

MIKROBEN VERSTEHEN

Mikrobielle Zwerge und Riesen

Bakterien sind mikroskopisch klein; diese Feststellung zählt zum biologischen Allgemeinwissen. Dass die größten bekannten Bakterien aber mehr als tausendmal länger sind als die kleinsten Mikroben, dürfte manchen überraschen. Bedeutende Größenunterschiede kommen auch bei eukaryotischen Organismengruppen vor. Bemerkenswert aber ist, dass Zwerg- und Riesenmikroben jeweils nur aus einer Zelle bestehen. Welche Konsequenzen die ungewöhnliche Größe für die Bakterien hat und welche Vorteile sie daraus ziehen, sind erst anfänglich untersuchte Fragen.

Sich einen tausendfachen Größenunterschied vorzustellen, gelingt am besten anhand bekannter Wesen, etwa dem winzigsten und größten lebenden Säugetier: Eine kleine Spitzmaus misst ohne Schwanz etwa drei Zentimeter, ein Blauwal kann dreißig Meter erreichen. Die eher weniger bekannten Extreme unter den Insekten, einem kolumbianischen Zwergkäfer (*Scydosella musawasensis*) und der neuseeländischen Weta-Heuschrecke (*Deinacrida heteracantha*), liegen noch bei dem etwa 500-fachen. Die Spitzenpositionen halten jedoch Einzeller. Zu den kleinsten Mikroben gehören Mycoplasmen mit 0,3 μm und die marine Art *Pelagibacter ubique* mit 0,4 μm Länge, außerdem *Actinomarina minuta* mit 0,3 μm sowie *Nanoarchaeum equitans* mit 0,4 μm Durchmesser. Eines der größten bekannten Bakterien, *Epulopiscium fishelsoni*, wird dagegen bis zu 600 μm lang und 80 μm dick. Selbst Paramecien wirken dagegen schwächling (Abbildung 1). Es fehlt nicht an Überlegungen, warum Bakterien klein sein müssen und eine Grenzgröße nicht überschreiten können. Dazu zählen das Oberflächen-Volumen-(OV)-Verhältnis, das mit der Zellgröße abnimmt und den Stofftransport über die Membran begrenzt, und die Diffusion, welche die Makromolekül- und Stoffverteilung in der Zelle und damit den Stoffwechsel limitiert [1, 2]. Die Ausweitung der Grenze zwischen Beschränkung und Größe führt zu Eigenschaften der Riesen-

bakterien, die man bei klein(st)en Mikroben nicht beobachtet.

Mikrobenzwerge

Die minimale Größe von Mikroben wird von der Notwendigkeit bestimmt, die DNA sowie Proteine des Stoffwechsels und für Strukturelemente unterzubringen. Sie wird auf 0,02 μm^3 bis 0,6 μm^3 geschätzt [1]. Mycoplasmen und Nanoarchaeen leben parasitisch, denn sie vermögen nur mit Stoffzufuhr durch ihren Wirt zu existieren (auf Schleimhäuten bzw. auf dem Archaeon *Ignicoccus*); die Wirte können auf ihre Begleiter jedoch verzichten. Die Mikroben besitzen nur ein kleines Genom (0,5–0,6 Megabasenpaare (MBp) mit 470–550 Genen), dem ein Teil der Information für einen autarken Stoffwechsel fehlt, und haben, soweit eine gängige Erklärung, damit auch ihre Größe reduziert ($\approx 0,03 \mu\text{m}^3$). Es macht den Vergleich mit *Epulopiscium* aber nicht unfair, denn auch das Riesenbakterium ist ein Symbiont. Die Genome der im Meer frei lebenden Arten von *Actinomarina* und *Pelagibacter* sind etwas größer (800 bzw. 1400 Gene) aber im Vergleich zu *E. coli* K12 (4,6 MBp; ≈ 4300 Gene) ebenfalls minimiert. *E. coli* erreicht mit dem umfangreicheren Genom etwa die zehnfache Länge. Doch bleibt das Darmbakterium gegenüber *Epulopiscium* winzig (Abbildung 1), obwohl dessen Genom mit 3,28 MBp sogar kleiner ausfällt [3]. Die Zellgröße ist also nicht streng an den Umfang des Genoms gebunden, son-

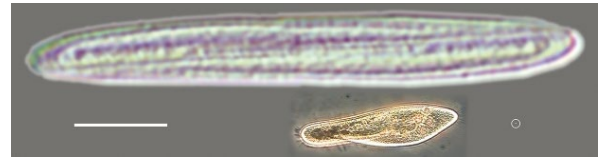


ABB. 1 Größenvergleich zwischen dem Riesenbakterium *Epulopiscium fishelsoni* (oben, stilisiert), *Paramecium caudatum* (unten, lichtmikroskopische Aufnahme) und *E. coli* (weißes Stäbchen im Kreis). Der Maßstab entspricht 100 μm .

dern eine multifaktorielle Eigenschaft [1, 4]. Stoffwechselaktivität, Wachstum und Teilung, Nährstoffangebot und ökologische Bedingungen spielen eine Rolle. So ändert sich das Zellvolumen um mindestens den Faktor zwei bis zur Teilung. Die Größenverteilung bleibt aber durch Regulation des Teilungsprozesses annähernd konstant (Zellgrößenhomöostase), dadurch artspezifisch [4] und variiert nur mit der ökologischen Umgebung. Die Diffusionskinetik stellt für kleine Mikroben keine Einschränkung dar [1]. Auch sehr lange Bakterien wie Chloroflexaceen oder Spirochaeten (*S. plicatilis* mit bis zu 250 μm) entgehen Diffusionslimitationen, indem sie einen geringen Durchmesser ($\leq 0,75 \mu\text{m}$) und damit auch ein hohes OV-Verhältnis beibehalten. Zellen von *Epulopiscium* und *Thiomargarita namibiensis* mit ihrer hundertfachen Dicke (80 μm) bzw. einem tausendfachen Durchmesser (750 μm) geraten aber an theoretische Grenzen. Was begünstigte dann die Entwicklung der *giant microbes*?

Mikrobenriesen

Die Kugelzellen des Schwefelbakteriums *Thiomargarita namibiensis* (Abbildung 2) besitzen eine voluminöse Vakuole, die etwa 98 Prozent des Zellraums einnimmt und Nitrat als Elektronenakzeptor für die Sulfidoxidation speichert [5, 6]. Das Cytoplasma ist nur 0,5 μm bis 2 μm dick und wird über die angrenzende Zellmembran versorgt. Das OV-Verhältnis einer großen Zelle (750 μm) beträgt 0,008:1 μm^{-1} , das sich zu 0,4:1 μm^{-1} erhöht, wenn man nur das Cytoplasma mit den zahlreichen

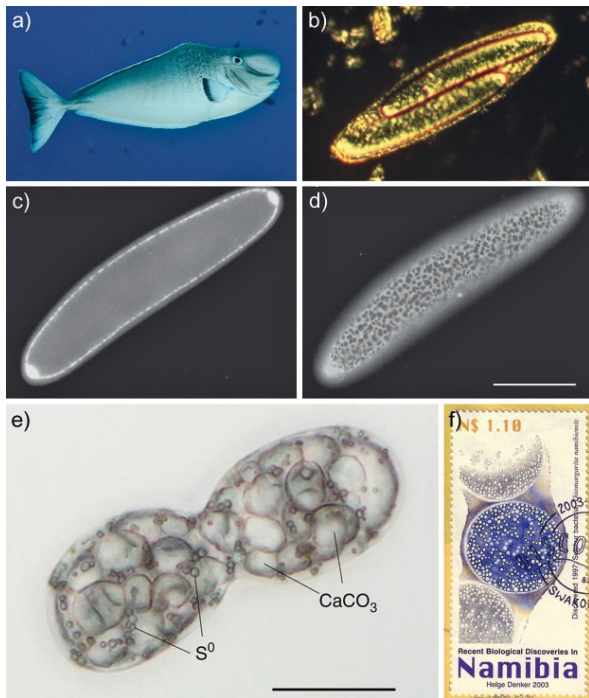


ABB. 2 a) Doktorfisch (*Naso tonganus*), Wirt von b) *Epulopiscium* sp. (Typ B) mit zwei intrazellulären Nachkommen. c) DNA-freie Mittelebene und d) periphere Region von *Epulopiscium* mit zahlreichen DNA-Partikeln. e) Zellpaar von *Achromatium oxaliferum* mit Calcit- und Schwefeleinschlüssen. Maßstäbe entsprechen in d) 100 μm und in e) 20 μm . f) Bild von *Thiomargarita namibiensis* auf einer Briefmarke von 2003 (© Regierung von Namibia). Abb. a–d) verändert aus [3], e) aus [8], jeweils gemäß CC-BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Schwefelpartikeln einbezieht. Für *E. coli* ($3 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$) mit einem höheren Stoffumsatz liegt der Wert bei $4,5:1 \mu\text{m}^{-1}$.

Epulopiscium fishelsoni und Verwandte sind bislang nicht kultivierbare symbiotische, bewegliche Darmbewohner von Doktorfischen (*Acanthuridae*, Abbildung 1a), die dem tagesrhythmischen Durchsatz des nährstoffreichen Darminhalts folgen [3]. Das OV-Verhältnis erreicht $0,6:1 \mu\text{m}^{-1}$ bei einem Volumen von $\approx 4 \cdot 10^5 \mu\text{m}^3$, dem 10^7 -fachen der kleinsten Mikroben. Die Riesenbakterien sind mit einem Diffusionsproblem konfrontiert. Werden Gene eines Chromosoms abgelesen, so muss entweder die mRNA zu den im Cytoplasma verteilten Ribosomen gelangen oder die lokal synthetisierten Proteine sollten sich im Cytoplasma verbreiten. Strecken von mehreren hundert Mikrometern

überbrücken diffundierende Makromoleküle aber viel zu langsam [2]. Die Lösung des Problems liegt in der Polyploidie der großen Zellen und der weiten Verteilung der Genomkopien im Cytoplasma. *Epulopiscium* verfügt in neu gebildeten Zellen über zehntausende und später je nach Zellgröße über hunderttausende DNA-Kopien [7]; bei *Achromatium oxaliferum*, einem $9 \mu\text{m} \times 15 \mu\text{m}$ bis $35 \mu\text{m} \times 95 \mu\text{m}$ großen Schwefelbakterium, sind es zumindest einige hundert [8]. Das durchschnittlich von einer Genomkopie versorgte Zellvolumen verschiedener Mikroben liegt innerhalb einer Größenordnung von $0,2 \mu\text{m}^3$ – $1,5 \mu\text{m}^3$ (Abbildung 3). Der rechnerisch hohe Volumenanteil in *A. oxaliferum* wird durch den massiven Einschluss von Calcit verfälscht (Abbildung 2e). In *Epulopiscium* ist die DNA nicht homogen über die Zelle verteilt, sondern sie konzentriert sich wie bei *Thiomargarita* in der Peripherie (Abbildung 2). Die Folgen der Kompartimentierung für das Zellzentrum (es existiert keine Vakuole) sind bislang unbekannt. Hier wachsen im Laufe des Generationszyklus die beiden Nachkommen einer Zelle heran, weshalb diese für Mikroben ungewöhnliche Art der Vermehrung auch als vivipar bezeichnet wird (Abbildung 2b). Welchen evolutionären Vorteil Riesenzellen durch ihre Größe erhalten, hängt von den jeweiligen Lebensbedingungen ab. Für *Epulopiscium* vermutet man, dass die schieren Ausmaße die Zellen vor den im Fischdarm lebenden bakterivoren Ciliaten bewahren (Abbildung 1).

Zellgröße und Ploidie

Vor einigen Jahren erkannte man, dass Monoploidie keineswegs charakteristisch für Prokaryoten ist [9]. Tatsächlich zeigt sich, dass Zellgröße und Kopienzahl des Genoms korrelieren (Abbildung 3). Hier werden zukünftige Untersuchungen noch weitere Aufschlüsse liefern. Inzwischen beginnt man auch zu verstehen, dass Polyploidie nicht nur mit der Zellgröße von Mikroben einher-

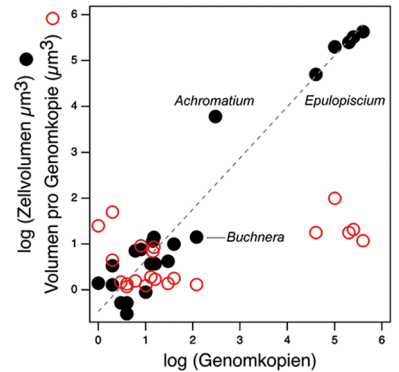


ABB. 3 Zusammenhang zwischen Anzahl der Genomkopien und Zellgröße verschiedener Prokaryoten. Besonders polyploide Bakterien sind bezeichnet, *Epulopiscium* mit ausgewählten Größen [7]. Rote Kreise markieren die dazugehörigen Volumen-Genom-Verhältnisse. Daten aus verschiedenen Quellen.

geht, sondern weitere Auswirkungen hat. Sie werden im Folgebeitrag betrachtet.

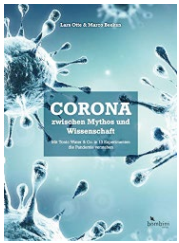
Literatur

- [1] A. L. Koch (1996) What size should a bacterium be? A question of scale. *Annu. Rev. Microbiol.* 50, 317–348.
- [2] H. N. Schulz, B. B. Jørgensen (2001) Big bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 55, 105–137.
- [3] E. R. Angert (2021) Challenges faced by highly polyploid bacteria with limits on DNA Inheritance. *Genome Biol. Evol.* 13, <https://doi.org/10.1093/gbe/evab037>.
- [4] C. S. Westfall, P. A. Levin (2017) Bacterial size: Multifactorial and multifaceted. *Annu. Rev. Microbiol.* 71, 499–517.
- [5] H. Engelhardt (2021) Mikrobielle Organellen. *Biologie in unserer Zeit* 51, 288–290.
- [6] H. N. Schulz (2006) The genus *Thiomargarita*. *Prokaryotes* 6, 1156–1163.
- [7] J. E. Mendell et al. (2008) Extreme polyploidy in a large bacterium. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 6730–6734.
- [8] D. Ionescu et al. (2017) Community-like genome in single cells of the sulfur bacterium *Achromatium oxaliferum*. *Nat. Commun.* 8, <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00342-9>.
- [9] J. Soppa (2014) Polyploidy in bacteria and archaea: About desiccation resistance, giant cell size, long-term survival, enforcement by a eukaryotic host and additional aspects. *J. Mol. Microbiol. Technol.* 24, 409–419.

Harald Engelhardt,
Martinsried

EXPERIMENTE

Corona verstehen



Man merkt so gleich, dass diese für wissenschaftliche Laien mit im Handel erhältlichen Versuchsmaterialien durchführbaren (Schul-)Versuche

von einem Team entwickelt wurden, das sich in der Schulpraxis auskennt, und das „Herunterbrechen“ komplexer Sachverhalte textlich und zeichnerisch auf ein vernünftig didaktisch-methodisch reduziertes Niveau versteht. Die Modellversuche machen mit wenig technischem Aufwand vieles zu „Corona“ klar, was in den Medien zwar verbreitet wird, jedoch nicht immer fachlich vom Zuschauer nachvollziehbar ist. Als sinnvolle Ergänzung wäre zwar eine kurze Kommentierung der generellen Möglichkeiten und Grenzen von Modellen in den Naturwissenschaften schön gewesen. Aber berechtigterweise wird der Fokus auf die Experimente gerichtet: zuweilen originell und spannend in der Durchführung, einfach nachzumachen sowie aussagekräftig. Sie spielen wesentliche Wirkmechanismen der Coronaviren mit deren Folgen und Möglichkeiten der Bekämpfung wider. Der „Experimentator“ wird schrittweise durch die Versuche geführt, erfährt, was im Idealfall als Ergebnis hätte herauskommen bzw. gezeigt werden sollen und wie sich das jeweilige Phänomen erklären lässt. In Merkkästchen bietet das Autorenteam interessante umrahmende Informationen zu beispielsweise Versuchsmaterialien, biochemischen Hintergründen oder technischen Verfahren.

Zu den Themen Virenverbreitung, (Geld-)Übertragungswege, Aerosole und deren Verbreitung, verschiedene Masken auf dem Prüfstand, Praxis des Händewaschens und der Herstellung plus Wirkung

von Desinfektionsmitteln gesellen sich mathematische Modelle und Simulationen zu Testdaten, Reproduktionszahlen und eine Zukunftsprognose. Viele aus den Medien bekannte spekulative Fakten stellen sich dann ganz anders dar und ermöglichen neben einer sachlich wissenschaftlichen Bewertung auch den Freiraum für eigene Erkenntnisse und Einschätzungen. Hier geht es nicht um Besserwisseri, sondern um Sachwissen, munter geschrieben und auch mit dem einen oder anderen Spannungsbogen.

Fazit: Eine gelungene (chemische) Mixtur aus Sachinformationen, der Möglichkeit zum selbstentdeckenden Lernen mit z. T. Spaßfaktor und auch optimistischen Strömungen vor dem Hintergrund der Corona-Problematik.

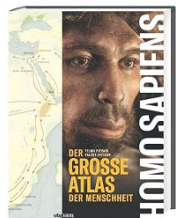
Christiane Högermann,
Osnabrück

Corona zwischen Mythos und Wissenschaft.

Mit Tonic Water & Co. in 13 Experimenten die Pandemie verstehen. Lars Otte, Marco Beeken, Bombini Verlag, Bonn, 2020, 196 S., 16,95 €, ISBN 978-3-946496-21-2

ANTHROPOLOGIE

Atlas der Menschheit



Unser Wissen über die Geschichte der Menschheit ist in den letzten Jahrzehnten durch viele erfolgreiche Ausgrabungen

und vor allem durch DNA-Analysen gewaltig gewachsen. Dieser Atlas, der im Original in Frankreich bei Editions Glénat 2019 erschien, ist von zwei ausgewiesenen Autoren geschrieben worden: Telmo Pievani ist ein italienischer Evolutionsbio-

loge und Philosoph, Valéry Zeitoun ein Paläoanthropologe. Beide Autoren sind Kenner der Materie und haben nun einen hervorragend illustrierten Atlas vorgelegt, der die aktuellen Forschungsergebnisse aus der Paläoanthropologie, Genetik und Geographie berücksichtigt. Es ist faszinierend zu sehen, wie man heute erklären und darstellen kann, woher wir Menschen kommen und wie wir die Erde besiedelten.

Im ersten Kapitel geht es um die Wurzeln von *Homo sapiens* in Afrika (Zeitraum 6.000.000 bis 100.000 Jahre), um die Vorfahren der Gattung *Homo* sowie die ersten Wanderungen innerhalb Afrikas und von Afrika nach Europa und Asien. Das zweite Kapitel betrachtet den Zeitraum von 500.000 bis 25.000 Jahren, mit besonderer Berücksichtigung des Neandertalers und anderen Arten/Unterarten von *H. sapiens*. Hier kommen bereits die neuen Befunde aus der Genomforschung zum Tragen, die zeigen, dass Neandertaler und Denisova-Mensch sich untereinander und vor allem mit *H. sapiens* vermischt haben, so dass auch wir heute noch, nach dem Aussterben des Neandertalers und Denisova-Menschen, ihre Gene in uns tragen.

Im Zeitraum 60.000 bis 10.000 Jahre (Kap. 3) hat sich *H. sapiens* über Asien und Europa nach Australien und in die neue Welt ausgebreitet. Ab 40.000 Jahren finden wir bereits eine hochentwickelte Kultur mit Schnitzereien, Höhlenmalereien und rituellen Bestattungen. Im 4. Kapitel geht es um die rezente Geschichte der Menschheit in den letzten 12.000 Jahren. Hier werden die vielfältigen Wanderungen der Menschen (die uns über DNA-Analysen zugänglich wurden) anschaulich und detailliert dargestellt. Auch bestimmte menschliche Phänotypen wie Hautfarbe und Laktosetoleranz werden diskutiert. Im letzten Kapitel geht es um den Zusammenhang zwischen den genetischen Daten und die mögliche Evolution der vielen menschlichen Sprachen.

Dieser Atlas zeigt Bilder von den diversen Fundstellen, den Knochenfunden und Artefakten. Wie man bei einem Atlas erwarten würde, liegt ein Schwerpunkt auf der kartografischen Darstellung der Wanderungen des Menschen und den ökologischen Rahmenbedingungen.

Dieses Buch ist hervorragend und gefällig gestaltet und für den an Evolution und Anthropologie interessierten Leser eine absolute Bereicherung. Man kann in diesem Buch mit Vergnügen schmökern und dabei viele neue Erkenntnisse gewinnen.

Michael Wink, Heidelberg

Homo sapiens.

Der große Atlas der Menschheit. Telmo Pievani und Valéry Zeitoun, wbg Theiss, Darmstadt, 2020, 208 S., 70 €, ISBN 978-3-8062-4231-7.

RATGEBER

Tiere im Garten



Andreas Barlage hat sich schon als Jugendlicher für das Gärtnern interessiert und später Gartenbau an der Uni Hannover studiert. Er kennt sich mit allen „Viechern“ aus,

die einem Hobbygärtner über den Weg laufen. Er schätzt die Nützlinge und schönen Insekten und Vögel im Garten, kann aber auch ein Lied von den Tieren singen, die einem Gärtner Kummer machen können, wie Schnecken, Wühlmäuse oder Wildschweine. Die ersten 22 jeweils ein- bis zweiseitigen Kapitel sind den Lieblingen im Garten gewidmet, also den Käfern, Schmetterlingen, Bienen, Igel und Vögeln. Die nächsten 22 Kapitel erörtern die Frage, wie man die Helfer im Garten unterstützen kann, damit sie sich

ansiedeln und wohlfühlen. In den folgenden 7 Kapitel geht es um Tiere des Bodens (Regenwürmer, Maikäfer, Maulwurf und Wühlmäuse) und dann in 23 Kapiteln um ungeliebte Gäste im Garten. Dazu zählt Andreas Barlage diverse Insekten (Blattläuse, Ameisen, Mücken, Wespen, Buchsbaumzünsler), Wühlmäuse, Schnecken, Kaninchen, Waschbären, Ratten und Co. Die Kapitel fußen auf Erfahrungen und Erlebnissen des Autors mit den diversen Tieren, aber auch auf anekdotischen Informationen und Kuriositäten aus der Gärtnerei. Die Kapitel sind amüsant und in leichter Sprache geschrieben; sie gehen aber kaum auf die wissenschaftlichen Hintergründe ein. Dieses Buch ist gefällig gestaltet und wird jeden Gartenliebhaber erfreuen und manchen brauchbaren Praxistipp liefern, wie man die Biodiversität im eigenen Garten nachhaltig fördern kann.

Michael Wink, Heidelberg

Wie kommt die Laus aufs Blatt?

Wissenswertes und Kurioses rund um die Tiere in unserem Garten. Andreas Barlage, Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern 2021, 184 S., 22 €, ISBN 978-3-7995-1479-8.

ZELLBIOLOGIE

Streifzüge durch die Geschichte



Liest man den Titel dieses Buchs, denkt man vermutlich spontan an die Urväter der Zellbiologie, nämlich an Antoni van Leeuwenhoek (1632–

1723) und seine Animalcula sowie an Robert Hooke (1635–1703) und seine Cellulae. In der Tat sieht Helmut Plattner, der sicherlich vielen BiuZ-Lesern als Autor des im Thieme

Verlag unterdessen in 5. Auflage erschienenen Lehrbuchs *Zellbiologie* bekannt ist, die Wiege der Zellbiologie in diesem Zeitraum und beginnt seine Streifzüge hier, um dann aber seinen Fokus sehr schnell zunächst auf Mitte/Ende des 19. und dann recht bald auf die Mitte des 20. Jahrhunderts bis in unsere Zeit zu verlegen. Denn, wie man weiß, hat das Lichtmikroskop, das zentrale Untersuchungsinstrument der Zellbiologie, einen über zweihundertjährigen Dornröschenschlaf verbracht, bevor es für wissenschaftliche Zwecke eingesetzt wurde.

Versucht man, die Geburtsstunde der Zellbiologie exakt zu datieren, wird man bald realisieren, dass dies kaum möglich ist, da sie sich über einen längeren Zeitraum nach und nach als wissenschaftliche Disziplin aus Teilbereichen verschiedener Fachrichtungen der Biologie entwickelt hat, was sich unter anderem aus den Bezeichnungen für entsprechende damalige Forschungseinrichtungen ablesen lässt. So gab es anfangs beispielsweise Institute für Mikromorphologie, Cytologie, Zellforschung oder Zellenlehre, bis sich schließlich Mitte der 1960er Jahre die Bezeichnung Zellbiologie durchsetzte. Übrigens: Erst 1965 wurde an der Universität Bonn deutschlandweit die erste Zellbiologie-Professur etabliert.

Es würde den Rahmen dieser Besprechung sprengen, wollte man die Inhalte der 18 faktenreichen Kapitel auch nur kurz referieren und kommentieren. Im Prinzip werden alle Aspekte der Zellbiologie unter dem Blickwinkel Struktur-Funktion abgedeckt, von der mikroskopischen Dimension bis in den molekularen Bereich.

Generell ist zu dem Buch zu sagen, dass es eine ausgesprochen detaillierte und fundierte, gut lesbare Darlegung der – im oben umrissenen Sinne – historischen Entwicklung vieler Facetten der Zellbiologie ist. Dabei lässt der Autor immer wieder einfließen, welche

Puzzlesteine er mit seiner Arbeitsgruppe zum Verständnis des großen Rätsels „Zelle“ beigetragen hat. Er selbst war eine wichtige Person dieses Geschehens. Das Werk ist somit keine nüchterne Historie, sondern man spürt die große Leidenschaft durch, mit der Helmut Plattner seine Forschung betrieben hat. Er erwähnt immer wieder international bekannte und anerkannte Wissenschaftler, mit denen er nicht nur kooperiert hat, sondern unterdessen auch befreundet ist. Es finden sich hin und wieder sogar privat-persönliche Anmerkungen.

Die Erforschungswege und die Forschungsergebnisse sowie die Menschen, die hinter der Forschung stehen, werden natürlich genauso wie die Forschungsschwerpunkte selektiv mit den Augen des Autors gesehen. Er hat für sich entschieden, welche Persönlichkeiten und welche Resultate erwähnt werden und welche nicht. So darf es den Leser nicht wundern, dass er in bestimmten Zusammenhängen bisweilen vergeblich nach in seinen Ohren wohlklingenden Forschernamen und Forschungsbereichen sucht.

Charakteristisch für dieses Werk sind die zahlreichen Querverweise, die es dem Leser ermöglichen, Zusammenhänge und Entwicklungen zu erkennen, bis hin zur Erläuterung der Leistung zahlreicher, auf dem Gebiet der Zellbiologie forschender Nobelpreis-Laureaten, von deren wichtigen und vielfach bahnbrechenden Erkenntnissen nicht nur berichtet wird, sondern deren Forschungsmethoden oft an Hand der Originalpublikationen erläutert werden. Man kann nur erahnen, welch unglaubliches Wissen und welch immensen Überblick der relevanten Literatur Helmut Plattner haben muss, und das über einen Zeitraum von mindestens sechs Dekaden, im Wesentlichen über seine aktive Zeit im Labor. Primär in dieser Zeitspanne sind seine *Streifzüge durch die Geschichte* angesiedelt.

Das Buch endet mit einem sehr nützlichen 73-seitigen „Serviceteil“, bestehend aus einem 22-seitigen Glossar, einem 14-seitigen Personen- sowie einem 37-seitigen Stichwortverzeichnis. In der „Zitierten Literatur“ am Ende eines jeden der 18 Kapitel findet der Leser insgesamt knapp 900 Verweise auf die im Text angesprochenen Publikationen.

Trotz dieser generell sehr positiven Einschätzung des Buches seien einige kritische Bemerkungen erlaubt: Das Softcover macht aus dem Buch einen gefürchteten Regalrutscher. Angemessener wären bei einem Buch dieses Umfangs (33 mm Dicke) und dieses Gewichts (1035 g) ein Hardcover sowie eine Fadenbindung. Angesichts der in diesem Buch behandelten Thematik und den damit verbundenen vielfältigen Querverweisen wären zwei Lesebändchen eine freundliche Aufmerksamkeit dem Leser (und somit Käufer) gegenüber gewesen. Der aus verkaufsstrategischen Erwägungen vom Verlag auf fragwürdige 39,99 Euro festgelegte Preis würde durch diese qualitativ anspruchsvollere Ausstattung dann sicherlich die 40,00-Euro-Grenze überschreiten, aber ganz bestimmt nicht wesentlich, wie der Rezensent aus eigener Erfahrung weiß.

Das sind allerdings nur fertigungstechnische Defizite. Wesentlicher ist, dass bei einem Teil der Abbildungen eine zu geringe Vergrößerung vorliegt. Insgesamt gesehen scheint auf die Wiedergabe der Abbildungen keine besondere Sorgfalt gelegt worden zu sein. Der Hintergrund mag sein, dass kein den Bildinhalten gerecht werdendes Layout zugrunde gelegt wurde. So gibt es verschiedene, vom Detailreichtum eines jeweiligen Bildes losgelöste Größen der Abbildungen und deren Platzierung auf der entsprechenden Buchseite. Zur Textgestaltung ist positiv festzuhalten, dass ein ansprechendes Layout zugrunde gelegt und ein haptisch angenehmes, mattes und nicht durchschei-

nendes, daher lesefreundliches Papier ausgewählt wurde.

Irritierend ist, dass Worttrennungen vielfach einem nicht nachzuvollziehenden System folgen. Dem Rezensenten ist zwar bewusst, dass heute, zumindest im Englischen, beispielsweise das Wort Mikroskop nicht den Silben und Wortstämmen folgend, also Mi-kro-skop, sondern nach welchen Regeln auch immer Mik-ros-kop getrennt wird. Das wird dann im Text allerdings nicht konsequent, sondern scheinbar willkürlich, nämlich mal so und mal so, gehandhabt. Dies trifft für verschiedenste lateinisch/griechisch stämmige Fachtermini zu. Verblüffend sind relativ häufige, vielfach sehr eigentümliche Worttrennungen. Hier einige Beispiele: Raste-relekttronenmikroskop (S. 64), Krebs-operation (S. 83), Glukose/Na⁴-Kot-ransport (S. 92). Diese Unzulänglichkeiten schmerzen bei der Lektüre und hätten vor der Drucklegung sicherlich leicht behoben werden können. Aber es hat sich in der Endphase wohl keiner für ein finales Korrekturlesen verantwortlich gefühlt.

Gemessen an dem ungeheuren Informationsreichtum dieses Buches treten derartige Mängel allerdings rasch in den Hintergrund. Helmut Plattner legt mit dem *Abenteuer Zellbiologie* ein Werk vor, das derzeit im deutschsprachigen Raum seinesgleichen sucht und für jeden, der an historischen Zusammenhängen und Entwicklungslinien von Erkenntnissen in der Biologie interessiert ist, eine Bereicherung bedeuten wird.

Klaus Hausmann, Berlin

Abenteuer Zellbiologie – Streifzüge durch die Geschichte.

Helmut Plattner, Springer Spektrum, Heidelberg, 2021, 518 S., 39,99 €. ISBN 978-3-662-62117-2 (Printversion), 978-3-662-62118-9 (e-Book).

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

Tiergarten Weilburg – „Heimische“ Wildtiere in Mittelhessen

Der von HessenForst betriebene Wildpark „Tiergarten Weilburg“ liegt zwischen Westerwald und Taunus und ist eine Stätte mit langer kulturhistorischer Tradition. Zunächst im 16. Jahrhundert als gräflicher Jagd-park angelegt, werden hier in weitläufigen und naturnahen Gehegen einheimische und ehemals einheimische Wildtierarten gezeigt. Neben den Tieren geben artenreiche Laubwaldbestände zusammen mit malerischen Wiesenzügen, funkelnden Wasserflächen und historischen Gebäuden (Abbildung 1) dem fast 100 Hektar großen Park ein einzigartiges Gepräge.



ABB. 1 Historisches Bauernhaus im Kassenbereich. Foto: Gregor Schwaderlapp.

Die Geschichte des Weilburger Wildparks geht bis ins 16. Jahrhundert zurück. Damals wurden Damhirsche für jagdliche Zwecke für die ansässigen Grafen aus Holland eingeführt. Die mehrere Kilometer lange Bruchsteinmauer, die das ca. 100 ha große Gebiet einschließt, ist bis heute erhalten und steht unter Denkmalschutz. Damwild erfreute sich damals in den herrschaftlichen Wäldern einer besonderen Beliebtheit und diente der Verköstigung am Hofe. Ursprünglich stammen diese charakteristisch gefleckten Hirsche mit dem schaufelförmigen Geweih aus Klein- und Mittelasien und wurden durch die Phönizier und Römer eingeführt. In Weilburg können die

Besucher heute das Gehege dieser attraktiven Tiere durchwandern und sie so direkt und aus nächster Nähe ohne störenden Zaun beobachten.

Dem Leipziger Hofgärtner Johann Martin Petri ist die besondere landschaftliche Ästhetik des Parks zu verdanken. Schon im Eingangsbereich blickt der Besucher in ein mit Bergrücken, Wiesentälern und Weihern reichhaltig gegliedertes Landschaftsbild. Hervorzuheben ist der artenreiche und altersgemischte Baumbestand. Vor Jahrhunderten gepflanzte Eichen und Buchen, die inzwischen zu uralten, trutzigen Baumgestalten herangewachsen sind, kann man noch heute als lebende Zeitzeugen bewundern. Diese wur-

den ursprünglich als Weide- oder Hutebäume gepflanzt und dienten mit ihren Bucheckern und Eicheln als Viehweide.

Wildtiere beobachten

Durch die großräumigen, strukturreichen und mit Bäumen bestandenen Gehege, in denen sich die Tiere auch verstecken können, kommt man sich zuweilen vor wie in der freien Wildbahn. Hier bedarf es mitunter schon einmal des genauen Beobachtens, bis man die Tiere entdeckt. Besucherbefragungen zufolge macht aber gerade das den besonderen Reiz dieses Wildparks aus. Die Braunbärenanlage beispielsweise umfasst alleine 11.000 m² und beherbergt zwei Bären, die in der Tatra mütterlos aufgegriffen wurden. Mit ihrem rundlichen Gesicht, das uns durch das Kindchenschema anspricht, dem kuscheligen Fell und der Fähigkeit, sich menschenähnlich aufzurichten, zählen sie zu den Publikumslieblichen. Auch die anderen zwei großen Prädatoren der mitteleuropäischen Wälder, Luchse (Abbildung 2) und Wölfe, werden in Weilburg gepflegt. Insbesondere das Interesse an den Wölfen scheint durch die vermehrten Nachrichten über Wolfssichtungen und die daraus entstandene kontroverse Diskussion gestiegen zu sein.



ABB. 2 Zwei gut getarnte Luchse. Foto: HessenForst.

Insgesamt sind in Weilburg über 100 Tiere aus 20 Arten zu sehen. Unter den großen Paarhufern kann man neben Rothirschen und Elchen auch die stattlichen Wisente bewundern. Diese größten Landsäugetiere Europas sind eng mit dem nordamerikanischen Bison verwandt und wurden in Europa in freier Wildbahn fast ausgerottet. Die heute lebenden Wisente sind Nachkommen von wenigen, in zoologischen Gärten und Wildgehegen gehaltenen Tieren. Die wahrscheinlichen Vorfahren unserer Hausrinder, die Auerochsen (Abbildung 3), konnte man so leider nicht vor dem Aussterben retten. 1627 starb der letzte Auerochse in Polen. In Weilburg kann man sich allerdings Rinder anschauen, deren Aussehen durch gezielte Kreuzungen dem der Urrinder ziemlich nahekommt. Natürlich fehlen die allseits beliebten Wildschweine ebenso wenig wie Mufflons, Wildkatzen, Tarpäne, Przewalski-Pferde oder die verspielten Fischotter. Den Steinböcken (Abbildung 4) steht ein sich auf dem Gelände befindlicher

Steinbruch als lebensraumnahes Gehege zur Verfügung.

Biodiversität erleben

Ein besonderer Schwerpunkt stellt die Bildungsarbeit und hier speziell die Waldpädagogik dar. Es werden unterschiedlichste Führungen und Fachvorträge für alle Zielgruppen und zu speziellen Themenstellungen angeboten. Ein besonders innovatives Führungskonzept des Wildparks wurde in BiuZ 1/2017 vorgestellt und ist 2020 als offizielles Projekt der UN-Dekade Biologische Vielfalt ausgezeichnet worden. Hier können Lehrkräfte ein mit Mitmach- und Anschauungsmaterialien ausgestattetes Handwagen – das „Entdeckermobil“ – nutzen, um ihre Schüler/-innen selbst durch den Wildpark zu führen (Abbildung 5). Daneben gibt es verschiedene Lehrpfade und Lernstationen zu Themen wie Pilze, Bienen und Baumarten.

*Jürgen Strob, Forstamt Weilburg
Volker Wenzel,
Goethe-Universität Frankfurt*



ABB. 3 Auerochse in Weilburg. Foto: Dorothee Scherer.



ABB. 4 Steinbock während der Brunft. Foto: Dorothee Scherer.

BESUCHERINFORMATION

Öffnungszeiten:

Der Wildpark „Tiergarten Weilburg“ ist das ganze Jahr geöffnet.

Sommer: 9:00 Uhr bis 19:00 Uhr (letzter Einlass 18:00 Uhr)

Winter: Oktober/November: 9:00 Uhr bis 17:00 Uhr, Dezember/Januar: 9:00 Uhr bis 16:30 Uhr

Die aktuellen Corona-Bestimmungen finden Sie unter <https://www.hessen-forst.de/tiergarten-weilburg/>.

Adresse:

Wildpark Tiergarten Weilburg

Tiergartenstraße

35781 Weilburg

Tel.: 06471 626284

E-Mail: info@wildpark-weilburg.de

Hinweis für Menschen mit Behinderung:

Parkplätze für Menschen mit Behinderung befinden sich nahe des Besuchereingangs auf gleichem Geländeneiveau. Breite, feste Naturwege im ganzen Park sowie teilweise ebenes Gelände ermöglichen das Befahren mit Hand oder elektrisch betriebenen Rollstühlen jederzeit. Toiletten für Menschen mit Behinderung sind im Eingangsbereich sowie in der Gaststätte vorhanden.



ABB. 5 Entdeckermobil im Einsatz. Foto: Volker Wenzel.

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

Arche-Tierpark in Warder

„Nur was wir kennen, lieben und schätzen, das schützen wir auch“. Dieses Motto ist das Leitmotiv des europaweit größten Tierparks, der sich der Erhaltung und Nachzucht alter sowie inzwischen seltener, vom Aussterben bedrohter Tierrassen verschrieben hat. Dabei wird auch Wert auf die Kontrastierung zur Massentierhaltung gelegt.

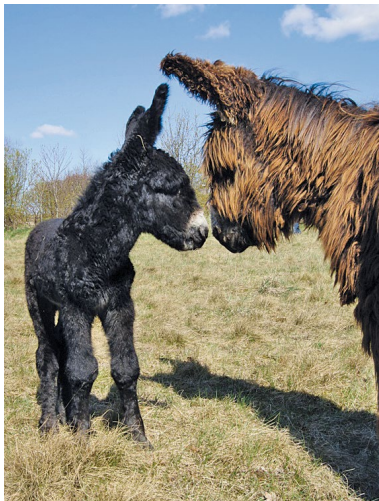


ABB. 1 Der gefährdete Poitou-Esel ist mit einem Stockmaß von bis zu 150 Zentimetern so groß wie ein kleines Pferd. Alle Fotos: Lisa Iwon.

In diesem ca. 40 ha großen, behindertengerechten Landschaftspark, der aus einem Tierpark aus Privatbesitz entstanden ist, haben die Besucher die Möglichkeit, neben der direkten Begegnung in zum Teil begehbaren Gehegen mit ca. 1200 Tie-

ren aus 84 Haustierrassen und Wildstammformen viel Wissenswertes über die Rassen zu erfahren. Trägerverein ist der Arche Warder e. V., ein gemeinnütziger Verein, an den man für das Projekt spenden kann. Mehrere Satellitenstationen, die Erhaltungszucht, ein umfassendes pädagogisches Angebot, die Vernetzung mit anderen (Nach-)Züchtern einschließlich der Zusammenarbeit mit dem Agrarbereich sowie die wissenschaftliche Forschung bilden die fünf Säulen der Einrichtung. Die seltenen Rassen sind ein Beitrag zur Biodiversität und stellen einen wichtigen Genpool dar, das heißt, durch die Gesamtheit der modernen und alten Rassen erweitert sich die Breite der Genvarianten. Auch im botanischen Bereich (Bauerngarten, Kräuterspirale, Obstgärten mit beispielsweise alten Apfelsorten, Erhaltung der natürlichen Vegetation und zusätzliche Blühwiesen für Insekten) wird diesem Anspruch Rechnung getragen. Eine maximal verhaltensgerechte Haltung der Tiere wird ebenso umgesetzt,

ÖFFNUNGSZEITEN

15. März bis 1. November:
täglich ab 10.00 Uhr

Der Tierpark ist trotz der Corona-Pandemie geöffnet.
Bitte informieren Sie sich in Bezug auf die Bestimmungen unter www.arche-warder.de

Eintrittspreise:
Erwachsene/Senioren: 10 Euro
Kinder (4–17 Jahre): 7 Euro
Schüler/Studenten/Menschen mit Behinderung: 8 Euro (Erwachsene), 6 Euro (Kinder)

was sich z. B. in dem alleine schon 8 ha großen Gehege der Poitou-Esel (Abbildung 1) widerspiegelt. Weitere Bereiche mit einer großen Rassenvielfalt sind beispielsweise die Schaf-, Rinder- und Geflügelweiden (Abbildungen 2 und 3) sowie Teiche für Wasservögel. Für Familien werden kleine Holzhütten im Sommer und ganzjährig zwei Ferienwohnungen angeboten; ebenso sind touristische Angebote wie Kutschfahrten und Ponyreiten im Programm. Hinzu kommen viele Wanderrouten durch eine abwechslungsreiche Naturlandschaft. Das pädagogische Konzept vermittelt altersgerecht durch die Begegnung mit den Tieren die Sinnhaftigkeit des Erhalts alter Rassen.

Christiane Högermann, Osnabrück



ABB. 2 Das Telemarkrind stammt aus Norwegen und zählt zu den ältesten professionell gezüchteten Rinderrassen überhaupt.



ABB. 3 Das schwarze Gefieder der „Bronzepute“ weist einen starken Bronzeglanz auf.

PARTNER DES MENSCHEN

Brotweizen: vom Wildgras zur bedeutendsten Ackerpflanze weltweit

Weizen, genauer Brotweizen, ist mit einer Anbaufläche von mehr als 215 Millionen Hektar die weltweit bedeutendste Fruchtart und neben Mais und Reis von enormer Bedeutung für die Welternährung. Aus unscheinbaren Gräsern der östlichen Mittelmeerregion entstand durch natürliche Kreuzung und mit einem enormen Züchtungsaufwand der heutige Brotweizen mit einem Ertragspotenzial von bis zu 12 Tonnen je Hektar.

Mit Weizen verwandtes Getreide wird nachweislich seit mehr als 23.000 Jahren angebaut. Archäologisch ist der Anbau von Brotweizen (*Triticum aestivum*, Abbildung 1) erstmals vor etwa 8000 Jahren nachweisbar. In seiner heutigen Form vereinigt er die Erbinformation mehrerer sehr unterschiedlicher Gräser und besitzt in seinen Zellkernen einen sechsfachen Chromosomensatz. Eine natürliche Kreuzung verschiedener Arten gefolgt von einer Verdopplung der Chromosomen lässt sich in Gräsern oft beobachten und resultiert häufig in einem Zuwachs an Biomasse.

Die Wildgräser hatten mit dem heute bekannten Weizen zunächst wenig gemein und waren Bestandteil der natürlichen Vegetation des Mittelmeerraums. Dort wuchsen bereits vor 500.000 Jahren Gräser wie Ureinkorn (*Triticum urartu*), Tauschs Ziegenras (*Aegilops tauschii*) und *Aegilops speltoides*. Die natürliche Kreuzung von Ureinkorn und *Aegilops speltoides* im Zeitraum von 350.000 bis vor 150.000 Jahren resultierte in der Entstehung des tetraploiden Wildemmers (*Triticum turgidum*), aus dem durch Selektion vor etwa 10.000 bis 12.000 Jahren Emmer und Hartweizen (*Triticum durum*) hervorgingen. Erst vor etwa 7000 bis 9000 Jahren kam es zu einer erneuten natürlichen Kreuzung des Emmers mit einem *Aegilops*-Gras (*Aegilops tauschii*). Archäologische Funde zeigen, dass Weizen im fruchtbaren Halbmond, der von der östlichen Türkei über

Syrien bis nach Mesopotamien reicht, entstand [1].

Der Mensch wird sesshaft

Der gezielte Anbau von Einkorn, Emmer und später Weichweizen führte zur neolithischen Revolution, während der aus Jägern und Sammlern sesshafte Bauern wurden, die Landrassen anbauten [2]. Solche Landrassen sind mit den heute angebauten Sorten mit ihren einheitlichen Anbau-, Qualitäts- und Ertrags-eigenschaften nicht vergleichbar. Es handelte sich um eine Mischung genetisch unterschiedlicher Weizenpflanzen, die aber im Hinblick auf wichtige Eigenschaften bereits selektiert wurden. Für eine erfolgreiche Ernte mussten bestimmte Voraussetzungen vorliegen, die in wildwachsenden Populationen zuvor evolutionär von Nachteil waren.



Dies lässt sich an den unterschiedlichen Ährenformen gut erkennen (Abbildung 2a). Um eine Ernte zu ermöglichen, müssen Pflanzen möglichst gleichzeitig abreifen. Körner dürfen nicht bereits vor der Ernte ausfallen, d. h. die Ährenspindel muss so stabil sein, dass sie nicht bereits während der Ernte zerfällt (Abbildung 2b). Weitere Faktoren, die beim Blick auf heutige Getreidefelder nicht in den Sinn kommen,

ABB. 1 Moderne Weichweizensorte (*Triticum aestivum*). Fotos: A. Serfling.



ABB. 2 a) Unterschiedliche Ährenform von *Aegilops* (links) und einer Weizensorte (rechts). b), c) Unterschied zwischen spindelbrüchigen und spindelfesten Ähren. Gezeigt sind die spindelbrüchigen Ähren des Einkorns (b) sowie die spindelfesten Ähren des Weizens (c) jeweils nach und vor dem Dreschen. Fotos: A. Serfling.



ABB. 3 Getreideernte im 16. Jahrhundert. Auffällig ist die enorme Länge der Pflanzen. Bild: Pieter Bruegel der Ältere, 1565.

die es jedoch zu verhindern galt, sind die Keimung des Kornes bereits in der Ähre, Anfälligkeit gegenüber Krankheiten oder eine geringe Keimfähigkeit des Saatguts. Diese Selektion beschränkte sich auf das natürliche Vorkommen genetischer Variabilität und berücksichtigte damit auch natürliche Kreuzungen, die in vorteilhaften Eigenschaften mündeten. Aussaat, Anbau und Ernte erfolgten bis zur Entwicklung leistungsfähiger Techniken auf einfache Weise per Hand und waren mit großen körperlichen Anstrengungen und Arbeitsaufwand verbunden, so dass ein Großteil der Bevölkerung bis ins späte Mittelalter in der Landwirtschaft arbeitete (Abbildung 3).

Züchtungsfortschritt und grüne Revolution

Erst mit Gregor Mendels Untersuchungen der Erbsen, die 1856 in den

Mendelschen Regeln mündeten, begann die Züchtung erster Weizensorten im heutigen Sinne. Die Züchtungsarbeit konzentrierte sich zunächst auf die Resistenz gegen epidemisch auftretende Krankheiten, die Weizenernten vernichten konnten und in der Folge zu Hungersnöten führten. Regelmäßig auftretende Epidemien des Schwarzrosts und anderer Getreideroste sind bis in die Zeit vor 5000 Jahren nachweisbar, sorgten aber noch 1950/51 für einen Ernteverlust von 20 Prozent in Schweden. Pilz- und Schädlingsbefall, aber auch Kälte oder Staunässe führten zu hohen Ertragsverlusten. Mit der gezielten Züchtung und der Nutzung effektiver Resistenzen, der Toleranz gegen Kälte sowie mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln konnten Erträge gesichert werden. Entscheidend für die Entwicklung des Wei-

zens zur weltweit bedeutendsten Fruchtart waren mehrere Meilensteine der Weizenzüchtung: Nutzung der Mendelschen Regeln, die Gründung von Züchtungsinstituten, Definition des Sortenbegriffs und des Sortenschutzes, die Bildung von Genbanken für Weizenherkünfte, Vernetzung der Züchtergemeinde mit Forschungsinstituten (siehe Kasten), Weitergabe von Saatgut und Informationen über auftretende Krankheiten sowie die züchterische Entwicklung von Sorten mit Resistenz, kurzem Halm, hohem Ertrags- und Qualitätspotenzial.

Der Ertrag als eines der wichtigsten Kriterien entwickelte sich ab den 1950er Jahren stetig nach oben. Die grüne Revolution begann in Mexiko mit der Nutzung kurzstrohiger Sorten [3]. Diese besaßen eine stabile Halmbasis und einen kurzen Halm, waren so vor dem Umknicken geschützt und bildeten mehr fertile Blüten pro Ährchen, mehr Ährchen pro Pflanze und mehr Seitentriebe, die ebenfalls Ähren bildeten. Dies ermöglichte eine effizientere Gabe von Stickstoffdüngern. Während langstrohige Sorten bereits bei geringen Stickstoffgaben umknickten, führte die Gabe der dreifachen Menge an Stickstoff (150 kg/ha) zu einer Verdopplung der Erträge bei Kurzstrohsorten [3, 4]. Die grüne Revolution führte durch die Züchtung oben genannter Sortentypen und die Nutzung effektiver Resistenzen gegen Getreideroste sowie Verbesserungen im Pflanzenschutz zu jährlichen Ertragssteigerungen von 2–6 Prozent und ermöglichte in Indien und Pakistan stabile und steigende Erträge. Diese Länder konnten erstmals Getreide exportieren, und auch in Europa wirkten sich diese Züchtungserfolge aus. Erntete man 1960 in Deutschland im Durchschnitt noch 2,62 t je Hektar, entwickelte sich der Durchschnittsertrag bis zu einem Maximum von 8,6 t im Jahr 2014 [5].

Zukunft des Weizenanbaus

Nachdem seit den 1960er Jahren Erträge des Weizens kontinuierlich

VERNETZTE WEIZENZÜCHTUNGSFORSCHUNG

Um neue Erkenntnisse schnell in Sorten umsetzen zu können, ist die Weizenzüchtungsforschung in Deutschland in der Forschungs- und Züchtungsallianz proWeizen gebündelt, und sie ist in der internationalen "Wheat Initiative" aktiv. Bundesforschungsinstitute wie das Julius Kühn-Institut (www.julius-kuehn.de) kooperieren eng mit Universitäten im In- und Ausland, Züchtungsunternehmen, aber auch nationalen und internationalen Genbanken wie der des IPK Gatersleben und des CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center).

anstiegen, stagnieren die Erntemengen oder sinken seit 2014 sogar. Grund dafür sind vor allem klimatische Veränderungen, die weltweit zu Ertragsverlusten führen. Hier werden zukünftig Sorten bereitgestellt werden müssen, die sich durch eine verbesserte Toleranz gegen Hitze und Trockenheit auszeichnen. Mit steigenden Temperaturen ändern sich auch Stressfaktoren wie Pilzkrankungen oder Befall durch Insekten, die sich durch milde Winter besser vermehren können. Sie übertragen zudem pflanzenpathogene Viren, die zu stark vermindertem Wachstum führen und nicht mit Pflanzenschutzmitteln bekämpfbar sind. Bisher existieren nur wenige oder gar keine Sorten mit Resistenz

oder Toleranz gegen Insekten und von diesen übertragene Viren. In Evaluierungsprojekten wird daher Material aus Genbanken, in denen Saatgut beispielsweise von Landrasen des Weizens und von weltweit durchgeführten Sammelreisen eingelagert ist, genutzt. Solche genetischen Ressourcen bieten die Möglichkeit, bisher nicht genutzte Resistenzen gegenüber Krankheiten zu identifizieren, aber auch die Widerstandsfähigkeit gegen Auswirkungen des Klimawandels zu verbessern [6].

Literatur

- [1] U. Maier (1996). Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats, *Veget Hist Archaeobot* 5, 39–55.
- [2] K. Tanno, G. Willcox (2006). How Fast Was Wild Wheat Domesticated?, *Science* 311(5769), 1886.
- [3] S. Abbo et al. (2006). The ripples of "The Big (agricultural) Bang": the spread of early wheat cultivation, *Genome* 49 (8), 861–863.
- [4] K. Borojevic, K Borojevic (2005). The Transfer and History of "Reduced Height Genes" (Rht) in Wheat from Japan to Europe, *Journal of Heredity* 96(4), 455–459.
- [5] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, abgerufen am 19.07.2021.
- [6] U. Beukert et al. (2020). The potential of hybrid breeding to enhance leaf rust and stripe rust resistance in wheat, *Theoretical and Applied Genetics* 133 (7), 2171–2181.

*Albrecht Serfling,
Quedlinburg,
albrecht.serfling@julius-kuehn.de*



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

Berufsfelder Biologie – hier gibt es den Überblick

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

Perspektiven – Berufsbilder von und für Biologen und Biowissenschaftler

- Herausgegeben vom VBIO
- 10. überarbeitete Auflage, DIN A5, 256 Seiten, ISBN 978-3-9810923-3-2
- 14,00 Euro (inkl. Versand), 12,00 Euro (VBIO-Mitglieder),
- Direktbestellung über info@vbio.de



www.vbio.de

PERSPEKTIVEN BERUFSFELD BIOLOGIE





MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 10

Verlustaversion

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?

Bruno Brumbär und Hanna Haselmaus trafen sich an der kleinen Quelle am Waldrand. Bruno summt vor Vergnügen, denn er hatte heute von einem riesigen Honigglas geträumt. Er war ein echtes Schleckermaul, und er liebte dieses zähe Zeugs über alles. Hanna Haselmaus beobachtete den Bären, als er gerade einen großen Schluck kühles Wasser trank. „Schmeckt’s?“, piepte die Maus. „Und wie“, bestätigte der Bär. Er leckte sich mit seiner großen Zunge über den Mund. Dann erzählte er ihr von seinem schönen Honigtraum. „Mein Leibgericht“, fügte er schwärmerisch hinzu. Die Maus nickte eifrig. Sie konnte das gut verstehen. Ihr Leibgericht waren Haselnüsse. Sie fraß zwar alles, was ihr unter die Nase kam, doch Haselnüsse waren geschmacklich einfach nicht zu toppen. Da sie gerade nichts anderes zu tun hatten, blieben beide an der Quelle sitzen und erzählten sich gegenseitig Geschichten von Honig und Haselnüssen. Als es Zeit wurde zu gehen, verabschiedeten sie sich voneinander

und machten sich auf den jeweiligen Heimweg. Im Laufe des Jahres trafen sie sich immer wieder an dieser Stelle und freundeten sich an. Die Geschichten von Honig und Nüssen fehlten dabei nie.

Als das Jahr sich zum Ende neigte, sollte eine große Weihnachtsparty aller Waldbewohner stattfinden. Die Tiere waren bereits in heller Aufregung, und zur Feier des Jahres verzichteten die meisten sogar auf ihren Winterschlaf. Schließlich war es so weit. Die Plätzchen waren gebacken, der Weihnachtsbaum stand geschmückt auf der kleinen Lichtung, und überall roch es so herrlich nach Zimt und Tannengrün. Zum Höhepunkt des Festes gab es sogar Geschenke für alle. Grüne und rote Päckchen standen liebevoll verpackt auf dem großen Baumstumpf bereit.

Bruno Brumbär war ganz aufgeregt. Was er wohl bekommen würde? Endlich war es soweit. Ungeduldig zerriss er das Papier. Was kam denn da zum Vorschein? Vorsichtig ließ er die kleinen Kügelchen

in seiner Tatze kreisen. Es waren Haselnüsse. Viele andere hatten auch schon ihre Päckchen geöffnet, als ein greller Pfiff ertönte. Erschrocken blickten die Tiere in Richtung des Raben. „Alle mal herhören“, krächzte der Rabe. „Es hat eine Verwechslung gegeben, ich bitte dies zu entschuldigen“. Leider haben wir die Päckchen falsch aufgeteilt. Bitte packt nochmal alles zusammen, dann korrigieren wir das. Ein großes Raunen ging durch die Menge. Hufe scharften, Flügel flatterten. Die Tierwelt war nervös. Wie? Sie sollten ihre Geschenke wieder hergeben? Bruno Brumbär fand als erster seine Sprache wieder und rief entsetzt: „Zurückgeben? Nicht mit mir!“ Die Tiere um ihn herum unterstützten ihn durch heftigen Applaus. Schließlich sagte der Rabe: „Gut, wie ihr wollt, dann behält jeder das, was er jetzt bekommen hat“. Damit waren alle einverstanden. Und so kam es, dass Brumbär Bruno mit einem Säckchen Haselnüsse nach Hause kam und sich Hanna Haselmaus von nun an leckere Honigbrote zum Frühstück gönnte.

Und die Moral von der Geschicht': Meinen Besitz, den mag ich sehr, den geb' ich so schnell auch nicht mehr her.

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

FAKTENBOX

Man könnte meinen, dass der wirtschaftlich denkende Mensch immer rein rational agiert. Hier spielt uns aber unser Verstand durch die „Verlustaversion“ einen Streich. In Entscheidungssituationen verhalten wir uns nämlich ganz und gar nicht rational. Vielmehr trauern wir möglichen Verlusten durch die auftretenden Emotionen meist mehr hinterher, als uns Gewinne Freude bereiten. So würden wir eher nicht unseren gesetzlichen Urlaub reduzieren, um mehr Lohn zu bekommen. Einmal eingeführte Privilegien sind also fast nicht mehr wegzubringen. Auch tun wir uns schwer, die Aktie zu verkaufen, die ins Minus geraten ist. Lieber behalten wir sie

so lange, bis sie zumindest wieder den Einstiegskurs erreicht hat, selbst wenn die Investition dieses Geldes in unsere andere, gerade gut laufende Aktie viel mehr Gewinn bringen würde. Ganz nach dem Sprichwort „Lieber den Spatz in der Hand als die Taube auf dem Dach“ schlägt die Verlustaversion in vielen Bereichen zu. Im Produktgeschäft wird der Effekt beispielsweise dadurch sichtbar, dass Produktverantwortliche eher dazu tendieren, die sich schlecht verkaufende, alte Produktlinie immer wieder nachzubessern und weiter am Leben zu halten, statt frühzeitig in die Neuentwicklung einer weiteren Produktlinie zu investieren.