

## ORNITHOLOGIE

## Einsteiger-Wissen



Vögel haben uns Menschen immer schon interessiert. Viele Vögel sind tagaktiv und begegnen uns in allen Lebensräumen. Wir erfreuen uns an den melodiosen Gesängen, an farbenprächtigen Federkleidern, an bizarrem Balzverhalten und beeindruckende Flug- und Orientierungsleistungen. Neugierig geworden?

Wer als Anfänger tiefer in die Biologie der Vögel eindringen möchte, dem sei das neueste Buch von Hans-Reiner Bergmann empfohlen, der bereits 1987 eine erfolgreiche Einführung in die Biologie des Vogels verfasste. Bergmann ist ein erfahrener und ausgewiesener Ornithologe, den viele als Fachmann für Vogelstimmen und als BiuZ-Autor kennen dürften. Dieses Buch wurde von einem Experten geschrieben, der viele Aspekte der Biologie der Vögel aus eigener Anschauung her kennt. Nach einem sehr kurzen Abstecher in die Evolution der Vögel und ihre Herkunft von den Dinosauriern, werden in den nächsten Kapiteln die Anatomie und Morphologie eines Vogels beschrieben. Ausführlicher werden Federn und das Gefieder sowie der Vogelflug abgehandelt. Im folgenden Kapitel werden die unterschiedlichen Ernährungsweisen der Vögel erörtert. Danach lernen wir mehr über das außerordentliche Sehvermögen und Gehör der Vögel. Das Riechvermögen ist bei Vögeln deutlich besser ausgeprägt, als man früher annahm. Vögel zeigen hohe kognitive Leistungen mit exzellentem Gedächtnis, Orientierung, ja sogar Verstand und Einsicht. Erwartungsmäßig erörtert Bergmann etwas ausführlicher die Thematik Kommunikation und Vogelgesänge und deren Funktion. Auch der Vo-

gelzug mit der Notwendigkeit der Navigation und Orientierung zählen zu den besonderen Fähigkeiten vieler Vögel. Das Buch endet mit einer kurzen Erörterung der dramatischen Bestandsrückgänge und potenziellen Maßnahmen im Natur und Artenschutz.

Hans-Reiner Bergmann hat mit diesem gut lesbaren und reich belebten Sachbuch eine wichtige kurze Einführung in die Vogelkunde vorgelegt, der man weite Verbreitung wünschen kann.

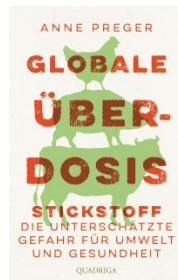
*Michael Wink, Heidelberg*

**Wie funktioniert ein Vogel?**

Hans-Reiner Bergmann, Quelle und Meyer, Wiebelsheim, 2022, 152 S., 16,95 Euro, ISBN 978-3-494-01937-6.

## UMWELT

## Unterschätzte Gefahr



Stickstoff als Mitverursacher der globalen Umweltkrise ist einer der eher unterschätzten und bislang wenig medienpräsenten Faktoren, die jenseits der planetaren Belastungsgrenze liegen. Diesem etwas stiefmütterlichen Dasein macht die Autorin nun ein Ende. Kompetent und wortgewandt hat sie in auch für chemische Laien gut verständlicher Art einen „wissenschaftlichen Roman“ verfasst zu allem, was den Stickstoff interessant und gefährlich macht: chemische Eigenschaften, Wirkungsweisen, (Emissions-)Quellen, Einbindung in Stoffkreisläufe, Möglichkeiten der Gegensteuerung. Dabei dürfen auch leicht ironische Bemerkungen nicht fehlen. Sie lockern den von der Theorie her eher trockenen Lesestoff nicht nur auf, sondern geben auch viele Denkanstöße.

In einer prologähnlichen Einführung bereitet Preger, beginnend mit einem aufrüttelnden Fallbeispiel, den Leser auf das Problem Stickstoff vor. Das macht gespannt auf das, was wohl folgen wird. Die Mischung aus salopp formulierten Unterüberschriften der inhaltlichen Untereinheiten (z. B. „Krieg um Vogelkacke“), populärwissenschaftlichen und harten wissenschaftlichen Fakten – so auch in den Infokästen – ist gelungen, denn die Autorin arbeitet eine große Bandbreite an Faktenwissen auf, basierend auf einer beeindruckenden Quellenutzung (38 S. Verzeichnis). Durch die zum Teil kleinschrittige Gliederung in thematische Einheiten ist stets die inhaltliche Orientierung gegeben.

Die drei Teile des Buches beleuchten die Entwicklung des zunehmenden Stickstoffeintrags, dessen globale Folgen und Lösungsmöglichkeiten. Besonders zeitgemäß mit konstruktiven Handlungsoptionen für jeden von uns ist das Kapitel „Planetenfreundlich leben“, wo es u. a. um fleischlose Ernährung, den Hype um proteinangereichertes *Functional Food* und Lebensmittelverschwendung geht. Den Epilog bildet schließlich der „Glückskeel“, dem munteren Schreibstil der Autorin gemäß, mit einem Aufruf zur Zusammenarbeit mit der Natur.

Diese Lektüre braucht keine Langeweilestunden, damit man sie in die Hand nimmt, im Gegenteil: Sie ist ein guter Anlass, um sich mehr (Frei-)Zeit für ein gutes Buch mit geschickt integrierten kleinen Spannungsbögen zu nehmen und sich der (verdrängten?) Gefahr durch globalen Stickstoffanstieg bewusst zu werden. Die Autorin verbreitet keineswegs „Weltuntergangsstimmung“, sondern zeigt machbare Lösungsstrategien auf.

*Christiane Högermann, Osnabrück*

**Globale Überdosis.**

Stickstoff – Die unterschätzte Gefahr für Umwelt und Gesundheit. Anne Preger, Bastei-Lübbe, Köln, 2022, 410 S., 22,00 Euro, ISBN 978-3-86995-122-5.

*In letzter Zeit etwas Interessantes gelesen? Die BiuZ-Redaktion freut sich über ansprechende Rezensionen von Medien (Bücher, DVDs, Experimentierkästen usw.) rund um die Biologie!*

## INSEKTEN

## Der andere Naturführer



Bücher über Insekten scheinen Saison zu haben – so viele wie in den vergangenen zwei Jahren erschienen sind. Da stellt sich schon die Frage,

ob ein weiteres dieser Werke einen nennenswerten Erkenntnisgewinn verspricht. Die Autoren, Hannelore Hoch, Professorin für Zoologie an der Humboldt-Universität zu Berlin, und Ekkehard Wachmann, Zoologie-Professor an der Freien Universität Berlin, haben ein Frage-und-Antwort-Buch vorgelegt, das tatsächlich völlig ungewöhnliche und selten zugängliche Einblicke ins Insektenleben bietet. Etliche der 222 Fragen, die im Buch gestellt und beantwortet werden, wollte wahrscheinlich kaum jemand „schon immer wissen“. Doch dessen ungeachtet sind sämtliche in diesem wunderbaren Buch angesprochenen Fragen spannend, und die Antworten rundum interessant und befriedigen die Neugier der Leser/-innen.

Die 222 Fragen sind in Gruppen zusammengefasst und betreffen so grundlegende Themen wie Anatomie, Evolution, Diversität, Verbreitung, Sinnesleben, Fortbewegung und Entwicklung der Insekten, aber auch Bereiche der menschlichen Praxis und Gesundheit wie Bionik, Naturschutz und medizinische Entomologie. Viele Fragen verweisen auf ungewöhnliche und wenig bekannte Phänomene wie zum Beispiel „Was haben Insekten in Erdölpfützen zu suchen?“, „Können Insekten elektrische Ladung wahrnehmen?“ oder „Wieso tragen manche Insekten Sprengstoffrucksäcke?“. Andere Fragen werden sich tatsächlich schon einige Leser/-innen gestellt haben, beispielsweise „Wie alt können In-

sekten werden?“, „Wie viele Eier legen Insekten?“, „Warum sterben Hummeln unter Linden?“ oder „Warum kann die Fliege an der Decke laufen?“. Diese und alle anderen Fragen werden dem Stand der Wissenschaft entsprechend in gut verständlicher Sprache beantwortet. „Gut verständlich“ heißt nicht „kindgerecht“ oder „auf Grundschulniveau“. Eine solide Allgemeinbildung wird schon vorausgesetzt, und einige Fremdwörter werden auch als bekannt vorausgesetzt. Entomologische Fachbegriffe werden aber in einem achtseitigen Glossar erklärt. Weiterführende Literatur und einschlägige Internetquellen sind auf weiteren vier Seiten aufgeführt.

Insgesamt stellt dieses Buch eine lohnende Lektüre für alle dar, die sich für die Vielfalt der Erscheinungs- und Lebensformen der Insekten interessieren. Dabei ist es nicht einfach nur ein Buch mehr über die Kerbtiere. Die einzelnen Fragen können ohne weiteres jeweils separat gelesen und verstanden werden. Man kann das Buch aber auch ganz konventionell von Anfang bis Ende lesen – die Kapitel bauen locker aufeinander auf, so dass eine spannende Lektüre gewährleistet ist.

Hervorzuheben sind die zahlreichen exzellenten Fotos, von denen die meisten Ekkehard Wachmann aufgenommen hat. Eine weitere Besonderheit, die ich ausnehmend gut finde, sind die QR-Codes, die bei der Frage „Wie produzieren Insekten akustische Signale?“ neben den Fotos der vorgestellten Beispiellarten zu finden sind. Wenn man sie mit einer üblichen QR-Lese-App scannt und den erkannten Link öffnet, wird man auf die Website des Verlags Quelle & Meyer geleitet und kann die Tonaufnahmen der Signale der abgebildeten Insekten hören. Diese Ergänzung zu Schrift und Bild erhöht nicht nur den Informationsgewinn, sondern fügt dem Lese- noch ein Hörvergnügen hinzu.

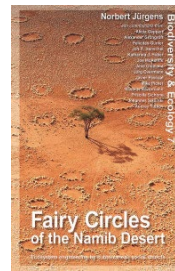
Michael Schmitt, Greifswald

## Insekten.

Was Sie schon immer fragen wollten. Hannelore Hoch, Ekkehard Wachmann, Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 2022, 348 S., 24,95 Euro, ISBN 978-3-494-01880-5.

## NATURPHÄNOMEN

## Rätselhafte Oasen



In den Savannen am östlichen Rand der Namib-Wüste blieb ein erstmals 1971 durch Ken Tinlay dokumentiertes Naturphänomen, die Feenkreise, jahrzehntlang

rätselhaft. Dabei handelt es sich um kreisförmige, gelegentlich auch ovale kahle Flecken von 40 bis 50 Metern Durchmesser, die sich deutlich vom umgebenden Grasland abheben. Am äußeren Rand sind sie von einem schmalen Ring relativ hoher, ausdauernder Gräser der Gattung *Stipagrostis* umgrenzt, daher werden sie auch als Feenringe bezeichnet. Während im umgebenden Grasland einjährige *Stipagrostis*-Spezies dominieren, die wenige Wochen nach Ende der Regenzeit vertrocknen, sterben die Gräser am Rand des Feenrings nur ab, wenn der Regen mehrere Jahre ausbleibt. Die Vorkommen der Feenkreise in der östlichen Namib-Wüste korrelieren mit einem durchschnittlichen jährlichen Niederschlag von etwa 100 mm, geliefert durch periodisch auftretende stärkere Regenfälle. Diesbezüglich unterscheidet sich die östliche Namib von der ausgesprochen trockenen, durch Küstennebel geprägten westlichen Namib. Unter günstigen klimatischen Bedingungen und auf sandigem Boden können Feenkreise als landschaftsprägende Elemente lokal gehäuft – ähnlich einem Wabenmuster – dicht beieinander liegen.

Das vorliegende Werk fasst den aktuellen Wissensstand über die Feenkreise der Namib zusammen. Vieles davon basiert auf mehreren Jahrzehnten systematischer Forschungen im Umfeld des Hauptautors Norbert Jürgens von der Universität Hamburg. Die Autoren diskutieren ausführlich die aktuell favorisierte Hypothese zur Entstehung von Feenkreisen in der Namib: Unterirdisch lebende herbivore Sandtermiten der Gattung *Psammotermes* fressen selektiv im Umkreis des Röhrensystems ihrer Kolonie die Wurzeln von Gräsern, die infolgedessen absterben und einen kahlen Fleck hinterlassen. Da in diesem Bereich die Transpiration der Vegetation entfällt, versickern Regenwasser oder Tau ohne größere Verluste im sandigen Untergrund. Nur in den obersten Bodenschichten gehen kleinere Mengen an Wasser durch rein physikalische Verdunstung verloren. Letztendlich bildet sich dadurch etwa 1 m tief unter dem kahlen Fleck ein langlebiges Wasserreservoir, das die Luftfeuchtigkeit im unterirdischen Termitenbau erhöht und das Wachstum der ausdauernden Gräser an der Peripherie des kahlen Flecks fördert. Somit schaffen sich die Termiten selbst durch den Wurzelfraß ein lebensfreundliches Kleinklima. Vor allem in der nördöstlichen Namib findet sich außerhalb des schmalen Rings der hohen Gräser gelegentlich ein auffälliger Halo mit kleineren ausdauernden Grasbüscheln. Wie dieser mit Wasser versorgt wird, ist noch nicht geklärt.

Die Autoren betonen, dass das vorgestellte Erklärungsmodell nur lokal in der östlichen Namib gültig ist, und schlagen deshalb die Bezeichnung *Feenkreise der Namib* vor. Damit distanzieren sie sich von einer jahrzehntelangen wissenschaftlichen Kontroverse, die sich daran entfachte, dass kahle Flecken in anderen Regionen der Welt auf andere Faktoren zurückgeführt werden, darunter Selbstorganisation der Vegetation infolge von Konkurrenz

(Australien), aus dem Boden austretende Gase (Brasilien) oder die Aktivität von Mikroorganismen wie Pilzen und Bakterien. In diesen Regionen weichen die klimatischen Bedingungen und die Gegebenheiten des Untergrunds klar von denen in der Namib ab. Einem kurzen Rückblick auf alternative, im Zusammenhang mit der Erforschung der Feenkreise der Namib aufgestellte Hypothesen ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Kontroverse wird am Schluss des Bandes nochmals aufgegriffen, indem eine Reihe anderer Beispiele von kreisförmigem Pflanzenwachstum in der Namib vorgestellt werden, die nicht mit Feenkreisen verwechselt werden dürfen. Als Ursachen für diese Phänomene werden unter anderem klonales Wachstum rund um Mutterpflanzen, Eutrophierung eines Areals durch Kadaver oder die Sammlertätigkeit von Ameisen angeführt.

Dass Feenkreise nur in einem Teil des Verbreitungsgebiets der Sandtermiten auftreten, erklären die Autoren mit dem trockenen Klima der Namib. Während Sandtermiten in feuchteren Regionen Holz verwerten, stehen in den Savannen der östlichen Namib fast ausschließlich Gräser als Nahrungsquelle zur Verfügung. Als besondere Anpassung bevorzugen die Termiten dort offenbar die bei Regen innerhalb der Feenkreise keimenden einjährigen Gräser bzw. deren Wurzeln, so dass zunächst der kahle Fleck abgeweidet wird und der periphere Ring ausdauernder Gräser als Nahrungsreserve für längere Trockenzeiten bleibt.

Nach einer kurzen, auch an interessierte Laien gerichteten Vorstellung des Phänomens vertiefen einzelne Kapitel den Wissensstand zu den als Ökosystem-Ingenieure verantwortlich gemachten Termitengruppen (wobei eine bemerkenswerte konvergente Entwicklung bei Sandtermiten in Namibia und Erntetermiten aus der Gruppe der Hodotermitidae in Angola postuliert wird), zum Lebenszyklus

und Alter der Feenkreise (von der Gründung einer neuen Termitenkolonie über die Ausbildung des kahlen Flecks, den Erwerb des ausdauernden Grasrings nach mehreren Jahren bis hin zur Seneszenz), zur saisonalen Fluktuation durch Regenfälle und Termitenfraß sowie den klimatischen und bodenkundlichen Verhältnissen, die Feenkreise fördern. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf den systematischen Messungen des Wasserhaushalts im Areal der Feenkreise, denn auf diesen Befunden basiert die eingangs vorgestellte Hypothese der Entstehung durch Termitenfraß. Feenkreise beeinflussen nicht nur das Wachstum von Gräsern, Blütenpflanzen und Gehölzen. Ihrer Stellung im Nahrungsnetz und der mit ihnen assoziierten Fauna ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Soweit untersucht, werden auch die Vorkommen von Mikroorganismen, Pilzen und Pflanzenpathogenen referiert.

Der in englischer Sprache verfasste Band ist außerordentlich großzügig mit qualitativ hochwertigen, eindrucksvollen Fotos, Grafiken und Kartenmaterial ausgestattet. Bereits früher publizierte Befunde und neue, bislang nicht veröffentlichte Daten werden in wechselnder Reihenfolge vorgestellt, passend zum Thema und roten Faden des jeweiligen Kapitels. Von wenigen Druckfehlern abgesehen wirkt das Werk sorgfältig lektoriert. Der Text ist dank integrierter Begriffserklärungen in weiten Teilen auch ohne Spezialwissen verständlich und kann von Biologen und interessierte Laien gleichermaßen mit Gewinn gelesen werden.

*Annette Hille-Rebfield, Stuttgart*

**Fairy Circles of the Namib Desert.** Ecosystem engineering by subterranean social insects. Biodiversity & Ecology 7. Norbert Jürgens, Klaus Hess Verlag, Göttingen, 2022, 376 S., 40,00 Euro, ISBN 978-3-933177-96-0.



## AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

## Der Zoo Krefeld: BNE-Regionalzentrum, Zooschule und mehr

*Der Zoo Krefeld wurde 1938 gegründet. Der 14 ha große Park mit seinem alten Baumbestand ist nicht nur das Zuhause von annähernd 1000 Zootieren, sondern durch seine naturnahe Anlage auch ein Habitat für zahlreiche heimische Wildtiere. Drei Tropenhäuser (Regenwaldhaus, SchmetterlingsDschungel, Vogelhaus) entführen in die Welt der Regenwälder und lassen die Besucher/-innen deren besonderes Klima hautnah erleben. Weitere naturnah gestaltete Gehege (z. B. Pinguinpool, Gorillagarten, Pelikanlagune, Erdmännchenlodge) ermöglichen den Besucher/-innen interessante Verhaltensbeobachtungen. Als moderner, wissenschaftlich geführter Zoo definiert sich der Zoo Krefeld heute als Artenschutz- und Bildungszentrum. So liegen auch seine Schwerpunkte im Artenschutz und der außerschulischen Bildung.*

Zoologische Gärten halten und züchten gefährdete Tierarten. Auch der Zoo Krefeld trägt durch Zucht zum Erhalt bedrohter Arten bei. Besondere Erfolge kann er z. B. bei der Nachzucht von Spitzmaulnashörnern (Abbildung 1), Schneeleoparden, Flachlandgorillas und Baumkängurus verzeichnen. Besonders wichtig ist auch die Unterstützung verschiedener Schutzprogramme, die erfolgreich vor Ort in aller Welt, aber auch in Deutschland arbeiten. Gemeinsam sind Zoologische Gärten eine treibende Kraft im Artenschutz und können ihre Besucher/-innen

für das Thema Artenschutz und Biodiversität sensibilisieren. Mehr als 45 Millionen Menschen besuchen die Zoos allein im deutschsprachigen Raum jährlich. Ihnen eröffnen sich interessante Einblicke in biologische und ökologische Zusammenhänge. „Wer Tiere kennt, wird Tiere schützen“ – unter diesem Motto haben es sich die Zoos zum Ziel gesetzt, über direkte Begegnungen mit den Tieren Informationen über und Einsichten in die Lebenswelt der Tiere zu vermitteln. Durch das direkte Erleben der exotischen Tier- und Tropenwelten wird eine positive, emotio-

nale Beziehung zur Natur aufgebaut und so der Grundstein für die Bereitschaft zu einem nachhaltigen, umsichtigen und wertschätzenden Umgang mit ihr gelegt.

### Mit Neugier die Umwelt entdecken, erforschen und begreifen

Die individuell buchbaren Bildungsangebote des Krefelder Zoos richten sich an alle Altersgruppen – von Kindergartenkindern ab 4 Jahren bis hin zu Seniorengruppen sowie an Beeinträchtigte. Schüler/-innen können z. B. Angebote der Zooschule und des BNE-Regionalzentrums wahrnehmen. Der außerschulische Lernort Zoo ermöglicht eine anschauliche Vermittlung von (natur-)wissenschaftlichen Aspekten und bietet die Möglichkeit einer intensiveren Auseinandersetzung mit schulischen Lerninhalten. Durch Beobachtung, interaktive Begegnungen, partizipative Elemente, Experimente und Forschungsaufträge erschließen sich Artenkenntnis, das Verständnis von Naturkreisläufen sowie Wissen über ökologische, soziale und globale Zusammenhänge.

In seiner Zooschule bietet der Zoo Krefeld seit 1985 bewährte Bildungsangebote an: Beobachten, Analysieren und Auswerten sowie Kennenlernen von Lebensräumen



**ABB. 1** Spitzmaulnashornnachwuchs im Zoo Krefeld. Alle Fotos Zoo Krefeld.

### BESUCHERINFORMATIONEN

Öffnungszeiten  
März–Okt.: 9–19 Uhr  
Nov.–Febr.: 9–17 Uhr

Eintrittspreise Schüler/-innen  
4,50 €, bei Buchung eines pädagogischen Programms 3,50 €.

Kontakt Zooschule:  
lehrer@zooschulekrefeld.de  
02151 / 95 52 21 (Anrufbeantworter)

Kontakt BNE-Regionalzentrum:  
zoofuehrungen@zookrefeld.de  
02151 / 955213

weitere Informationen unter  
[www.zookrefeld.de](http://www.zookrefeld.de)



ABB. 2 Unterricht im BNE-Regionalzentrum im Krefelder Zoo.

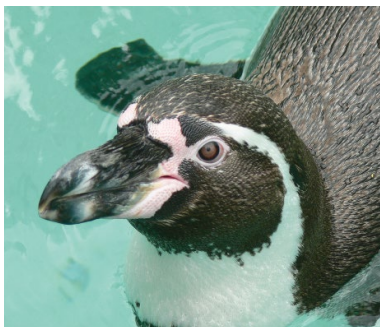


ABB. 3 Plastik schadet Meerestieren so wie diesem Humboldtpinguin.



ABB. 4 Tiere erleben im Forscherhaus.

und den in ihnen lebenden Tieren. Thematisiert werden unter anderem die „Lebensräume und ihre Bewohner“, „Pinguine – Lebensweise und Bedrohung“, „Räuber und Beute“, „Der tropische Regenwald“, die „Fortbewegung bei Säugetieren“, die „Ökologische Nische am Beispiel der Afrikasavanne“ oder „Fledertiere, Viren & Co“. Der Unterricht für Schulklassen (von Klasse 2 bis zum Abitur, erfolgt durch ausgebildete Biologie-Lehrkräfte (Abbildung 2), die auch an Schulen unterrichten. Er ist kompetenzorientiert gemäß der Kernlehrpläne NRW.

Seit 2020 ist der Zoo Krefeld mit seiner zoopädagogischen Abteilung zudem eines von landesweit 26 BNE-Regionalzentren in NRW. BNE steht für „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Der Leitgedanke dieses pädagogischen Konzepts ist es, die Zukunft gerecht zu gestalten und dafür die notwendigen Kompetenzen zu erwerben. Eine Region darf nicht auf Kosten einer anderen leben. Die UN hat im Rahmen der Agenda 2030 17 „Ziele für eine nachhaltige Entwicklung“ beschlossen (*Sustainable Development Goals* (SDGs), Weltentwicklungsziele). Jedes Land, jede Region, alle Menschen der Welt werden aufgefordert, diese mit Leben und eigenen Ideen zu füllen und so die Welt heute und in Zukunft gerechter und lebenswerter zu gestalten. Ökologische Ziele, soziale Gerechtigkeit und wirtschaftlicher Fortschritt sollen zusammengedacht und so entwickelt werden, dass auch nachfolgende Generationen noch eine lebenswerte Zukunft vorfinden. Der Grundsatz lautet: „Niemanden zurück lassen“. Bildung gilt als Schlüsselement, um diese Ziele zu erreichen.

Der Zoo Krefeld fördert die Verbreitung dieses gesellschaftspolitischen Konzepts der nachhaltigen Entwicklung durch Bildung und trägt die Kerngedanken in die Bevölkerung und in Kitas und Schulen. Die Bildungsangebote orientieren sich an der BNE-Leitlinie NRW, die

auch auf die Kernlehrpläne abgestimmt ist.

### Mein Handeln hat Auswirkungen!

Alles, was wir tun, wirkt sich auf andere Menschen und auf die Natur aus. So beeinflusst jeder Einzelne seine Umwelt und gestaltet sie mit – im negativen, aber genauso auch im positiven Sinne, global und regional. Wir sind ein Teil der Natur! Die Teilnehmenden sollen neugierig gemacht und angeregt werden, sich Gedanken über den Umgang miteinander, mit unserer Umwelt und den von uns benötigten Ressourcen zu machen. Aktuelle Probleme wie Klimawandel und der Verlust der Artenvielfalt werden aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. Jeder soll so dazu befähigt werden, sich seine eigene Meinung zu bilden und entsprechend zu handeln. Fragen, was unser Plastikkonsum mit der Bedrohung der Meerestiere zu tun hat und welche wichtige Rolle Insekten für uns spielen, werden diskutiert, und es wird überlegt, was der Regenwald mit unserem Alltag und Konsum zu tun hat (Palmöl, Handys u. a.). Immer stehen dabei die Zootiere im Mittelpunkt – je nach Schwerpunktthema können das Pinguine (Abbildung 3), Gorillas, Spitzmaulnashörner oder andere Arten sein.

### Schule der Zukunft

Als BNE-Regionalzentrum ist der Zoo Krefeld gleichzeitig auch Teil des Landesprogramms „Schule der Zukunft – Bildung für Nachhaltigkeit“ des Umweltministeriums und des Schulministeriums in NRW. Mitarbeiter/-innen des Regionalzentrums begleiten als *Netzwerkpartner/-innen* die Schulen und leisten Hilfestellung beim Entwickeln und Durchführen neuer Ideen. Durch die Teilnahme am Landesprogramm werden Schulen motiviert, BNE verstärkt im Unterricht zu thematisieren, im Alltag umzusetzen und ihre Schüler/-innen dafür zu sensibilisieren.



### Weitere Angebote

Zooführungen ergänzen die oben genannten Angebote. Im Rahmen kostenpflichtiger Führungen werden verschiedenste Themen erlebnisorientiert – z. B. in Quiz- oder Spielform – präsentiert. Auch für Schulgruppen sind die Führungen geeignet. Zudem bietet das Forscherhaus eine Gelegenheit für alle Zoobesucher/-innen, im Rahmen ihres

Zoobesuchs spontan und ohne Anmeldung Natur zu entdecken und zu erforschen (Abbildung 4). Hautnahe tierische Begegnungen mit exotischen Heimtieren und Erkundungen im naturnahen Garten sollen für die Natur und ihre Bedürfnisse sensibilisieren. Ausgestattet mit einer Mikroskopierecke bietet das Forscherhaus spannende Einblicke in Miniaturwelten. Fachkundige Mitarbeiter/-innen

beantworten gerne die Fragen der Besucher/-innen. Spezielle Kurse und Aktionen für geistig oder körperlich beeinträchtigte Personen können selbstverständlich in allen genannten Bereichen durchgeführt werden. Sie werden jeweils mit den nachfragenden Personen oder Organisationen individuell abgesprochen.

*Dipl.-Biol. Gaby Borg, Zoo Krefeld*



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](mailto:info@vbio.de)



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

# PERSPEKTIVEN BERUFSFELD BIOLOGIE



## MIKROBEN VERSTEHEN

## Mikroben leben in einer anderen Welt – Diffusion

*In der Welt der Mikroben ist manches anders als in unserem Erfahrungsbereich. Dies äußert sich auch im Verhältnis zur Diffusion von kleinen und großen Molekülen außerhalb und innerhalb mikrobieller Zellen. Während die Eigenschaften der Diffusion im freien Wasser seit langem gut bekannt sind, hat man erst seit kurzer Zeit Zugang zur Dynamik von Molekülen im Cytoplasma lebender Mikroben. Die Theorie der Brownschen Molekularbewegung führt auch hier Regie, aber mit Modifikationen im Detail.*

### Diffusion extrazellulär

Diffusion hatte für Mikrobenzellen, die meist nur wenige Mikrometer (0,5 bis 5  $\mu\text{m}$ ) groß werden, von Beginn ihrer Entstehung und Entwicklung an eine evolutionär nachhaltige Bedeutung. Denn die Mikroben mussten Fähigkeiten ausbilden, mit denen sie im Wasser gelöste und frei diffundierende Nährstoffe nicht nur erkennen und aufnehmen, sondern gegebenenfalls auch verfolgen können. Für die qualitative Wahrnehmung und den Transport in die Zelle ist die Bindung an spezifische Proteine notwendig – und dies schon seit Beginn der Zellentstehung. Das Auffinden von Nährstoff- oder Schreckstoffquellen erfordert zusätzlich die Informationsverarbeitung der quantitativen Diffusionsverhältnisse, und diese Fähigkeit erwarben bewegliche

Zellen später hinzu. Die Details der Detektion von Nährstoffgradienten sind gut untersucht, und es ist seit langem klar, dass Mikroben wegen ihrer geringen Größe nicht in der Lage sind, Konzentrationsunterschiede über ihre geringe Körperlänge unmittelbar festzustellen. Sie testen den räumlichen Gradienten eines Stoffes stattdessen über größere Distanzen durch einen faszinierenden biochemischen Mechanismus, während sie sich im Medium bewegen [1]. Auch die im Wasser gelösten Stoffe bleiben nicht stationär und ihr Diffusionsverhalten ist bereits seit langem theoretisch verstanden.

Die mittlere Zeit  $t$ , die ein gelöstes Molekül benötigt, um durch die Brownsche Bewegung eine gewisse Distanz zurückzulegen, hängt von der absoluten Temperatur  $T$ , der

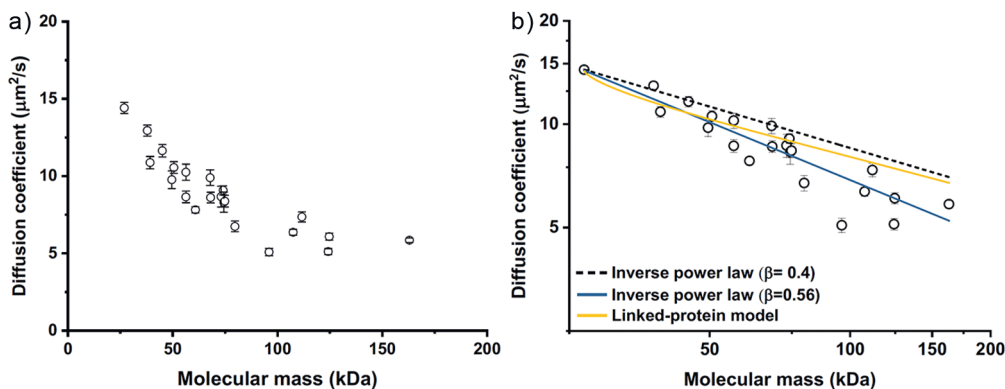
Viskosität  $\eta$  des Mediums, der Größe des Moleküls (Radius  $r$ ) und der physikalischen Konstanten ab, die den charakteristischen Wert der Diffusionskonstante  $D$  eines Stoffes bestimmen. Der mittlere Weg  $x$  beträgt im Wasser etwa

$$x^2 = 2Dt \text{ mit } D \sim T/(\eta r) \text{ [2].}$$

$D$  hat für typische Nährstoffmoleküle (Zucker, Aminosäuren) Werte zwischen 400 und 1000  $\mu\text{m}^2/\text{s}$  [3]. Die Moleküle legen auf ihrem Zickzackkurs (*random walk*) in einer Sekunde (s) im Mittel demnach 30 bis 45  $\mu\text{m}$  in einer Richtung zurück – eine Strecke, die viele Bakterien etwa in gleicher Zeit durchschwimmen, wie *E. coli* mit durchschnittlich 30  $\mu\text{m}/\text{s}$  [4]. Auf kürzeren Distanzen sind diffundierende Moleküle aber überlegen. So benötigt *E. coli* für 3  $\mu\text{m}$  0,1 s, Glucose ( $D = 670 \mu\text{m}^2/\text{s}$ ) aber nur etwa 0,007 s und hat nach 0,1 s schon fast 12  $\mu\text{m}$  zurückgelegt. Mikroben (wie alle Einzelzellen) eignen sich auch aus diesem Grund nicht als Jäger individueller Moleküle; sie sind Zufallssammler.

### Diffusion intrazellulär

Diffusion birgt einen zweiten Aspekt für Mikroben, der weitaus weniger erforscht ist, nämlich die Dynamik gelöster Makromoleküle im Zellinneren. Es war lange methodisch unmöglich, den Diffusionsweg von Molekülen in intakten Zellen zu verfolgen. Dies gelang erst mit speziellen Verfahren der Fluoreszenzmikroskopie, die empfindlich und schnell genug sind, um einzelne, fluoreszenzmarkierte Makromoleküle zu detektieren. Viele Studien wurden mit der Art *E. coli* durchgeführt, die wie andere Prokaryoten eine hohe Makromoleküldichte (300 mg/ml [5]) und damit eine hohe intrazelluläre Viskosität aufweist. Die Diffusion in Zellen sollte sich also schwerfälliger als in reinem Wasser verhalten und zusätzlich durch intrazelluläre Strukturen und Wechselwirkungen beeinflusst wer-



**ABB. 1** Diffusionskoeffizienten ( $D$ ) von fluoreszierenden Testproteinen im Cytoplasma von *E. coli* nach Korrektur für begrenzte Diffusionsräume. (a)  $D$  in Abhängigkeit der relativen Molekularmasse ( $M_r$ ) der Proteine, (b) Anpassung des Exponenten  $\beta$  aus der Beziehung  $M_r^\beta \sim r$ , mit  $r$  = Proteinradius. Abbildungen entnommen aus [6] gemäß Creative Commons Attribution License.

den. Dies äußert sich in kleineren Diffusionskonstanten [4] und in einer phänomenologischen Abweichung von der idealen Diffusionsgleichung, die man als *subdiffusiv* bezeichnet:

$$x^2 \sim t^\alpha \text{ mit } \alpha < 1 \quad [6].$$

Hier steigt das Quadrat der mittleren Diffusionsstrecke nicht mehr linear mit der Zeit an, sondern um einen nichtlinear verlaufenden, kleineren Wert  $t^\alpha$ . Der sogenannte anomale Diffusionsexponent (oder Subdiffusionsexponent)  $\alpha$  ist eine empirische Größe, die umso kleiner ausfällt, je stärker sich irgendwelche Interaktionen des diffundierenden Makromoleküls mit Zellkomponenten auswirken. Üblicherweise nimmt man dafür reversible Bindungs- und Kollisionseinflüsse an, letztere vor allem mit Cytoskelettstrukturen, die aber in Mikroben einen eher geringen Effekt zeigen [7]. Neuere Untersuchungen lassen darauf schließen, dass die intrazelluläre Diffusion kleinerer und mittlerer Proteine annähernd der klassischen Theorie Brownscher Bewegung folgt und  $\alpha$  nahe bei 1 liegt. Denn ein Teil des anomalen Verhaltens lässt sich damit erklären, dass die Diffusion in einem begrenzten Raum (Zelle) stattfindet, was in der Theorie berücksichtigt werden kann [6]. Bindungsphänomene sind also von geringerem Einfluss, hängen aber vom untersuchten Makromolekül ab, etwa im Falle von mRNA und Transkriptionsfaktoren oder bei sehr großen Proteinkomplexen [4, 6]. Die ermittelten Diffusionskonstanten  $D$  für kleinere Proteine fallen dadurch allgemein etwas größer aus als vorher ermittelt, sind aber weiterhin von der relativen Molekülmasse ( $M_r$ ) abhängig (Abbildung 1a). In  $D$  geht der inverse Molekülradius ein, der bei globulären Proteinen zu  $M_r^{1/3}$  proportional ist.

Allerdings sind Proteine und Proteinkomplexe selten ideal kugelig, sondern unterschiedlich elongiert, so dass der Exponent größer als  $1/3$  ausfällt, je nach Proteinform streut und  $D$  entsprechend verringert. Verschiedene Messungen bestätigen, dass Exponenten zwischen 0,35 und 2 auftreten (Abbildung 1b, [6]). Sehr große Proteinkomplexe (Ribosomen, Chaperone, intrazelluläre Proteasen) weisen sehr kleine (apparente) Werte für  $D$  auf und benötigen einige Sekunden bis Minuten, um eine Mikrobenezelle zu durchwandern. Nun kommen diese Moleküle nicht in Einzahl vor, und die Erreichbarkeit im Cytoplasma hängt nicht vom maximalen Diffusionsweg ab. Die Verteilung dieser großen im Cytoplasma diffundierenden Proteinspezies kann aber von einer homogenen Ausbreitung erheblich abweichen. Weitere Parameter, die  $D$  beeinflussen, sind Temperatur (thermophile Mikroben!), Osmolarität (Halophile!) sowie künstliche Behandlungen, die sich auf den Zustand des Cytoplasmas und damit auf dessen Viskosität auswirken. Ein besonderer Effekt tritt in wachsenden, also stoffwechselaktiven Zellen auf. Hier erhöht sich die Mobilität von Proteinen, was sich zumindest zum Teil auf eine aktive Proteinsynthese zurückführen lässt, damit aber nicht vollständig erklärt werden kann [6].

### Diffusion extrem

Die Charakteristika der Diffusion von Proteinen in Bakterien wie *E. coli*, *Bacillus subtilis* und ähnlichen Zellen beginnt man nun eher im Detail zu verstehen [6]. Allerdings ergeben sich für zwei extreme Größenaspekte in Mikroben besondere Szenarien. Erstens: Was bedeutet die hohe Makromoleküldichte von 300 mg/ml für sehr große Proteinkomplexe, wenn die Masse der Makromoleküle bereits 25 bis 30 Prozent des Zell-

volumens einnimmt und ein Platzproblem schafft? Das Phänomen des *macromolecular crowding* hat über den Einfluss auf die Diffusion hinaus weitere Auswirkungen, die es gesondert zu betrachten lohnt. Und zweitens: Wie lösen außergewöhnlich große einzellige und bewegliche Mikroben von mehreren 100  $\mu\text{m}$  Länge und bis zu 80  $\mu\text{m}$  Dicke (*Epulopiscium* [8]) das Problem der Diffusionswege und -zeiten und insbesondere der Signaltransduktion zwischen Sensormolekülen und möglicherweise weiter entfernten Empfängerstrukturen? Und könnten die Giganten unter den Mikroben über ihre Zelllänge hinweg nicht auch externe Molekülgradienten direkt abgreifen (siehe oben)? Diese und ähnliche Fragen warten noch auf vermutlich spannende Antworten, denn man kennt den inneren Aufbau solcher Riesenzellen bislang kaum. *E. coli* ist nach wie vor ein wertvoller Modellorganismus für die Mikrobiologie, aber letztere hat noch mehr zu bieten, zu entdecken und zu erklären.

### Literatur

- [1] A. Briegel (2022) Biologie in unserer Zeit 52, 72–79, <https://doi.org/10.11576/biuz-5088>
- [2] R. K. Hobbie (1978) Intermediate Physics for Medicine and Biology, J. Wiley & Sons, New York.
- [3] R. C. Weast (1979) CRC Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press, Boca Raton, Florida, 60th edition, table F-62.
- [4] R. Milo et al. (2016) Cell Biology by the Numbers. Garland Science, New York.
- [5] R. Phillips et al. (2013) Physical Biology of the Cell. Garland Science, London & New York, 2nd edition, p. 31.
- [6] N. Bellotto et al. (2022) eLife 11, <https://doi.org/10.7554/eLife.82654>
- [7] I. Golding, E.C. Cox (2006) Phys. Rev. Lett. 96, 098102.
- [8] H. Engelhardt (2021) Biologie in unserer Zeit 51, 387–388, <https://doi.org/10.11576/biuz-4877>

Harald Engelhardt, Martinsried



## PARTNER DES MENSCHEN

## Das Hausrind: Eiweißlieferant und Zugtier

*Rinder werden in allen Erdteilen von Menschen gehalten und geschätzt: Sie geben vor allem Milch, Fleisch und Leder oder dienen als Zugtier oder sogar als Symbol für Aufschwung und Reichtum. In manchen Kulturen werden sie so verehrt, dass eine Schlachtung eigentlich nicht in Frage kommt. In vielen Ländern überwiegt jedoch die Massentierhaltung. Mittlerweile wird die Rinderproduktion allerdings differenzierter gesehen, da Klimawandel und Tierwohl ein Umdenken erfordern.*

Die Wirtschaftskraft der Rinderproduktion ist beeindruckend und erschreckend zugleich: Geschätzte 1,5 Milliarden Rinder leben auf der Erde, die meisten in den USA, Brasilien, China und Argentinien. Zusammen bringen die Hornträger mehr Biomasse auf als alle sieben Milliar-

den Menschen. Und allein für die 12 Millionen Rinder in Deutschland werden knapp 60 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Futterpflanzen gebraucht. Der *World Wildlife Fund for Nature* (WWF) betont allerdings, dass es von der Haltungsart abhängt, ob Rinder mit dem Menschen um Anbauflächen konkurrieren, oder ob die Nutztiere sogar als ökologisch wertvoll gelten können.

Das europäische Hausrind (*Bos taurus*, Abbildung 1a) unterscheidet sich phänotypisch und genetisch vom asiatischen Zebu (*Bos indicus*). Die europäischen Hornträger stammen ursprünglich vom europäischen Auerochsen (*Bos primigenius*, Abbildung 1b) ab, dessen Stiere ein Gewicht von 800 bis 1000 kg besaßen. Heutige Hausrinder sind meist etwas kurzbeiniger, die Stiere bringen es aber je nach Rasse auf 1000 bis 1200 kg. Die namensgebenden Hörner (althochdeutsch „rint“ = Horntier) dienen der Abwehr von Raubtieren wie Wolf oder Löwe und stellen noch heute ein Symbol von Macht und Stärke dar. Die ansonsten friedlichen Pflanzenfresser ernähren sich natürlicherweise überwiegend von Gras, das in einem aufwändig gekammerten Magen vergoren wird. Das typische Wiederkäuen sorgt für eine mehrfache Zerkleinerung der faserigen Pflanzenkost, die im Pansen (der größten Magenkammer) durch symbiotische Ciliaten enzymatisch aufgeschlossen wird. Große Mengen Wasser – bis zu 180 Liter an

heißen Tagen – sind für die Verdauung unabdinglich. Rinder leben meist in Herden und können über 20 Jahre alt werden.

Weltweit sind etwa 450 Rassen bekannt, die je nach Zuchtziel in Milch- oder Fleischvieh eingeteilt werden. Die am häufigsten gehaltenen Rinder gehören allerdings nur wenigen Hochleistungsrassen an wie die in Europa typischen Schwarzbunten oder das Braun- und Fleckvieh für die Milchproduktion sowie beispielsweise Hereford, Charolais oder Angus für die Fleischproduktion. Genetisch besonders interessant sind dagegen z. B. die Busa-Rinder der Balkanhalbinsel, die seit Jahrtausenden scheinbar keine Einkreuzungen mehr erlebt haben und deshalb als ursprünglich gelten können. Auch auf anderen Kontinenten gibt es beliebte und seltene Rassen, die für die Züchtungsforschung interessant bleiben. Gerade in Asien gibt es weitere Rinderarten, die aber von anderen Wildformen (z. B. Banteng, Gaur, Wildyak) abstammen.

### Steinzeitlicher Begleiter und Bodenbearbeiter

In frühzeitlichen Höhlenmalereien (z. B. Lascaux) finden sich Darstellungen der mächtigen Auerochsen, die als Wildform der heutigen Hausrinder gelten. Mit den nach vorne gerichteten Hörnern, einer Schulterhöhe bis 180 cm und der ansteigenden, muskulösen Schulter-Hals-Linie waren die Bewohner der ehemals eiszeitlichen Prärien beeindruckende Kraftpakete. Die Domestikation hat genetischen Untersuchungen zufolge an mehreren Orten stattgefunden. Die asiatischen Zebus oder Buckelrinder stammen von der asiatischen Form des Auerochsen ab, während die europäischen Auerochsen ursprünglich im Nahen Osten und Anatolien vom Menschen gezähmt wurden, wo die Wildrinder natürlicherweise vorkamen. Schon vor etwa zehntausend Jahren gelangten Menschen und Rinder auf das vorher „rinderfreie“ Zypern. Spätestens vor achttausend Jahren aber

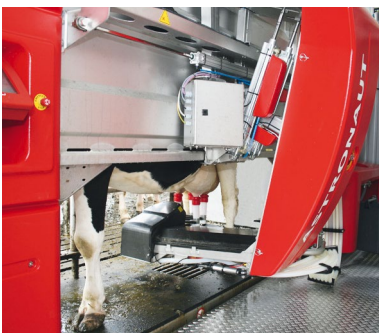


**ABB. 1** a) Modernes Braunvieh auf der Alm, b) Rekonstruktion des europäischen Auerochsen.

Fotos: a) [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de), b) Jaap Rouwenhorst.



**ABB. 2** Der Minotaurus aus der griechischen Mythologie. Gemälde von George F. Watts um 1885.



**ABB. 3** Automatisierung in der Tierhaltung: Eine Kuh lässt sich am Melkroboter die Milch absaugen. Foto: www.landwirtschaftskammer.de.

züchteten sesshafte Ackerbauern im „Fruchtbaren Halbmond“ (Naher Osten) Rinder. Als Zugtier vor einem Pflug konnten sie den Ackerbau verbessern.

Es ist vor allem die schiere Kraft der Pflanzenfresser, die sich in den Mythen und der Kultur der Menschen verewigt hat. Schon der Minotaurus (Abbildung 2) war ein furchteinflößendes Mischwesen – halb Mensch, halb Stier – der in einem Labyrinth auf Kreta gefangen war und niemanden ungeschoren davonkommen ließ, der im Kampf gegen ihn antrat. In Spanien wurde der Stierkampf zu einem großen Showereignis, und noch heute steht der Stier für Börsianer für kraftvolle wirtschaftliche Entwicklung (im Gegensatz zum trägen Bären).

### Vom Hochleistungs- zum Ökorind

Durch jahrtausendelange Züchtung veränderte sich das Wildrind. Die Beine wurden kürzer, der Rücken länger und gerader, der Euter größer und haarlos und die Hörner kleiner. Das Hausrind wurde zunehmend zur Milch- und Fleischfabrik. So liegt der Milchertrag bei einer Schwarzbunten Kuh bei etwa 10.000 Liter pro Jahr, wobei diese Milchleistung nur durch Zufütterung von Kraftfutter in Stallhaltung erzielt werden kann. Eine weitere Effizienzsteigerung kann durch Melkroboter (Abbildung 3) erzielt werden. Diese nehmen dem Landwirt einerseits das ermüdende Melken ab, zum anderen muss die Kuh nicht mehr mit prallem Euter auf das erlösende Melken warten, sondern sie kann sich in modernen Betrieben bei Bedarf selbstständig zum Melkroboter begeben. Kühe, die das System kennen, stehen sogar geduldig in der Schlange, bis sie an der Reihe sind. Die Massentierhaltung sorgt zwar für niedrige Kosten, aber Tierwohl und Umwelt leiden darunter. Daher erfahren immer mehr Landwirte Zuspruch, die ihre Rinder überwiegend auf der Weide halten, so dass diese sich frei bewegen können und ohne Kraftfutter auskommen.

Unter diesen Bedingungen sei die Rinderhaltung auch ökologisch wertvoll, erklärt man beim WWF. Sofern für die Weidehaltung keine Wälder gerodet werden, habe die Rinderhaltung mehrere Vorteile. Da Gras nicht Teil des menschlichen Speiseplans sei, bestehe keine Konkurrenz um Nahrungsmittel. Im Gegenteil: Es würden zusätzlich hochwertige Lebensmittel für den Menschen erzeugt. Außerdem würden für die Fütterung der „Ökorinder“ keine Düngemittel oder Pestizide zum Einsatz kommen müssen. Natürlich könne diese Entwicklung nur durch einen Rückgang im Konsum von Rindfleisch getragen werden.

### „DAS GEHT AUF KEINE KUHHAUT“

*Es begab sich zu einer Zeit, als es noch kein Papier gab und man mit einem Gänsefederkiel auf Pergament schrieb, welches aus Tierhäuten gefertigt wurde. Auch der Dienststellenleiter der Hölle, Lucifer, verfügte über dieses Medium und ließ die Sünden jedes Menschen notieren – jedenfalls war das die damalige Überzeugung der Menschen. Wenn man der Meinung war, dass ein Missetäter es mit seinem Fehlverhalten übertrieb, wurden die größten Pergamente – Kuhhäute – bemüht: Aufgrund von Platzmangel seien weitere Sünden nicht mehr hinnehmbar.*

### Rückkehr des Auerochsen?

Tierwohl und Haltungsbedingungen sollen auch mithilfe der Gentechnik verbessert werden. Da die Hörner in der Massentierhaltung die Verletzungsgefahr erhöhen, werden die Kälber meist frühzeitig enthornt. Dank der Gentechnik kommen inzwischen Jungtiere auf die Welt, die gar keine Hornanlagen besitzen. Aber die Züchtungsforschung beschreitet noch andere Wege. Obwohl der letzte Auerochse 1627 in Polen gestorben ist, möchte man den Phänotyp dieses Wildrindes durch Kreuzung verschiedener Arten wiederbeleben. Das Heckrind (Abbildung 4) stellt so einen Versuch dar. Offensichtlich wird sich die Beziehung von Mensch und Hausrind weiterentwickeln.

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



**ABB. 4** Das Heckrind erinnert teilweise an den Auerochsen. Foto: www.wikipedia.de.





## MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 16

### Clustering-Illusion

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

Beim morgentlichen Körnerimbiss geschah es. Langsam schob er das Getreide in seinen Backen von rechts nach links und hypnotisierte dabei den Futtertrog. Seit dem vorigen Abend ging ihm ein Gedanke nicht mehr aus dem Kopf: seine Geschäftsidee. Er selbst fand seine Idee ein Pferdeäpfelbusiness aufzuziehen brilliant. Aber ob sich damit Geld verdienen ließe? Kauend ratterte sein Gehirn. Doch dann erschauerte Hengst Heribert und starrte wie versteinert auf die verbliebenen Körner in seinem Trog, die sich zu einem bizarren Muster arrangiert hatten. Wenn man genau hinsah, entdeckte man das aus den Körnern

geformte Gesicht: Bill Gates. Hengst Heribert verschluckte sich fast am Körnerbrei in seinem Mund. Wenn das kein Zeichen war! Ein Milliardär in seinem Körnertrog! Es fiel ihm nun wie Schuppen von den Augen: Superreiche wurden natürlich reich, weil sie besonders gute Ideen hatten. Und sicherlich hätte zu denen auch jeder am Anfang gesagt: „Das wird nix!“ So wie Kuh Kerstin gestern, die einfach nicht verstanden hatte, dass seine Idee brilliant war. Aus Mist Gold machen. Wie Rumpelstilzchen, nur besser. Und jetzt ein Superreicher in seinem Trog! Das sagte ja schon alles. Seine eigene Geschäftsidee würde genauso gut funktionieren. Außerdem gab es ja noch mehr Beispiele. Man musste sich ja nur Leute wie Mark Zuckerberg, Jeff Bezos oder Elon Musk anschauen. Ob die Ideen nun Facebook, Amazon oder Tesla hießen. Sie alle wurden durch brillante Ideen reich. Warum nicht auch er selbst! Welch Ironie, dass erst Bill Gates in seinem Trog auftauchen musste, damit er das kapierte.

Sofort machte sich Hengst Heribert an die Aufstellung seines Business-Case. Wie von Zauberhand schienen alle Daten seine Idee zu untermauern. Die Welt schien sich nach seinem Pferdeäpfelbusiness schon lange gesehnt zu haben. Außerdem wäre er prima skalierbar. Wie viele Pferde es doch gab auf der Welt! Er plante die Äpfel in Dosen zu verpacken und mittels Online-

Shop in die ganze Welt zu versenden. Nicht nur Hobbygärtner würden ihm seine Produkte aus den Händen reißen. Er könnte verschiedene Produktlinien anbieten. Pferdeäpfel für den Gärtner, Löwenäpfel als Marderschreck, Kuhgülle als Dünger. Der Graph zeigte steil nach oben, doch das wäre ihm auch ohne seine Berechnungen klar gewesen. Es war einfach glasklar, dass seine Idee zum Erfolg führen musste, da alle Anzeichen dafür standen.

„Welche Anzeichen stehen denn nicht dafür?“, muhte die Kuh Kerstin mitten in seine Überlegungen. Hengst Heribert zeigte ihr seinen Schweif und wendete sich wieder seinen Grafiken zu. „Das ist ein No-Brainer“, erklärte Hengst Heribert. „Nichts für fleckiges Weidevieh. Ökolandwirtschaft ist groß im Kommen. Die Welt wird mir mein Produkt aus den Händen reißen.“ „Gibt es aber nicht viel mehr gute Ideen als es Millionäre gibt?“, ließ sich die Kuh nicht von ihrer Kritik abbringen. „Alles Ausreißer“, argumentierte Hengst Heribert. Dann trabte er einen kleinen Kreis und stellte sich auf seine Hinterbeine. Mit seinen Hufen zeigte er gen Himmel. „Schau mal dort“, wieherte er der Kuh zu und deutete etwas nach rechts. „Selbst der Himmel schickt mir Signale.“ Die kleine Wolke am Himmel sah tatsächlich ein wenig aus wie ein verwackeltes Dollarzeichen. Die Kuh nickte und muhte zustimmend. Heribert hatte sie überzeugt. Gemeinsam zogen sie los, um ihren neuen Geldspeicher zu bauen. Den würden sie schließlich brauchen!

**Und die Moral von der Geschicht':  
Verlass dich auf herbeigesehnte  
Muster nicht.**

*Ihre Andrea Hauk,  
andreabauk@gmx.de*

#### FAKTENBOX

UIUIUUUUUUUI – Nehmen Sie sich zwei Minuten, um die Logik hinter dieser Sequenz zu finden und führen Sie sie fort. Sie haben das Muster gefunden? Gratulation. Sie sind gerade der Clustering-Illusion zum Opfer gefallen. Wir alle fallen viel öfter dieser Verzerrung zum Opfer als wir denken – und zwar nicht nur bei Wolkenbildern. Wir sehen nämlich auch dann Muster, wenn überhaupt keine existieren. Wie zufällig passen dann alle Daten in unseren Business-Case. Die oben gezeigte Sequenz ist rein zufällig. Warum aber fühlen wir uns in der Lage, aus dieser kleinen Datenmenge die Zukunft vorherzusagen? Unser Verstand verwendet Muster dazu, um daraus Entscheidungen abzuleiten. Dementsprechend neigen wir dazu, in Datenströmen auch dann Muster zu erkennen, wenn gar keine da sind, oder ganz elegant alles das auszublenden, was nicht zu unserer Theorie passt. Das Gesamtbild neutral zu betrachten, ist der Schlüssel zum Erfolg. Überprüfen Sie daher ganz bewusst bei Ihrer nächsten Entscheidungsfindung, ob Sie auch diejenigen Daten berücksichtigt haben, die nicht passend scheinen und Ihrer Idee widersprechen.