

Alles über mikrobielle Kompartimente erfahren Sie in „Mikroben verstehen“, BiuZ 2/21.

MIKROBEN VERSTEHEN

Mikrobielle Organellen

Kompartimente sind räumlich (dynamisch) abgegrenzte subzelluläre Volumina, Organellen dagegen komplexe subzelluläre Strukturen mit spezifischen Funktionen. Mit diesem Verständnis wird ersichtlich, dass auch Mikrobzellen kompartimentiert sind und Organellen besitzen, denn es müssen dabei nicht unbedingt intrazelluläre Membranen beteiligt sein [1]. Es stellt sich heraus, dass subzelluläre Abgrenzung und Integration verschiedener Makromoleküle und Einzelreaktionen zu komplexen Strukturen generelle biologische Erscheinungen in pro- und eukaryotischen Zellen sind.

Organellen vereinen verschiedene Reaktionen und Makromoleküle zu neuen Funktionseinheiten. Sie zeigen ein morphologisch meist typisches Erscheinungsbild, müssen

aber nach dem erweiterten Organellenbegriff keine vorgegebene Zusammensetzung oder Größe erfüllen (Tabelle). Die Obergrenze wird durch die Zellgröße bestimmt, extrazelluläre Organellenteile können die Ausdehnung des Zellkörpers dabei durchaus überschreiten. Ein prominentes Beispiel ist das Bewegungsorganell von Archaeen und Bakterien, dessen Flagellenfilament wesentlich länger als die Zelle selbst ausfällt. Die minimale Größe und Ausstattung (mikrobieller) Organellen ist bislang unbestimmt. (Für eine kurze Übersicht zum Organellenbegriff siehe [2]).

Vom Enzym zum Organell

Die Grenze zwischen oligomeren Proteinkomplexen, die reine Enzyme darstellen, und Makromolekülaggregaten, die als Organellen aufgefasst werden können, ist unscharf und fließend. Es besteht aber ein gewisser Konsens, Ribosomen als membranfreie Organellen einzuordnen. Sie bestehen aus mehreren Untereinheiten (30S, 50S in Bakterien), diese aus insgesamt drei RNA-Molekülen und über 50 Proteinen sowie funktionell assoziierten Faktoren. Daraus ließen sich Kriterien ableiten, die zur Definition von Organellen dienlich sind (Größe, Molekulargewicht, Zusammensetzung, Genclustergröße, Funktionsumfang, Regulation).

So ist eine Komponente der Glykolysekette, z. B. die Hexokinase, begrifflich nur ein Enzym. Ein Aggregat (fast) aller Komponenten wäre aber wohl als Organell anzusehen.

Eine Übergangsform stellt der Pyruvat-Dehydrogenase-Komplex dar, in dem drei verschiedene Enzyme zu einem geordneten, aus 60 (in Bacilli und Eukaryoten aus ≥ 102) Proteinkomplexen bestehenden Superkomplex vereint sind [3]. Die Polyketidsynthese in Streptomyceten und anderen Antibiotika produzierenden, immobilen Bakterien vollzieht sich in einem komplizierten Ablauf zahlreicher Reaktionen und wird von verschiedenen, aneinander gekoppelten Enzymkomplexen (Modulen) geleistet [4]. Die Struktur des kompletten Aggregats ist noch nicht aufgeklärt, bislang kennt man die Struktur einzelner Module. Die räumliche Kombination vieler, geordnet ablaufender Reaktionsschritte weist das multimodulare Enzymaggregat zumindest auf der Schwelle zum mikrobiellen Organell aus. Es hat sich in der Literatur eingebürgert, solche und ähnliche multifunktionellen Makromolekülkomplexe auch als „molekulare Maschinen“ zu bezeichnen. Sie charakterisieren möglicherweise den Grenzbereich zu Organellen; dies soll hier aber nicht weiter vertieft werden. Letztlich kommt es auch nicht auf die Bezeichnung und die damit verbundene Konsequenz an, ob Mikroben nun mehr oder weniger Organellen aufzuweisen haben, sondern auf die auch bei Prokaryoten wirkende evolutionäre Tendenz, Enzyme eines Reaktionskomplexes lokal und organisatorisch zu bündeln, dadurch die Effizienz der Gesamtfunktion zu steigern und gegebenenfalls auch durch Kompartimentierung abzusondern, wie es z. B. bei Carboxysomen, den Organellen CO_2 -fixierender Mikroben, verwirklicht ist (Tabelle).

Vom Organell zu neuen Funktionen

Aus verschiedenen, z. T. aus zahlreichen, Komponenten zusammengesetzte Organellen zeigen mitunter neue Eigenschaften, die über die einfache Summe der Funktionen ihrer Bestandteile hinausgehen. Dies trifft u. a. für das mikrobielle

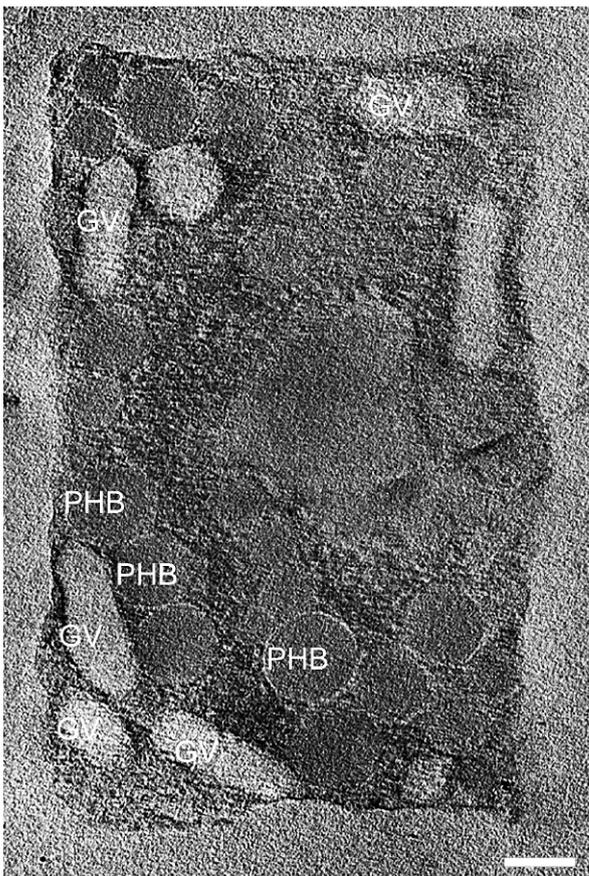


ABB. 1 Blick in einen Zellausschnitt des Archaeons *Haloquadratum walsbyi* mittels Kryoelektronentomographie. Einige der Zellorganellen sind markiert: die von einer Proteinschicht umgebenen Polyhydroxybutyrat-Speicherpartikel (PHB) und die mit Umgebungsgas gefüllten Gasvesikel (GV). Der Maßstab entspricht 0,2 μm .
Abbildung geändert aus Zenke et al. (2015), <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2015.00249>, gemäß CC-BY 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

TAB 1. BEISPIELE FÜR MIKROBIELLE KOMPARTIMENTE UND ORGANELLEN

Kompartimente/Organellen	morphologische Eigenschaften	funktionelle Eigenschaften	Vorkommen/Beispiele
Mit Beteiligung von Lipidmembranen			
Cytoplasma	Begrenzung: innere Membran	multifunktionell	ubiquitär (alle Mikroben)
periplasmatischer Raum	Begrenzung: innere Membran und äußere Membran oder Peptidoglycan oder S-Layer	multifunktionell	ubiquitär
Zellmembranen	Kompartiment für Membranproteine	multifunktionell (spezifische Funktion)	ubiquitär (alle Mikroben) (Phototrophe / Nitratbakterien)
Lipidrafts	zweidimensional begrenzte Membranareale	Trennung verschiedener Membranproteine	ubiquitär (?) <i>E. coli</i> / <i>B. subtilis</i>
Magnetosomen	Membranvesikel Vesikelkette	Magnetitbildung zur Magnetfeldsensorik	magnetotaktische Proteobakterien
Acidocalcisomen	Membranvesikel	Ca ²⁺ /Polyphosph.-Speicher	verbreitet
Vakuolen	Membranvesikel	Nitratspeicherung	<i>Thiomargarita namibiense</i> <i>Thioploca</i> , <i>Beggiatoa</i>
Thylakoide und Chromatophoren	Membransystem Membranvesikel	Photosynthesemembranen	phototrophe Bakterien (<i>Rhodospirillales</i>)
Membranstapel	Membransystem	Stickstoffoxidation	Nitrobakterien
Extrazelluläre Vesikel	Lipidvesikel	externer Speicher	Streptomyceten, (verbreitet)
Chlorosomen	Proteinaggregate (Galacto-Lipidschicht)	Photosynthese	<i>Chloroflexaceae</i> , <i>Chlorobiaceae</i>
Ohne Beteiligung von Lipidmembranen			
Carboxysomen	Proteinvesikel	Carboanhydrase, Rubisco CO ₂ -Fixierung	autotrophe Bakterien
Metabolosomen	Proteinvesikel	metabolische Enzyme	verbreitet
Encapsuline	Proteinvesikel (Icosaeder)	Speicher für Fe II & Metalle / Enzyme	verbreitet
Ferritin	Proteinvesikel (Icosaeder)	Speicher für Fe II	verbreitet
Gasvesikel	gasgefüllte Proteinvesikel	Auftriebshilfe, Dichteregulation	verschiedene Mikroben Haloarchaea, Cyanobakterien
Phycobilisomen	Proteinaggregate	Photosynthese	Cyanobakterien
Chemorezeptorencluster	Proteinaggregate	Chemosensorik (Stoffwechselregulation)	bewegliche Mikroben
Cytoskelettsysteme	Proteinfilamente	Formgebung, Zellteilung Bewegung	ubiquitär
Flagellenapparat der Bakterien	Multiproteinkomplex	Drehmotor und Filament zelluläre Fortbewegung	schwimmende Bakterien
Flagellenapparat der Archaeen (Archaeellen)	Multiproteinkomplex	Drehmotor und Filament zelluläre Fortbewegung	schwimmende Archaeen
Pilus-Apparat	Multiproteinkomplex	Auf- und Abbau von Pili zelluläre Fortbewegung zelluläre Anheftung	zahlreiche Mikrobenarten gleitende Bakterien Bakterien und Archaeen
Ribosomen	Multiprotein-RNA-Komplex	Proteinsynthese	ubiquitär
Polyketid-Synthase	Multienzymkomplex	multikatalytische Polyketidsynthese	Actino- / Streptomyceten Myxobakterien
Nukleoid	(kompaktes) DNA-Aggregat	Chromosomen (Kernäquivalent)	ubiquitär
PHB-Speicherpartikel	Granula (proteinumgeben)	Kohlenstoffspeicherung	verbreitet
Phosphat-Speicherpartikel	Granula	Phosphatspeicherung	verbreitet
Schwefel-Speicherpartikel	Granula	Schwefelspeicherung	anaerobe phototrophe Bakterien (<i>Chromatiaceae</i>)
Nanokompartimente / „makromolekulare Maschinen“			
Proteasomen, Peptidasen	selbstkompartimentierend	Proteasekomplexe	Archaeen / Bakterien
Chaperonine	selbstkompartimentierend	Faltungsenzym	Archaeen / Bakterien (GroEL/ES, Thermosom)
Lumazinsynthase	Enzymkomplex	Riboflavinsynthese	verbreitet
Pyruvat-Dehydrogenase-Komplex	Multienzymkomplex	Funktionskomplex der Glykolyse	verbreitet

Magnetosomenorganell, das Chemorezeptorensystem und für die verschiedenen Bewegungsapparate zu (Tabelle). Die Beispiele sind hier kurz dargestellt.

Das Magnetosomenorganell magnetotaktischer Bakterien wird durch ein Gencluster mit mehr als 30 Genen kodiert. Die funktionelle Kernstruktur bilden Magnetosomen – Lipidvesikel, die jeweils einen Magnetit-Nanokristall enthalten. Ein bis mehrere dutzend Magnetosomen sind an Cytoskelettfilamenten parallel zur Zellachse aufgereiht und bilden so eine Art Magnethaken. Sie richtet die Bakterienzelle am Erdmagnetfeld aus und ermöglicht eine gezielte und effiziente Bewegung entlang der Feldlinien. Diesen Effekt könnten ein einzelnes Magnetosom oder ein ungeordnetes Cluster nicht hervorrufen [5].

Ein typischer Chemorezeptorbaustein besteht aus einem Trimer dimerer Proteinmoleküle, die an der Außenseite der Zellmembran eine spezifische Bindungsstelle für organische Moleküle besitzen (Zucker, Aminosäuren u. a.), eine Transmembranregion aufweisen und an dem langen cytoplasmatischen Molekülteil verschiedene Proteine assoziieren, die zur Clusterbildung und intrazellulären Signaltransduktion dienen. Bindet ein Ligand an den Rezeptor, so erfolgt eine Konformationsänderung, die im cytoplasmatischen Teil die Signalwirkung initialisiert, insbesondere aber erst im Verbund aus hunderten bis tausenden Rezeptoren zur Integration verschiedener Signale (chemischer und physikalischer) sowie zur Verstärkung der Signalwirkung führt [6].

Mikroben haben mehrere Bewegungsmechanismen entwickelt, die zum Teil kombiniert oder unabhängig voneinander in verschiedenen Arten vorkommen. Das bekannteste Bewegungsorganell ist der bakterielle Flagellenapparat [7], der aus drei funktionellen Systemen besteht: dem Flagellenmotor, der eine Rotation generiert und durch Signalmoleküle des Chemorezeptorensystems

gesteuert werden kann, einem Proteinexportsystem, das Flagellinproteine nach außen transportiert, und dem aus ihnen aufgebauten Flagellenfilament, welches an den Motor gekoppelt ist und dadurch das Flagellum und in der Konsequenz die Zelle durch das Wasser schraubt. Ein analoger, aber vollkommen anders strukturierter, rotierender Bewegungskomplex entstand in Archaeen [8]. Von den weiteren bakteriellen Fortbewegungsorganellen, darunter solchen mit Beteiligung von Cytoskelettfilamenten [9], ist das verbreitete Pilusystem zur Gleitbewegung auf Oberflächen derzeit am besten untersucht [10].

Spezielle und generelle Organellen

Nicht alle Organellen sind in allen Mikroben präsent; eine Reihe stellen spezialisierte Entwicklungen dar und spiegeln die unterschiedlichen Lebensweisen und phylogenetischen Verbindungen der Mikroben wider. Neben den unabhängig voneinander entstandenen Bewegungsapparaten kommen auch ganz unterschiedliche Photosyntheseorganellen in phototrophen Bakterien vor (Chlorosomen, Phycobilisomen, verschiedene Membransysteme). Carboxysomen finden wir in phototrophen und nicht-phototrophen CO₂-Fixierern, Chemorezeptorcluster in beweglichen Mikroben, die Polyketidsynthese-Organellen in den immobilisierenden Actino- und Streptomyceten sowie in Myxobakterien mit ihren äußerst komplexen Lebenszyklen [11] und Magnetosomen nur in Proteobakterien [12] (Tabelle). Zu generellen (Bestandteilen von) Organellen zählen die verschiedenen Cytoskelettsysteme. Alle Cytoskelettproteine der Eukaryoten sind bereits in Mikroben vertreten und üben in variablen Formen zahlreiche Funktionen unter anderem bei der Formgebung und Zellteilung aus [13]. Auch ein Cytoskelett ist somit kein Alleinstellungsmerkmal eukaryotischer Zellen.

Es bleibt festzuhalten, dass Mikroben – entgegen häufiger Darstellungen – ebenso wie Eukaryotenzellen räumlich untergliedert (kompartimentiert) und durch Organellen funktionell organisiert sind [1]. Unterschiede liegen in der Erscheinungsform und im Aufgabenumfang, nicht im biologischen Prinzip.

Literatur

- [1] H. Engelhardt (2021). Mikrobielle Kompartimente. *Biologie in unserer Zeit* 51, 192–193.
- [2] Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Organell> (7.7.2021)
- [3] O. Byron, J. G. Lindsay (2017). The pyruvate dehydrogenase complex and related assemblies in health and disease. In: J.R. Harris, J. Marles-Wright (Eds.), *Macromolecular Protein Complexes*. *Subcellular Biochemistry* 83, 523–550.
- [4] S. Dutta et al. (2014). Structure of a modular polyketide synthase. *Nature* 510, 512–517.
- [5] M. Schüler, D. Schüler (2021). Ein Mikroorganismus mit Magnetsinn. *Biologie in unserer Zeit* 51, 74–81.
- [6] W. Yang, A. Briegel (2020). Diversity of bacterial chemosensory arrays. *Trends Microbiol.* 28, 68–80.
- [7] S. Nakamura, T. Minamino (2019). Flagella-driven motility of bacteria. *Biomolecules* 9, doi:10.3390/biom9070279.
- [8] S. Albers, K. F. Jarrell (2018). Trends Microbiol. The Archaeum: An update on the unique archaeal motility structure. *Trends Microbiol.* 26, 351–362.
- [9] J. Kürner, W. Baumeister (2006). Cryo-electron tomography reveals the architecture of a bacterial cytoskeleton. In: J. M. Schively (Ed.) *Complex Intracellular Structures in Prokaryotes*. Springer, Berlin, 313–318.
- [10] A. Treuner-Lange, L. Søgaard-Andersen (2017). Bislang stärkster molekularer Motor zieht Bakterien über Oberflächen. *Biospektrum* 23, 130–134.
- [11] C. Volz et al. (2020). Leben und Überleben im Boden. *Biologie in unserer Zeit* 50, 424–432.
- [12] R. Uebe, D. Schüler (2016). Magnetosome biogenesis in magnetotactic bacteria. *Nat. Rev. Microbiol.* 14, 621–637.
- [13] J. Löwe, L.A. Amos (Eds) (2017). *Prokaryotic Cytoskeletons*. *Subcellular Biochemistry*, Vol. 84, Springer Intl. Publ.

Harald Engelhardt,
Martinsried

ORNITHOLOGIE

Vogelarten im Porträt

Vögel führen nicht nur ein spannendes Leben. Viele sehen für den menschlichen Beobachter (und vielleicht auch für die Vögel selbst) schön aus. Wer Freude an guten Vogelillustrationen hat, kommt in diesem Buch mit über 100 Zeichnungen des Schweizer Naturmalers Léo-Paul Robert (1851–1923) auf seine Kosten. Die detailgenauen Illustrationen zeigen Vögel in ihrer natürlichen Umgebung in charakteristischer Haltung und Verhaltensweise und sind darüber hinaus eine Augenweide. Werk und Leben von Robert werden von Bernadette Walter, der Direktorin und Kuratorin Kunst/Sammlung Robert, in einem eigenen Kapitel gewürdigt. Die sachkundigen Autoren haben 100 Vogelarten Mitteleuropas ausgewählt, für die gute Farbillustrationen vorlagen. Diese Arten werden in informativen Texten vorgestellt, die regelmäßig durch persönliche Anekdoten oder aktuelle Informationen zu Bestand, Gefährdung und Schutz bereichert wurden. Das Buch schließt mit einer kurzen Einführung in die Kunst des Vogelbeobachtens für alle Leser, die nach Lektüre des Buches den Wunsch verspüren, einmal selbst die Schönheit der Vögel in der Natur zu beäugen. Die Autoren haben versucht, ihre Texte „geschlechtergerecht“ zu gestalten. Sie verzichten auf die in der Biologie übliche Bezeichnung Männchen und Weibchen und reden, wenn überhaupt, dann von einem männlichen oder weiblichen Vogel oder Vogelmann bzw. Vogelfrau. Lesbarer wurden die Texte dadurch aber nicht unbedingt. Dieses Coffee Table Buch weckt das Interesse an der Schönheit und am Beobachten der Vögel und ist daher für jeden Vogel- und Naturfreund eine bereichernde Lektüre.

Michael Wink, Heidelberg

Federkleid & Flügelschlag.

100 Vogelarten im Porträt mit Illustrationen aus der Sammlung Robert. Thomas Griesohn-Pflieder und Iris Lichtenberg, Haupt Verlag, Bern, 2020, 216 S., 38,00 €. ISBN 978-3-258-08204-2.

INSEKTEN

Fliegende Edelsteine

Goldwespen zählen mit ihren bunten, irisierenden Farben zu den attraktivsten Insekten und sind auch aufgrund ihrer schmarotzenden Lebensweise ökologisch und verhaltensbiologisch äußerst interessant. Bislang war es jedoch wenigen Spezialisten vorbehalten, sich mit Hilfe von Spezialliteratur und Bestimmungsschlüsseln den „fliegenden Edelsteinen“ näher zu widmen. Das ändert sich nun mit diesem eindrucksvollen Werk, das alle in Mitteleuropa heimischen Arten porträtiert. Es ist nahezu unglaublich, dass es Heinz Wiesbauer gelungen ist, über 200 verschiedene Goldwespen in einzigartigen Makrofotos zu dokumentieren. Dabei sind nicht nur die Merkmale bestmöglich zu erkennen, sondern in vielen Fällen werden dadurch auch faszinierende Einblicke in das Verhalten und die Lebensräume der einzelnen Arten vermittelt. Das zeigen schon die einleitenden Kapitel, die der Biologie dieser eigentümlichen Hautflügler gewidmet sind: So legt z. B. *Pseudomalus auratus* Eier in Blattlausnymphen ab. Die Blattläuse dienen als „Trojanische Pferde“, denn sie werden von Grabwespen der Gattungen *Pemphredon* und *Passaloecus* als Larvenproviant in ihre Nester eingetragen – wo sich dann die schlüpfende Goldwespenlarve über den Blattlausvorrat hermachen und den Grabwespen nachwuchs gleich mit verspeisen kann. Andere Goldwespenlarven wachsen als typische Parasitoide heran, zum Beispiel *Chrysis interjecta* in der Nistzelle der Zwergwollbiene (*Anthidium nanum*). Die Goldwespenlarve saugt so lange relativ unschädlich an der Wollbienen-

larve, bis diese ihren Puppenkokon gesponnen hat und ihr dann zum Opfer fällt – die Fotos im Buch zeigen eindrucksvoll, wie die Goldwespe im Bienenkokon ihre Entwicklung vollendet. An anderer Stelle wird man Zeuge, wie die hübsche *Chrysuria cuprea* gerade den Nistplatz der Zweifarbigen Schneckenhaus-Mauerbiene (*Osmia bicolor*) inspiziert. Die Bestimmung von Goldwespen ist nicht immer einfach und gelingt manchmal nur durch genauere Untersuchung präparierter Tiere, aber die detailreichen Aufnahmen und ein Bestimmungsschlüssel am Ende, der bis zu Artgruppen führt, schaffen in jedem Fall einen idealen Zugang. In den Artkapiteln selbst sind alle verfügbaren Informationen über Kennzeichen, Wirte, Lebensräume und Flugzeit zusammengetragen. Dass auch Goldwespen unter einem dramatischen Rückgang leiden und sich in Deutschland bereits die Hälfte aller Arten in der Roten Liste wiederfinden, liegt ganz wesentlich am Verlust der Lebensräume, zu denen Löss- und Lehmwände, Sanddünen, Lesesteinhäufen und totholzreiche Waldränder zählen. Hier finden Goldwespen nicht nur sonnige, warme Strukturen vor, sondern hier liegen vor allem die Nistplätze ihrer Wirte, häufig Wildbienen, Grab- oder Lehmwespen, die sehr oft selbst stark gefährdet sind. Die Autoren zeigen auf, was getan werden muss, um Goldwespen zu schützen. Dieses außergewöhnliche Buch kann entscheidend dazu beitragen, Fürsprecher für die fliegenden Edelsteine und damit auch für ihre Wirtsarten und deren Lebensräume zu gewinnen. Es sollte in keiner Insekten-Bibliothek fehlen.

Hannes Petrischak,
Heinz Sielmann Stiftung,
Wustermark

Die Goldwespen Mitteleuropas.

Heinz Wiesbauer, Paolo Rosa, Herbert Zettel, Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 2020, 256 S., 45,00 €, ISBN 978-3-8186-1149-1.



EVOLUTION

Ist Darwin überholt?



„Die klassische Evolutionstheorie ist unvollständig [...] Auf viele Fragen bietet sie keine Erklärung“, so beginnt die Kurzcharakterisierung auf der Rückseite dieses provokativen Buches. Auf der Vorderseite streckt eine Hand sechs Finger aus. Über die Polydactylie hat Axel Lange, der Verfasser, geforscht. Seltsamerweise führte ihn (auch) dies zu der Überzeugung, dass Variation, Rekombination und Selektion nicht ausreichen, den Mechanismus der Evolution zu erklären. Sie stabilisieren lediglich einen Zustand. Änderungen und Fortschritte bringen erworbene Eigenschaften zustande. Sie lesen richtig: erworbene! Heißt dies Wiederauferstehung des Lamarckismus? Darwin hatte diesem die natürliche Selektion entgegengesetzt. Zu den Mechanismen der Vererbung hatte er da kaum mehr als nebulöse Ahnungen. Und wir? Was ist aus „den Genen“ geworden? Das „Ein-Gen-ein-Enzym“-Konzept lässt sich längst nicht mehr halten. Gene stellen kein Computerprogramm dar, von dem die Bauanleitung für den Organismus abgelesen und umgesetzt wird. Der Organismus schaltet Gene ab, wenn kein Bedarf für ihr Produkt besteht. Moment: Wer schaltet? Doch (wieder) ein Homunculus, der unerkannt im Verborgenen steuert und entscheidet? Ein „Organisator“ im Sinne von Hans Spemann, der 1923 den Nobelpreis für Medizin für seine entwicklungsbiologischen Entdeckungen erhielt? Nein, bei Axel Lange ist es ein noch vageres Phänomen, das in der Ontogenese schaltet und waltet – die Umwelt. Was das sein soll, bleibt offen. Zur „Umwelt“ werden die für den betreffenden Organismus relevanten Faktoren der Außenwelt. Also Lamarcks „Um zu...“! Die werdende Giraffe streckt und reckt den Hals, weil sie immer höher hinauf

will zu den Akazienblättern. So direkt und einfach ist jedoch nicht gemeint, was Axel Lange als die neue Lösung anbietet. Seine diesbezüglichen Formulierungen sind nicht gerade leicht nachzuvollziehen, „fordert doch die Theorie der Nischenkonstruktion, ein komplexes Ursache-Wirkungsnetzwerk zu verstehen, in dem es gerade keinen durchgängigen genzentristischen Ursache-Wirkungsverlauf für die Adaptation gibt.“ In Ordnung, kompliziert genug. Aber was wechselwirkt da? Für eine Umwelt, die (fast) alles beeinflusst und bestimmt, hätte sich der Marxismus, der den neuen Menschen schaffen wollte, seinerzeit begeistern lassen. Gefährlich nahe gerät so eine Argumentation an den „nurture“-Rand in der „nature-nurture“-Betrachtung. Oder auch hin zu einer Fernsteuerung à la Intelligent Design.

Axel Lange promovierte in Evolutionsbiologie an der Universität Wien. Sein Buch, 400 Seiten stark, ist keine journalistische Zusammenfassung abweicherlicher Sichtweisen, die sich, wie so oft schon geschehen, an Darwin reiben und dann doch wieder scheitern. Er argumentiert, genau genommen, auch nicht gegen Darwin, wie der Untertitel vermuten lässt. Sein Gegner ist die ‚New Synthesis‘ der Populationsgenetiker, in der mit der Entdeckung der Doppelhelix „das Gen“ zentrales Dogma geworden war. Am schärfsten brachte dies Richard Dawkins im „Egoistischen Gen“ auf den Punkt. Die stärksten Gegenargumente kamen aus der evolutionären Entwicklungsbiologie, für die sich die Kurzform EvoDevo eingebürgert hat. Die von Axel Lange gewählten Beispiele sind nicht neu und keineswegs unumstritten. Tatsächlich passiert viel während der Ontogenese und nicht nur Schädliches. Doch dass Gene während der Entwicklung an- und abgeschaltet werden, erklärt nicht, warum das wann und wo geschieht. Es bleibt das nach wie vor reichlich unverstandene Kernproblem, wie aus

einem diffusen genetischen „Programm“ ein komplexer, voll funktionsfähiger Organismus entsteht. Das Genom ist keine Blaupause für dessen Aufbau. Je genauer wir die Sequenzen ablesen können, desto diffuser wird die Vorstellung von den Genen. Die Computer-Analogie erfüllte bei weitem nicht, was man sich von ihr im Überschwang der Begeisterung vor einem halben Jahrhundert versprochen hatte. Aber bietet die von Axel Lange favorisierte „Umwelt“ eine überzeugendere Lösung? Die Dauerhaftigkeit erworbener Eigenschaften wird mit ihrer bloßen Nachweisbarkeit über einige Generationen nicht hinlänglich als Evolutionsmechanismus bewiesen. Bei der Anwendung auf den Menschen verschwindet sie in der Grauzone zwischen tradiert und vererbt. Liegt die von Axel Lange beklagte Unvollständigkeit der ‚Neuen Synthese‘ also vornehmlich in ihrer Randunschärfe? Das wäre zu wenig. Denn er strebt mit diesem Buch eine umfassende Begründung für die EES an, die „Erweiterte Synthese der Evolutionstheorie“ (*Extended Evolutionary Synthesis*). Doch die Erweiterung schließt die alte *New Synthesis* vollinhaltlich mit ein. So gerät das Buch letztlich gar nicht so ikonoklastisch. Lamarck ist nicht wiederauferstanden, sondern allenfalls ein wenig reanimiert. Das zentrale Manko liegt nach wie vor in der unzureichenden Kenntnis des Stoffwechsels und wie die „Genetik“ mit diesem wechselwirkt. Die EES ist ein heuristisches Konzept. Ihre Bedeutung für unser Verständnis der Evolution sollte auf kompetentem Fachniveau gründlich diskutiert werden. Der VBIO wäre ein bestens geeignetes Forum hierfür.

Josef Reichholf,
München

Evolutionstheorie im Wandel.

Ist Darwin überholt? Axel Lange, Springer Verlag Deutschland, Heidelberg, 2020, 430 Seiten, € 39,99. ISBN 978-3-662-60914-9.

MEDIZIN

Einzug der Wissenschaft



Wer beim Lesen des Titels eine eher langweilige Aufzählung von medizinischen Entdeckungen erwartet, wird angenehm überrascht. Zwar stehen

die Entwicklungen des medizinischen Wissens und der praktischen, klinischen Anwendung im Mittelpunkt, aber all dies ist eingebettet in eine Beschreibung der rasanten politischen und technischen Entwicklungen und der sozialen Rahmenbedingungen, die eine wissenschaftliche Medizin erst möglich machten.

Der gewählte Zeitraum vom 1840 bis 1914, dem Beginn des Ersten Weltkriegs, ist bestimmt durch neue Entwicklungen auf vielen Gebieten und gilt als eine fortschrittsgläubige Epoche. Ob Elektrizität, Telegraph und Telefon, Fotografie und Film, Eisenbahn und Automobil – auf allen Gebieten, die den Alltag deutlich verändern sollten, waren große technische Veränderungen zu beobachten. Die Möglichkeit, weitere Reisen einigermaßen komfortabel zu machen und die schnelle Kommunikation durch die damals neuen Medien stellen den Beginn der heute herrschenden Globalisierung dar. Auch dadurch konnte sich technisches und medizinisches Fachwissen sehr schnell über Ländergrenzen hinweg verbreiten. Ein Ausdruck davon war die erste Weltausstellung, die 1851 in London stattfand. Fast 100 Länder zeigten hier die neuesten Maschinen, Rohstoffe oder handwerklichen Erzeugnisse.

Auch die Medizin veränderte sich maßgeblich. Vor allem auf dem Gebiet der Anästhesie und Infektiologie gab es Neuentwicklungen, die die Arbeit von Ärzten weitreichend beeinflussten und die Patientenversorgung

revolutionierten. Waren früher operative Eingriffe nur ohne Narkose möglich und für die Patienten mit sehr großen Schmerzen verbunden, so konnten jetzt Eingriffe geplant und weitgehend schmerzfrei durchgeführt werden. William Morton, ein Zahnarzt, der sich mit der Möglichkeit der Narkose durch Inhalieren von Äther beschäftigte, wandte sich an den leitenden Chirurgen John Collins Warren am Massachusetts General Hospital in Boston, um seine Entdeckung demonstrieren zu dürfen. Am 16. Oktober 1846 fand die erste Operation vor Ärzten und Medizinstudenten der Harvard University statt. Obwohl die Zuschauer äußert skeptisch waren, war der Erfolg überragend und veränderte ab diesem Tag die Welt der Chirurgen. Die Anwendungen von Chloroform in der Geburtshilfe wurden ebenfalls zunächst eher negativ beurteilt, durch ihre Befürwortung von Queen Victoria von England wurde sie jedoch schnell üblich. Für die oft sehr schmerzhaften Eingriffe am Auge entdeckte Carl Koller das Kokain als Lokalanästhetikum; eine Idee, auf die er durch Diskussionen mit Sigmund Freud gekommen war. Freud sollte jedoch auf einem ganz anderen Gebiet, der Psychoanalyse, zu Weltruhm gelangen.

Eng verbunden mit Problemen von chirurgischen Eingriffen waren die der Krankenhaushygiene. Ignaz Philipp Semmelweis beschäftigte sich mit den Ursachen der Mütter- und Säuglingssterblichkeit, die bis in die 1840er Jahre sehr hoch gewesen war. Semmelweis erkannte, dass die Patientinnen durch mangelhafte bzw. nicht-existierende Hygiene am Kindbettfieber erkrankten. Nach der Einführung von relativ einfachen hygienischen Maßnahmen, die uns heute selbstverständlich erscheinen, wie Desinfizieren und Händewaschen, nahm die Zahl der Todesfälle deutlich ab.

Ein Anknüpfungspunkt zu unseren modernen Problemen wie die Ausbreitung des Coronavirus bietet die Beschreibung der früheren Cho-

lera- und Pocken-Epidemien in Europa. Auch Tuberkulose und Diphtherie waren Krankheiten, gegen die die herkömmliche Medizin nur wenig ausrichten konnte. Die Ursachenforschung ist mit Namen wie Emil von Behring, Louis Pasteur oder Robert Koch verknüpft, deren wissenschaftliche Arbeiten die Grundlage für das Erkennen und Behandeln infektiöser Krankheiten bildeten. Daraus entstand auch die Idee des Impfens gegen verschiedene Erreger, eine Anwendung, die uns heute die Möglichkeiten gibt, gegen viele Krankheiten immun zu werden.

Roland Gerste schildert noch viele weitere wissenschaftliche Ergebnisse und Entwicklungen wie beispielsweise die Möglichkeit, Bilder vom Körperinneren zu erhalten. Wilhelm Conrad Röntgen arbeitete als Physiker nicht in erster Linie an medizinischen Problemen; seine Entdeckung der Röntgenstrahlen fand jedoch rasch Einzug in die Medizin. Dies alles illustriert, wie sehr unser heutiges Alltagsleben auf der Arbeit von Medizinerinnen und anderen Wissenschaftlern des 19. Jahrhunderts beruht. Diese Entwicklungen gaben ihrer Epoche einen starken Glauben an eine Zukunft, deren Probleme nun beherrschbar erschienen, was sich jedoch angesichts des bevorstehenden Ersten Weltkriegs als Irrtum herausstellen sollte.

Es macht Spaß, dieses Buch zu lesen, das flüssig und kurzweilig geschrieben ist. Vieles weiß man, aber der Autor versteht es, viele Details der medizinischen Grundlagen in den größeren Zusammenhang von Gesellschaft und Politik einzubinden. So erhält man ein lesenswertes Bild einer Epoche, die von Krankheiten und Epidemien wesentlich deutlicher geprägt war als unsere Zeit.

Wolfgang Skrandies, Gießen

Die Heilung der Welt.

Das Goldene Zeitalter der Medizin 1840-1914. Ronald D. Gerste, Klett-Cotta Verlag, Stuttgart, 2021, 400 S., 24,00 €, ISBN 978-3-608984-09-5.

AUSSERSCHULISCHE LERNOORTE

Eintauchen in die Welt des Jurameeres im Urweltmuseum Hauff

Einmal selbst nach einem Saurier graben oder schneckenartige Ammoniten freilegen? In Holzmaden ist dies möglich. Das dort ansässige Urweltmuseum Hauff ermöglicht mit seinen einzigartig gut erhaltenen rund 400 Funden, unter denen sich auch weltberühmte Versteinerungen befinden, vielseitige Einblicke in die Tierwelt der Jurazeit und in die Arbeit eines Paläontologen.

In dem größten privaten Naturkundemuseum Deutschlands – zwischen Ulm und Stuttgart gelegen – wird die Zeit vor 180 Millionen Jahren auf 1000 qm Ausstellungsfläche für Groß und Klein erlebbar. Junge Besucher ab fünf Jahren können sich unter der fachkundigen Begleitung von „Dino“, einem cleveren Jugendlichen, mit dem Audioguide auf eine 25-minütige Erkundungstour durch das Museum begeben. Ein anspruchsvolles Museumsquiz lädt Schüler von 10 bis 15 Jahren ein, ihr Wissen spielerisch zu testen. Rolf Bernhard Hauff, der das Museum zusammen mit seinen Kindern bereits in der dritten Generation leitet, möchte alle Museumsbesucher mit seiner Museumsdidaktik erreichen, „den Dreijährigen genauso wie den 80-jährigen Besucher“. Aus diesem Grund findet der am Thema tiefer interessierte Betrachter sowohl klassische,

bebilderte Texttafeln wie auch interaktive Computerstationen mit einer geologischen Uhr und der Animation, wie die Alb entstanden ist, sowie Filmbeiträge und zahlreiche computergestützte Informationen. Für die kleineren Besucher gibt es Tieranimationen und lebensgroße Nachbildungen der urzeitlichen Meeresbewohner. Daneben zeigt das Museum unterschiedliche Sauriermodelle, den idealisierten Schichtaufbau des für die Schwäbische Alb typischen mittleren Teils des Posidonienschiefers mit beeindruckenden 16 Meter Länge und fünf Meter Höhe im Maßstab 1:1.

Da Hauff die Verbindung zwischen Theorie und aktivem Begreifen wichtig ist, besteht eine Kooperation mit dem rund 2,5 Kilometer entfernten Steinbruch Kromer. Dieser ist zu Fuß oder mit dem Auto erreichbar. Hier kann gegen einen kleinen Eintritt und

eine Leihgebühr für das Werkzeug nach Herzenslust mit Hammer und Meißel geklopft werden.

Hauff möchte mit dem Urweltmuseum die „sterilen Fossilien lebendig machen und eine Vorstellung davon vermitteln, wie sie gelebt haben“. Um dies zu ermöglichen, ergänzen maßstabsgetreue Modelle und Bilder die ausgestellten Fossilien. „Fossilien selbst reichen heute nicht mehr aus, um die Spannungserwartungen der Besucher zu erfüllen. Somit müssen sie inszeniert werden“, so der Museumsleiter. Dies allerdings ohne dabei medialer Reizüberflutung, mit der sich viele Kinder heute nach Ansicht von Hauff konfrontiert sehen, weiter Vorschub zu leisten. Lebensgroße Modelle der beeindruckenden Jurameeresbewohner vermitteln im Vergleich zu den Fossilien einen plastischen Eindruck der urzeitlichen Tierwelt. Anspruch der Museumsdidaktik ist es, den jungen Besuchern die Tierwelt der Urzeit vor 180 Millionen Jahren kindgerecht zu vermitteln und eine „besondere Sensibilität für den Lebensraum und das Thema zu schaffen“.

Anziehungspunkt für Schulklassen

Der Museumsleiter selbst und ein Stab von zehn freiberuflichen Museumsführern bieten Kinderführungen ab dem Kindergartenalter an. Die Nachfrage ist groß. 400 Schulklassen besuchen jährlich das Museum. Neben Schulklassen reisen jedes Jahr 40.000 Besucher nach Holzmaden, um die damaligen Bewohner des Jurameeres, aus dem die heutige Schwäbische Alb entstanden ist, direkt vor Ort kennen zu lernen: Die Ichtyosaurier, die agil und beweglich wirkenden Krokodile des Jurameeres, die Flugsaurier, die schimmernenden Ammoniten und die etwas behäbig wirkenden Schmelzschuppenfische beeindruckten durch ihre Vollständigkeit und die unzähligen, noch heute erkennbaren Details. Besonders imposant ist dabei das drei Meter lange Ichtyosaurier-Muttertier (Abbildung 1) mit fünf gut erkennbaren Embryonen im Leib und einem bereits gebore-



ABB. 1 Ichthyosaurier-Muttertier mit Embryonen. Alle Fotos: Urweltmuseum Hauff Holzmaden.



ABB. 2 Stegosaurier – Logo des Urweltmuseums.



ABB. 3 Die weltweit größte Seelilienkolonie (18×6 m) ausgestellt im Urweltmuseum Hauff Holzmaden.

nen Embryo. Der Ichtyosaurier mit vollständiger Hautbekleidung, ein Stegosaurier (Abbildung 2) mit Magensteinen und der schon durch seine Größe von fast acht Metern unübersehbare Ichtyosaurier wecken eine Faszination für die Jurazeit, der sich der Besucher kaum entziehen kann. Dabei trennt die Besucher in den meisten Fällen keine Glasscheibe von den kostbaren Fossilien.

Von besonderer ästhetischer Schönheit ist auch die in 18-jähriger Arbeit präparierte Seelilienkolonie (Abbildung 3). Bei der über 100 qm großen Kolonie, die als „Wandgemälde“ im Urweltmuseum ausgestellt ist, handelt es sich um die größte weltweit je gefundene Kolonie. Seelilien sind nicht, wie man der Form und dem Namen nach meinen könnte, Pflanzen, sondern Tiere. Wer aus den

Tiefen des Meeres wieder auftauchen und an Land zurückkehren möchte, kann die fleisch- und pflanzenfressenden Landsaurier im wunderschön angelegten Museumspark besuchen. Bänke und Tische laden unter Birkenbäumen bei gutem Wetter zum Ausruhen oder Picknicken ein. Unter den angrenzenden Ginkgo- und Mammutbäumen sowie neben urweltlichen Schachtelhalmen finden die Besucher sechs verschiedene Saurierarten wie den gefürchteten Raubsaurier *Allosaurus* und zwei *Diplodocus*-Saurier. Diese sind mit ihren schon fast possierlich wirkenden Köpfen und den langen Hälsen schon von weitem bei der Ankunft im Museum zu sehen.

Verantwortlich für den Inhalt ist das Urweltmuseum Hauff, Holzmaden

BESUCHERINFORMATION

Eintritt für Erwachsene: 7,50 Euro, ermäßigt: 4,50 Euro, Kinder von 3–6: 2,50 Euro, Gruppenführungen werden auf Deutsch und Englisch angeboten, müssen aber 14 Tage vorher angemeldet werden.

Öffnungszeiten:

Aufgrund der Corona-Pandemie ist das Museum möglicherweise vorübergehend geschlossen. Bitte informieren Sie sich unter www.urweltmuseum.de.

Kontakt:

Urweltmuseum Hauff
Aichelberger Straße 90
73271 Holzmaden
Telefon: +49 (0) 7023 2873

PARTNER DES MENSCHEN

Der Seidenspinner: Statussymbol und Faserlieferant

Seidenspinner haben dem Menschen nicht nur einen faszinierenden Werkstoff geliefert, sondern auch einem ganzen Industriezweig zum Aufschwung verholfen und den Namen einer berühmten Handelsroute – der Seidenstraße – geprägt. Der Siegeszug der Schmetterlinge begann im Fernen Osten, wo sich Fürsten und Könige mit dem edlen Gewebe namens Seide schmückten und sogar die Rüstung ihrer Soldaten damit verstärkten. Ab dem sechsten Jahrhundert nach Christus eroberten die Seidenspinner mit ihrem Produkt den Rest der Welt. Heute stellen zwar synthetische Fasern häufig eine kostengünstige Alternative dar, so dass die Seidenweberei etwas an Bedeutung verloren hat. Dafür haben Wissenschaftler das Gespinst der kleinen Insekten für sich entdeckt, beispielsweise als chirurgisches Nahtmaterial. Mittlerweile werden sogar transgene Seidenspinner für weitere medizinische Zwecke gezüchtet.

Edle Stoffe sind in der Menschheitsgeschichte fast so wichtig wie Goldschmuck und Edelsteine. Der Glanz von Seide oder der sanfte Schimmer von Samt hat die Oberen ebenso beeindruckend erscheinen lassen, wie Federpracht und Raubtierfell dies vermochten. Seide ist ein sehr leichtes und zugleich zugfestes Gewebe, das über die Jahrhunderte zum Synonym für kleidsame Eleganz geworden ist. Aber die tierischen

Produzenten dieser Naturfaser waren lange Zeit ein gut gehütetes Geheimnis der Mächtigen.

Unter den mehr als 16 Schmetterlingsarten, die einen Seidenfaden zu spinnen vermögen, ist der bedeutendste der ursprünglich aus China stammende Maulbeer-Seidenspinner (*Bombyx mori*, Abbildung 1) aus der Familie der Echten Spinner (*Bombycidae*). Als Wildform gilt *Bombyx mandarina* (Abbildung 1), der von



ABB. 1 Der Maulbeer-Seidenspinner (*Bombyx mori*, links) ist der bedeutendste Seidenlieferant und stammt von *Bombyx mandarina* (rechts) ab. Foto: Markus Knaden (MPI für Chemische Ökologie).



ABB. 2 Adulter Seidenspinner neben einem Kokon. Foto: P. Gibellini.

Nordindien über Nordchina bis ins fernöstliche Russland verbreitet ist und braune Flügel mit hellen und dunklen Querstreifen besitzt. Im Gegensatz zur Wildform hat der domestizierte Seidenspinner seine Flugfähigkeit verloren und ist nur in Kultur überlebensfähig. Wie im Art-namen anklingt, ernähren sich die Raupen des Seidenspinners ausschließlich von den Blättern des Maulbeerbaumes, so dass die Zucht nur dort gelingt, wo sich die Futterpflanze gut kultivieren lässt. Die adulten Tiere sind mehligweiß und erreichen eine Flügelspannweite von 32–38 Millimetern. Mit ihren großen, schwarz gekämmten Antennen können die Männchen den Sexuallockstoff der Weibchen namens Bombykol mit extremer Empfindlichkeit wahrnehmen und notfalls über große Entfernung zum Partner finden (was in Kultur nicht mehr nötig ist). Nach der Paarung legt das Weibchen bis zu 300–500 Eier, aus denen zwei Wochen später die Larven schlüpfen. Diese beginnen nach vier Häutungen mit dem Spinnen des Kokons (Abbildung 2) und produzieren dabei einen bis zu 900 Meter langen Faden. Im Kokon kommt es zur Verpuppung. 16 Tage nach dem Einspinnen lösen die Tiere den Kokon an einem Pol auf und beginnen ihr Leben als geflügeltes Insekt.

Industriespionage in der Antike

In China gilt Xi-Lingshi, die Frau des legendären Kaisers Huang-Di, als Entdeckerin des Seidenfadens und seiner Verarbeitung und wird seitdem als Schutzherrin der Seiden-

raupe verehrt. Auf jeden Fall zeigen chinesische Quellen, dass schon vor 5000 Jahren die Raupen der Seiden Spinner für die Seidenproduktion gezüchtet wurden. Geht man von der Wildform *Bombyx mandarina* aus, so schrumpften im Laufe ihrer Domestikation die Flügel, sie verloren die Tarnfarben und die Weibchen büßten sogar die Fähigkeit ein, die richtige Futterpflanze zu finden. Wie neuere Untersuchungen am MPI für chemische Ökologie in Jena zeigen, hat sich bei den männlichen Seiden spinnern ebenfalls die Zahl der Riechhärchen auf den Antennen verringert. So können die Schmetterlinge nur in menschlicher Obhut überleben.

Um an den kostbaren Faden zu kommen, werden die Kokons eingesammelt, die Puppen durch heißes Wasser getötet und das Ende des Fadens abgewickelt. Anschließend wird der Faden gereinigt und zu einem Garn versponnen (Abbildung 3). Die damit gewebten Stoffe verfügen nicht nur über einen ansprechenden Glanz, Dehnbarkeit und Reißfestigkeit, sondern sie sind zudem glatt, hauchdünn und damit sehr leicht. Von China wurde der begehrte Rohstoff bis zu den Herrscherhäusern Europas über ein Netz von Karawanenstraßen transportiert. Diese Handelsroute, die über mehrere tausend Kilometer durch Zentralasien verlief, erhielt im 19. Jahrhundert den Namen „Seidenstraße“ und machte die chinesischen Kaiser reich.

Kein Wunder also, dass die Ausfuhr der wertvollen Schmetterlinge bei Todesstrafe verboten war. Erst im Jahre 555 gelang es angeblich zwei persischen Mönchen, Seiden Spinner eier nach Konstantinopel (dem heutigen Istanbul) zu schmuggeln und so das chinesische Monopol zu brechen. Von da an verbreitete sich die Seidenweberei bis nach Italien und Frankreich. Und über europäische Auswanderer gelangte sie sogar bis nach Brasilien, das heute neben China ein bedeutender Seidenexporteur ist.

Wie bei einer Monokultur nicht anders zu erwarten, sind Seiden spin-

ner anfällig für verschiedene Infektionskrankheiten, die durch Pilze, Parasiten und andere Erreger ausgelöst werden. So scheint der Niedergang der Südeuropäischen Seidenweberei nicht nur durch neue Kunstfasern und die billige Konkurrenz aus Fernost verursacht worden zu sein, sondern ebenfalls durch Epidemien unter den Schmetterlingskulturen.

Seide ist nicht gleich Seide

Eine Seidenfaser kann von verschiedenen Tiergruppen gebildet werden: Neben Insekten und Spinnen sind auch einige Muscheln (z. B. die Miesmuschel, *Mytilus edulis*) dazu befähigt. Immer handelt es sich um eine ausgehärtete Proteinmasse, die von Spinnrüsen sezerniert wird und den Körper über Spinnwarzen verlässt, wo sie im Kontakt mit Sauerstoff erhärtet. Je nach Verwendungszweck kann gerade Spinnenseide unterschiedliche Eigenschaften aufweisen und das, obwohl sie von ein und demselben Tier stammt.

Bei der Seidenraupe nimmt die Spinnrüse knapp 40 Prozent des Körpervolumens ein. Das Proteingemisch mit der honigartigen Konsistenz wird am Kopf der Raupe zu einem feinen Endlosfaden versponnen. Hauptbestandteil ist wie bei den Spinnen mit 70–80 Prozent das Fibroin. Durch die wiederkehrende Sequenz von sechs Aminosäuren (Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ala) entsteht ein antiparalleles β -Faltblatt, von dem sich jeweils zwei Untereinheiten zusammenfügen und dadurch für große Reißfestigkeit sorgen. Dazu kommen noch weitere Bestandteile, die dem Faden andere Eigenschaften verleihen. Die daraus hergestellten Seidenstoffe gibt es in den unterschiedlichsten Qualitäten von knotiger Wildseide bis zu feinem, durchsichtigem Chiffon. Auch Brokat, Satin, Taft, Organza und mindestens 50 andere Gewebe lassen sich mit dem Proteinfaden produzieren.

Seiden Spinner als Proteinfabrik

Wissenschaftler haben nicht nur den Nutzen einer feinen, aber belast-

„HALBSEIDEN“ ALS ATTRIBUT

Wer Zugang zum Hof haben wollte, musste die Kleideretikette berücksichtigen. Doch die begehrte Seide war nicht nur Statussymbol, sondern vor allem deutlich teurer als Mischgewebe mit Baumwolle. Dieser „Halbseide“ sah man ihre geringere Qualität natürlich an, so dass sie den niederen Stand – oder die Armut – ihres Trägers verriet. Eine „halb-seidene“ Person wollte in den Augen der anderen mehr sein als ihr Zustand – und galt deshalb nicht als vertrauenswürdig.



ABB. 3 Frauen in der (Seiden-)Webstube. Gemälde: Annie R. Whelpley, 1893.

baren Faser für chirurgische Nähte erkannt, sondern versuchen mittlerweile sogar, die Schmetterlinge als Synthesereaktor für transgene Proteine zu verwenden. Das Seiden spinnergenom wurde jedenfalls schon komplett sequenziert, und erste Versuche haben Seidenraupen entstehen lassen, die humanes Kollagen für medizinische Zwecke über die Spinnwarzen absondern. So wird der Mensch noch lange von den gefräßigen Schmetterlingen und ihrem Superfaden profitieren. Umgekehrt wären die Seiden Spinner ohne die Menschen aber inzwischen überhaupt nicht mehr überlebensfähig.

Pascal Eitner, Maisach,
pascal-eitner@arcor.de



MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 9

Selbstüberschätzung

Fehlentscheidungen sind menschlich. Wir aber lassen in unserer 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?

Kater Kevin studierte die Stellenausschreibung. Kompetent? War er. Erfahren? Auch. Eilig stellte er seine Bewerbungsunterlagen zusammen. Er fühlte sich wie geboren für diese Stelle. Und ob man jetzt im Ausland Erfahrung gesammelt oder schon zig Jahre auf dem Gebiet gearbeitet hatte, konnte man doch getrost ignorieren. Es zählte schließlich das Hier und Jetzt!

Voller Überzeugung saß er im Vorstellungsgespräch. Fachlich konnte er nicht in allen Fragen punkten, doch er überzeugte und machte das Rennen auf den begehrten Posten. Stolz setzte er die Unterschrift unter den Vertrag und trug ab sofort den wohlklingenden Titel. Was er allerdings nicht wusste: Er verdankte seinen neuen Posten vor allem einer gehörigen Portion Glück. Da der letzte Abteilungsleiter unerwartet weggezogen war, musste nun adhoc einer her, der in die schon vorbereitete Werbestrategie für die neu entwickelte Produktlinie passte. Die richtige Farbkombination in Kater Kevins Fell katapultierte ihn daher kurzerhand in den Chefsessel.

Das Werbeshooting fand bereits in der ersten Woche nach seinem Amtseintritt statt. Sein gold-gelbes Fell passte optimal zum Farbschema der Hochglanzbroschüre, die die Wertigkeit der neuen Produktlinie untermalte. Die Geschäftsführer waren hochzufrieden. Optisch gesehen hätten sie keinen besseren Abteilungsleiter rekrutieren können! Kater Kevin räkelte sich auf seinem Chefsessel. Er war das Gesicht der neuen Kampagne. Das ging runter wie Öl. Anerkennung und Bewunderung waren vorprogrammiert. Mit erhobenem Kopf betrat er von nun an das Büro, auf seinem Schreibtisch stets ein großer Strauß Narzissen. Überzeugt, dass nun auch alles andere, was er anpackte, von Erfolg gekrönt sein würde, leitete er die Abteilung der Produktentwicklung des Unternehmens, als hätte er nie etwas anderes gemacht. Er nickte Anträge und Business Cases ab, stellte Leute ein und entließ sie wieder, wenn es nicht so klappte, wie er es sich vorstellte. Dass er dabei nicht selten auch Situationen falsch bewertete oder unrealistische Er-

wartungen weckte, wischte er vom Tisch und verbannte kurzerhand das Wort „Fehler“ aus seinem Wortschatz. Kollegen mochten ihn daher nicht besonders.

Die beworbene Produktlinie lief derweil bestens an. Die Firma fuhr immense Gewinne ein. Kater Kevin nahm den Erfolg auf seine Kappe. Klar, dass da noch eine kräftige Gehaltserhöhung zu erwarten war. Doch wohin mit dem vielen Geld? Kater Kevin beschloss kurzerhand seinen eigenen Aktienfonds zu gründen. Wer, wenn nicht er? Er war zwar Neuling auf diesem Gebiet. Aber sein Frisör hatte ihm erst letztens einen heißen Aktientipp gegeben. Das war eine todsichere Sache. Schnell las er sich in die Materie ein und ließ schöne Hochglanzbroschüren drucken. Damit bewarb er seinen Fonds bei Freunden und Mitarbeitern, und nicht wenige steckten ihr Ersparnis in diese sichere Sache. Bedenkenträger entledigte er sich schnell. Schließlich sollten alle positiv in die Zukunft und auf eine hohe Rendite schauen. Kater Kevin klopfte sich auf die Schulter. Wenn er sich selbst nicht hätte! Er war einfach der Größte.

Leider lief der Fonds nicht so gut, wie es sich seine Anleger erhofften. „Dass die Index-Kurve hoch und runter geht, ist doch bei Aktien normal“, schimpfte Kater Kevin. Das schien die ersten Kritiker zu besänftigen. Doch als nur kurze Zeit später der Fondswert auf Null sank, standen seine Anleger wütend vor seiner Tür. Kater Kevin ließ sie nicht zu Wort kommen. Während er nämlich wusste, dass er ein hochbegabter Fondsmanager war, hatte das Volk offensichtlich keine Ahnung davon.

Und die Moral von der Geschichte: Nur weil man gut in einem Ding, ein anderes nicht automatisch auch gelingt.

*Ihre Andrea Hauk,
andrea.hauk@gmx.de*

FAKTENBOX

Sind Sie ein überdurchschnittlich guter Autofahrer? Herzlichen Glückwunsch. Fast alle Autofahrer denken genau das Gleiche über sich selbst. Leider haut das aber schon rein rechnerisch nicht ganz hin. Wir Menschen neigen zur Selbstüberschätzung, in so ziemlich allen Lebenslagen. Der sogenannte overconfidence bias ist bei Männern sogar noch stärker ausgeprägt als bei Frauen. Erfolge schreiben wir uns gerne selbst zu, Misserfolge den Anderen. Durch regelmäßiges Hinterfragen der eigenen Ansichten sowie durch ehrlichen, fachlichen Austausch und Abgleich mit Kollegen könnte diese kognitive Verzerrung vermutlich abgemildert werden. Dies ist in der Isolation der Führungsetage allerdings gar nicht so einfach. Wenn alles glatt läuft, führt man als Chef den Unternehmenserfolg daher gerne auf die eigene Leistung zurück. Selbstüberschätzung kann in manchen Situationen durchaus von Vorteil sein, weil man sich dann Dinge zutraut, die sich andere nicht zutrauen. Noch dazu wirkt ein selbstsicher, entscheidungsfreudiger Manager kompetent. Die Gefahr besteht jedoch darin, dass man immun gegen fachkundige Beratung wird, weil man seinen Erfolg oder sein Gehalt als Beweis dafür sieht, wie großartig man ist.