruck der Zelle weiterhin ungeschützt ausgesetzt. Die Membran wird also keineswegs an die Proteinschicht gepresst; zwischen Membran und S-Layer besteht sogar eine Art periplasmatischer Raum (Abbildung 1) [3, 4]. Hat der S-Layer seine maximale Ausdehnung erreicht und widersteht noch höherem Druck, dann beult sich die Membran zwischen den Proteinankern weiter aus, aber nun begrenzt auf die freie Fläche unter den einzelnen Einheitszellen (Abbildung 2). Eine im entspannten Zustand glatte (durch die Zellform leicht vorgebogene) Membran bildet unter erhöhtem Druck ein regelmäßiges, den Einheitszellen des S-Layers folgendes Muster von Ausbeulungen, die sich theoretisch als Teilflächen kleiner Lipidvesikel mit Radius r auffassen lassen. Dieser Radius entspricht dem Biegeradius der Ausbeulungen; er ist umso kleiner, je stärker der Druck die Membran verformt (Abbildung 2b) [4, 6]. Zwischen der Dehnung einer Zellmembran ohne S-Layer und der Verformung kleiner Membranteilflächen besteht ein bedeutender Unterschied. Der Innendruck vergrößert den Biegeradius einer

nackten Membran und dehnt ihre Fläche, wofür ein geringer Druck genügt (siehe oben). Um eine kleinflächige Ausbeulung zu schaffen, muss das Teilstück der Membran aber sowohl gedehnt als auch stärker gebogen werden, wobei sich der Biegeradius der entstehenden Ausbeulung verkleinert, was in der Summe einen höheren Druck erfordert [4, 6]. Die Unterteilung der Membranfläche in kleine (annähernd unabhängige) Einheiten durch die Verankerungen des S-Layers macht die Membran also stabiler gegenüber höherem Druck!

Der qualitativ hergeleitete Effekt ist auch quantitativ abschätzbar. Dazu muss man einige Parameter der Lipidmembran (flexibel oder steif), Grenzen ihrer Belastbarkeit, physikalische Bedingungen (Temperatur) und die Gitterparameter des S-Layers kennen (zur Berechnung siehe [4, 6]). Fasst man alle Einflussgrößen zusammen, so ergibt sich ein Zusammenhang zwischen Druck, Membrandehnung, Biegeradius (äquivalent zum Radius r hypothetischer kleiner Vesikel) und den Gittereigenschaften des S-Layers. Die Kurven in Abbildung 3 beschreiben den Druck auf die Membran in entsprechenden Ausbeulungen innerhalb kritischer Stabilitätsgrenzen [4, 6], wobei Experimente mit S-Layerbewehrten Membranen den stabili-

sierenden Effekt bestätigen [3]. Die Druckresistenz eines S-Layers und die durch ihn erworbene Wider-

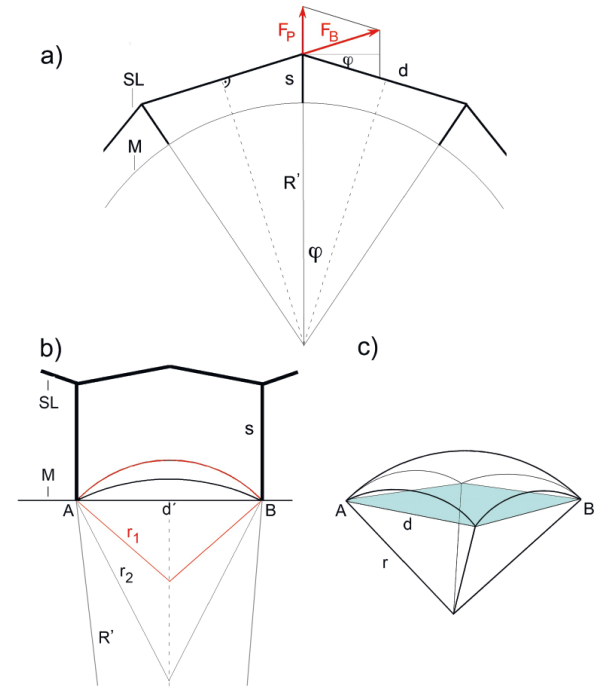


ABB. 2 Wirkung des zellulären Innendrucks auf die Zellhülle von Archaeen. a) Übergang der Druckkraft F_P in die Zugkraft F_B an einer Bindung zwischen benachbarten S-Layer-Proteinen; SL: S-Layer, M: Membran, s: S-Layer-Stiel, d: Gitterabstand, R' : Zellradius ohne S-Layer ($R=R'+s$); b) Ausbeulung der Membran zwischen zwei Ankerpunkten (A, B) des S-Layers; d' : Distanz zwischen den Ankerpunkten (A, B); r_1 und r_2 : Biegeradien verschieden starker Ausbeulungen; c) Ausbeulung der Membran über einer tetragonalen Einheitszelle mit Ankerpunkten (A, B); d: Gitterabstand; r: Biegeradius; Fläche der Einheitszelle unter der Ausbeulung (blau).

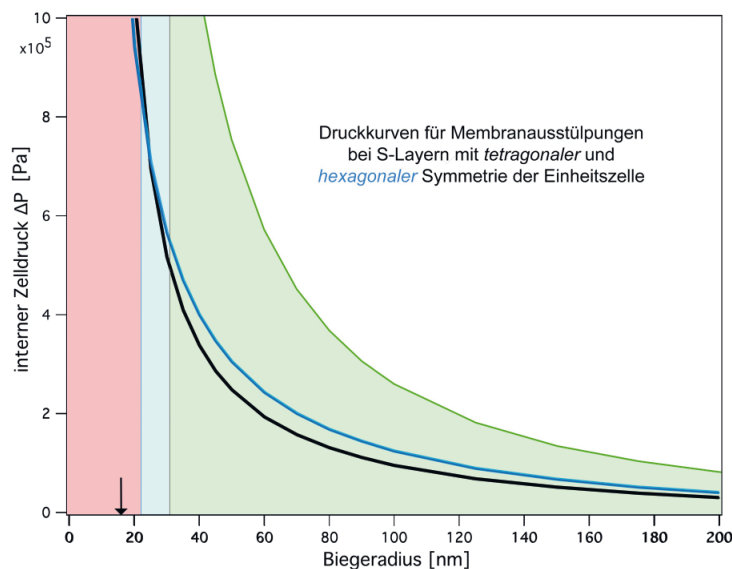


ABB. 3 Druckstabilität der Membran mit S-Layer. Durch Zellinnendruck hervorgerufene Membranausstülpungen von Einheitszellgröße bei S-Layern mit 15 nm Gitterabstand (Pfeil) und p4- oder p6-Symmetrie. Grün kennzeichnet den Stabilitätsbereich der Membran für das p4- und p6-Proteingitter, blau zusätzlich für den p6-S-Layer. Ausbeulungen mit Biegeradien im roten Bereich sind instabil. Die Parameterwahl zur Berechnung gilt für steife Lipidmembranen [4, 6].

standsfähigkeit der Zellmembran liegen im gleichen Bereich von etwa 10^5 bis 10^6 Pa, was dem osmotischen Druck in den meisten Mikroben entspricht [7]. Vergleicht man S-Layer mit tetragonaler und hexagonaler Symmetrie bei gleichem Gitterabstand, so ist das $p6$ -Gitter nicht nur widerstandsfähiger, sondern verleiht der Membran auch Stabilität gegenüber höheren Kräften (Abbildung 3) [4]. Die Symmetrie des Proteingitters, welche man zunächst als reine Spielart der Proteinanordnung ansah, hat also auch funktionellen Einfluss.

Hier zeigt sich, dass das funktionelle Prinzip der Archaeenzellwand nur verständlich wird, wenn der S-Layer im Kontext mit der interagierenden Zellmembran betrachtet wird. Welche physikalischen Wechselwirkungen bakterielle S-Layer und Peptidoglycan oder äußere Membran eingehen, ist bisher kaum untersucht.

Literatur

[1] J. Sun (2022). Nat. Rev. Microbiol. 20, 236–248, <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00638-0>
 [2] H. Engelhardt (2007). J. Struct. Biol. 160, 115–124, <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2007.08.003>

[3] U. B. Sleytr et al. (2014). FEMS Microbiol. Rev. 38, 823–864, <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12063>
 [4] H. Engelhardt (2016). Encyclopedia Life Sci., John Wiley & Sons, Chicester, <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0021936>
 [5] T. A. M. Bharat et al. (2021). Trends Microbiol. 29, 405–415, <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.09.009>
 [6] H. Engelhardt (2007). J. Struct. Biol. 160, 190–199, <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2007.08.004>
 [7] H. Wennerström, M. Oliveberg (2022). QRB Discovery 3, e12, 1–10, <https://doi.org/10.1017/qrd.2022.3>
 [8] J. Mayr et al. (1996) Curr. Biol. 6, 739–749.

Harald Engelhardt, Martinsried



WIE? WO? WAS?

BIOLOGIE STUDIERN

Die online Studienführer des VBIO vermitteln Ihnen den Überblick über die große Vielfalt spannender biowissenschaftlichen Studiengänge. Surfen Sie los!

www.bachelor-bio.de
www.master-bio.de



www.vbio.de

Jetzt informieren!

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

Das MaxLab erleben – zuhause oder vor Ort

Das breite Angebot des Schüler- und Besucherlabors der beiden Max-Planck-Institute für Biochemie und für biologische Intelligenz lässt sich durch einen erweiterten Online-Bereich nun auch mit ein paar Klicks erleben. Egal ob virtuell von zuhause oder aber vor Ort in Martinsried (südwestlich von München): Das MaxLab bietet eine Vielzahl von Kursen, die alle auf aktueller Forschung der benachbarten Max-Planck-Institute basieren, spannende Einblicke in ein modernes Labor geben und dazu auf den Lehrplan abgestimmt sind. Von Schulklassen bis hin zu interessierten Erwachsenen, von der Proteinchemie bis zur Ornithologie – für alle ist etwas dabei!



ABB. 1 Ina Peters wertet mit Schüler/-innen des Tagespraktikums „Was die DNA verrät“ ein Agarosegel aus, um das Geschlecht von Vögeln zu bestimmen. Foto: Marius Bruer.

Stimmengewirr, Lachen, geschäftiges Treiben, konzentrierte Mienen – das beobachten wir bei einem Blick durch das Glasfenster der MaxLab-Tür. Gerade stecken die Schüler/-innen einer 11. Klasse ihre Köpfe über einem Agarose-Gel zusammen. Als Teil des Tagespraktikums „Was die DNA verrät“ versuchen sie so, das Geschlecht von Vögeln zu bestimmen. Heute werden sie nicht nur PCR und Gelelektrophorese selbst durchführen, sondern erfahren, wie diese Methoden in der Verhaltensgenetik und evolutionären Ökologie Einsatz finden. Ein Aha-Erlebnis für viele Schüler/-

innen, wenn der Schulstoff plötzlich mehr als nur Theorie ist!

Die Geburtsstunde des MaxLab schlug 2010, als Dr. Ina Peters die Öffentlichkeitsarbeit der beiden Max-Planck-Institute ergänzte. Seitdem heißt das Schüler- und Besucherlabor als fest etablierte Institution auf dem Campus Martinsried das ganze Jahr über Schulklassen, Lehrkräfte und interessierte Besucher/-innen willkommen.

In den über 15 unterschiedlichen Kursformaten ist für jede Altersstufe etwas dabei. Das Spektrum reicht von Tagespraktika für Schulklassen, Wissenschaftspropädeutischen (W)-

Seminaren und Betriebspraktika bis hin zu Lehrerfortbildungen und Volkshochschulkursen für Erwachsene. Zudem sind im Laufe der Jahre zahlreiche weitere Angebote entstanden wie der bayerische Vorbereitungskurs für die „Bioolympiade“, Kurse am „Girls' & Boys' Day“ oder die Forscherwoche in den Sommerferien für Schüler/-innen der 5.-7. Klasse. So begrüßt das MaxLab jedes Jahr mittlerweile bis zu 1000 Besucher/-innen aus dem In- und Ausland.

Hands-on & echte Fragestellungen

Ein besonderer Schwerpunkt des MaxLab liegt auf Schulklassen der Oberstufe sowie der Förderung von besonders interessierten Schüler/-innen. „Hands-on“, also mitmachen und selbst ausprobieren, ist dabei das Motto, das sich wie ein roter Faden durch alle Kursformate zieht. PCR oder Gelelektrophorese sind nur zwei Beispiele für Themen, die in der Schule theoretisch behandelt werden und denen im MaxLab Leben eingehaucht wird.

Doch damit nicht genug: Das MaxLab hat sich zum Ziel gesetzt, die Forschungsschwerpunkte der beiden benachbarten Institute in den Kursinhalten einzufangen. Deshalb hat jeder Versuch im MaxLab seinen Ursprung oder seine Anwendung in einem Labor „nebenan“. Mit der Gründung des Max-Planck-Instituts für biologische Intelligenz im Jahr 2022 hat das MaxLab sein Angebot thematisch ausgebaut. Das neue Institut ging aus dem Martinsrieder MPI für Neurobiologie und dem MPI für Ornithologie hervor und mit letzterem hielten nun auch Verhaltensökologie und Evolutionsforschung Einzug in die MaxLab-Kurse. Zusammen mit den etablierten Themen wie Biochemie, Neurobiologie und Zellbiologie, decken die Inhalte nun eine enorme Bandbreite der lebenswissenschaftlichen Grundlagenforschung ab. Zudem ist es Ziel der Kurse aufzuzeigen, wie diese völlig unterschiedlichen Bereiche

unweigerlich miteinander verknüpft sind. Das oben erwähnte Praktikum „Was die DNA verrät“ behandelt zum Beispiel, wie Genetik, innerartliche Diversität und Verhalten bei Vögeln zusammenhängen.

„Der direkte Kontakt zu den beiden Max-Planck-Instituten ist ein gro-

ßer Gewinn“, sagt Ina Peters. „Echte Proben, Fragestellungen und Experimente – das vermittelt einen realistischen Einblick in den Wissenschaftsalltag.“ Und es gibt viel zu tun: Denn was sich hinter Grundlagenforschung verbirgt, ist vielen ein Rätsel. „Ich zeige den Besucher/-innen, was

wir an den Instituten machen und warum, wie ein Experiment geplant wird und dass der Weg zu einem Ergebnis oft mühsamste Kleinarbeit bedeutet“, erzählt Ina Peters. Damit leistet sie wichtige Aufklärungsarbeit, um Forschung für Nicht-Wissenschaftler/-innen greifbarer zu machen.

MaxLab goes digital

Dann kam die Corona-Pandemie und rückte diese Ziele auf den ersten Blick in weite Ferne. Gähnende Leere und Stille war das Einzige, was während dieser Zeit im MaxLab zu beobachten war. Doch hinter den Kulissen stand das MaxLab nicht still. Zusammen mit dem Kommunikationsteam der Institute nahm Ina Peters den vorübergehenden Besuchermangel zum Anlass und arbeitete an verschiedenen Online-Formaten. Zunächst entstanden Download-Materialien für Lehrkräfte zu Themen wie CRISPR/Cas oder Modellorganismen. Die Aufgaben eignen sich perfekt für die Gruppenarbeit in der gymnasialen Oberstufe und werden durch Lösungsblätter für Lehrkräfte ergänzt.

Nach und nach kamen zusätzliche digitale Kursformate hinzu. In den angebotenen virtuellen Schulstunden können Klassen zum Beispiel alles zu Gehirnforschung oder Proteomik erfahren, teilweise auch im direkten Austausch mit Wissenschaftler/-innen der Institute. Gespickt mit konkreten Forschungsbeispielen behandeln die Schüler/-innen Methoden, die über den Schulstoff hinausgehen. Besonders beliebt ist das *Online Escape Game* zum Thema PCR. Angelehnt an die bekannten *Escape Rooms*, müssen Schulklassen in einem iktiven Szenario herausfinden, ob gentechnisch veränderte Organismen ins Trinkwasser gelangt sind. Dabei wird nicht nur die Methode PCR vertieft, sondern problemlösendes Denken und Teamfähigkeit geübt.

Der große Vorteil aller Online-Angebote: Das MaxLab ist für alle Lehrkräfte und deren Schüler/-innen aus dem gesamten deutschsprachi-



ABB. 2 Von PCR über Gelelektrophorese bis hin zum Mikroskopieren können Schüler/-innen verschiedene Methoden im MaxLab selbst ausprobieren.

Foto: Axel Griesch.

DIE INSTITUTE HINTER DEM MAXLAB



Foto: Marius Bruer

Das MaxLab befindet sich am Campus Martinsried, im Südwesten von München, in den Gebäuden der beiden Max-Planck-Institute (MPI) für Biochemie und für biologische Intelligenz. Das MPI für Biochemie beschäftigt sich mit der Struktur und Funktion von Proteinen, den Hauptakteuren in allen zellulären Prozessen. Mit rund 750 Mitarbeitenden zählt das Institut zu einem der größten biologisch-medizinisch ausgerichteten Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft. www.biochem.mpg.de

Das Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz entstand 2022 aus dem in Martinsried ansässigen MPI für Neurobiologie und dem MPI für Ornithologie mit Standort Seewiesen. An beiden Standorten wird die Fähigkeit tierischer Organismen erforscht, mit einer ständig verändernden Umwelt umzugehen und immer neue Lösungen für Probleme zu finden. Dies beinhaltet unter anderem die Forschungsbereiche Verhaltensökologie, Evolutionsforschung und Neurowissenschaften. www.bi.mpg.de

BESUCHERINFORMATION

MaxLab

Alle Kurse sind kostenfrei. Für die Kurse vor Ort sowie die virtuelle Schulstunde ist eine Vorab-Anmeldung notwendig.

Weitere Infos, sowie ein Film zum MaxLab finden sich unter:
www.bi.mpg.de/maxlab oder
www.biochem.mpg.de/maxlab

Kontakt: Dr. Ina Peters,
ina.peters@bi.mpg.de

Adresse: Max-Planck-Institute
 für biologische Intelligenz und
 für Biochemie,
 Am Klopferspitz 18,
 82152 Planegg-Martinsried

gen Raum zugänglich. Wo vorher lange Anreisen nötig oder hauptsächlich ortsansässige Schulen zu Gast waren, stehen die Türen des MaxLab nun mit einem Klick für alle offen.

Hands-on neu interpretiert

Sich Einwählen, Zuhören, Mitmachen oder im *Escape Game* mit den Schulkamerad/-innen loslegen – das ist von überall möglich. Das MaxLab-Motto „Hands-on“ ist damit nicht mehr zwingend an Martinried gekoppelt. Auf Grund des großen Erfolgs, ist das Online-Angebot nun fester Bestandteil des MaxLab und wird auch jetzt – nach dem Ende der Corona-Beschränkungen – immer weiter ausgebaut.

Denn egal ob vor Ort oder digital von zuhause, Ansporn bleibt es, junge Menschen zu erreichen und für Grundlagenforschung zu begeistern. So ist das MaxLab stolz darauf, mehr als einmal eine entscheidende Rolle gespielt zu haben, wenn Besucher/-innen später eine naturwissenschaftliche Laufbahn einschlugen. „Für manche Jugendliche ist ein Besuch des MaxLab tatsächlich ein entscheidender Impuls bei der Berufsfindung und zeigt ihnen

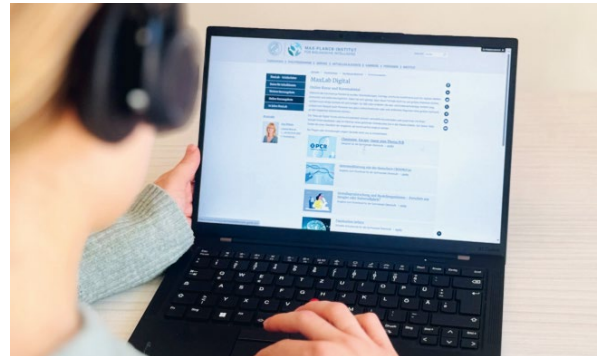


ABB. 3 Verschiedene Online-Formate bieten die Möglichkeit das MaxLab auch von zuhause aus zu erleben.

Foto: Christina Bielmeier.

naturwissenschaftliche Berufswege auf, über die sie vorher noch nie nachgedacht haben“, sagt Ina Peters. „Wenn die Augen bei manchen Schüler/-innen während des MaxLab-Kurses zu leuchten beginnen, dann haben wir alles richtig gemacht!“

Christina Bielmeier, Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz



Verband | Biologie, Biowissenschaften
 & Biomedizin In Deutschland

Berufsfelder Biologie – hier gibt es den Überblick

Der VBIO hat achtzig spannende Porträts von Biowissenschaftlerinnen und Biowissenschaftlern im Beruf zusammengestellt. Berufsfeldübersichten, Kontaktadressen, Tipps und Internet-Links ergänzen die „Perspektiven“.

Perspektiven – Berufsbilder von und für Biologen und Biowissenschaftler

- Herausgegeben vom VBIO
- 11. überarbeitete Auflage, DIN A5, 312 Seiten, ISBN 978-3-9810923-3-2
- 16,80 Euro (inkl. Versand) 15,00 Euro (VBIO-Mitglieder)
- Direktbestellung über info@vbio.de



Weitere Infos:

www.vbio.de/perspektiven

PERSPEKTIVEN BERUFSFELD BIOLOGIE





MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 21

Der Unterlassungseffekt

Fehlentscheidungen sind menschlich. Wir aber lassen in unserer Serie „Management-Fallstricke“ 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?

Das fleißige Projektteam baute bereits den dritten Sommer über an dem großen Bewässerungssystem, das alle so dringend brauchten. Sie waren sogar schneller als ursprünglich angenommen vorangekommen – Welch eine grandiose Leistung! Bär Bruno schraubte gerade ein weiteres Rohr an das Leitungsnetz, als sein Blick auf die große Wildblumenwiese fiel. „Das Rückhaltebecken fehlt!“, fiel ihm auf. Aufgeregt informierte er Projektleiter Erwin Esel. „Ich weiß“, nickte dieser. „Wir wissen alle, dass es benötigt wird. Der Bau wurde aber noch nicht genehmigt, da sich das Entscheidungsgremium noch nicht auf die geeignete Größe einigen konnte.“ „Wir können die Rohre natürlich weiter verlegen, aber ohne das Becken anzuschließen, macht die ganze Anlage doch überhaupt keinen Sinn!“, wusste der schlaue

Bär Bruno. Projektleiter Erwin Esel senkte den Blick und schüttelte seinen Kopf hin und her, so dass seine großen Ohren nur so wackelten. „Ich weiß mir hier auch nicht zu helfen“, gab er zu. „Machen wir am besten erst einmal weiter wie geplant.“

Gesagt, getan. Das Projektteam machte große Fortschritte. Und schon im nächsten Monat waren sie so weit mit dem Verlegen der Rohre fortgeschritten, dass es nun an der Zeit wäre, das Becken anzudocken, um danach die komplette Anlage in Betrieb zu nehmen. Dieses existierte aber immer noch nicht.

Das Team war ratlos. Was sollten sie tun? Bär Bruno legte die Arbeit nieder und wartete ab. Hase Hoppel war verwirrt, warum es nicht weiterging und hoppelte umher, um von jemand anderem eine Information zu bekommen. Hündin

Hannah putzte die noch nicht verbauten Rohre. Ziege Zensi meckerte von früh bis spät. Aber es nutzte nichts.

Die Tage vergingen. „Wann tagt denn das Entscheidungsgremium?“, fragten alle den Esel. „Am Mittwoch“, antwortete er. Und so warteten alle gespannt auf Mittwoch. Bruno Bär war startbereit, Hase Hoppel angespannt, Hündin Hannah neugierig und Ziege Zensi pausierte ihr Meckern. Als der Esel endlich herauskam, knisterte die Luft vor Anspannung. „Wann wird der Bau des Rückhaltebeckens denn nun genehmigt?“, fragten sie einstimmig. Doch anstatt ihnen von der Entscheidung zu berichten, zuckte Esel Erwin nur mit den Schultern. „Vertagt“, war alles, was er zu sagen hatte. Bär Bruno ärgerte sich, dass er überhaupt seine Arbeitshose angezogen hatte. Hase Hoppel war verwirrter als zuvor. Hündin Hannah hatte es sowieso bereits geahnt und putzte weiter die Rohre. Ziege Zensi kam aus dem Meckern gar nicht mehr heraus.

Irgendwann gingen Hündin Hannah die Putzmittel aus. Die Rohre verdreckten jeden Tag mehr, und es war eine Frage der Zeit, bis die Konstruktion den Geist aufgab, bevor sie in Betrieb genommen wurde. Und so kam es, dass die Waldbewohner auch weiterhin ohne Bewässerungssystem auskommen mussten, das Projektteam weiterhin wartete, und das Entscheidungsgremium weiterhin tagte.

Und die Moral von der Geschicht: Vertage wichtige Entscheidungen nicht.

Ihre Andrea Hauk,
andreabauk@gmx.de

FAKTENBOX

Wer die Füße stillhält und Entscheidungen lieber hinauszögert als eine Änderung aktiv zu beeinflussen, dem sei gesagt: Nicht zu handeln birgt genauso Risiken wie aktives Handeln! Vergleichbar mit unterlassener Hilfeleistung, tun Sie Ihren Projekten, Mitarbeitern oder Kunden nichts Gutes, wenn Sie z. B. aus Angst, das Falsche zu tun, lieber erst einmal gar nichts tun. Dies gilt für den überflüssigen Prozess, den sie nicht aufgeben wollen, genauso wie für das Weiterführen einer veralteten Produktlinie. Raus aus der Komfortzone! Trauen Sie sich, Tätigkeiten zu starten, die vielversprechend sind, aber auch Tätigkeiten zu beenden, die keinen Mehrwert bringen. Leiten Sie aktiv den Wechsel ein, anstatt aus Bequemlichkeit oder Angst vor Veränderung Entscheidungen zu vertagen, denn: Keine Entscheidung ist auch eine Entscheidung.