

SINNESPHYSIOLOGIE

Ohrentier Mensch



Für uns Menschen ist das Hören nach dem Sehen der zweitwichtigste Sinn. Taubheit beeinträchtigt das Alltagsleben und besonders die sozialen Interaktionen der Betroffenen gravierend.

Man denke nur an Gespräche als ein Hauptmittel der Kommunikation, an Geräusche als Warnsignale zum Beispiel im Straßenverkehr oder an musikalische Genüsse. Das vorliegende Buch bietet Nicht-Fachleuten einen sehr guten Einblick in die physikalischen und biologischen Grundlagen des Hörvorgangs, in die psychologischen Aspekte des Hörens und auch in die Ursachen und Symptome verschiedener Hörstörungen. Der Autor, emeritierter Physiologieprofessor an der Universität Gießen, versteht es, das Wissen über das Hörsystem zu kondensieren und den Lesern klar, knapp und ohne Fachsimpelei zu präsentieren.

Die Einleitung führt uns die Wichtigkeit und Komplexität des Hörens vor Augen. Das erste Drittel des Buches behandelt die Physik des Schalls und erklärt, mit welchen Signaleigenschaften es unser Hörsystem zu tun hat und welche Anforderungen es bewältigen muss. Hier tauchen einige Formeln auf, die manche Leser vielleicht abschrecken. Der Autor erklärt die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten aber auch in Worten und gibt dazu meist ein Beispiel aus der Alltagserfahrung; man kann also die Formeln überlesen. Wer sich mehr für die Biologie interessiert, kann den Physikeil zunächst auch ganz überspringen.

Anschließend geht es um die Empfängerseite zur auditiven Wahrnehmung, um das Alltagserleben verschiedenster Töne und Geräusche, also um die Hörwelten. Besonderes Gewicht liegt dabei auf der Behand-

lung von Sprache, Musik, störendem Lärm und Lärmschutz. Hier kommen Psychophysik und Psychologie zum Tragen; es werden nicht nur die physikalischen Aspekte beschrieben, sondern auch die subjektiven, emotionalen Attribute, die wir den jeweiligen Hörsignalen beimessen und die das persönliche Hörerlebnis ausmachen. Es folgt eine knappe Darstellung der Anatomie und Physiologie der Hörbahn vom Ohr bis zum Hörkortex. Man erfährt, wie die Ohren und das Gehirn die zuvor beschriebenen Leistungen erbringen, wie die neuronale Aufnahme der Hörreize durch die Haarzellen im Innenohr funktioniert und welches die weiteren Stationen neuronaler Verarbeitung sind. Schließlich werden kurz diverse Hörstörungen und Erkrankungen des Hörsystems angesprochen und die Untersuchungsmethoden und Therapien erklärt, die der Medizin dabei zur Verfügung stehen. Vieles davon wird auch schon in den vorausgehenden Kapiteln an den Stellen erwähnt, an denen die zugehörigen Grundlagen besprochen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Buch sowohl naturwissenschaftlich bestens fundiert als auch klar und verständlich beschreibt, was und wie wir hören, und dies mit vielen interessanten und teils verblüffenden Details unterfüttert. Ein Beispiel: Die Haarzellen der Cochlea können durch den Schall verursachte Auslenkungen ihrer Sinneshärchen von nur 100 Picometer (100×10^{-12} m) detektieren. Hochgerechnet entspräche dies einer Auslenkung der Eiffelturmspitze um einen Zentimeter. Das Buch ist ausreichend mit Diagrammen und Kurven illustriert, die sehr nützlich für das Verständnis sind. Wer anatomische Abbildungen zur Veranschaulichung der Hörbahn möchte, muss sie in den zitierten Lehrbüchern oder im Internet suchen. Das gut sortierte Stichwortverzeichnis am Ende hilft beim Nachschlagen einzelner Aspekte. Naturwissenschaftliche Grundkenntnisse

sind für die Lektüre von Vorteil, aber diese kann man bei der Biuz-Leserschaft voraussetzen. Das Buch ist also eher nicht für ein breites Laienpublikum geeignet, sondern für Naturwissenschaftler/-innen einschließlich Studierender, aber z. B. auch für Musiker/-innen, die sich für die Grundlagen der Hörwahrnehmung interessieren. Der interdisziplinäre Ansatz bietet dazu vielfältige Perspektiven. Geschrieben ist dieses gelungene Werk in sehr angenehmem Stil, so dass man es nicht nur mit Gewinn, sondern auch mit Genuss liest. Sehr empfehlenswert!

Leo Peichl, Frankfurt am Main

Das Hören des Menschen.

Physik – Psychologie – Physiologie. Wolfgang Skrandies, Verlag Königshausen & Neumann, Würzburg 2021. 166 S., 19,80 €, ISBN 978-3-8260-7440-0.

BOTANIK

Spannendes vor der Haustür

Für viele Menschen wird die Natur immer fremder. Dem ein oder anderen Zeitgenossen erscheinen Pflanzen daher vielleicht nur als dekorativer grüner Hintergrund in der Landschaft. Dass dem nicht so ist, belegt Bruno P. Kremer eindrucksvoll. In drei Hauptkapiteln, die jeweils den Sprossachsen, den Blättern sowie den Blüten und Früchten der Pflanzen gewidmet sind, zeigt der erfahrene Sachbuchautor, welche morphologisch-anatomische, aber auch welche physiologische Vielfalt unsere heimischen Pflanzen aufweisen und in welcher vielfältiger Beziehung sie zu anderen Lebewesen stehen. Die Beschränkung auf im wesentlichen heimische Gewächse ist dabei nicht nur dem Umfang des Buches geschuldet – die Einbeziehung nicht-heimischer Pflanzen hätte die Seitenzahl und damit auch die Fülle an



Informationen nochmals drastisch erhöht –, vielmehr ist es dem Autor auch ein Anliegen, dem Leser die Natur direkt vor seiner Nase nahe zu bringen. Oft bedarf es gar keiner großen Artenkenntnis, um Interessantes zu entdecken. Ein genauer Blick – auch, aber nicht nur auf die Pflanzen im eigenen Garten – kann manches Wunderwerk der Natur offenbaren.

Fachlich überzeugt der Autor mit seinem umfangreichen Wissen. Zu bemängeln gibt es allenfalls Kleinigkeiten. Um ein paar Beispiele zu nennen: Die „Chloroxybakterien“ (*Prochloron*, *Prochlorococcus* und *Prochlorotrix*) werden mittlerweile den Cyanobakterien zugerechnet. Mit dem Begriff „Phylloodium“ beim Mäusedorn wäre ich zurückhaltender umgegangen, die Begriffe monoklin und diklin wurden vertauscht und die Europäische Lärche (*Larix decidua*) ist keineswegs das einzige in Deutschland angepflanzte sommergrüne Nadelgehölz (man denke etwa an *L. kaempferi* oder *Metasequoia glyptostroboides*). Angesichts der Fülle an präsentierten Informationen handelt es sich dabei aber um Kleinigkeiten, ja vielleicht sogar Spitzfindigkeiten.

Sprachlich ist das Buch in einem lockeren, gut lesbaren Stil geschrieben, wenngleich der Autor an manchen Stellen auch eine besondere Vorliebe für die Wörter „enorm“, „total“ und „cool“ zeigt. Fachlich dürfte das Buch trotz seiner großen Faktenfülle auch den nicht vorgebildeten, aber naturbegeisterten Leser nicht überfordern, auch wenn er sich wahrscheinlich dauerhaft nicht alles wird merken können. Dies mag aber auch dazu animieren, das Buch immer wieder von neuem in die Hand zu nehmen. An einigen wenigen Stellen könnte ein Leser ohne biochemisches Vorwissen vielleicht über Begriffe wie „Disulfidbrücken“ oder „C₃-Pflanzen“ stolpern. Diese werden zwar im Regelfall anschaulich erklärt und im Register aufgeführt, im Ausnahmefall aber auch ohne Erklärung oder mit Verweis

auf eine noch folgende Erklärung verwendet. Auch der vorgebildete Leser wird dem Buch vermutlich einiges Neues entnehmen oder sich zumindest an manches erinnern und den Entschluss fassen, in Zukunft noch etwas genauer hinzuschauen. Vielleicht sollte man sich das Buch als Lektüre für das Frühjahr oder den Sommer vornehmen, da es zu diesen Jahreszeiten sicher am leichtesten ist, viele der im Buch beschriebenen Phänomene zu beobachten. Aber auch im Winter gibt es natürlich einiges zu entdecken, etwa zur Stammanatomie von Bäumen (z. B. Drehwuchs) oder zu den ausnahmsweise rechtswindenden Lianen wie dem Waldgeißblatt.

Johannes Sander, Halver

Geniale Pflanzen.

Bruno P. Kremer, Springer-Verlag, Berlin, 2021, 263 S., 22,99 €, ISBN 978-3-662-63151-5.

ZELLBIOLOGIE

Phänomen Leben

Der britische Biochemiker und Zellforscher Paul Nurse erhielt für seine Forschung über die Regulatoren der Zellteilung und Zellreifung im Jahr 2001 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Das Arbeitsgebiet des Autors umfasst genetische und molekularbiologische Methoden, die für das Verständnis der Funktionen der Zelle grundlegend sind. In dem vorliegenden populärwissenschaftlichen Buch geht es um die großen Fragen des Lebens auf der Basis der Erkenntnisse der Zellbiologie. Wie sich Leben definieren lässt, wurde wiederholt beschrieben. Der Autor grenzt jedoch seine Ideen von der üblichen Aufzählung von Bewegung, Atmung, Reizempfindlichkeit, Wachstum und Reproduktion sowie Nahrungsaufnahme und Ausscheidung ab. Seiner Meinung nach beschreiben diese Funktionen zwar was Organismen tun, sie liefern jedoch keine

befriedigende Erklärung dessen, was Leben ist. Nurse beantwortet diese Frage anhand von fünf zellbiologischen Kriterien, nach denen die Kapitel gegliedert sind. Diese reichen von der Zelle als „Atom der Biologie“ über das Gen und die Evolution durch Selektion zu dem Leben als Chemie und Leben als Information.

Zusammenfassend gibt es drei grundlegende Aspekte, die das Leben eines Organismus definieren: (1) Die Fähigkeit, sich durch natürliche Selektion zu verändern. Hierzu gehören die Reproduktion und ein Vererbungssystem mit Variabilität. (2) Alle Lebensformen sind abgeschlossene physische Gebilde, die zwar von ihrer Umgebung abgegrenzt sind, aber mit ihr kommunizieren. Dies umschreibt das Konzept der biologischen Zelle, die die Körperlichkeit des Lebens definiert und auf diese Weise von sich ebenfalls entwickelnden Computerprogrammen und kulturellen Phänomenen verschieden ist. (3) Lebewesen sind (bio)chemische und physikalische Maschinen, die Information verarbeiten. Sie besitzen einen eigenen Stoffwechsel, der ihnen erlaubt, sich am Leben zu erhalten, zu wachsen und sich zu reproduzieren. Dies alles wird durch Informationsverarbeitung reguliert und koordiniert; Lebewesen funktionieren folglich als zweckmäßige Ganzheiten. Die drei genannten Punkte definieren, was Leben ist. Danach bilden Viren eine Ausnahme; sie sind als lebensähnliche Formen an der Grenze zwischen Leben und Nichtleben anzusehen. Aus evolutionsbiologischer Sicht hat das Leben, so wie wir es gegenwärtig kennen, nur ein einziges Mal auf der Erde begonnen. Die beiden abschließenden Kapitel stellen dies in einen größeren Zusammenhang und geben einen Ausblick auf die Möglichkeiten, große Bedrohungen wie die Entstehung von Krebs oder die Folgen des Klimawandels und die Corona-Epidemie zu verstehen. Die Kenntnis der genetischen Mechanismen auf zellulärer Ebene bietet auch Ansatzpunkte, medizini-



sche Probleme wie Infektionskrankheiten und Krebs oder Erbkrankheiten zu bekämpfen. Stichwort hierzu ist die Gentechnik, die beispielsweise seit den 1980er Jahren erlaubt, mit Hilfe gentechnisch veränderter Bakterien Insulin zur Behandlung von Diabetes zu produzieren. Auch gentechnisch veränderte Lebensmittel sieht der Autor als einen vielversprechenden Weg. Der Text ist sehr lesbar und gut geschrieben und umspannt einen weiten Forschungsbereich, der verständlich dargestellt und auch in die geschichtliche Entwicklung der genetischen und zellbiologischen Forschung eingeordnet wird. Neben wissenschaftlichen Erkenntnissen versteht es der Autor, die persönlichen Erfahrungen seines Forscherlebens einfließen zu lassen. Das Buch illustriert auch, dass es sich lohnt, sich über Jahrzehnte mit wissenschaftlichen Problemen wie dem einfach erscheinenden Zellzyklus zu beschäftigen, ohne den Blick auf die größeren Zusammenhänge zu verlieren. Dies steht in wohlthuendem Kontrast zu der oft kurzatmigen Forschung, wie sie sich heute gelegentlich präsentiert.

Wolfgang Skrandies, Gießen

Was ist Leben?

Die fünf Antworten der Biologie. Paul Nurse, Aufbau-Verlag, Berlin, 2021, 263 S., 20,00 €, ISBN 978-3-351-03888-5

ORNITHOLOGIE

Zweite Chance



Der Bartgeier gehört zu den enigmatischen Großvögeln Europas. Er ist ein Nahrungsspezialist. Im Unter-

schied zu anderen Geiern lebt er nicht vom Fleisch toter Tiere, sondern von deren Knochen, die übrigbleiben, wenn Gänse- und Mönchs-

geier ihre Arbeit erledigt haben. Kleine Knochen kann der Bartgeier direkt herunterschlucken und verdauen. Sie enthalten noch relativ viel Nährstoffe. Große Knochen ergreift er mit dem Schnabel oder den Füßen, fliegt sie zu einem Fels-
hügel (einer sogenannten Knochen-
schmiede) und wirft sie dort aus großer Höhe ab. Die Knochen platzen beim Aufprallen auf, so dass der Bartgeier nun an das nahrhafte Knochenmark gelangen kann.

Bartgeier lebten vor 200 Jahren noch verbreitet in allen Gebirgen Europas, Asiens und in Afrika. Im 19. und 20. Jahrhundert wurde der Bartgeier überall als angeblich schädlicher „Raubvogel“ verfolgt und abgeschossen. In den Alpen gilt der Bartgeier seit 1920 als ausgestorben. Nach vergeblichen Ansiedlungsversuchen adulter Bartgeier zu Beginn des 20. Jahrhunderts, gelang es ab 1970, Bartgeier in Gefangenschaft zu züchten. Inzwischen haben sich 40 Zoos am Europäischen Erhaltungszuchtprogramm (EEP) beteiligt, in dem sich 180 Bartgeier befinden. Jedes Jahr können über 20 Junggeier aufgezogen werden, die dann für Auswilderungen im Alpenraum zur Verfügung stehen. 1986 erfolgte die erste erfolgreiche Auswilderung im Rauris in den Hohen Tauern. Seitdem wurden junge Bartgeier auch in der Haute-Savoie, im Engadin, in den Meeralpen und 2021 in den Bayerischen Alpen freigelassen. Diese Auswilderungen waren vielfach erfolgreich; schon 1996 kam es zur ersten Brut freigelassener Bartgeier in der Haute-Savoie. Bis 2020 erbrüteten die neu angesiedelten Bartgeier insgesamt 308 Junggeier in den Alpen. Damit hat der Bartgeier eine zweite Chance erhalten, wieder ein sicherer Brutvogel der Alpen zu werden.

Das Buch führt kurz und prägnant in die Biologie und Zucht der Bartgeier ein. Es stellt die verschiedenen Akteure, die sich um die Erforschung des Bartgeiers sowie um deren Schutz, Nachzucht und Auswilderung kümmern, in kurzen Porträts vor. Das Buch ist mit vielen

sehr guten Fotografien des Bartgeiers illustriert, so dass alleine das Schmökern auch für Nicht-Ornithologen ein Genuss ist. Die Autoren haben ein gut recherchiertes, spannendes und ansprechendes Buch geschrieben, das für jeden Leser sicher neue Einsichten und Erkenntnisse bereithält.

Michael Wink, Heidelberg

Der Bartgeier.

Seine erfolgreiche Wiederansiedlung in den Alpen. Hansruedi Weyrich, Hansjakob Baumgartner, Franziska Lörcher, Daniel Hegglin, Haupt Verlag, Bern, 2021, 243 S., 48,00 €, ISBN 978-3-258-08192-2.

VERHALTEN

Keine Sonderstellung



Wir Menschen gehen gewöhnlich mit Ignoranz und Arroganz davon aus, dass nur *Homo sapiens* ein intelligentes Wesen ist, während die

Tiere nur durch Instinkte überleben. Dabei wird übersehen, dass Tiere eine erhebliche praktische Intelligenz besitzen müssen, um täglich Nahrung zu finden, nicht von Feinden gefressen zu werden und um sich erfolgreich fortzupflanzen. Wenn Anthropologen Spuren von Frühmenschen oder noch älteren Vorfahren finden, werden Hinweise auf Werkzeuggebrauch herangezogen, um die Funde der Gattung *Homo* zuordnen zu können. Denn Werkzeuggebrauch gilt gemeinhin als eine intelligente Leistung und Alleinstellungsmerkmal, an der man Menschen erkennen kann.

Peter-René Becker ist Biologe und Ethnologe und leitete ab 1997

den Bereich Naturkunde im Übersee-Museum in Bremen und ab 2011 das Landesmuseum Natur und Mensch in Oldenburg. Bereits 1993 hatte Peter-René Becker einen ersten Überblick über Werkzeuggebrauch im Tierreich geschrieben. Für das vorliegende Buch hat er eine umfangreiche Literaturrecherche und eine neue Synthese vorgenommen, zumal in den letzten Jahrzehnten sehr viele neue Beobachtungen über den Werkzeuggebrauch bei Primaten (Schimpanse, Orang-Utan) und Rabenvögeln publiziert wurden.

In sechs Kapiteln wird der unterschiedliche Werkzeuggebrauch bei Tieren systematisch erörtert. Zunächst geht es um das Thema Hammer und Hämmern bei Vögeln (Rabenvogel, Schmutzgeier) und Säugetieren (Seeotter, Primaten) – also den Gebrauch von Steinen, um Muscheln, Eier oder Nüsse zu öffnen. Verwandt ist das Schlagen von Nüssen, Eiern oder anderen festen Beutetieren auf eine harte Unterlage (im Buch Amboss-Prinzip genannt). Dieses Verhalten ist bei vielen Vögeln, Reptilien und Säugetieren verbreitet. Einige Vögel und Primaten benutzen Zweigstücke oder lange Dornen, um in Löchern zu stochern. Ziel ist es, Beute aufzuspießen oder an Honig zu gelangen. Etwas raffinierter ist der Einsatz von Ködern, um Beute anzulocken. Manche Tiere werfen im Streit untereinander oder mit Feinden mit Steinen oder Ästen. Generell kann man beobachten, dass Werkzeuggebrauch und Cleverness mehrfach und unabhängig in der Evolution entstanden sind. Alle diese Verhaltensweisen setzen voraus, dass ein Tier einen Plan entwickelt haben muss, um ein Werkzeug für einen spezifischen Zweck einzusetzen. Dies benötigt Einsicht und Intelligenz. Häufig werden Vorbilder nachgeahmt, und in Populationen können sich im Werkzeuggebrauch kulturelle Traditionen herausbilden. Als Alleinstellungsmerkmal kann der Werkzeuggebrauch für *Homo sapiens* nicht länger angesehen werden, auch

wenn wir ihn zu einer besonderen Fertigkeit entwickelt haben. Was uns auszeichnet, ist unsere Fähigkeit zur Rückbesinnung, Antizipation, Reflexion und Verantwortung. Aber auch bei diesen Merkmalen dürfte es dazu zumindest bei den Menschenaffen schon Vorstufen geben. Dieses Buch ist kompetent geschrieben und gefällig gestaltet. Für den an Verhalten, Evolution und Anthropologie interessierten Leser ist es eine absolute Bereicherung und eine Anregung, über die vermeintliche Sonderstellung von *Homo sapiens* nachzudenken.

Michael Wink, Heidelberg

Wie Tiere hämmern, bohren, streichen.

Werkzeuggebrauch und Bandbreite der Kultur bei Tier und Mensch. Peter-René Becker, Hirzel, Stuttgart, 2020, 232 S., 24 €, ISBN 978-3-7776-2848-6.

RATGEBER

Wissenschaft richtig vermitteln



Der Titel ist verwirrend und induziert, dass nur Wissenschaftlerinnen Tipps zu einer adäquaten Kommunikation unter ihresgleichen benötigen.

Sind Frauen in der Wissenschaft im Gegensatz zu ihren (männlichen) Kollegen nicht in der Lage, einen Sachverhalt „kurz und knackig auf den Punkt zu bringen“, gerade das, was ja das handliche Buch vermitteln möchte? Wer sich über diese Ungereimtheit hinwegsetzt und sich mit den Tipps zur Wissenschaftskommunikation befasst, wird jedoch eines Besseren belehrt. Alle (angehenden) Fachleute sind angesprochen und erfahren Schritt für

Schritt, wie sie Sachverhalte aus ihrem Tätigkeitsfeld fachsprachlich angemessen, mit entsprechender „Selbstdarstellung“, verschiedenen Argumentationsformen und -hilfen auch mal „werb wirksam“ kommunizieren können, sei es in Vorträgen, universitären Veranstaltungen, Fachartikeln, Anträgen, Interviews u. ä. Die Sammlung von Strategie-, Taktik- und Vorbereitungstipps, „Wie bringe ich mich mit meinem Anliegen authentisch rüber, welche nonverbalen Kommunikationsformen sollte ich beherrschen?“ liefern zusammen mit den Interviews mit Medien-, Kommunikations- sowie Fachwissenschaftlern griffige Hilfestellungen. Die vielen Beispiele haben einen hohen Übertragungswert auf wissenschaftliche Alltagssituationen und -tätigkeiten. Auch das klare Layout trägt zur Benutzerfreundlichkeit bei. Jeder der inhaltlich voneinander unabhängigen Hilfestellungen ist durch zuvor definierte Symbole überschrieben. Diese lassen auf den ersten Blick erkennen, was das Kapitel zu bieten hat. Die kurz gefassten Kapitelüberschriften geben zudem einen klaren Hinweis auf den Inhalt des betreffenden Tipps und können gezielt angesteuert werden, zum Beispiel „Publikum involvieren“. Außerdem enthält das Buch praktische Übungen etwa zu „Meine Forschung ist wie...“ oder die Gestaltung von textarmen Folien. Kurz gefasst handelt es sich um ein situativ orientiertes Nachschlagewerk, das sowohl in wissenschaftliche Kommunikationsstrategien einführt als auch bereits vorhandene Kompetenzen schärft und somit einen praxistauglichen Beitrag dazu leistet, zur „souveränen Expertin oder zum souveränen Experten zu werden“.

Christiane Högermann, Osnabrück

Die souveräne Expertin.

77 Tipps für die verbale Wissenschaftskommunikation. Volker Hahn, Springer Verlag, Berlin, 2020, 189 S., 16,99 €, ISBN 978-3-3662-61722-9.

MIKROBEN VERSTEHEN

Mikroben leben in einer anderen Welt – Reibung

Mikroben leben mit uns in einer gemeinsamen Biosphäre; sie erfahren ihre Umgebung im Vergleich zu großen Organismen aber in mancher Hinsicht anders, und das betrifft nicht nur ökologische Eigenschaften. In der Welt kleiner Organismen nehmen physikalische Phänomene und Kräfte mitunter einen anderen Stellenwert ein als für große Lebewesen. Einem Effekt sind Mikroben besonders ausgesetzt: der Reibung.

Wir leben im Reich mittlerer Dimensionen und können uns bestenfalls ein theoretisches Bild davon machen, wie die Welt in atomaren oder astronomischen Verhältnissen beschaffen ist. So ist uns auch die Lebenswelt von Mikroben nicht zugänglich, weshalb manche im Mikrokosmos herrschenden Eigenschaften unsere Vorstellung überfordern oder verblüffen, darunter die Folgen der Reibungskräfte für im Wasser schwimmende Mikroben. Sie werden aber anschaulicher, wenn man einer etwas ungewöhnlichen Frage nachgeht.

Wie lang ist der Bremsweg von Mikroben?

Bakterien und Archaeen erreichen, gemessen an ihrer Körpergröße, mitunter beachtliche Geschwindigkeiten. So legt *E. coli* kurzzeitig bis zu 0,06 mm/s zurück [1], das rund 25-fache der Zellgröße, und diese Art ist bei weitem nicht der schnellste Prokaryot [2]. Ein Weißer Hai mit vier Metern Länge müsste im Vergleich dazu mit 100 m/s durch das Meer schießen. Wenn *E. coli* nun "bremst" – also die Flagellen nicht mehr gleichsinnig rotieren lässt oder ihre Bewegung einstellt –, um welche Strecke gleitet die Zelle dann noch weiter? Hai und *E. coli* werden jeweils durch die Reibung zwischen ihrer Oberfläche und den durch die Viskosität (innere Reibung) mitbewegten Wasserschichten abgebremst. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Organismen liegen in ihrer Geschwindigkeit und Körpermasse, die gegen die Trägheitskraft zum Stillstand gebracht werden

müssen. Hier ist beim Hai wesentlich mehr zu bewältigen.

Das Verhältnis aus Bewegungs- und Reibungsenergie zwischen einem (als kugelförmig angenommenen) Körper und der umgebenden Flüssigkeit beschreibt die Reynoldszahl *Re*. Sie enthält die Geschwindigkeit und Größe des Körpers sowie die Dichte und Viskosität des Mediums (Kasten): je kleiner *Re*, desto stärker die Hemmung durch Reibungskräfte. Bakterien wie *E. coli* erreichen einen Wert $\leq 10^{-4}$, der Hai dagegen etwa 10^7 . Reibung hat also einen dominierenden Einfluss auf Mikroben, die sich alle in laminaren Strömungsverhältnissen bewegen ($Re \ll 1$).

Den Bremsweg *s* kann man mittels des Stokesschen Gesetzes, das die Reibungskraft F_R in Flüssigkeiten angibt (und wegen der kleinen Reynoldszahl anwendbar ist), der Kraft-

und einer Bewegungsgleichung ermitteln (Kasten). Die Reibungskraft beträgt für unser Bakterium etwa $6 \cdot 10^{-13}$ N, was sehr gering anmutet. Weil *E. coli* eine so geringe Masse besitzt und praktisch keinen Trägheitskräften unterliegt, ergibt die Bremsverzögerung mit $a \approx 600$ m/s² jedoch einen beachtlichen Betrag. Der "Bremsweg" von *E. coli* fällt deshalb spektakulär kurz aus, er beträgt kaum 10^{-11} m. Das entspricht einem Bruchteil der Größe eines H-Atoms! Auch wenn die Abschätzung idealisiert ist, wird deutlich: Mikroben gleiten nicht aus; sie halten buchstäblich auf der Stelle.

Wie bewältigen Mikroben den Reibungswiderstand?

Die Evolution hat den Hai mit einem reibungsarmen Hautprofil versehen, damit der Energieaufwand beim Schwimmen gering und die Impulsübertragung durch Flossenschläge effizient ausfällt. Dieses Prinzip war für die Entstehung eines mikrobiellen Schwimmparats nicht nutzbar – auch deshalb nicht, weil Wasser für Mikroben ein so viskoses Medium darstellt. Wollte man die Verhältnisse auf unsere Erfahrungswelt übertragen (mit *Re* und *v* von Mikroben), schwömmen wir nicht in Wasser, sondern in einem zähen Brei vergleichbar mit Honig (10^3 kg/(m · s)).

REIBUNGSEINFLUSS AUF SCHWIMMENDE MIKROBEN

a) Bewegung und Reibung

Reynoldszahl

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\eta}$$

Dichte (Wasser)

$$\rho = 10^3$$

kg/m³

dynamische Viskosität (Wasser)

$$\eta = 10^{-3}$$

kg/(m · s)

Geschwindigkeit

$$v = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Weißer Hai

Durchmesser

$$d \approx 10^{-6} \text{ m}$$

$v \approx 15$ m/s
 $d \approx 1$ m

b) Bremsweg von E. coli

Stokessches Gesetz

$$F_R = 6\pi\eta r v$$

Reibungskraft

Kraftgleichung

$$a = F_R/m$$

Bremsverzögerung *a*

Bewegungsgleichung

$$s = v^2/2a$$

Bremsweg *s*

Zahl π

Radius des Bakteriums

$$r \approx 0,5 \cdot 10^{-6}$$

m

Masse des Bakteriums

$$m \approx 10^{-15}$$

kg

Symmetrische Bewegungen führen unter Bedingungen kleiner Reynoldszahlen zu keiner Fortbewegung [3]. Die Flagellenfilamente der Bakterien und Archaeen sind spiralig gewunden und werden in eine schraubenähnliche Drehung versetzt – ein asymmetrischer Antrieb, der Mikroben befähigt, in viskosen Medien zu schwimmen [3, 4]. Die rotierende Spirale erfährt eine resultierende Kraft in Richtung ihrer Längsachse und schiebt die Zelle nach vorn [4]. Der Flagellenantrieb wird oft mit einer Schiffsschraube verglichen; er ähnelt strukturell aber eher einem Korkenzieher, der bei Drehung aus dem Medium Kork herausgedrückt wird. Allerdings gelingt die Übersetzung der Flagellenrotation in Vorschub nicht vollständig; sie beträgt bei Flagellenbündeln relativ zur gemessenen Geschwindigkeit rund 10 Prozent der helikalen Ganghöhe pro Umdrehung [5]. Denn die Rotation kann durch den Schlupf der Flagellen im Wasser nur teilweise in Vorschub umgesetzt werden (es ist kein Festkörper wie Kork). In Medien mit höherer Viskosität steigt der Vorschub pro Umdrehung deutlich an [5]. Ein weiterer Teil des möglichen Vorschubs geht durch die Gegenrotation des Zellkörpers verloren. Welchen Reibungswiderstand die Struktur der Zelloberfläche dabei ausübt, ist unbekannt. Grundsätzlich sinkt die Rotationsfrequenz mit steigender Last auf den Drehmotor.

Das Bakterium *Magnetococcus marinus* erreicht mit bipolaren Flagellenbündeln, die synchron als Schub- und Zugsysteme arbeiten, bis zu 0,5 mm/s und legt dabei einen komplizierten spiraligen Pfad zurück, der bei größerer Betrachtung kürzer erscheint als die exakte Spur in 3D. Außerdem ergeben Kurzzeitmessungen höhere Geschwindigkeiten als über längere Perioden erfasste Werte [6]. Die Beurteilung der Bewegungseffizienz ist also facettenreicher als auf den ersten Blick erwartet [3].

Gegen den Strom

Intuitiv sollten die winzigen Mikroben gegen strömendes Wasser

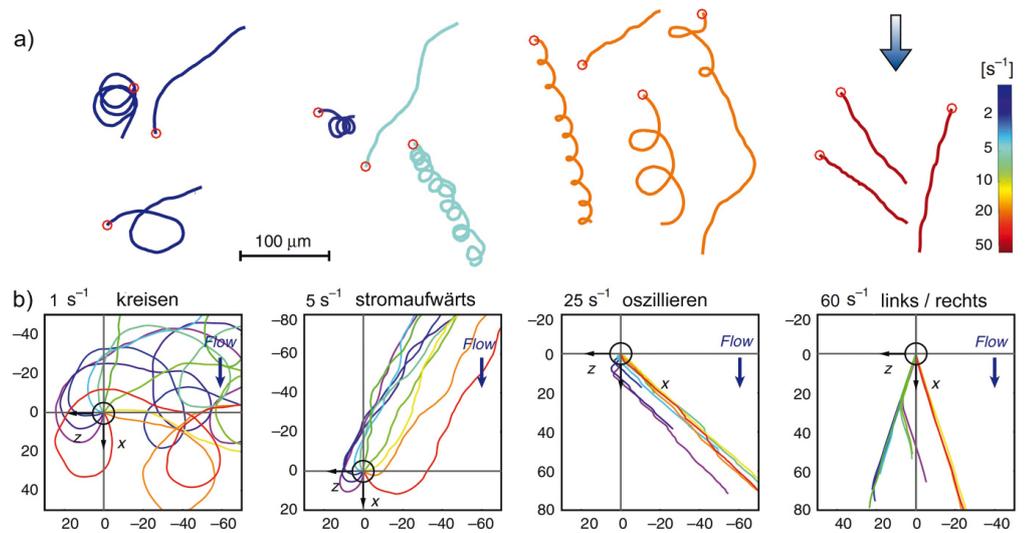


ABB. 1 Bewegungsmuster von *E. coli* in strömendem Wasser 5 μm oberhalb einer Oberfläche (Boden). **a)** Beobachtete Trajektorien bei verschiedenen Scherungsraten (s^{-1} ; eingefärbt nach Farbcode), Pfeil: Fließrichtung, Kreise markieren Startpunkte. **b)** Nach Theorie simulierte Schwimmrichtungen (Wege farblich unterschieden) bei kritischen Scherungsraten (s^{-1}), x-z-Ebene parallel zum Boden, Position in μm relativ zum Startpunkt. Verändert nach [8] gemäß Creative Commons Attribution License CC 4.0.

nicht ankommen können und mitgeschwemmt werden. In der Nähe von Festkörpern (Distanz einige Mikrometer) treten aber jeweils Wechselwirkungen zwischen der viskosen Flüssigkeit (Scherkräfte) bzw. den Zellen (Adhäsionskräfte) und der Substratoberfläche auf. Die Interaktionen führen mit der aktiven Bewegung zu einer Reorientierung der Mikroben. Die elongierten Bakterien (Zellkörper mit Flagellen) richten sich dabei längs zur Strömungsrichtung aus und schwimmen stromaufwärts [7]. Diese als Rheotaxis bezeichnete Fortbewegung lässt sich physikalisch beschreiben und ergibt, theoretisch und beobachtbar, vier typische Schwimmverläufe von *E. coli* [8] (Abbildung 1). Bei geringerer Scherungsrate des Mediums bewegen sich die Zellen bevorzugt in Rechtskurven (wegen der Chiralität und Drehrichtung des Flagellenbündels). Bei moderater Scherungsrate schwimmen sie schräg gegen den Strom. Bei höherer Rate werden sie in Strömungsrichtung abgelenkt und vollführen komplexe Oszillationen. Noch stärkere Strömungen nehmen die Bakterien mit, sie können aber nach rechts oder links abweichen

und zwischen den Richtungen auch wechseln (Abbildung 1).

Die Antriebsformen (variierte Flagellierung) und die resultierenden Fortbewegungen der Mikroben im für sie zähen Medium Wasser entpuppen sich als überraschend komplex [9]. Und man gelangt bald zur Frage, ob den Schwimmvarianten auch eine biologische Bedeutung zukommt. Diesem Aspekt geht der Folgebeitrag nach.

Literatur

- [1] D. Deepika et al. (2015). Arch. Microbiol. 197, 211–222.
- [2] B. Herzog, R. Wirth (2012). Appl. Environm. Microbiol. 78, 1670–1674.
- [3] E. M. Purcell (1977). Am. J. Phys. 45, 3–11.
- [4] H. C. Berg (2004). *E. coli* in Motion. Springer-Verlag, New York.
- [5] Y. Magariyama et al. (2001). FEMS Microbiol. Lett. 199, 125–129.
- [6] K. Bente et al. (2020). eLife 9, <https://doi.org/10.7554/eLife.47551>
- [7] J. Hill et al. (2007). Phy. Rev. Lett. 98, 068101.
- [8] A. J. T. M. Matthijssen et al. (2019). Nat. Commun. 10, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11360-0>
- [9] N. Wadhwa, H. C. Berg (2022). Nat. Rev. Microbiol. 20, 161–173.

Harald Engelhardt, Martinsried

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE

Die Stiftung Deutsches Meeresmuseum – Meereswelten in vier Museen

Das Deutsche Meeresmuseum ist mit über 800.000 Besuchern pro Jahr in seinen vier Ausstellungshäusern das meistbesuchte Naturkundemuseum Deutschlands. Es wurde 1951 von Prof. Otto Dibbelt als „Natur-Museum“ gegründet und erhielt zwischen 1965 und 1975 seinen meereskundlichen Charakter. Bereits 1968 wurden erste Teile des Meeresaquariums im Keller aufgebaut. In Ausstellungen wird das Leben im Meer vorgestellt, Wissenschaftler erforschen die Vielfalt und Biologie der Meere, und Besucher staunen über die Welt unter Wasser in den Aquarien.

„Die Ausgangsposition für den Aufbau des konzipierten Museums war ungünstig. Von dem gesamten Sammlungsbestand war nur ein winziger Prozentsatz wissenschaftlich verwertbar. Ferner besaßen nur wenige Präparate die Qualität, die eine moderne Museumsausstellung erfordert, und es mußten nahezu alle Exponate für die neuen Ausstellungen erst präpariert werden. [...] Dass sich 1956 lediglich 5 Räume beheizen ließen, kein Warmwasserbereiter und lediglich ein Wasserhahn mit Becken [...]

vorhanden waren, charakterisiert vielleicht etwas die Situation.“

Als Museumsdirektor Sonnfried Streicher diese Sätze 1980 schrieb, war aus dem 1951 gegründeten „Natur-Museum“ bereits das Museum für Meereskunde und Fischerei der DDR gewachsen. Er und seine Mitarbeiter hatten es geschafft, aus Trümmern das meistbesuchte Museum der DDR entstehen zu lassen – in der am wenigsten besiedelten Region Deutschlands, in einem ehemaligen Kloster, akribisch und wissenschaftlich fun-

diert und so modern wie kaum ein anderes Museum weltweit. Als weitere Ausstellungshäuser öffneten 1991 das NATUREUM, 1999 das NAUTINEUM und 2008 das OZEANEUM ihre Pforten (Abbildung 1). Das OZEANEUM wurde 2010 als „Europas Museum des Jahres“ ausgezeichnet. Seit 2021 ist das MEERESMUSEUM für 2 Jahre geschlossen – nach 45 Jahren werden gerade die Ausstellungen und Aquarien modernisiert.

Lösungsmöglichkeiten aufzeigen

Das MEERESMUSEUM hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Besucher/-innen über die Schönheit und Vielfalt der Meere, über Meeresbewohner und über unbekannte Welten unter Wasser zu informieren. Ist das Interesse geweckt, wird so eine Basis gelegt, um komplexe Probleme der Meeresumwelt zu erläutern und die Verantwortung der Menschen für ihr Verhalten zu verdeutlichen. Da nur positiv motivierte Menschen bereit für eine Veränderung sind, werden auch in jedem Falle Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. In den vier Ausstellungshäusern werden dabei unterschiedliche Aspekte aufgegriffen: die warmen Meere im MEERESMUSEUM, die kalten und temperierten Ozeane im OZEANEUM, Meereskunde, Fischerei und traditioneller Bootsbau im NAUTINEUM und die lokale Vielfalt des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft im NATUREUM (Abbildung 2). Die Ausstellung „Riesen der Meere“ im OZEANEUM erlaubt es dem Besucher durch eine Begegnung mit Blauwal, Buckelwal und Mondfisch, die Atmosphäre im Meer zu erleben. In der Natur wird dieses Glück nur wenigen Menschen zuteil. Im MEERESMUSEUM ist es möglich, Meeresschildkröten hautnah zu erleben – die großen Meeresreptilien machen es leicht, eine intensive Verbindung mit der Natur aufzubauen.

Wissenschaft, Forschung und Sammlung

Als noch junges Museum ist die Sammlung derzeit auf unsere lokalen Küstenbewohner und tropische Ex-



ABB. 1 Die Ausstellungshäuser der Stiftung Deutsches Meeresmuseum.



ABB. 2 Ausstellungsinhalte und Aquarien der Stiftung Deutsches Meeresmuseum.

ABB. 3 Zwei Seeteufel im Aufhellpräparat. Die Knochen und Dentin sind rot gefärbt, während Knorpel in Blau zu erkennen ist. Das obere Tier hatte Nahrung zu sich genommen. Foto: Dr. Timo Moritz.

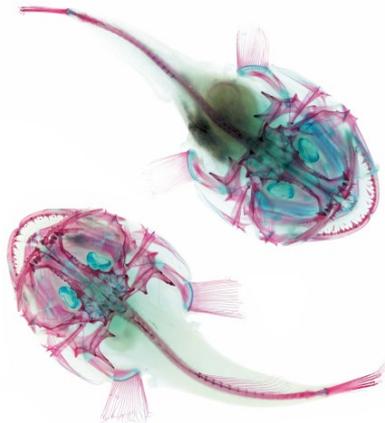


ABB. 6 Ein „Maori-Schwertwal“ – die Lärmeinflüsse im Meer haben ihre Spuren in Form von Tätowierungen auf dem Tier hinterlassen.

ABB. 4 Schwerpunkte der Forschung und Sammlung am Deutschen Meeresmuseum. Grafik: Thomas Korth.



ponate konzentriert. Bedeutsames Sammlungsgut konnte in nun fast 70 Jahren zu den Themen Meeresbiologie, Fischerei, Meereskunde und Meeresgeologie gewonnen werden. Insbesondere die Schweinswalsammlung des Deutschen Meeresmuseums gehört zu den größten ihrer Art in Europa. Zusätzlich wurde die Fischsammlung durch Aufhellpräparate (Abbildung 3) bereichert. Mit diesen transparenten Fischen werden die vergleichende Entwicklungsgeschichte der einzelnen Arten und die Entwicklung von der Larve bis zum ausgewachsenen Fisch nachvollzogen und sichtbar gemacht. In der Forschung konzentriert sich das Deutsche Meeresmuseum auf die Bereiche

marine Wirbeltiere, europäische Meere und die Forschung an der Sammlung (Abbildung 4). Hervorzuheben sind Freilandforschungen an den heimischen Arten, besonders an Schweinswalen und Kegelrobben. So werden seit 2002 Schweinswalclickdetektoren genutzt, um die Auf-



ABB. 5 Über eindringliche Grafiken werden Themen der Meeresumwelt auch in Signets verarbeitet. Grafik: Thomas Korth.

enthaltsmuster der einzigen in Deutschland heimischen Wale zu erforschen. Sie nutzen dauerhaft Klicklaute, um über das Echo Informationen über die Umgebung zu gewinnen.

Vermittlung aktueller Themen

Um aktuelle Themen in der Öffentlichkeit zu verankern, kreierte das Deutsche Meeresmuseum Jahresthemen. Unser Sonderthema „Kein Lärm Meer“ (Abbildung 5) nutzt unsere Wissensplattform, um deutlich zu machen, dass es unter Wasser laut ist – einige der natürlichen Geräusche überraschen die Besucher – sie sind laut, leise, und manche sind melodisch. Der menschgemachte Lärm durch Schiffe, Explosionen, Sonare, Rammungen von Pfählen für die Offshore-Windkraft nimmt jedoch zu – er ist eine ernste Gefahr für fast alle Tiere im Meer (Abbildung 6).

Michael Dähne, Stralsund

BESUCHERINFORMATION

Öffnungszeiten:

Aktuelle Informationen zu Öffnungszeiten, Besuchertipps und Veranstaltungen:

www.deutsches-meeresmuseum.de
www.ozeaneum.de

Eintrittspreise und Tickets:

Die derzeit gültigen Preise sind unter www.ozeaneum.de/preise und www.natureum-darss.de einsehbar.

Das NAUTINEUM ist kostenfrei. Für das OZEANEUM bitte online buchen, da an den Kassen derzeit nur Restkontingente erhältlich sind.

Tel.: +493831 2650 610

E-Mail: info@meeresmuseum.de

PARTNER DES MENSCHEN

Reis: Grundmahlzeit und Kulturbegleiter

Als Grundnahrungsmittel hat die Reispflanze nicht nur die wachsende Weltbevölkerung gestützt, sondern sie hat gerade in Asien die kulturelle Entwicklung mitgeprägt. Menschen schätzen die stärkehaltigen Samen, nutzen aber auch andere Teile der Reispflanze für Gebrauchsgegenstände wie Matten oder Hüte. In hügeligen Regionen hat der Reisanbau die Landschaft verändert, und zukünftig wartet er mit neuen Konzepten zur Ko-Kultivierung auf. Längst haben Genetiker die Reispflanze mit neuen Eigenschaften ausgestattet, die den Anbau erleichtern und die Qualität verbessern.



ABB. 1 *Oryza sativa*-Pflanzen mit reifen Ähren.

Foto: www.pixabay.com.

Neben Weizen gehört Reis zu den wichtigsten Getreidesorten für die menschliche Ernährung. Die größten Anbaugelände befinden sich zwar in China, Indien, Indonesien und Bangladesch, aber der ertragreiche Stärkeproduzent wird auch in den USA, Teilen Afrikas und Südeuropas angepflanzt. Im Gegensatz zu unseren Breiten dominiert die Reispflanze in Asien aber nicht nur die Ernährung, sondern auch viele kulturelle Aspekte bis zur Religion.

Oryza sativa (Abbildung 1), wie die beliebteste Reisart heißt, gehört zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*) und ist meist einjährig, das heißt sie muss jedes Jahr wieder neu ausgesät werden. Am Ende des etwa 50–160 cm langen Halmes entsteht eine Rispe, die nach der Bestäubung durch den Wind 80–100 stärkehaltige Samen

trägt. Pro Pflanze können bis zu 30 Halme austreiben, so dass maximal 3000 Reiskörner geerntet werden können – je Pflanze! Wie andere Getreidesorten auch wächst Reis ursprünglich nicht im Wasser. Auch heute noch gibt es Regionen – vor allem im Gebirge – wo der Reis im Trockenanbau gedeiht. Dass vielerorts die Felder wochenlang überflutet werden, führt zu einer deutlichen Ertragssteigerung. Und so hat der Mensch über Jahrtausende Sorten gezüchtet, die sich an diese Anbauweise angepasst haben.

Als Wildform gilt *Oryza rufipogon*, der nicht verwechselt werden sollte mit dem im Handel erhältlichen „Wildreis“, denn letzterer gehört zur amerikanischen Gattung *Zizania*. *Oryza rufipogon* kommt natürlicherweise in den Feuchtgebieten Südasiens und Südchinas vor. Domestiziert

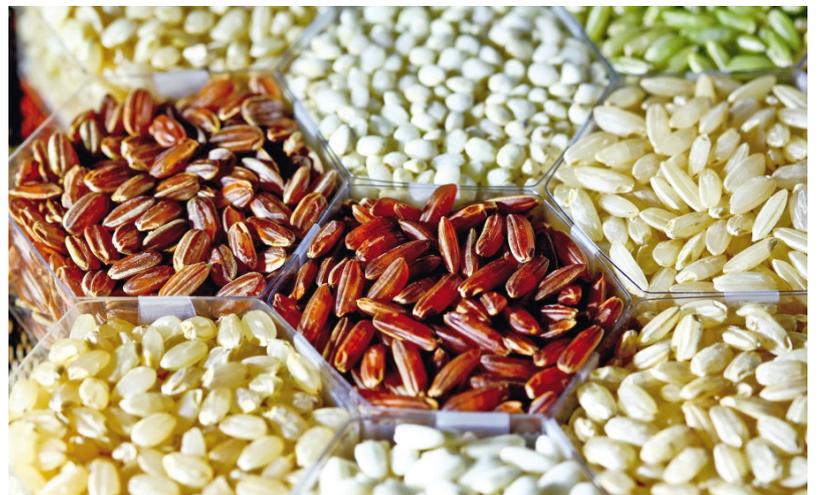


ABB. 2 Reis gibt es in den verschiedensten Größen, Formen und Farben.

Foto: International Rice Research Institute.

SCHACHMATT MIT REIS

Laut Legende ist die Erfindung des Schachspiels eng mit dem Reis verknüpft. Als Lohn wünschte sich der clevere Erfinder von seinem persischen König Reis. Ein Korn auf dem ersten Feld, zwei auf dem zweiten, danach vier, acht usw. Da der König offensichtlich kein Kenner von exponentiellen Reihen war, entging ihm zunächst, dass er diesen Wunsch unmöglich erfüllen konnte. Bei 64 Feldern auf dem Schachbrett ergäbe sich eine Zahl von über 18 Trillionen Körnern oder etwa 200 Mio. Tonnen. Auf jeden Fall überstieg diese Menge die gesamte Jahresernte des Persischen Reiches um ein Vielfaches!

wurde die Wildform neueren Untersuchungen zufolge spätestens vor 8.200 Jahren in China, obwohl Einzelheiten noch umstritten sind. Von dort hat sich die neue Kulturpflanze über das tropische und subtropische Asien ausgebreitet. Durch häufige Hybridisierung mit nah verwandten *Oryza*-Arten entstand im Laufe der Zeit eine sehr große Bandbreite von Langkorn- bis Rundkornreis, verschiedenen Farbvarianten und anderen Merkmalskombinationen. Mittlerweile gibt es weltweit mehr als 120.000 Reissorten (Abbildung 2).

Reis ist inzwischen ein Kulturgut geworden und steht für Leben und Fruchtbarkeit. Aus China stammt der

Brauch, Brautleute mit Reis zu bewerfen, um ihnen Glück und viele Nachkommen zu wünschen. In Europa wurde dasselbe früher mit Weizen getan. In Indien und Bangladesch ist Reis ein fester Bestandteil der Hochzeitszeremonie. In Japan hat die Reispflanze den Alltag noch weiter durchdrungen. Die traditionellen Bodenbeläge – die Tatami-Matten – werden aus Reisstroh gefertigt, und alkoholische Getränke wie der Sake werden ebenfalls aus der Reis-pflanze gewonnen.

Reisanbau verändert Landschaft und Klima

Der Nassanbau hat die Agrarlandschaften Asiens grundsätzlich verändert. Die wochenlange Überflutung der Reisfelder verhindert das Wachstum vieler konkurrierender Pflanzenarten sowie die Ausbreitung bodenlebender Schädlinge, so dass die Erträge deutlich steigen. Dazu müssen die Reisfelder an eine gute Wasserversorgung angeschlossen sein, und auch der Zu- und Abfluss des Wassers muss reguliert werden können. Dementsprechend prägen Kanäle, Dämme und Terrassen die Regionen, in denen Reis angebaut wird (Abbildung 3). Der Nassanbau hat aber auch einen Einfluss auf das Klima. Die Staunässe sorgt nämlich dafür, dass der Sauerstoffgehalt im Boden des Reisfeldes stark zurückgeht, so dass sich anaerobe, methanogene Archaeen vermehren. Das durch sie freigesetzte Methan (CH_4) macht laut Schätzungen etwa 17 Prozent des Methans in der gesamten Atmosphäre aus und trägt so erheblich zum Menschen gemachten Treibhauseffekt bei (im Vergleich zu Kohlendioxid wirkt CH_4 als Klimagas 21mal stärker). Tragischerweise könnte der Temperaturanstieg Modellrechnungen zufolge für einen Rückgang der weltweiten Reisproduktion um bis zu 40 Prozent bis zum Ende des Jahrhunderts führen mit nicht auszudenkenden Folgen für die menschliche Ernährung.

Trotz seiner Nachteile überwiegt der Nassanbau mit 80 Prozent der



ABB. 3 Reisanbau in Vietnam: Hügel werden zu Terrassen umgestaltet, um Staunässe zu ermöglichen. Foto: Dung Le Tien auf www.pixabay.com.

gesamten Produktion. Das Wasser muss langsam fließen, damit einerseits die Algenbildung verhindert wird, andererseits aber auch keine Bodennährstoffe ausgeschwemmt werden. Findige Bauern nutzen die temporären Gewässer schon lange zur Zucht von Fischen und Krebsen, die den Speiseplan zusätzlich bereichern. Auch eine Ko-Kultivierung der Reispflanzen mit dem Algenfarn der Gattung *Azolla* verbessert auf vielen Feldern den Ertrag. Die kleine Schwimmpflanze beherbergt in ihren Blatthöhlen Cyanobakterien der Gattung *Anabaena*, die den Luftstickstoff fixieren kann, so dass *Azolla* zu dichten Matten zwischen den Reispflanzen heranwachsen kann. Nach der Reisernte wird der Algenfarn als Gründünger in den Boden eingearbeitet, wo der fixierte Stickstoff wieder freigesetzt wird und die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht. Das Ökosystem „Reisfeld“ kann aber noch im Sinne der Menschen erweitert werden. Statt Reisschädlinge wie bestimmte Käfer und Schmetterlingsraupen durch teure Insektizide fernzuhalten, nutzen die Bauern vielerorts schon tierische Helfer (Abbildung 4): Ganze Entengeschwader werden per LKW in die Reisfelder gefahren, wo sie aus eigenem Antrieb die Reispflanzen von



ABB. 4 Enten entfernen Unkräuter und Schädlinge. Foto: www.pixabay.de.

Schädlingen befreien und dabei noch die Gewässer düngen, was wiederum für das Wachstum der Reispflanzen von Vorteil ist. Ganz nebenbei dient die Entenzucht auch als wertvolle Eiweißquelle für die Menschen.

Reisforschung für die Massen

Kein Wunder also, dass sich auch die Molekularbiologie der „Reis-Optimierung“ widmet. Das Genom von *O. sativa* wurde 2001 weitgehend entziffert und enthält ca. 45.000 Gene. Im sogenannten „Goldenen Reis“ wurden zwei Gene hinzugefügt, um in den Reissamen die Produktion von Beta-Carotin zu aktivieren. Dadurch enthalten die Körner eine Vorstufe von Vitamin A, was für Menschen, die sich überwiegend von Reis ernähren, sehr vorteilhaft ist.

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



MANAGEMENT-FALLSTRICKE, TEIL 12

Denkfehler: Enge Vertraute geben die besten Ratschläge

Fehlentscheidungen sind menschlich. Wir aber lassen in unserer neuen 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?

Spitzmaus Mara zupfte das kleine weiße Gänseblümchen kahl. Soll ich ... soll ich nicht ... Sie tat sich wirklich schwer mit ihrer Entscheidung. Seit der Elch das Sagen im Wald hatte, gefiel es ihr nicht mehr. Er war so pingelig. Wollte alles wissen, beobachtete alles und jeden und hinterließ überall seine großen, unbeholfenen Spuren. Dabei hatte alles so gut angefangen. Mara lebte schon seit mehreren Jahren im gleichen Waldbezirk. Sie kannte mittlerweile alle Futterverstecke, eine Menge anderer Spitzmäuse und wundervolle geheime Plätze. Mara war beliebt und geschätzt. Neue Waldbewohner lernten sie schon nach kurzer Zeit als zuverlässige Ansprechpartnerin schätzen, auf die man sich immer verlassen konnte und die ihr Wissen ohne Wenn und Aber teilte.

Seit der Elch da war, hatte Mara jedoch immer öfter das Gefühl, dass es ihr im Wald zu eng wurde. Ihr

widerstrebten die kleinkarierten Zettelchen mit Anweisungen, die der Elch täglich an alle Bewohner verteilte. Sie wollte selbst entscheiden dürfen, lenken, Dinge vorantreiben und eigene Spuren hinterlassen. Daher hatte sie sich auch auf den hohen Posten beworben, der ganz neu zu besetzen war. Zwei Gespräche hatte sie schon deswegen mit der Waldleitung geführt. Sie würden sie nehmen! Sie musste nur noch „ja“ sagen. Der Posten war ziemlich hoch oben. Mehrmals am Tag beschnupperte sie ihn. Er war aus Holz, das gefiel ihr. Aber es sah so einsam dort oben aus! Zur Probe kletterte sie an der glatten Holzoberfläche nach oben. Schwindelerregend hoch war das. Und kalt! Der Wind zog hier oben viel mehr als unten. Zitternd kauerte sie sich zusammen und zog ihr Fell hoch in den Nacken. Dann schaute sie nach unten und sah ihre Freunde wie kleine Pünktchen ihrem Tagesgeschäft nachgehen. Selbst der Elch sah von oben klein aus.

Zurück in ihrer Behausung besprach sie ihre Ängste mit ihren Freunden. „Du wärst halt sehr nahe bei der Sonne. Und an der Sonne verbrennt man sich leicht ...“, gab Mauricio zu bedenken. „Da oben weht auch ein anderer Wind“, meinte Maureen. Mara nickte. Da wird dann nichts mehr freundlich und nett gelöst, da muss sie sich schon zu behaupten lernen. „Es sieht so verdammt einsam dort oben aus“, seufzte Mara. Die anderen zuckten mit ihren Schultern. Das sei doch normal bei so hohen Posten.

„Überlege Dir, ob Du das wirklich willst“, kam von Mauricio. „Brauchst Du denn überhaupt eine Veränderung? Sei doch mit dem zufrieden, was Du hast!“. Die Vorstellung des bedrohlichen Röhrens des Elches, gegen das sie machtlos war, und noch dazu die erwartete Einsamkeit auf dem hohen Posten schnürten Mara die Kehle zu. Sie ließ sich noch weitere drei Tage und drei Nächte Zeit mit ihrer Entscheidung. Am vierten Tag ging sie zur Waldleitung und lehnte den Posten ab. So kam es, dass Mara weiterhin jeden Morgen einen neuen kleinkarierten Zettel des Elches an ihrem Bau vorfand, mit Anweisungen, die sie bis zum Abend widerwillig erledigte.

Viele Monate später machte Mara Bekanntschaft mit der netten Häsin Hadiya. Sie hatten sich noch nie zuvor gesehen, denn Hadiya lebte nicht unten im Wald, sondern auf einem hohen Posten. Mara war neugierig, ob Hadiya sehr einsam sei und ihre Freunde vermisste. Außerdem interessierte sie, wie sie das ständige Röhren des Elchs verkraftete. „Ich vermisse meine Freunde nicht. Ich sehe sie ja täglich!“, entgegnete Hadiya. Mara kam aus dem Staunen nicht mehr heraus. Da verriet ihr Hadiya, dass ihre Freunde auch auf anderen hohen Posten saßen und dass sie sich dort gegenseitig besuchten. „Man muss eben von einem Posten zum anderen Posten schauen, das ist das ganze Geheimnis“, verriet Hadiya. „Und der Elch?“, fragte Mara. „Findest Du sein Röhren nicht bedrohlich?“. Hadiya zuckte mit den Ohren. Dann legte sie eines schief und zwin-kerte Mara zu: „Wenn es mir zu laut wird, höre ich einfach nicht hin“. „Schade, dass bereits alle Posten belegt sind“, sagte Hadiya. „Wäre bestimmt auch etwas für Dich“.

Und die Moral von der Geschicht': Jeder Vertraute hat eine Sicht, doch taugt diese als Ratschlag oft nicht.

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

FAKTENBOX

Wenn wir einen Ratschlag brauchen, fragen wir intuitiv Menschen aus unserem engeren Umfeld. Doch bekommen wir dadurch die Information, die uns wirklich weiterbringt? Die gängige Meinung passt vielleicht gar nicht auf unser eigenes Problem! Angenommen, Sie wollten ein Unternehmen gründen. Die meisten Menschen aus ihrem Umfeld würden Ihnen vermutlich abraten: die einen, weil es viel zu riskant sei, die anderen aus Sorge vor einer Veränderung oder weil gemeinsame Aktivitäten darunter leiden könnten. Die gängige Meinung hilft uns also nicht automatisch weiter. Fragen Sie daher vielmehr diejenigen um Rat, die ein gleiches Problem wie Sie hatten bzw. haben, also in diesem Fall Gründer und Unternehmer. Von ihnen werden Sie wertvolle Informationen, Erfahrungsberichte und Kontakte bekommen, die Ihnen in Ihrer eigenen Entscheidungsfindung wirklich helfen.