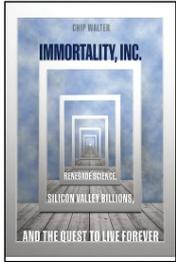


ALTERSFORSCHUNG

Das Geschäft mit der Unsterblichkeit



Der Wunsch, ewig zu leben, ist vermutlich so alt wie die Menschheit selbst. Doch mit den Fortschritten der biomedizinischen Forschung der

letzten Jahrzehnte scheint dieser Traum – oder wenigstens die Möglichkeit, länger gesünder zu leben – in greifbare Nähe gerückt zu sein. Die Erforschung der molekularen Grundlagen des Alterns ist so zu einem sich rasch entwickelnden Bereich der modernen Lebenswissenschaften geworden. Das haben auch Entrepreneure und Investoren erkannt und folglich wird zunehmend in diesen Bereich investiert.

Diesem Thema widmet sich das Buch „Immortality, Inc.: Renegade Science, Silicon Valley Billions, and the Quest to Live Forever“ des US-amerikanischen Journalisten Chip Walter. Walter gibt einen schnellen Überblick über die Geschichte der jüngsten Versuche von Unternehmen, sich aktuelle Forschungserkenntnisse zunutze zu machen, um unser Leben und unsere Gesundheitsspanne zu verlängern. Dieser Überblick reicht von Firmen wie Alcon, die unlängst Verstorbene in flüssigem Stickstoff lagern, bis sie (vielleicht) wieder zum Leben erweckt werden können, bis hin zu dem von Alphabet/Google finanzierten Biotech-Unternehmen Calico, oder der von Craig Venter und Peter Diamandis gegründeten Human Longevity Inc., die versuchen, die molekularen Grundlagen des Alterns zu verstehen, um so mit dem Altern verbundene Krankheiten und das Altern selbst zu verhindern. Bei seinem Galopp durch die moderne „Anti-Ageing“-Industrie stellt Walter die wichtigsten Personen und Fir-

men vor und erläutert kurz, weshalb und wie sich diese mit dem Thema befassen. Er fokussiert sich hierbei auf die USA.

Das Buch ist durchweg sehr kurzweilig und leicht lesbar gehalten, so dass auch jene Leser, die sich noch nicht mit dem Thema befassen haben, leicht folgen können. Leider ist der Text jedoch, was die Wissenschaft anbelangt, sehr oberflächlich (und teilweise fehlerhaft) geschrieben. Schade ist auch, dass keinerlei Abbildungen im Buch enthalten sind. Fazit: Ein unterhaltsamer, aber kursorischer Einstieg in das Anti-Ageing-Business für alle, die sich zum ersten Mal mit diesem Thema beschäftigen und nicht tiefer in die Wissenschaft einsteigen wollen, die den besprochenen Firmen zugrunde liegt.

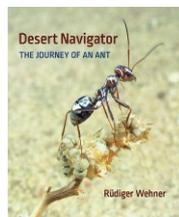
Ralf Dabm, Mainz

Immortality, Inc.

Renegade Science, Silicon Valley Billions, and the Quest to Live Forever. Chip Walter, National Geographic, Washington D. C., USA, 2020, 320 S., 18,66 €. ISBN 978-1-426-21980-1.

NEUROETHOLOGIE

Auf der Spur der Wüstenameisen



Das Märchen von Hänsel und Gretel übt seit jeher eine Faszination auf uns Menschen aus. Die Frage, ob die beiden Kinder am Ende

wieder nach Hause zurückfinden, beschäftigte schon Generationen. Glücklicherweise verfügen wir Menschen über viele Hilfsmittel, um zu unserem Wohnort zurückzukehren. So nutzen wir beispielweise Schilder, Stadtpläne und Karten, einen Kompass oder in der heutigen Zeit ein Navi mit GPS. Wie aber finden

Tiere, z. B. Wüstenameisen, nach Hause?

In „Desert Navigator – The Journey of an Ant“ präsentiert Prof. Dr. Rüdiger Wehner seine umfassenden Erkenntnisse über Wüstenameisen und ihre herausragenden Navigationsfähigkeiten. Anders als für viele andere Ameisenarten lohnt es sich für diese filigranen, sechsbeinigen Wüstenbewohner nicht, Spuren zu legen. Wind und Hitze würden diese sofort verwischen und unbrauchbar machen, ähnlich wie die Brotkrumenspur von Hänsel und Gretel, die nur von kurzer Dauer war. Stattdessen beruht das Heimfindervermögen der Wüstenameisen auf einer Vielzahl von Informationen aus der Umwelt. So verknüpfen sie Informationen über Sonnenstand, Polarisationsmuster am Himmel (unsichtbar für uns Menschen), Landmarken, Erdmagnetfeld, und Windrichtung geschickt miteinander. Um nach ihren weitläufigen Futtersuchexkursionen (der längste aufgezeichnete Lauf war über einen Kilometer lang), schnellstmöglich zum Nest zurückzufinden, berechnen die Ameisen einen sogenannten Heimvektor. Dabei kombinieren sie Richtungs- und Entfernungsinformationen, so dass sie jederzeit wissen, wo sie sich relativ zu ihrem Nest befinden. Schon Anfang des 20. Jahrhunderts wurde entdeckt, dass die Wüstenameisen vor allem ihren Himmelskompass nutzen, um die Richtungen zu bestimmen. Es dauerte jedoch beinahe ein Jahrhundert, bis Biologen auch das Geheimnis der Distanzmessung löften. Tatsächlich integrieren die Wüstenameisen ihre Schritte mit einem inneren „Schrittzähler“. Für diese Erkenntnis wurden den Ameisen kleine Stelzen angeklebt oder die Beine gekürzt. Rüdiger Wehner beschreibt dieses und unzählige andere Experimente im Detail und lässt die Leser damit an der Wüstenameisenforschung der letzten 50 Jahre teilhaben. Man folgt den Ameisen und den Ameisenforschenden auf Schritt und Tritt und kann dank anschaulicher Erklärungen Konzeption und Durch-

führung der Experimente sowie die Interpretation der Ergebnisse nachverfolgen. Untermalt wird der Text mit beeindruckenden Abbildungen – seien es die grandiosen Fotografien der Wüsten und ihrer Bewohner, hochauflösende Mikroskopiebilder oder die für das Buch aufbereiteten Datendarstellungen. Wer mit der Forschungsliteratur vertraut ist, wird staunen, wie hier alle relevanten Ergebnisse wie aus einem Guss neu präsentiert werden. Und wer sein Wissen über die Wüstenameisen vertiefen möchte, wird im umfangreichen Anhang („Notes“) fündig. Das etwas mühselige Hin- und Herbblättern lohnt sich, denn dort gibt der Autor unzählige Anknüpfungspunkte, versteckt weiterführende Forschungsfragen und verknüpft die Wüstenameisenforschung mit anderen Forschungsgebieten oder stellt Bezüge zu historischen Gegebenheiten her. Wer hätte schon gewusst, dass Wüstenameisen und Luftfahrtpioniere auf dieselben Methoden zurückgreifen, um schließlich erfolgreich ihr Ziel zu erreichen? Um dies zu verstehen, nehmen wir beispielsweise ganz nebenbei an der achttägigen Weltumrundung von Wiley Post und Harold Gatty teil.

Insbesondere in der jetzigen Zeit, wo Reisen an ferne Orte unmöglich sind, ist das Buch eine tröstliche Lektüre, um das Fernweh zu lindern. Jederzeit ist es ein literarischer Genuss. Wen Tiere wie die Wüstenameisen und ihre Navigationskünste faszinieren, muss dieses Buch lesen. Und wer das Buch liest, wird Wüstenameisen lieben. Wehners „Desert Navigator“ ist umfangreiches Review und Nachschlagewerk und bietet gleichzeitig pures Lesevergnügen – kurzum, es ist ein myrmekologisches Meisterwerk!

Pauline Fleischmann, Würzburg

Desert Navigator

The Journey of an Ant. Rüdiger Wehner, The Belknap Press, Cambridge, MA, USA, 2020, 392 S., 52,88 €. ISBN 978-0-674-04588-0.



BIOLOGIEDIDAKTIK

Mit Biotracks zur Biodiversität



Die Frage, wie der globale Biodiversitätsverlust begrenzt und die Sensibilität für Umweltprobleme erhöht werden kann, ist aktueller denn je. Schu-

lische Bildung, insbesondere der Biologieunterricht, spielt dabei eine Schlüsselrolle. Doch wie genau kann Biologieunterricht dieser Herkulesaufgabe gerecht werden? Dr. Luise Knoblich, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Jena (bis 10/2020) und Gymnasiallehrerin, findet darauf eine innovative Antwort: „Biotracks“, d. h. biologisch basierte GPS-Touren, können die Bereiche *Biodiversität*, *Bildung* und *Biologieunterricht* konstruktiv miteinander verbinden. In ihrem neuen Buch beschreibt die Autorin ihr selbst entwickeltes, als Patentanmeldung veröffentlichtes und preisgekröntes Biotrackverfahren sehr anschaulich und gut nachvollziehbar. In den ersten fünf Kapiteln erörtert sie ihre zuvor entwickelten Hypothesen und stellt die Notwendigkeit und Angemessenheit dieses Verfahrens plausibel dar. Im sechsten Kapitel wird die Umsetzung des Verfahrens in einer siebten und einer neunten Gymnasialklasse sowie die empirische Begleituntersuchung detailliert vorgestellt. Durch ein solides Kontrollgruppendesign mit mehrdimensionalen Prä-Post-Tests kommt Knoblich zu robusten Ergebnissen und letztendlich zum Schluss, dass Biotracks das Umweltwissen von Schüler*innen signifikant verbessern können. Hinsichtlich der positiven Beeinflussung von Umwelteinstellungen und dem Umwelthandeln durch Biotracks offenbaren die Ergebnisse jedoch eine überraschende Diskrepanz: Lediglich die Siebtklässler*innen

wurden in ihren Umwelteinstellungen und ihrem Umwelthandeln durch die Biotracks positiv beeinflusst.

Das Buch zeichnet sich in erster Linie durch gründliche Recherchen, stringente Argumentation und methodische Klarheit aus. Es liefert wertvolle Argumente für interdisziplinären, bewegten und technisch unterstützten Biologieunterricht außerhalb des Klassenzimmers. Die Autorin zeigt, dass sich Freilandunterricht und moderne Medien nicht ausschließen, sondern effektiv ergänzen können. Allerdings hätten die Herausforderungen und Grenzen der Verwendung von Smartphones im Schulunterricht etwas kritischer reflektiert und die Gefahr einer sprichwörtlich distanzierten und verzerrten Naturwahrnehmung durch digital vermittelte Naturerfahrungen ausführlicher diskutiert werden können. Insgesamt ist das Buch aber sehr empfehlenswert, sowohl für Fachwissenschaftler*innen verschiedener Bereiche, als auch für engagierte Lehrer*innen, die ihren Unterricht sinnvoll und bewegend bereichern wollen.

Jakob von Au, Heidelberg

Mit Biotracks zur Biodiversität

Die Natur als Lernort durch Exkursionen erfahren. Luise Knoblich, Springer Spektrum Verlag, Wiesbaden, 2020, 420 S., 74,99 €. ISBN 978-3-658-31209-1.

NATURFÜHRER

Pflanzen im Jahresverlauf

Wenn man die Entwicklung der Pflanzen im Jahresablauf im Garten oder in der Natur verfolgt, kann man artspezifische Muster feststellen. Einige Arten treiben und blühen schon sehr zeitig im Frühjahr, andere lassen sich mehr Zeit

und entfalten erst im Sommer ihre Blütenpracht. Die „Phänologie“ beschäftigt sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Entwicklungsstadien in der Natur. Je nach Region und Wetter können sich phänologische Phänomene von Jahr zu Jahr unterscheiden. Dennoch zeichnen sich die meisten Pflanzen (und Tiere) durch eine arttypische Phänologie aus.

Dieses mit Fotos und Aquarellen hervorragend ausgestattete Sachbuch beschreibt auf den ersten 65 Seiten phänologische Phänomene in Abhängigkeit von Klima und Region und regt an, wie man ein phänologisches Tagebuch führen könnte. Die folgenden 200 Seiten sind der Beschreibung von 60 in Mitteleuropa heimischen Bäumen und Sträuchern gewidmet. Für jede Pflanzenart findet man gute Illustrationen der diversen Entwicklungsstadien: Von der Knospe zum Blatt und Blüte und weiter zu den Früchten und diversen Blattstadien. Interessant ist ein phänologischer Kalender, der die Blatt- und Blütenbildung und Fruchtreife nach Monaten erläutert. Da das Buch ursprünglich in Frankreich erschien, sollte sich der Leser nicht wundern, warum alle Phänomene schon so zeitig stattfinden. Diese Zeitangaben gelten am ehesten für das klimatisch günstige SW-Deutschland. Für Nord- und Ostdeutschland darf man ruhig 2 bis 4 Wochen dazu rechnen. Dieser Naturführer ist kompetent geschrieben und sehr ansprechend illustriert und regt jeden Naturbeobachter an, sich mit der Phänologie der Pflanzen intensiver zu befassen.

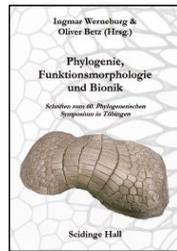
Michael Wink, Heidelberg

Pflanzen im Rhythmus der Jahreszeiten beobachten.

Der phänologische Naturführer. Vincent Badeau et al., Haupt-Verlag, Bern, 2020, 272 S., 29,90 €, ISBN 978-3-258-08170-0.

BIONIK

Gegen den Strich gebürstet



Beim Blick in die populärwissenschaftlichen Beilagen der Zeitungen konnte die interessierte Öffentlichkeit in den letzten Jahren den Eindruck gewinnen, die Bionik (oder Biomimetik) erlaube es, komplexe technische Probleme jedweder Art durch einen Blick in die Wundertüte der Evolution schnell, kostengünstig und nachhaltig zu lösen. Schaut man die einschlägigen wissenschaftlichen Zeitschriften durch, in denen dagegen die Mühseligkeiten wirklicher Forschung ausgebreitet werden, verfliegt diese Euphorie jedoch rasch und man fragt sich eher, was genau denn nun ein biomimetisches Vorgehen ausmacht und was daran so neu sein soll. Das 60. Phylogenetische Symposium, das im November 2018 in Tübingen zum Thema „Funktionsmorphologie und Bionik“ stattfand, war großteils dem Versuch gewidmet, den Begriff Bionik etwas genauer zu fassen und seine Bezüge zur Funktionsmorphologie (also zu der Vorstellung, dass die äußere Gestalt von Tieren und Pflanzen mit ihrer Lebensweise zu tun hat) zu klären. Da an der Universität Tübingen mehrere Arbeitsgruppen aus der Paläontologie und der Biologie biomimetische Projekte verfolgen, passten Thema und Ort gut zusammen. Im Frühjahr 2020 ist nun der Begleitband zum Symposium mit den schriftlichen Versionen der meisten Vorträge erschienen. Der Band ist in zwei Teile gegliedert: Im „Theoretischen Teil“ werden einerseits Bezüge zwischen der Bionik und den verwandten naturwissenschaftlichen Disziplinen (wie etwa der Funktionsmorphologie) nachgezeichnet; andererseits wird

versucht zu klären, inwieweit die an Grundlagen orientierte naturwissenschaftliche Denk- und Vorgehensweise mit den pragmatischen Erfordernissen der Ingenieurswelt, in der die technische Umsetzung letztlich stattfindet, kompatibel ist. Dies ist ebenso spannend wie erhellend zu lesen und man versteht schließlich (oder ahnt es zumindest), wie es zu der eingangs erwähnten widersprüchlichen Wahrnehmung kommt. Im „Speziellen Teil“ werden Forschungsprojekte zu spezifischen Tier- und Pflanzengruppen mit bionischem Potenzial vorgestellt. Dieser Teil hat, angesichts der vertretenen Themen, tatsächlich Züge einer Wundertüte – so geht es z. B. um die Adaptation von Seeigeln an ihr Habitat, um die Färbung von Wirbeltieren sowie deren Häuse, um Panzer, Atemapparat und Greifarmeffizienz von Schildkröten. Sehr hübsch ist auch ein Beitrag zur Entwicklung stabilisierender und wasserleitender Strukturen in fossilen Pflanzen, der den bionischen Bezug auf die Evolutionstheorie gewissermaßen beim Wort nimmt. Wer über ein biologisches Basiswissen verfügt, wird die Beiträge mit Gewinn lesen können (und sich nicht länger fragen müssen, was Fahrradkettenkonstrukteure von Schildkrötenpanzern lernen sollten). Und wer mehr über die Bionik, ihre Verankerung in der Biologie, und ihr Transferpotenzial in die Ingenieurwissenschaften hinein wissen will, wird in dem Band sehr viel mehr erfahren können als aus den Hochglanzprospekten diverser Ministerien, die sich gerne mit griffigen bionischen Erfolgen schmücken.

Wilfried Konrad, Tübingen

Phylogenie, Funktionsmorphologie und Bionik.

Schriften zum 60. Phylogenetischen Symposium in Tübingen. Ingmar Werneburg und Oliver Betz (Hrsg.), Scidinge Hall, Tübingen, 2020, 20,00 €, ISBN 978-3-947-02010-2.

Mikroben sind faszinierend, wecken aber bei vielen Menschen Berührungängste – vielleicht auch, weil wir noch immer zu wenig über sie wissen. Einen Versuch, dies zu ändern unternimmt unserer Kurator Harald Engelhardt mit der neuen Serie „Mikroben verstehen“.

MIKROBEN VERSTEHEN

Mikrobielle Kompartimente

Nach gängiger Auffassung zeichnen sich eukaryotische Zellen gegenüber Bakterien und Archaeen unter anderem dadurch aus, dass sie einen Zellkern und Organellen besitzen, Mikroben (Prokaryoten) hingegen nicht. Auch sollten die kleineren Mikroben kaum kompartimentiert seien. Inzwischen hat man aber erkannt, dass auch sie effizient strukturiert sind. Ein erweiterter Kompartimentierungs- und Organellenbegriff macht dabei die funktionelle Untergliederung von Mikrobenzellen deutlich.

Für Kompartimente und Organellen gibt es keine strenge Definition. Die klassische Auffassung bezieht sich auf membranumgebene Strukturen und setzt oft Organellen mit Kompartimenten gleich. Dazu zählen Zellkern, Mitochondrien, Plastiden, ER, Golgi- und andere Vesikel – Gebilde, die man mit Mikroben nicht in Verbindung bringt. Das Fehlen einer Kernhülle ist Merkmal für Prokaryoten, und Mitochondrien und Plastiden haben ihren Ursprung selbst in vormals endocytosymbiotischen Bakterien. Die Modellorganismen *Escherichia coli* und *Bacillus subtilis* enthalten auch keine prominenten Membransysteme und trugen deshalb zum Bild der Bakterien als einfach organisierte Lebewesen bei.

Allerdings sind auch Mikroben mit ihren hunderten und mehr Stoffwechselfvorgängen auf eine Abgrenzung von Reaktionsabläufen angewiesen, um störende Wechselwirkungen auszuschließen. Die Einsicht, dass dies nicht nur ein intracytoplasmatisches Membransystem leistet, führt zu einem erweiterten Kompartimentierungs- und Organellenbegriff (siehe Kasten), der Strukturen ohne Membran („Mikrokompartimente“) und komplexe Molekülaggregate („molekulare Maschinen“) einbezieht. Hier werden Prinzipien der mikrobiellen Kompartimentierung betrachtet. (Ein Folgebeitrag geht auf mikrobielle Organellen ein.)

Kompartimente mit Lipidmembranen

Zu Kompartimenten, die durch Membranen begrenzt sind, gehören das

Cytoplasma selbst und seine Differenzierungen bei hyphen- und stielbildenden Bakterien. Der Stiel sessiler Zellen von *Caulobacter* ist innerer Teil der Zelle, aber durch Septen vom übrigen Cytoplasma getrennt. Das Periplasma bezeichnet den Raum zwischen innerer und äußerer Membran Gram-negativer Bakterien. Er kann bei Zellketten von Cyanobakterien über die gesamte Länge vereint und bei epilimnischen Organismen mit tubulären Fortsätzen erweitert sein (Abbildung 1). Phototrophe Bakterien bilden verschiedene intrazelluläre Membransysteme, Stickstoffoxidierer (Nitrobakterien) und methanotrophe Bakterien Membranstapel.

Einige Arten besitzen große Vakuolen zur Nitratspeicherung (*Thiomargarita*, *Beggiatoa*, *Thioploca*) [1], und eine Reihe Archaeen und Bakterien bilden extrazelluläre Membranvesikel mit organischen Inhaltsstoffen und Enzymen [2]. Die artenreichen Planctomyceten standen lange im Verdacht, durch ein inneres Membransystem hochkompartimentiert zu sein und in der Gattung *Gemmata* die DNA mit einer Doppelmembran zu umhüllen. Die strukturelle Analogie zu Eukaryotenzellen ließ sich aber nicht bestätigen [3]. Gleichwohl zeigt die ungewöhnlich stark und variabel invaginierte Zellmembran eine Entwicklung, deren Bedeutung man noch sucht.

Kompartimente können auch durch andere Grenzschichten eingefasst werden. So entsteht bei Grampositiven Bakterien ohne äußere Membran ein periplasmatischer Raum durch das (vielschichtige) Peptidoglycan als Begrenzung [4], oft kombiniert mit einer äußeren Proteinschicht (Surface- oder S-Layer). Auch der S-Layer von Archaeen (meist die einzige Zellwandkomponente) definiert einen quasi-periplasmatischen Raum, wenn auch mit weniger dort veran-

KOMPARTIMENTE UND ORGANELLEN

Nach der hier verwendeten Definition bezeichnet ein Kompartiment ein räumlich (dynamisch) abgegrenztes subzelluläres Volumen. Ein Organell ist eine definierte, komplexe subzelluläre Struktur mit spezifischen Funktionen.

Beide Begriffe können sich auf die gleiche Zellstruktur beziehen, sind aber nicht synonym.

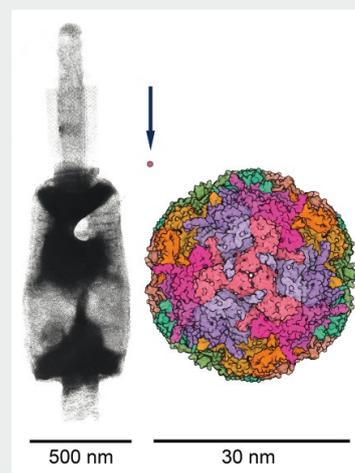


ABB. 1 Größen mikrobieller Kompartimente. Eine Zelle mit tubulärer Erweiterung des periplasmatischen Raums (links). Die an den Zellpolen entspringenden Fortsätze sind dicht mit Porinen besetzt, werden bis zu 100 µm lang und weisen ein Volumen auf, welches die Größe des Kompartiments eines Encapsulins (rechts, PDB 3DKT) um das $\approx 10^5$ -fache übertrifft. Encapsulin in Relation zur Zelle (Pfeil).

kerten Enzymen. Das Periplasma kann bis zu 25 Prozent des Zellvolumens betragen, bei Planctomyceten mit stark invaginierter Zellmembran sogar mehr [3].

Auch Membranen lassen sich als eigene Kompartimente auffassen. Bis zu einem Drittel des mikrobiellen Proteoms stellen Proteine, die nur in Lipidmembranen vorkommen. Ausgeprägte und dicht mit Proteinkomplexen bestückte intrazelluläre Systeme bilden, wie erwähnt, die Stickstoff- und Methanoxidierer und phototrophe Bakterien mit ihren thylakoidartigen, tubulären oder vesikulären Membranen [1]. Die Proteine der Zellmembran können in begrenzte Areale sortiert werden. Diese 2D-Kompartimente werden wie in Eukaryotenzellen durch *lipid rafts* hervorgerufen [5].

Magnetotaktische Bakterien bilden ebenfalls Lipidvesikel, die Membranproteine enthalten und in denen Magnetitkristalle entstehen. Diese stellen als Magnetosomen Bestandteile des Organells zur Orientierung am Erdmagnetfeld dar [6]. Weit verbreitet sind Acidocalcisomen, die Ca^{2+} und Phosphat enthalten und in Eukaryoten zur Aufrechterhaltung eines osmotischen Gleichgewichts beitragen [7]. Ihre Rolle in Mikroben ist weniger klar, sie sind jedenfalls nicht mit den bekannten Polyphosphat-Speicherpartikeln identisch.

Kompartimente mit Proteinhüllen

Da Kompartimente nicht immer von Lipidmembranen umhüllt sein müssen, erweitert sich das Repertoire mikrobieller Reaktions- und Speicherräume deutlich. Intracytoplasmatische, durch Proteine begrenzte Kompartimente sind die Carboxysomen CO_2 -fixierender Bakterien und die Gruppe der ebenfalls polyedrischen Metabolosomen. Während die Carboxysomen mit den Enzymen Carboanhydrase und Rubisco gefüllt sind, um die Effizienz der CO_2 -Bindung im Synthesestoffwechsel zu

steigern, enthalten die verschiedenen Metabolosomen Enzyme zum Abbau von Alkoholen oder Zuckern. Hier verhindern die Kompartimente vermutlich die Diffusion schädlicher Zwischenprodukte ins Cytoplasma und bringen die Enzyme einer Reaktionskette zusammen. Die Hüllproteine sind miteinander verwandt und Genomanalysen zeigen, dass viele Prokaryoten diese Kompartimente besitzen [8]. Dies gilt auch für die Speichergranula für Schwefel und Polyhydroxybutyrat (PHB). Die Partikel sind von Proteinen umkleidet, trennen sie so vom Cytoplasma und stellen im Falle von PHB notwendige Enzyme.

Die Gasvesikel der Haloarchaeen und Cyanobakterien haben eine zylindrische Form mit konischen Enden. Die Proteinhülle ist für Wasser undurchlässig, mit dem Gas der Umgebung gefüllt und dient den Zellen als Auftriebsorganell [9]. Encapsuline – iscosaedrische Proteinkapseln („Nanokompartimente“, Abbildung 1) – sind in Archaeen und Bakterien verbreitet, schließen vor allem Eisen- und andere Metallionen ein und enthalten zum Teil Enzyme [10]. Zu ihren Funktionen gehört unter anderem die Kontrolle des oxidativen Stresses. Ein ähnliches Kompartiment, das bakterielle Ferritin, dient als Fe^{2+} -Speicher.

Bekanntere Beispiele für kleinste Kompartimente bieten die Reaktionskammern der selbstkompartimentierenden Proteasen (Proteasom und andere) und der Chaperonine (Thermosom, GroEL/ES). Die Proteasen schützen auf diese Weise Proteine des Cytoplasmas vor unkontrolliertem Abbau, und die Chaperonine schaffen in ihrem Inneren ein geeignetes Milieu für die Korrektur fehlgefalteter Proteine. Nicht alle komplexen Makromolekülaggregate lassen sich isoliert untersuchen. So ist es möglich, dass weitere (labile) permanente und transiente Kompartimente in Zellen existieren. Hier werden erst umfangreiche Studien, etwa mittels Kryoelektronentomographie, Aufschluss geben können.

Universelle Prinzipien

Kompartimentierung und die Bildung von Organellen stellen sich als universelle biologische Prinzipien heraus, die schon in der frühen Phase mikrobieller Evolution und Diversifizierung gewirkt haben dürften und nicht erst mit der Entstehung eukaryotischer Zellen Bedeutung erlangten. Je nach Zellgröße und Umfang von Genom und Proteom fallen Art und Komplexität der Kompartimentierung unterschiedlich aus, doch manche Lösungen bewährten sich für Pro- und Eukaryoten. Die hier dargestellten Beispiele sind nicht erschöpfend, und Effekte der Phasentrennung, Segregation und dynamischer Asymmetrien rücken erst seit kurzem in den Focus.

Literatur

- [1] R. A. Niederman (2006). Structure, function and formation of bacterial intracytoplasmic membranes. In: J.M. Shively (Ed.) Complex Intracellular Structures in Prokaryotes. Springer-Verlag, Berlin, 193–227.
- [2] H. Schrempf et al. (2011). Extracellular *Streptomyces* vesicles: Amphorae for survival and defense. *Microb Biotechnol* 4, 286–299.
- [3] C. Boedecker et al. (2017). Determining the bacterial cell biology of Planctomycetes. *Nat Commun* 8, 14853.
- [4] V. R. F. Matias, T. J. Beveridge (2005). Cryo-electron microscopy reveals native polymeric cell wall structure in *Bacillus subtilis* 168 and the existence of a periplasmic space. *Mol Microbiol* 56, 240–251.
- [5] M. Bramkamp, D. Lopez (2015). Exploring the existence of lipid rafts in bacteria. *Microbiol. Mol Biol Rev* 79, 81–100.
- [6] M. Schüler, D. Schüler (2021). Ein Mikroorganismus mit Magnetsinn. *BiuZ* 1/2021, 51, 74–81.
- [7] R. Docampo (2016). The origin and evolution of the acidocalcisome and its interactions with other organelles. *Mol. Biochem Parasitol* 209, 3–9.
- [8] C. A. Kerfeld et al. (2018). Bacterial microcompartments. *Nat Rev Microbiol* 16, 277–289.
- [9] F. Pfeifer (2012). Distribution, formation and regulation of gas vesicles. *Nat Rev Microbiol* 10, 705–715.
- [10] J. A. Jones, T. W. Giessen (2021). Advances in encapsulin nanocompartment biology and engineering. *Biotechnol Bioengin* 118, 491–505.

Harald Engelhardt, Martinsried

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

Gläsernes Labor – von „Genome Editing“ bis Neurobiologie

Tausende Schülerinnen und Schüler experimentieren pro Jahr im Schülerlabor auf dem Campus Berlin-Buch zu Themen wie Genetik, Zell- und Neurobiologie.

Der außerschulische Lernort auf dem Wissenschafts- und Biotech-Campus Berlin-Buch gehört zu den erfolgreichsten Schülerlaboren in Deutschland. 1999 eröffnet, bietet das Gläserne Labor inzwischen rund 14.000 Jugendlichen pro Jahr die Möglichkeit, zu den Themen Molekularbiologie, Herz-Kreislauf, Neurobiologie, Chemie, Radioaktivität sowie Ökologie zu experimentieren. Die Mitmachexperimente sind eng auf die aktuelle biomedizinische Forschung der Einrichtungen des Campus bezogen. Das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) und das Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie sowie weitere Partner fördern die Bildungsarbeit des Gläsernen Labors aktiv. Durch die enge Kooperation kann Wissen vermittelt werden, das noch nicht im Lehrbuch steht.

Einblicke in Forschung und Laborarbeit

Angeleitet von erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern lernen hier Schülerinnen und Schüler in fünf authentischen Laboren, selbstständig zu experimentieren. Dieses Hands-on-Prinzip und der unmittelbare Kontakt zu Experten machen neugierig auf Wissenschaft. Nicht wenige junge Menschen haben hier eine Inspiration für ihren beruflichen Weg in die Naturwissenschaften erhalten (Abbildung 1).

Von der Grundstufe bis zum Abitur bietet das Gläserne Labor differenzierte Angebote der Wissensvermittlung. In der Genetik reichen diese etwa von grundlegenden Techniken wie der DNA-Isolation aus Früchten über den eigenen genetischen Fingerabdruck bis hin zur Anwendung der Genschere CRISPR/Cas9 an Bakterien.



ABB. 1 Jedes Jahr werden in Buch neue Laborkurse zu spannenden wissenschaftlichen Themen entwickelt. Foto: Peter Himsel/Campus Berlin-Buch GmbH.

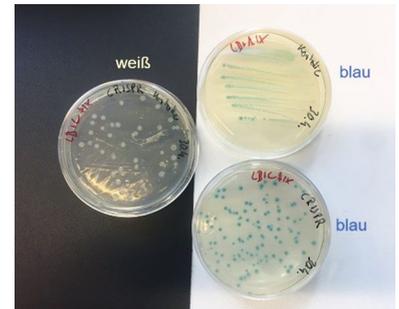


ABB. 2 Ergebnisse des CRISPR/Cas9-Kurses lassen sich per Live-Cam auf der Website verfolgen: Funktioniert die Genschere, werden die Bakterien weiß. Foto: Gläsernes Labor.

Diese Methode weckt große Hoffnungen für die Gentechnik der Zukunft und steht im Fokus des jüngsten Kurses für die Oberstufe. Mit Hilfe von CRISPR/Cas9 lässt sich DNA gezielt schneiden und verändern. So können Gene ins Genom eingefügt, entfernt oder ausgeschaltet werden. Dabei baut das sogenannte „Genome Editing“ auf klassischen Gentechnikmethoden mit Restriktionsenzymen und Plasmiden auf. Um Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe zu vermitteln, wie CRISPR/Cas9 funktioniert, wird eine Kombination beider Methoden im Gläsernen Labor an Bakterien durchgeführt. Die Jugendlichen isolieren Plasmid-DNA, erproben Methoden wie Restriktionsverdau, Ligation, Gelelektrophorese, Transformation, Selektion der gentechnisch veränderten Bakterien auf Agarplatten und Kolonie-PCR (Abbildung 2). Diese Versuche wurden von Science Bridge Kassel entwickelt – einem der zahlreichen Kooperationspartner des Gläsernen Labors.

Neurone und Gliazellen

Die Entstehung von Alzheimer wird am Max-Delbrück-Centrum intensiv erforscht. Um die Erkrankung in ihrer Komplexität zu erklären, wurde ein Halbtagskurs entwickelt, der die neurodegenerativen Prozesse veranschaulicht. So können die Schülerinnen und Schüler Gehirnpräparate von Gesunden und Erkrankten unter dem Mikroskop vergleichen sowie



ABB. 3 Kursteilnehmer*innen beim Testen ihrer Lesefähigkeit mit Hilfe der Elektrookulografie. Foto: Gläsernes Labor.

einen Test aus der Gedächtnis-sprechstunde durchführen. Dabei nehmen die Jugendlichen unter anderem ein Elektromyogramm auf, messen das Diffusionspotenzial an zwei verschiedenen Membranen, um die Grundlagen von chemischem und elektrischem Gradienten zu verstehen, und testen ihre Lesefähigkeit mit Hilfe der Elektrookulografie (Abbildung 3).

Nachhaltigkeit und Ökologie

Am Gläsernen Labor wurden im Frühjahr erfolgreich mehrere Bienenvölker angesiedelt. Auf Wildblumenwiesen direkt auf dem Campus finden sie vielfältige Nahrung (Abbildung 4). In Ferienkursen lernen Grundschüler, wie das Naturprodukt Honig entsteht, welche Stoffe enthalten sind und wodurch sich Sorten unterscheiden. Künftig können sich Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II mit spezielleren Fragen beschäftigen, etwa wie es Bienen gelingt, eine konstante Temperatur im Bienenstock zu halten. Dabei werden Daten mit Temperatur- und Feuchtigkeitssensor und digitaler Waage direkt im Bienenstock gemessen. Darüber hinaus lernen die Jugendlichen, welchen Gefährdungen Bienenvölker ausgesetzt sind.

Wissensvermittlung über alle Altersstufen

Nicht nur Kurse, sondern auch Vorlesungen und andere Formen spielen bei der Bildungsarbeit des Gläsernen Labors eine Rolle. Die Vorlesungsreihe „Neue Wege in der Biomedizin“ vermittelt zum Beispiel aktuelle Trends und Forschungserkenntnisse – etwa zur Hirnforschung oder zu SARS-CoV-2. Sie richtet sich vor allem an Kursschülerinnen und -schüler sowie deren Lehrkräfte und bietet die Chance, mit den Vortragenden aus der Forschung direkt in Kontakt zu kommen.

Interessierte Schülerinnen und Schüler der Oberstufe können im Gläsernen Labor an Projektwochen teilnehmen. Themen sind „Klonierung in der Molekularbiologie und Biotechnologie“, „Systembiologie“ oder „CRISPR/Cas“. Die Wochen beinhalten eigenständiges Experimentieren im Schülerlabor, eine Führung in ein Forschungslabor und einen intensiven Erfahrungsaustausch mit Wissenschaftlern und Technischen Angestellten (Abbildung 5). Im Sommer finden auf dem Campus Berlin-Buch auch Akademien für besonders begabte Schülerinnen und Schüler in den MINT-Fächern statt. Regelmäßig qualifizieren sich hier auch Jugendliche bei der Bio- oder Chemieolympiade oder der MINT-Initiative. Darüber hinaus bieten die „Forscherferien“ eine sinnvolle Feriengestaltung. Die Spannweite des Schülerlabors reicht jedoch noch weiter: Mit dem „Forschergarten“ fördert das Gläserne Labor bereits die wissenschaftliche Neugier von Kindern im Kita- und Grundschulalter; die zur Personalqualifizierung gegründete Akademie des Gläsernen Labors bildet dagegen Fachkräfte aus der Forschung weiter.

In Zukunft auch digital

Die Covid-19-Pandemie hat dem Bildungsbereich aufgezeigt, wie schnell Präsenzkurse an ihre Grenzen stoßen können. Im Gläsernen Labor werden derzeit Online-Labor-



ABB. 4 Im Frühjahr 2020 wurden gezielt Wildblumen auf dem Campus angepflanzt. Foto: David Ausserhofer/Campus Berlin-Buch GmbH.



ABB. 5 Lernen beim eigenständigen Experimentieren. Foto: Peter Himsel/Campus Berlin-Buch GmbH.

kurse konzipiert, die Experimente digital erleben lassen. Interaktive Module werden es erlauben, dass die Kinder und Jugendlichen Experimente mitplanen, sie via Live-Schaltung verfolgen und dabei Fragen an die Experimentierenden stellen. Auch die Auswertung wird Gemeinschaftssache sein. Spielerisch in den Wettbewerb zu treten, dabei die neuen Medien zu nutzen und das Labor live zuzuschalten – all dies wird künftig das Angebotspektrum des Gläsernen Labors bereichern.

Christine Minkewitz, Berlin

BESUCHERINFORMATION

Mehr zu unseren Veranstaltungen und Vorträgen finden Sie unter www.glaesernes-labor.de.

PARTNER DES MENSCHEN

Mais – ein Geschenk der „Neuen“ Welt an die „Alte“

Mais (Zea mays L.) ist eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt und zählt neben Weizen und Reis zu den wichtigsten Nahrungspflanzen. Seine Domestikation erfolgte in Mittelamerika vor etwa 8.700 Jahren. Columbus brachte im Jahr 1493 Mais aus der Karibik nach Spanien, von wo aus dieser weiter verbreitet wurde. Obwohl schon lange bekannt, erfolgte ein intensiver Maisanbau in Deutschland erst ab den 1960er Jahren.



ABB. 1 Gelber Badischer Landmais. Foto: A. E. Melchinger, B. Devezi.

Der Mais stammt vom tropischen Wildgras Teosinte ab und verbreitete sich vor ca. 8.000 Jahren zunächst in weiten Teilen der „Neuen Welt“. In der Mythologie der Olmeken und der Maya sowie in der Entwicklung ihrer Hochkulturen nimmt Mais eine zentrale Rolle bei der Schöpfung des Menschen ein. Columbus brachte im Jahr 1493 sowohl Körner als auch das indianische Wort „Mays“ für diese

Pflanze aus der Karibik nach Spanien. Spanische und portugiesische Seefahrer verbreiteten die neue Kulturpflanze in viele Teile der Welt, unter anderem nach Westafrika und Indien. Von Spanien aus dehnte sich der Maisanbau in den Mittelmeerraum und nach Kleinasien aus. In vielen Ländern Südeuropas und der Türkei wurde Mais eine wichtige Nahrungspflanze (z. B. Polenta in Italien). Aufgrund jüngster Untersuchungen wird davon ausgegangen, dass im 16. Jahrhundert eine weitere Introgression von Mais nach Europa stattgefunden hat. Nordeuropäische Seefahrer, welche die Küste Nordamerikas erkundeten, brachten Körner dieses *Northern Flint* mit. Aus diesem Material haben sich die mitteleuropäischen Landrassen, wie beispielsweise der „Gelbe Badische Landmais“, entwickelt (Abbildung 1, [1]).

Genetische Diversität

Mit der Ausbreitung des Maisanbaus in unterschiedliche ökogeografische Regionen Mittel- und Südamerikas sowie gezielte Selektion durch indianische Völker entwickelte sich eine außerordentlich große Formenvielfalt (ca. 250 Landrassen), von der die Maiszüchtung bis heute profitiert. In der Hybridzüchtung haben allerdings nur zwei (*Northern Flint*, *Cornbelt Dent*) eine herausragende Bedeutung erlangt. In den wichtigsten Genbanken für Mais am CIMMYT in Mexiko und Fort Collins in den USA lagern zusammen ca. 33.000 Maisakzessionen. Aufgrund molekulargenetischer Analysen gilt der Mais als die Kultur-

pflanze mit der größten Diversität. Die früher gebräuchliche Einteilung nach der Kornform in Dent- und Flintmais ist ohne züchterische Bedeutung, da diese Unterschiede nur von wenigen Genen bestimmt werden (Abbildung 2, [1]).

Seit den 1920er Jahren bis heute ist der Mais ein bevorzugtes Studienobjekt von Pflanzengenetikern, an dem wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse wie die Entdeckung von springenden Genen (Transposons) gewonnen wurden. Das in 10 Chromosomen organisierte Maisgenom hat eine genetische Länge von 1.600 cM und eine physikalische Länge von 2.500 Mb. Es ist damit fünfmal so groß wie das Reisgenom und nur etwa halb so groß wie das Gerstengenom [2].

In der Maiszüchtung werden seit den 1980er Jahren molekulare Marker zur Erstellung von Kopplungskarten, Beschreibung der Diversität und indirekten Selektion von Merkmalen eingesetzt. Parallel zur Entwicklung von DNA-Markern gelangen auch bahnbrechende Neuerungen wie die 2009 publizierte Sequenzierung des Genoms [2]. Die Autoren schätzten die Anzahl der Gene auf über 32.000. Inzwischen werden DNA-Sequenzen zur Genotypisierung eingesetzt, und in vielen Zuchtprogrammen ist die Ergänzung der konventionellen phänotypischen Selektion durch eine genom-basierte Selektion etabliert. Aufgrund der damit möglichen Verkürzung der Züchtungszyklen kann die Effizienz von Zuchtprogrammen deutlich verbessert werden. Ursprünglich stammt der Mais aus Regionen mit Kurztag und verhält sich photoperiodisch sensitiv. Aus den Höhenlagen stammende Maisformen verhalten sich in der Regel tageslängenneutral. Letzteres gilt auch für den *Northern Flint*, der gut an die Langtagverhältnisse Mitteleuropas angepasst ist. Eine fotoperiodische Anpassung an mitteleuropäische Langtagverhältnisse ist Voraussetzung für das Erreichen der Blüte bis spätestens Mitte August und ausreichende Abreife und Ernte im Herbst.



ABB. 2 Bunte Vielfalt. Foto: A. E. Melchinger, B. Devezi.

Fortpflanzung und Züchtung

Der Mais ist eine einhäusige Pflanze mit getrennten Sexualorganen. Der weibliche Blütenstand entwickelt sich aus einer Achselknospe an der Basis einer Blattscheide. Aus den Fruchtknoten wachsen lange Narbenfäden heraus, die an der Spitze des von sogenannten Lieschblättern eingeschlossenen Kolbens als büstchenförmiges Büschel (Seide, engl. silk) erscheinen. Der männliche Blütenstand sitzt an der Stängelspitze und ist botanisch eine Rispe (Fahne). Die Reifung der Pollenkörner erfolgt mehrere Tage früher (Protandrie) als das Erscheinen der Narbenfäden. Die sehr leichten Pollenkörner werden durch Wind übertragen. Sowohl Protandrie als auch Windbestäubung begünstigen die Fremdbefruchtung beim Mais (z. B. bei offen abblühenden Landsorten, Abbildung 3).

Wird die weibliche Blüte mit Pollen der eigenen Pflanze bestäubt, so entwickeln sich Selbstungskörner. Durch fortgesetzte Selbstung über mindestens sechs Generationen entstehen genetisch fixierte Inzuchtlinien, die als Erbkomponenten (Kreuzungseltern) von Hybriden in

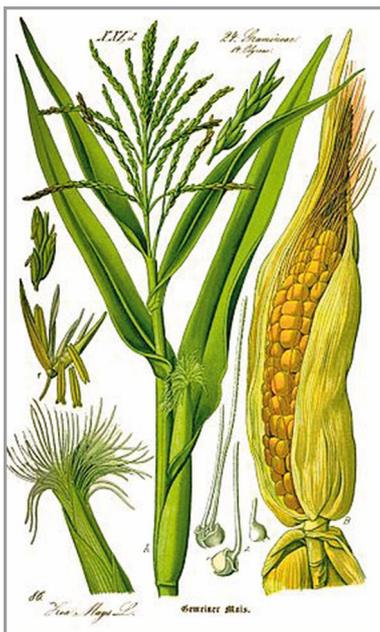


ABB. 3 Maispflanze. Abb.: Wikipedia, gemeinfrei, Original: Prof. Dr. Otto Wilhelm Thomé, Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 1885, Gera.

der Sortenzüchtung genutzt werden. Seit ca. zwei Dekaden wird dieses Verfahren ersetzt durch die Entwicklung von doppelhaploiden Linien. Hierbei werden aus heterozygoten Ausgangspflanzen durch Bestäubung mit sogenannten Induktoren Körner mit haploidem Chromosomensatz erzeugt, aus denen – meist nach Behandlung mit Colchizin – reinerbige diploide Linien in einer Generation entstehen. Die getrennten Geschlechtsorgane, welche das Sammeln des Pollens und Entfernen der männlichen Rispe (Entfahnen) erleichtern, sowie das einfache Isolieren (Eintüten) und Bestäuben der weiblichen Blüte sind ideale Voraussetzungen für genetische Experimente und die Durchführung der Hybridzüchtung. Erst 1951 wurde in Deutschland mit Hybridzüchtungsprogrammen begonnen, und 1965 erfolgte die Zulassung der ersten Sorte. Bis heute wird bei Körnermais mit einem Zuchtfortschritt von 2,5 Prozent pro Jahr gerechnet. Bei der Herstellung von Hybriden durch Kreuzung nicht-verwandter Inzuchtlinien tritt eine signifikante Mehrleistung im Vergleich zur mittleren Leistung der Eltern auf (Abbildung 4). Dieses Phänomen wurde bereits vor über 100 Jahren von G. H. Shull als *Heterosis* beschrieben, der darauf basierend das Verfahren der Hybridzüchtung vorschlug [1].

Vielfalt der Nutzung

In Mitteleuropa war der Mais über mehrere Jahrhunderte nur ein Exot in botanischen Gärten. Erst im 19. Jahrhundert erwachte auf der Suche nach neuen Nutzpflanzen auch in Deutschland ein breiteres Interesse an dieser Pflanzenart. In klimatisch begünstigten Regionen etablierte sich der Anbau von Körnermais. Noch heute existieren in Südbaden die speziellen Trocknungs- und Lagerschuppen für Maiskolben. In weniger günstigen Anbauregionen wurde der Mais als Grünmais noch vor der Blüte geerntet, zerkleinert und frisch an das Vieh verfüttert (Sommerstallhaltung). Der großflä-



ABB. 4 Hybride zeigen eine signifikante Mehrleistung im Vergleich zur mittleren Leistung der Elternlinien: Linie A, F1-Hybrid, Linie B. Foto: A. E. Melchinger, B. Devezi.

chige Anbau von Silomais (Ernte der ganzen Pflanze, Körner in der Teigreife – also wenn sie noch weich sind) erfolgte erst seit den 1960er Jahren. Bereits 1990 hatte sich die Anbaufläche in Deutschland auf 1,9 Mio. Hektar ausgedehnt und erreichte 2012 2,5 Mio. Hektar. Neben geeigneten Sorten wurde der Anbau von Silomais durch seine günstigen Siliereigenschaften und die Entwicklung von schlagkräftigen Saat- und Erntemaschinen begünstigt. Diese Technologien plus entsprechende Spezialsorten ebneten den Weg zum Anbau von Energiemais für Biogasanlagen in größerem Umfang [1]. Der Anteil der Körnermaisfläche beträgt derzeit ca. 20 Prozent. Mais ist heute ein wichtiger Lieferant für die Gewinnung von glutenfreien Lebensmitteln und Industrierohstoffen für über 600 Produkte [3].

Literatur

- [1] A. E. Melchinger et al., Biotechnologie und Züchtung. In: Handbuch Mais. N. Lütke Entrup et al. (eds), DLG-Verlag, Frankfurt, 2013, 53–66.
- [2] H. C. Becker, Pflanzenzüchtung. Verlag Ulmer, Stuttgart, 2011.
- [3] T. Miedaner, Kulturpflanzen. Springer-Spektrum, 2014.

Zum Weiterlesen:
www.maiskomitee.de

Ulrich K. Posselt, Ostfildern
Albrecht E. Melchinger, Stuttgart



MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 8

Soziales Faulenzen

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?

Willi Waschbär wurde beauftragt, den großen Landeplatz am Waldrand auszubauen. Sofort stellte er ein großes Projektteam zusammen. Jetzt wurde nicht mehr gekleckert, sondern geklotzt! Hofhund Harry wurde als Projektleiter vorgesehen. Unterstützen sollten Entwicklungsleiter Murmeltier Munja und Projektmanager Geißbock Bodo. Das Finanzielle sollte Kater Kajo koordinieren, Sepp die Schnecke das Partnermanagement, und Faultier Fabio sollte die Sitzungsprotokolle schreiben. Wiegand Wiesel war als Springer vorgesehen. Biene Benja und die Gemeine Stechfliege Vampus sollten das Subteam „Bau“ und damit auch die Arbeiten auf der Baustelle leiten, Werner Weberknecht die Materialbeschaffung.

Der Waschbär war zufrieden und überzeugt, seine besten Experten im Team zu wissen. Im Rahmen eines feierlichen Kick-off-Meetings startete schließlich das Projekt. Hofhund Harry trug stolz den Hut des Projektleiters. Klar, dass er sich jetzt nicht mehr groß an operativen Tätigkeiten beteiligen konnte. Für die eher simplen Gruppenarbeiten hatte er ja seine Leute. Dem Entwicklungsleiter Munja

Murmeltier waren neue Herausforderungen so kurz vor dem Winter lästig. Er begab sich daher auch schon tags darauf in den wohlverdienten Winterschlaf. Biene Benja koordinierte als Leiterin des Subteams „Bau“ die Arbeiten auf der Baustelle. Ihr gleichberechtigter Partner Vampus war auch vor Ort, aber da die Biene alles unter Kontrolle zu haben schien, sah er keine Notwendigkeit hier Hand anzulegen.

Anfänglich klappte das auch. Doch immer mehr und mehr Arbeiten blieben liegen. Es schien so, als hätte die Biene als einzige den Überblick über das Gesamtprojekt. Sie kontrollierte, deligierte, arbeitete, analysierte, priorisierte. Ab und zu kam der Projektmanager Geißbock Bodo vorbei und verlangte eine Anpassung ihrer Planung, und dann stand auch der Finanzcontroller Kater Kajo mit seinen leidigen Abschreibungen auf der Matte. Der Projektstrukturplan müsste für die Transparenz der Buchungen geändert werden, und die Auswertung des Projektfortschritts zeige seit ein paar Tagen einen negativen Wert an.

Als Hofhund Harry diese Nachricht vernahm, wurde er unruhig

und erkundigte sich auf der Baustelle nach dem Stand der Dinge. Biene Benja platzte der Kragen: „Munja das Murmeltier schläft, Geißbock Bodo hat keine Ahnung, Wiegand Wiesel bietet zwar immer Hilfe an, aber macht dann am Ende doch nichts und Werner Weberknecht ist nie auffindbar, wenn es um die Materialbeschaffung geht. Ich bin diejenige, die hier gefühlt 99 Prozent der Arbeit erledigt!“ Biene Benja reckte ihren Stachel und ließ ihn bedrohlich kreisen. Sepp die Schnecke, die für das Partnermanagement zuständig war, versuchte die Biene zu beruhigen: „Jetzt schalte mal einen Gang zurück. Alles wird gut werden.“ Sepp wusste, dass er selbst nicht der Schnellste war. Das Arbeitstempo zu drosseln, damit er selbst weniger träge aussah, war eine seiner beliebten Strategien. Ein schlechtes Gewissen hatte er dabei nicht. Man musste sich ja nur Faultier Fabio anschauen, der immer zu spät kam und zu früh ging. Warum also hetzen?

Hofhund Harry informierte Willi Waschbär über das aufgetretene Risiko des Projektverzuges. Willi Waschbär war zwar „not amused“, genehmigte aber fünf weitere Mitarbeiter. Ein neuer Projektstrukturplan wurde erstellt und die fehlerhaften Buchungen umgebucht. Biene Benja suchte derweil nach Werner Weberknecht, um ihn an die Materialbestellung zu erinnern. Schließlich wurde das Team durch die unermüdliche Arbeit der Biene Benja noch rechtzeitig fertig. Pünktlich zur großen Übergabe und Eröffnung wachte auch Murmeltier Munja wieder auf. Gemeinsam mit der Biene Benja ließ er sich auf der großen Bühne feiern. Hofhund Harry nahm die kleine Anstecknadel stellvertretend für das ganze Team entgegen und trug sie mit Stolz auf seiner Brust.

Und die Moral von der Geschichte: Ist der sinnvolle Beitrag im Team recht klein, faulenz man – jedoch nur selten allein.

Ihre Andrea Hauk,
andrea.hauk@gmx.de

FAKTENBOX

Teamarbeit bringt viele Vorteile, besonders wenn es sich um komplexe Aufgabenstellungen dreht. Wenn allerdings die Einzelleistung der Gruppenmitglieder zu wenig sichtbar ist, tendieren diese zum „sozialen Faulenzen“: Die Mitarbeiter nehmen sich unbewusst zurück und arbeiten getreu nach dem Motto „T-E-A-M – Toll, Ein Anderer Macht's“. Ein einprägsames Experiment hierzu führte der französische Agraringenieur Ringelmann vor über 130 Jahren durch, als er die Effizienz von Menschen beim Ziehen von Lasten alleine und in der Gruppe verglich und herausfand, dass Menschen in der Gruppe weit unter ihren eigentlichen Leistungen blieben. Wie also dem sozialen Faulenzen entgegenwirken? Ein wichtiger Hebel ist die Reduzierung der Gruppengröße, sowie die Identifizierbarkeit des Einzelnen. Sorgen Sie also dafür, dass jeder Einzelne das Gefühl hat, einen sinnvollen Beitrag zu leisten, den niemand anderes leisten kann. Das Klären von Rollen und Zuständigkeiten ist essentiell. Und aufgepasst: Soziales Faulenzen ist so ansteckend wie ein fauler Apfel in der Apfelkiste! Unterbinden Sie es daher, sobald Sie es bemerken. Ruht sich nämlich einer auf der Arbeit des anderen aus, so wird derjenige, der dies mitbekommt, es bald genauso machen.