Biokuriosum

Dezember 2020

biotikum

Impressum

Ausgabe
HS20 II

Chefredaktion
Paula Düllmann, Léa Le Bars

Redaktion
Martin Breu, Julia Fähnrich, Frederic Stämpfli, Alexandra Huber, Lea Huber, Janika Angst, Marie Mathys, Hélène Wu, Milo Schärer

Gestaltung Cover
Miles van Yperen

Layout
Léa Le Bars, Paula Düllmann

Herausgeber
Verein der Biologiestudierenden an der ETH Zürich (VeBiS)
HXE B 25, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich

Kontakt
redaktion@vebis.ch

Recherche- und Bildquellen (alte Ausgaben)
https://www.vebis.ch/biotikum/archiv

Recherche- und Bildquellen (neue Ausgaben)
https://vebis.ch/biotikum/quellen-2/

Editorial

Liebe Kuriositäten,

in den 4,6 Millionen Jahren, in denen es das Leben jetzt nun schon gibt, hat Mutter Natur unermüdlich biologische Diversität geschaffen. Alles, was kriecht und schleimt und schwimmt und fleucht, ist irgendwann in dieser Zeit entstanden. Es mag einem manchmal alltäglich vorkommen (besonders wenn man wichtigere Sorgen hat) und dennoch ist die Vielfalt des Lebens auf diesem Planeten regelrecht atemberaubend. So gibt es Wesen, welche man sich auch mit viel Fantasie nicht besser hätte ausdenken können (oder benennen) und selbst hinter dem gewöhnlichsten Geschöpf verbirgt sich so manch ein Mysterium.

Also wollen wir uns in dieser Ausgabe (fast) ausschließlich mit den Kuriositäten der Natur beschäftigen. Es geht dieses Mal um unsterbliche Hummer und semelparetische Aale, aber auch Zombieameisen und einsame Bakterien. Und die 10 komischsten Fakten über Nacktschnecken findet ihr natürlich auch.

Außerdem könnt ihr euch wie immer auf ganz viele Memes, ein Rezept und neu auf *Amoeba!*, Milos neue Musik-Kolumne freuen.

Bleibt neugierig, es gibt noch so viel Komisches zu entdecken!

Léa & Paula

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Editorial	3
Präsikolumne	5
HoPo-Kolumne	6
Kuriose Namen und ihre Geschichten	8
Photoheterotrophe Insekten	10
Bacterial Nanowires	13
Die Aalfrage	15
10 kuriose Fakten über Nacktschnecken	18
Blau, blau, blau, sind keine meiner Tiere...	19
Der mit dem längsten Telomer	21
Desulforudis audaxviator	24
Wie von Geisterhand bewegt	26
Rezept: Pilzrisotto	28
Literatur und so...	29
Amoebe! - J Church	30
Hewette au bureau	32
Puns and Funs	34
Das Letzte	39

Präsikolumne

Hoi liabi VeBiS-Menscha

Vor ein paar Tagen wartete ich zu später Stunde an der Tramhaltestelle Bahnhofstrasse/HB auf mein Tram. Während des Wartens konnte ich beobachten, wie die Weihnachtsbeleuchtung montiert wurde. Ich bin kein grosser Fan von Weihnachten, dennoch habe ich beim Anblick der Lichterketten Freude verspürt. Auch wenn ich Weihnachten selber nicht besonders mag, gefällt mit vor allem der Anfang der Weihnachtszeit sehr gut: Meine Grossmutter beginnt dann jeweils mit dem Backen ihrer beinahe 30 Sorten Weihnachtsguezli (Kein Witz! Sie ist eine Ein-Frau-Bäckerei), zuhause läuft viel klassische Musik, der Holzofen wird häufig eingefeuert, manchmal schneit es draussen und die Zeit steht beinahe still. Dieser Stillstand fällt mir vor allem am Sonntag auf. Es gibt nichts Schöneres, als dann mit einer Tasse heisser Schoggi (am besten Milch oder ähnliches warm machen und ein, zwei Stückchen Schoggi drin auflösen, gibt nichts Besseres!) auf dem Sofa zu sitzen, eingepackt in Decken und mit Hewettesocken, den Schneeflocken draussen beim Tanzen zuzusehen, sich zu unterhalten oder einfach nur abzuschalten und zu existieren. Ich hoffe, auch für euch gibt es solche Situationen und ihr könnt die Vorweihnachtszeit geniessen.

PS: Kommt an die VeBiS-Onlineevents :)

Frohe Vorweihnachtszeit, euer Präsi

HoPo-Kolumne

Update #wiegETHs?

Julia Fähnrich

Nur 43% der Biologiestudierenden haben ihre generelle psychische Verfassung als gut oder sehr gut eingeschätzt

Liebe VeBiSler*innen

Viele von euch werden sich sicher noch an die Studierendenumfrage #wiegETHs? erinnern, die der VSETH im Frühling 2019 durchgeführt hat. Damals haben 6'400 ETH-Bachelor- und Masterstudierende daran teilgenommen und bis zu 46 Fragen zu Chancengleichheit und psychischer Gesundheit beantwortet. Die Studierenden sollten ihre psychische Verfassung selbst einschätzen, die Atmosphäre und die Umgangsarten an der ETH bewerten und in verschiedenen Fragen angeben, wie ihre Studiensituation und Zufriedenheit mit dem Studium ist. Aber die Umfrage ging noch tiefer und stellte sehr direkte Fragen, einerseits zu Diversitätsthemen wie der Geschlechtsidentität oder Herkunft, andererseits dazu, ob man schon einmal respektloses Verhalten oder gar sexuelle Belästigung an der ETH erlebt hätte. Initiiert, geplant und durchgeführt wurde die Umfrage komplett von Studierenden mithilfe von einer bezahlten Firma, welche die Anonymität gewährleistet hat.
Die Auswertung dieser Datenmenge unter Berücksichtigung von Datenschutz hat eine Weile gedauert, doch im Sommer dieses Jahres standen dann neben den ETH-weiten Resultaten auch die nach Studiengang aufgeschlüsselten Ergebnisse zur Verfügung. So kam der VSETH auf den VeBiS zu.

Wie gETHs den ETH-Studierenden?
Die wichtigsten Resultate aller Umfrageteilnehmenden und weitere Infos sind auf vseth.ethz.ch/politik/wiegeths/ zu finden. Im Allgemeinen sind die Studierenden mit ihrerer Studiensituation zufrieden (Zufriedenheit mit dem Studium (5.5/7) und Studiensituation (4.8/7)). Die Umfrage zeigt aber auch Bereiche, bei denen klares Verbesserungspotential vorhanden ist. Ein grosses Thema dabei ist vor allem die psychische Gesundheit. Deswegen hat der VSETH auch während des letzten Jahres fünf Massnahmenpapiere ausgearbeitet und veröffentlicht (ebenfalls auf der Webseite zu finden), welche eine Grundlage für das weitere Vorgehen bieten.

Wie sieht's bei den Biostudis aus?
In vielen Bereichen haben wir Bios ähnlich wie die gesamte ETH abgeschnitten, trotzdem gibt es teils beunruhigende Abweichungen. So wird die psychische Gesundheit schlechter eingeschätzt als ETH-weit.
Weiter kommt aus den Ergebnissen hervor, dass 14% der befragten Biostudierenden schon Mobbing an der ETH erlebt haben und 4% sexuell belästigt wurden. Was auch aus der Umfrage hervorgeht, ist eine Korrelation zwischen der psychischen Gesundheit und der Studienzufriedenheit, ergo: Die Studierenden, die ihre psychische Gesundheit besser eingeschätzt haben, waren auch mit ihrem Studium zufriedener.

Was sind die nächsten Schritte?
Eine Arbeitsgruppe im VeBiS hat die Resultate diskutiert und spezifische Massnahmensvorschläge ausgearbeitet. So möchten wir beispielsweise mehr tun, um das psychische Wohlbefinden der Studierenden zu fördern, viel Sensibilisierungsarbeit betreiben und mehr Austauschmöglichkeiten bieten. Konkret soll den Studierenden besser kommuniziert werden, wohin sie sich wenden können, wenn sie Schwierigkeiten im Labor haben oder es ihnen psychisch nicht so gut geht. Auch das Bewusstsein der Dozierenden und Assistierenden soll bezüglich der psychischen Gesundheit gefördert und mehr Kapazitäten bei Anlaufstellen gefordert werden. Weiter möchte der VeBiS neueintretende Masterstudierende ohne ETH-Bachelor stärker unterstützen und ein grösseres Angebot zur Vernetzung mit ihren Mitstudierenden bieten.
Diese und weitere Vorschläge wurden anschliessend in einem Gespräch mit Julia Vorholt (Studiendirektorin D-BIOL), dem Studiensekretariat und einer VSETH-Vertreterin weiter besprochen. Sie stiessen auf Zustimmung und es wurde beschlossen, unsere Überlegungen zur Unterrichtskommission und Departementskonferenz zu tragen, sodass wir auch viele Angehörige des D-BIOL - v.a. auch viele Dozierende - über die Situation und unsere Ideen informieren können. Zudem nimmt sich auch das Departement der Situation an, indem sie unsere Vorschläge unterstützen und auch von ihrer Seite aus Verbesserungen vorantreiben.

Natürlich gibt es Massnahmen, die schnell ergriffen werden können, aber auch solche, an denen man langfristig arbeiten muss.

Wenn du mehr über die Ergebnisse und unsere Massnahmen erfahren willst, Ideen hast oder dich gerne für die Studierendenzufriedenheit einsetzen möchtest, melde dich bei hopo@vebis.ch, um dich mit unseren Hochschulpolitikvorständen auszutauschen oder dich bei der HoPoCrew - unserer Gruppe für die Studierenden, die sich dafür interessieren, was in der Hochschulpolitik aktuell so los ist - unverbindlich anzumelden.

Wir werden euch auf dem Laufenden halten!

Liebe Grüsse,
Julia

Hast du Feedback zum Studium?
Ist das Unterrichtstempo viel zu schnell, war eine Prüfung komplett unerwartet gestaltet oder scheinen dir deine Dozierenden unerreichbar?
Wir als VeBiS stehen in regem Austausch mit dem D-BIOL und insbesondere mit der Studiendirektorin und dem Studiensekretariat, melde dich also unbedingt bei uns (info@vebis.ch)

Kuriose Namen und ihre Geschichten

Janika Angst

Im Jahre 1753 führte Carl von Linné formell das binomiale System ein, wodurch jede Spezies einen eindeutigen Namen bestehend aus Gattungsnamen und Art-Epitheton erhalten sollte. Neben einigen Problemen durch doppelte Benennung oder Unsicherheiten in der Zuordnung zu Gattungen kann es auch zu mehreren Spezies mit dem gleichen Binomen kommen, wenn diese aus verschiedenen Reichen kommen.
Die Gattungsnamen sind nämlich nur einzigartig innerhalb eines Regelwerks für wissenschaftliche Benennung. Solche Regelwerke gibt es beispielsweise für Tiere oder Algen, Pilze und Pflanzen. Aber abgesehen von einigen grundlegenden Regeln (zweiteilig, Gattung gross-, Artepitheton kleingeschrieben, kursiv), gibt es wenige Bestimmungen dazu, was ein Artname sein kann. Hier findet ihr eine (bei weitem nicht vollständige) Sammlung von Gattungen oder Spezies, bei denen die Entdecker es sich nicht nehmen liessen, nach der ernsthaften und aufwendigen wissenschaftlichen Arbeit ein wenig Spass zu haben.
Agra ist eine Gattung tropischer Käfer, die sehr viele Spezies beinhaltet. Neben Wortspielen wie *Agra cadabra* gibt es zum Beispiel auch *A. schwarzeneggeri*. Die Form des mittleren Beinpaares bei den Männchen, die an einen grossen Bizeps erinnert, war die Inspiration dafür.

In Western Australia ist *Aha ha* zu finden, eine Wespenart, die dort endemisch ist. Angeblich wurde der Name angelehnt an eine Unterhaltung zwischen zwei Entomologen, als diese die Insekten untersuchten. «Aha, eine neue Gattung» wurde beantwortet mit einen zweifelnden «Ha».

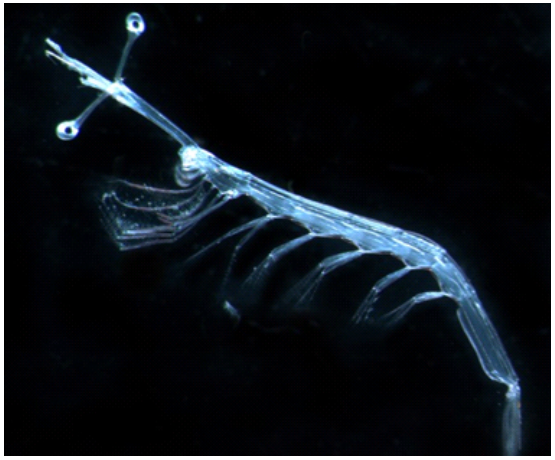
"Vini" ist der umgangssprachliche Name für eine Tahitische Vogelart. *Vini vidivici* ist eine Papageienart, die längerfristig ähnlich erfolgreich war wie das römische Reich - sie ist schon seit mehreren Jahrhunderten ausgestorben.

Ebenfalls ausgestorben ist eine australische Schildkrötenart mit dem Namen *Ninjemys oweni*. Die Endung des Gattungsnamens -emys für Schildkröte, kombiniert mit dem Ninj- am Anfang ist eine beabsichtigte Anspielung auf "Teenage Mutant Ninja Turtles".

Fiktive Charaktere sind allgemein beliebte Namensgeber. So gibt es zum Beispiel einen schwammartigen Pilz in Malaysia, der *Spongiforma squarepantsii* getauft wurde. Den Namen *Han solo* trägt ein Trilobit, *Macrostyphlus frodo* und *M. gandalf* sind Käfer, und *Gollumjapyx smeagol* ist ein Arthropode aus Spanien. Auch anderweitig bieten literarische Werke viel Inspiration. *Ba humbugi* verweist auf den wiederholten Ausruf von Ebeneezer Scrooge in "A Christmas Carol". Die Überreste eines Dinosauriers wurden in die Spezies mit dem Namen *Dracorex hogwartsia* eingeteilt. Leider herrscht mittlerweile die Meinung, dass sie Fossilien eines Jungtieres einer langweilig benannten Gattung ist (*Pachycephalosaurus*).

Ob der Teufel real oder fiktiv ist, sollte woanders diskutiert werden, Tatsache ist, dass es mehrere Gattungen gibt, die seinen Namen tragen. *Satan* ist eine Gattung der Welsartigen, die in Texas endemisch ist. Eine Gattung der Krebstiere bekam den Namen *Lucifer* aufgrund ihrer Biolumineszenz. Einige Arten, die erst als *Lucifer* identifiziert wurden, gehören nun einer anderen Gattung an, die *Belzebub* genannt wurde. Hornfische, Verwandte der Kugelfische, beinhalten die Gattung *Mephisto* mit einer einzigen Spezies, die in einer Tiefe von 290 m zu finden ist.

Manchmal sind es alltäglichere Dinge, die die Namensgeber auf eine Idee bringen. So gibt es einzellige Eukaryoten mit dem Namen *Kamera lens*, oder gelbe Käfer, die *Gelae baen* getauft wurden (Hinweis Aussprache). Oder es ist doch das Aussehen, das an jemanden oder etwas erinnert. Eine Mottenart mit gelblichen Zeichnungen am Kopf trägt den Namen *Neopalpa donaldtrumpi*. Ob es wirklich nur die Frisur war, oder auch die im Vergleich zur Schwesterspezies kleineren Fortpflanzungsstrukturen, sei mal dahingestellt.



Krebstiergattung Lucifer, *very evil indeed...*

Photoheterotrophe Insekten

Martin Breu

Insekten mit Solarantrieb

Im Gegensatz zu Pflanzen sind Tiere nicht in der Lage, Sonnenlicht direkt in nutzbare Energie umzuwandeln. Zwar gibt es einige Arten, die Licht indirekt nutzen, indem sie Kohlenhydrate von symbiotischen Algen oder aus der Nahrung gewonnenen Chloroplasten erhalten – ersteres ist z. B. bei vielen Nesseltieren der Fall, letzteres u. a. bei der Wasserschnecke *Elysia chlorotica* (siehe dazu auch die Fakten über Nacktschnecken auf Seite 18). Doch auf sich allein gestellt können Tiere nur aus reduziertem Kohlenstoff Energie gewinnen: Sie sind vollständig chemotroph.

So zumindest die weit verbreitete Meinung – doch tatsächlich gibt es zwei Insektentaxa, bei denen es starke Hinweise auf eine komplett selbstständige Nutzung von Sonnenlicht gibt: Die Blattläuse (Aphidoidea) und die Orientalische Hornisse (*Vespa orientalis*).

Die Erbsenlaus: Carotinoide liefern Elektronen

Viele Blattläuse produzieren Carotinoide, eine Gruppe gelber bis roter Farbstoffe, die hauptsächlich aus Pflanzen, Algen, Pilzen und Prokaryoten bekannt ist. Neben der Gemeinen Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) sind Blattläuse die einzigen bekannten Tiere, die dazu in der Lage sind, und wie bei der Milbe stammen die dafür benötigten Gene vermutlich ursprünglich aus Pilzen. Wie der horizontale Gentransfer vom Pilz in die Blattlaus stattfand, ist noch unbe-

Erbsenlaus (Acyrtosiphon pisum*), grüne Variante*

kannt. Möglicherweise gelangten die Gene direkt von pilzlichen Mutualisten oder Pathogenen in die Tiere, oder sie wurden von Bakterien übertragen. Jedenfalls weist die weite Verbreitung von Genen zur Carotinoidsynthese unter Blattläusen – häufig in duplizierter Form, und teils abhängig von Umweltbedingungen – darauf hin, dass die Farbstoffe eine physiologische Rolle spielen.

Diese Rolle wurde von Christophe Valmalette et al. näher untersucht. Als Untersuchungsobjekt wählten sie die Erbsenlaus (*Acyrthosiphon pisum*), deren Genom als erstes einer Blattlaus vollständig entschlüsselt wurde. Bei dieser Blattlausart gibt es verschiedene Farbvarianten: Der orange und der grüne Phänotyp weisen unterschiedliche Carotinoide auf, während weisse Tiere kaum Carotinoide produzieren. Die Studie ergab, dass orange Erbsenläuse deutlich weniger ATP enthalten, wenn sie in völliger Dunkelheit statt mit einem normalen Tag-Nacht-Zyklus gehalten wurden. Weisse Tiere hingegen zeigten bei beiden Lichtbedingungen tiefe ATP-Konzentrationen, und grüne stets hohe (letzteres wird damit begründet, dass grüne Erbsenläuse über grosse Lipidspeicher verfügen, von welchen sie im Dunkeln zehren können). Es besteht also ein klarer Zusammenhang zwischen ATP-und Carotinoid-Konzentration.

Erbsenlaus (Acyrtosiphon pisum*), orange Variante*

Zusätzlich wurde festgestellt, dass orange Erbsenläuse im Licht mehr NADH enthalten als im Dunkeln, und dass Extrakte aus den orangen Läusen unter Lichteinstrahlung verwendet werden können, um Akzeptormoleküle zu reduzieren. Insgesamt deuten die Daten also darauf hin, dass die Carotinoide der Erbsenlaus im Licht Elektronen abgeben, welche über Zwischenschritte auf NAD+ übertragen werden. Das dabei entstehende NADH ist eines der Substrate für die Atmungskette – schlussendlich würde so mithilfe von Sonnenlicht ein Protonengradient erzeugt, der die Synthese von ATP antreibt, ähnlich wie bei photosynthetischen Organismen. Während in der Studie von Valmalette et al. nur die Erbsenlaus untersucht wurden, ist es gut möglich oder sogar wahrscheinlich, dass die Ergebnisse auch auf andere Blattläuse zutreffen.

Die orientalische Hornisse: Elektrische Aussenhülle

Orientalische Hornisse (Vespa orientalis*)*

Das andere möglicherweise phototrophe Insekt, die orientalische Hornisse, ist hingegen ein Unikat unter ihren Verwandten. Schon früh wurde festgestellt, dass die Aktivität dieser Hornissenart stark mit der Sonneneinstrahlung korreliert und somit am

Mittag am stärksten ist, während dies bei anderen Wespen (inkl. Hornissen) normalerweise am Morgen der Fall ist. Vor diesem Hintergrund untersuchten Marian Plotkin et al. die Struktur der Cuticula (des Exoskeletts) der orientalischen Hornisse und stellten fest, dass sie möglicherweise als eine Art Solarzelle funktioniert.

Die Cuticula der orientalischen Hornisse ist überwiegend braun, mit gelben Bereichen am Kopf und am Hinterleib. Während die braune Färbung vor allem durch Melanin zustande kommt, enthalten die gelben Teile Xanthopterin, ein Pigment, das auch in Schmetterlingsflügeln sowie im Urin von Säugetieren vorkommt. Pterine spielen eine Rolle bei der Photorezeption von Pflanzen und möglicherweise auch bei photosynthetischen Prozessen. Darüber hinaus ist die Cuticula nicht glatt, sondern von Rillen und Dellen bedeckt, die die Absorption von Licht begünstigen.

Bemerkenswert ist, dass zwischen oberer und unterer Schicht der gelben Cuticula-Bereiche ein elektrisches Potential entsteht, sobald sie beleuchtet werden. Plotkin et al. gelang es, Xanthopterin als Absorber in einer Solarzelle zu verwenden – möglicherweise übernimmt es in der Hornisse eine ähnliche Funktion, indem es Sonnenlicht absorbiert und Elektronen abgibt. Im Vergleich zum Carotinoid-Mechanismus der Blattläuse ist hier jedoch vieles noch unklar; so ist es nicht bekannt, ob und wie die Hornisse das elektrische Potential überhaupt nutzen kann. Die Phototrophie der orientalischen Hornisse bleibt also vorerst eine Hypothese, die noch grosses Forschungspotential bietet.

Photo-, aber niemals autotroph

Falls sich die Vermutungen zur Phototrophie von Blattläusen oder orientalischen Hornissen bewahrheiten, verfügen diese Insekten über eine Fähigkeit, die bisher strikt ausserhalb des Tierreichs angesiedelt wurde. Pflanzen und andere photosynthetische Organismen sind ihnen jedoch immer noch einen Schritt voraus: Sie nutzen das mithilfe von Sonnenlicht hergestellte ATP zur Herstellung von Zucker aus Kohlenstoffdioxid. Dies ist wirklich bei keinem Tier bekannt – die in diesem Artikel beschriebenen Prozesse sind photoheterotroph: Sie ermöglichen zwar die Gewinnung von Energie aus Sonnenlicht, nicht aber die Nutzung von CO2 als Kohlenstoffquelle. Vor umweltfreundlichen Killerhornissen, die sich nur von Luft ernähren, müssen wir also in näherer Zukunft keine Angst haben.

Acyrthosiphon pisum), orange Variante

Bacterial Nanowires : Elektrisch leitende Bakterien!

Hélène Wu

Klingt nach Science-Fiction ist es aber nicht, einige Bakterien sind in der Lage, Elektrizität zu leiten! Dank der in ihnen enthaltenen aromatischen Aminosäuren,
kann Strom durch ihre Oberflächen-Nanofäden fliessen, wie es bei dem Bakterium *Geobacter sulfurreducens* der Fall ist.

Einige Wissenschaftler, die sich für dieses Bakterium interessieren, vermuteten zuerst, dass der Strom durch seine Nanofäden, die Pili genannt werden, fliessen würde. Es wurde entdeckt, dass es in Wirklichkeit gar keine Pili waren! Stattdessen bilden die Bakterien mikroskopisch kleine, armförmige Strukturen. Diese Strukturen bestehen aus langen, sich wiederholenden Ketten eines einzigen Proteins, von denen jedes einen Kern eisenhaltiger Moleküle umgibt. Diese Struktur, auch «Nanowire» genannt, ist 100 000 Mal feiner als die Breite eines menschlichen Haares. Zusammen können diese «elektrischen Bakterien» den Strom über mehrere Zentimeter übertragen – mehr als tausendmal so groß wie eine einzelne Bakterie! Und das sogar im Wasser!
Eine Studie, die 2013 in der Zeitschrift mBio von Wissenschaftlern des Departements für Mikrobiologie der Universität von Massachusetts Amherst veröffentlicht wurde, hat die biologischen Mechanismen von *Geobacter*, die es ermöglichen, Strom zu leiten, untersucht. Aromatische Zyklen sind für den Elektronen Transit in leitfähigen organischen Materialien verantwortlich. Die Wissenschaftler der Studie vermuteten, dass diese Aminosäure-Zyklen auch dazu dienen könnten, Strom durch Bakterien zu leiten. Um ihre ursprüngliche Idee zu überprüfen, haben sie aromatische Aminosäuren durch nicht aromatische Aminosäuren ersetzt. Ergebnis: Die Nanofäden sind nicht mehr lei-

tend!
Man kann sich fragen, warum elektrische Bakterien überhaupt existieren. Die Antwort auf diese Frage ist einfach ein lebenswichtiger Reflex der Bakterien, die in einer bestimmten Umgebung leben. Die überwiegende Mehrheit der Organismen nutzt Sauerstoff, um Energie umzuwandeln, weil Sauerstoff Elektronen gut aufnehmen kann. In sauerstoffarmen Umgebungen ist dies keine Option. Bakterien, die in diesen Sauerstoff begrenzten Umgebungen leben, ersetzen Sauerstoff durch Eisen. Und anstelle der Stoffwechselreaktionen , die im Inneren der Zellen stattfinden, bewegen die Bakterien auf dünnen Proteinfäden tatsächlich Elektronen in die äußere Umgebung und erzeugen so Elektrizität.
Dieses stabförmige Bakterium wurde erstmals 1987 von Derek Lovley in Sand-Sedimenten im Potomac River bei Washington D.C. gefunden. Elektrische Ein- und Ausgänge entlang der Arm-ähnlichen Fäden sind im Wesentlichen das Äquivalent der Atmung.
Dieses winzige Bakterium, das zwar klein, aber gut organisiert ist, sollte nicht voreilig beurteilt werden. Viele Wissenschaftler sehen darin ein enormes Potenzial für die Nutzung in einer Vielzahl von Bereichen, von der Nutzung der Leistungsfähigkeit der Bioenergie über die Beseitigung von Umweltverschmutzung bis hin zur Entwicklung biologischer Sensoren. *Geobacter* wäre eine Art Brücke zwischen lebenden Zellen und Elektronik.

Biosensoren, Bioelektronik…
Weitere Forschungen über diese Nanodrähte wurden von Forschern der Universität von Massachusetts durchgeführt. Die Ergebnisse ihrer Experimente zeigen, dass diese Nanofäden zur Herstellung von Drähten für Biosensoren und Bioelektronik verwendet werden können. Diese "elektrischen Bakterien" verwenden ihre Fäden, um Elektrizität über weite Entfernungen zu leiten, wodurch sie andere Bakterien oder Mineralien (als Elektronenakzeptoren) in ihrer Umgebung elektrisch erreichen können.
Die Verwendung dieser Bakterien zur Stromproduktion und -leitung hätte eindeutige wirtschaftliche und ökologische Vorteile, da mikrobiologische Nanofäden nachhaltiger und umweltfreundlicher sind. Mikrobielle Nanofäden sind in verschiedenen organischen Lösungsmitteln und bei Temperaturen über dem Siedepunkt stabil, so dass sie der typischen Herstellung von Elektronik standhalten können. Sie würden erneuerbar hergestellt, ohne scharfe Chemikalien und toxische Bestandteile im Endprodukt. Ein weiterer Vorteil der Verwendung mikrobiell hergestellter Fäden ist, dass sie aus relativ wenigen Aminosäuren bestehen.
Könnte es also bald bioelektrische Batterien aus Bakterien geben ?

… & für die Gesundheit
Mikrobielle Nanofäden wären für Menschen einfacher als Implantat im Körper zu tragen, da sich die Fäden nicht in Draht oder Körperflüssigkeiten auflösen, und sie können das Risiko einer allergischen Reaktion verringern.
Die technischen Fortschritte, die die Gesundheit des Menschen verbessern können, kommen manchmal von unerwarteten Orten...

Die Aalfrage

Paula Düllmann

Als der deutsche Biologe Max Schultze 1874 in der Stadt Bonn im Sterben lag und über sein Lebenswerk nachdachte, soll er nur bedauert haben, eine Welt zu verlassen, in der “alle wichtigen Fragen geklärt [waren], bis auf die Aalfrage natürlich”. Die Aalfrage, auf die er sich dabei bezieht, ist eines der großen Mysterien, mit dem sich Schriftsteller und Denker seit Generationen befassen und für welches bis heute keine zufriedenstellende Lösung gefunden wurde. Dabei handelt es sich um die ganz und gar fundamentale Frage der Aalexistenz: Wie vermehren sich Aale?

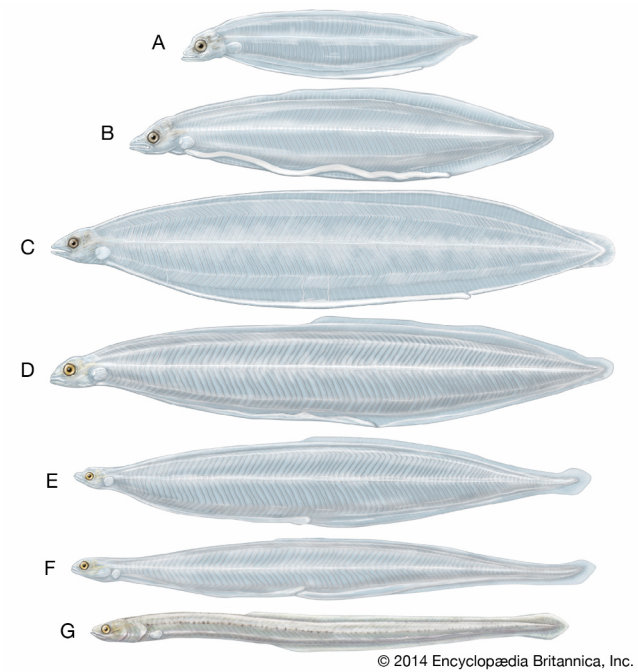
Nun werden vielleicht einige Leser den Kopf schütteln. Die meisten haben bereits einige Biologievorlesungen besucht oder zumindest in der Schule Biologieunterricht gehabt. Die Sache mit der sexuellen Fortpflanzung, den haploiden Gameten und der Fusion zum Zygoten im Mutterleib ist dort einige Male besprochen worden. Doch gerade hier liegt das Problem: Die Aale, die man in Europa fängt, bilden keine Gameten. Sie haben noch nicht einmal Organe dafür. Das Fehlen solch fundamentaler Maschinerie in einem erwachsenen Tier wirft die traditionelle Biologie schon etwas aus der Bahn.

So ist es wohl kaum erstaunlich, dass die Theorien über die Aalherkunft von mystisch bis hin zu skurril reichen: Die alten Ägypter waren überzeugt, dass Aale durch die Aufwärmung des Nils in der Sommersonne entstünden. Aristoteles hingegen war der Meinung, Aale entwickelten sich spontan aus einem Gemisch von Erde und Regenwasser. Der römische Gelehrte Plinius der Ältere behauptete, neue Aale entstünden aus Körperteilen älterer Aale, die diese an Steinen abgerieben hätten. Soweit die nachvollziehbaren Theorien. In den 1860er Jahren gab es Vermutungen, Aale entwickelten sich aus Pferdehaaren, die ins Flusswasser fielen oder gar aus den Schaumkronen der Wellen. Diese letzte Theorie bezeugt wohl die einzige Gemeinsamkeit zwischen den glitschigen Wasserbewohnern und der griechischen Göttin der Liebe, Aphrodite (gr. die Schaumgeborene).

Es gibt einige Dinge, die wir definitiv über Aale wissen: Aale gehören zum Taxon der Knochenfische und zur Ordnung der Aalartigen (wer hätte das gedacht). Eine der 19 bekannten Arten findet man fast überall auf der Welt mit Ausnahme der Polargebiete des südlichen Atlantik und des östlichen Pazifik. Aale leben erstaunlich lange: Der älteste wilde Aal, den man je gefangen hat, war 85 Jahre alt und lag damit knappe zwei Jahre über der Schweizer Lebenserwartung (für Menschen).
Während ihrer langen Lebenszeit durchlaufen Aale verschiedene Metamorphosen. Sie schlüpfen im Ozean aus kleinen Eiern, die mithilfe winziger Öltröpfchen im Wasser schweben. Die geschlüpften Aallarven sind blattförmig, komplett durchsichtig und ernähren sich hauptsächlich von Plank-

ton. Sie bewegen sich nicht selbst, sondern treiben mit den Strömungen der Ozeane und können so mehrere tausend Kilometer überwinden.
Nach dem Larvenstadium, welches je nach Aalart bis zu drei Jahre dauern kann, wandern die Aale - nun Glasaale genannt - langsam zu den Flussmündungen. Sobald sie auf Süßwasser treffen, pigmentiert sich ihre Haut. Sie wandern nun weiter die Flüsse hinauf, wobei sie verschiedene Lebensstadien durchlaufen, die an der unterschiedlichen Färbung des Bauchs erkennbar sind. Lange hielt man Aale in unterschiedlichen Stadien sogar für verschiedene Arten. Doch schon früh fiel Anglern auf, dass man in keinem dieser Stadien Eier, Hoden oder sonstige Geschlechtsorgane in den Aalen finden konnte. Aale entstehen aber nicht spontan, ihre Geschlechtsorgane entwickeln sie erst im reifen Alter von fünfzig Jahren, wenn sie zurück in den Ozean wandern und zu sogenannten Silberaalen werden. Zu diesem Zeitpunkt bilden sich auch ihre Gameten aus. Dies ist jedoch nicht die einzige erstaunliche morphologische Veränderung dieses Stadiums: Der Magen der Aale bildet sich nämlich gleichzeitig zurück und sie leben fortan nur noch von ihren Fettreserven. Aale sind semelparetisch: Sie vermehren sich nur einmal in ihren Leben, und zwar gegen Ende.

Zumindest wird dies angenommen, denn alle weitere Kenntnis zu diesem Thema ist bestenfalls unklar: Eine Expedition von 1904 identifizierte als Laichort des europäischen Aals die Saragossasee im Atlantischen Ozean. Seitdem haben mehrere weitere Expeditionen versucht, dieses Ergebnis zu bestätigen. Analysiert wurden dort



siebentausend Fischlarven, doch von ihnen stammte keine einzige von einem Aal. Trotzdem steht dieser Laichort weiterhin in wissenschaftlichen Büchern.
Man hat noch einige andere Methoden ausprobiert, um der Aalfrage auf die Spur zu kommen: Man ging sogar soweit, weibliche Aale mittels Hormonen in Paarungsstimmung zu bringen und sie in den vermeintlichen Laichregionen an Bojen festzubinden, um andere Aale anzulocken. Doch alles ohne Erfolg. Bis heute hat noch niemand den Laichvorgang von Aalen beobachtet, geschweige denn einen ausgereiften Aal gesehen.

Doch warum interessierten sich Generationen von Menschen mit mehr oder weniger Fantasie so sehr für die Aalfrage? Bis zum Schreiben dieses Artikels hatte ich mir zugegebenermaßen in meinem ganzen Leben weniger Gedanken über Aale gemacht, als Paragraphen in diesem Artikel sind. Die erste und an der ETH wohl relativ offensichtliche Antwort ist, dass wir Menschen uns manchmal an Fragestellungen festbeissen. Wir können uns mit nichts anderem mehr beschäftigen, bis wir eine überzeugende Antwort gefunden haben. In diesem Fall sieht es mit der überzeugenden Antwort jedoch vorerst schwierig aus: Das Grübeln geht weiter. Ein anderer Grund besonders für das frühere Interesse könnte sein, dass Aale in vielen Kulturen lange zum Speisemenu gezählt haben. Anfang des 20sten Jahrhunderts beschrieb etwa das französische Kochbuch “Larousse Gastronomique” 45 verschiedene Zubereitungsarten für Aal.

Der Grund, aus dem die Frage jedoch heutzutage immer wichtiger wird, mal abgesehen vom Nährwert eines Aals, ist, dass diese vom Aussterben bedroht sind. Oder man ist sich da zumindest relativ sicher. Die Internationale Union zur Bewahrung der Natur (engl. IUCN), die sich mit dem Klassifizieren von gefährdeten Arten auseinandersetzt, musste nämlich aus bereits erwähnten Gründen von der traditionellen Zählungsmethode (Anzahl reifer Individuen am Paarungsort) absehen. Stattdessen greift man zu anderen Methoden und zählt etwa die Anzahl Glasaale, die im Frühjahr in die europäischen Flüsse wandern. Doch die so gefundenen Zahlen sinken seit den 1970er Jahren rapide. Mögliche Gründe (denn auch hier weiss man es nicht sicher) könnten Umweltverschmutzung, Klimawandel oder der Einbau neuer Dämme in Flüssen sein. Man weiss nur, dass Aale nun zu den stark gefährdeten Spezies gehören. Dies ist auf gewisse Weise schlimmer als bei anderen Arten, da man von den meisten Arten in Gefangenschaft immer noch eine kleine Population aufrecht erhalten kann. Aber Aale lassen sich in Gefangenschaft nicht vermehren. Wenn die wilden Aale sich also nicht mehr vermehren können, dann ist es für die Spezies das Ende. Ein skurriles, ja sogar mystisches Wesen ginge verloren. Darum ist die Beantwortung der Aalfrage, sowie der Schutz dieser unscheinbaren Wasserbewohner, umso dringender.

Übrigens: Zitteraale (engl. *electric eel*) sind gar keine Aale, sie gehören eigentlich zur Ordnung der Messerfische.

10 kuriose Fakten über Nacktschnecken

Milo Schärer

Wenn du das Youtube-Video "10 kuriose Fakten über Nacktschnecken" noch nicht kennst, solltest du dies unbedingt nachholen. Es ist ein Meisterwerk des Shitposting und lieferte auch die Inspiration für diese Liste, die ganz faktisch, aber nicht weniger witzig ist.

1. Nacktschnecken bilden keine monophyletische Klade. Das heisst, es gibt Nacktschneckenarten, die näher mit bestimmten Hausschneckenarten verwandt sind als mit anderen Nacktschnecken.

2. Nacktschnecken der Familie Arionidae verwenden Farbe und bitteren Geschmack, um sich gegen potentielle Feinde zu wehren.

3. Nacktschnecken der Art *Geomalacus maculosus* winden sich zu einem Ball zusammen, wenn sie sich bedroht fühlen.

4. Die Stauung von Nacktschnecken in Kläranlagen kann zu überflüssigem Energieverbrauch bei der Wasserreinigung führen.

5. Mit Bier gefüllte Fallen sind eine Option, um einen Garten vor Nacktschnecken zu schützen.

6. Bei der Paarung der Nacktschneckenart *Ariolimax dolichophallus* kann der Penis einer Nacktschnecke in den weiblichen Geschlechtsorganen der anderen Nacktschnecke stecken bleiben (Nacktschnecken sind hermaphroditisch). In diesem Fall erlauben besondere Muskeln in den weiblichen Geschlechtsorganen das Abschneiden vom Penis des Partners.

7. Meeresnacktschnecken im Genus *Aplysia* werden häufig als Modellorganismus für die Neurobiologie verwendet.

8. Es haben schon Menschen Hirnhautentzündungen bekommen, weil sie rohe Nacktschnecken gegessen haben.

9. Nacktschnecken der Art *Elysia chlorotica* extrahieren Chloroplasten aus Algen, die sie essen, und nehmen sie durch Phagocytose in ihre eigenen Zellen auf, um sich selbst durch Photosynthese zu ernähren.

10. Die schnellste bekannte Geschwindigkeit einer Nacktschnecke ist 3 km/h.

Blau, Blau, Blau, sind keine meiner Tiere...

... Blau, Blau, Blau, ist alles nur gefälscht!

Léa Le Bars

Rhinopithecus roxellana

So bunt unsere Welt auch sein mag, unter den Tieren ist Blau wohl die seltenste Farbe, und obendrein ist sie fast immer geschummelt. Anstelle von Pigmentveränderungen oder -mischungen wie es bei Rot- und Brauntönen oft der Fall ist, wird Blau bei vielen Tieren strukturell und mechanisch mittels Strukturfärbung erzeugt. Dabei manipulieren mikroskopisch strukturierte Oberflächen, die klein genug sind um Licht zu stören, einstrahlende Wellenlängen.
Der blaue Morpho-Schmetterling zum Beispiel erhält seine Farbe durch rillenförmige Flügelschuppen, welche das Licht so beugen, dass nur noch blaue Wellenlängen reflektiert werden. Wären die Schuppen anders geformt oder der Brechungsindex verändert, etwa durch Zugabe von Alkohol auf die Schuppenoberfläche, würde die blaue Farbe verschwinden, und im Falle von Alkohol von Grün ersetzt werden.

Vögel wie die Blaumeise oder der Indigofink erhalten ihre Farbe durch einen ähnlichen, aber doch leicht anderen Prozess. Jede Feder besteht aus mikroskopischen, lichtstreuenden Kügelchen, welche in ihrer Anordnung jede Wellenlänge ausser Blau absorbieren. Dank der Kugelform werden nicht alle Reflektionen in die gleiche Richtung gestreut, die Federfarben variieren nicht mit dem Beobachtungswinkel, und die Vögel erscheinen von allen Seiten her blau.

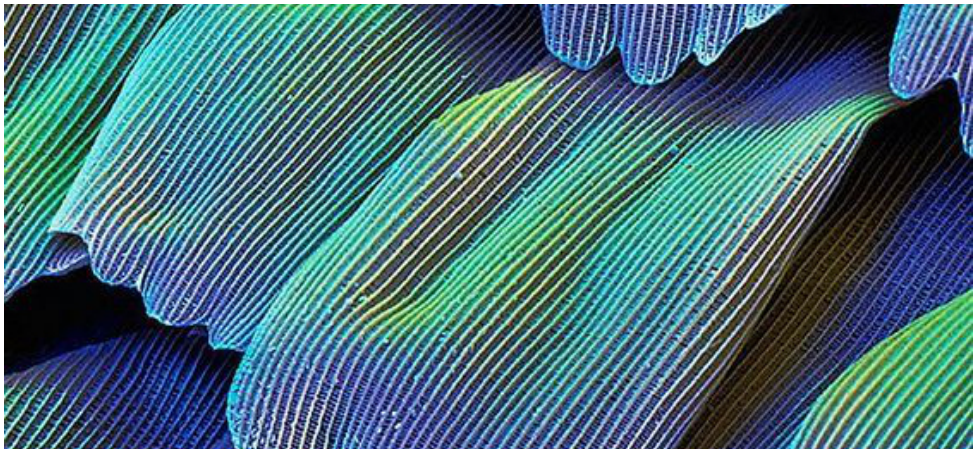
Pollia condensata

In Pflanzen wird Blau meist durch Mischen natürlich vorkommender Farbstoffe erreicht oder durch chemische Veränderungen, wie mittels roten Pigmenten, Anthocyanine, deren Farbe vom Säuregehalt abhängt. Die wenigen Pflanzen, welche Strukturfärbung nutzen, tun dies ganz bewusst, und erschaffen metallische Glänze und Farbschimmern, wie die der Beere Pollia condensata, die fast ausserirdisch erscheinen. Spiralförmige Strukturen aus Cellulosefibrillen brechen und reflektieren Licht und machen die Beerenoberfläche auch ganz ohne Pigmente zu einem der farbintensivsten biologischen Materialien.

In Tieren wurden blaue Pigmente bis jetzt nirgendwo anders gefunden als in Schmetterlingen und auch hier größtenteils nur in drei Gattungen: Papilio, Graphium, und Nessaea. Bekannt sind die drei Gallenfarbstoffe Pterobilin, Phorcabilin und Sarpedobilin, wobei letztere zwei mit hilfe einer lichtinduzierte Ringschliessung von Pterobilin zustande kommen.

Rot, grün, blau - echt oder nicht - unsere Welt ist so unglaublich bunt. Und auch wenn wir sie nicht immer sehen, Farben sind die geheime Seele der Natur. Geniessen wir sie!

Obrina olivewing



Der mit dem längsten Telomer

Frederic Stämpfli

Ewige Jugend, ewiges Leben. Die Verheissungen der Alchemie sind die Enttäuschung der modernen Wissenschaft. Steigende Lebenserwartung heisst für uns letzten Endes doch nur ein Aufschub. Lieber hätten wir mehr Lebensqualität pro Jahr -erwartung als nur mehr Zeit. Doch daran arbeiten Mediziner und andere Handwerker - uns Biologen interessiert das Prinzip dahinter. Ist dieser fortschreitende Zerfall wirklich nötig?

Wir wissen von einigen Lebewesen, die den Alterungsprozess nicht, oder nur vernachlässigbar, erleben. Einige liebäugeln dabei sogar mit der Unsterblichkeit. Alterungsprozess definieren wir hier als die Summe der Abnutzungserscheinungen, welche die Überlebenschance eines Organismus mit steigender Lebensdauer verkleinert. Die interessanten Arten weisen also keine erhöhte Sterblichkeit mit zunehmenden Alter auf. Ein Beispiel aus dem Stamm Cnidaria ist die Gattung Hydra, welche ihr Gewebe fortlaufend erneuern kann. Sie ist damit eine Kandidatin für die Unsterblichkeit.

Wir treffen bei der Untersuchung der Seneszenz auf einige methodische Probleme. Die wenigsten Lebewesen sterben an hohem Alter. Der sogenannte Katastrophentod betrifft auch Organismen, die nicht oder kaum altern. Zudem leben menschliche Forscher häufig weniger lange, als die langlebigen Arten, die sie untersuchen. Der tatsächliche Nachweis, dass Alterung ausbleibt, gestaltet sich deshalb oft schwierig. So war aufwändige Arbeit nötig, um empirisch zu belegen, dass Schildkröten tatsächlich altern.

Nur kurze Aufmerksamkeit schenken wir den Prokaryoten und den Spalthefen. Ihre Strategien sind aus unserer Perspektive schwierig nachzuahmen. Ebenso wenig beeindruckt zeigen wir uns von Tardigrada, die in Kryptobiose den zeitlichen Abstand zwischen Geburt und Tod nahezu beliebig verlängern können. Nennenswerte Erwähnung in dieser Kategorie verdienen einige ozeanische Endolithen, die mit 10’000 Jahren Generationsdauer in der obersten Klasse der Lebensdauer mitspielen.

Spannender sind mehrjährige Pflanzen. Während Teile der Pflanze durchaus Alterung durchmachen, wie zum Beispiel die Blätter, kann sich der gesamte Organismus durch Ersatz dieser Organe oder vegetativer Vermehrung ewig jung halten. Einzelne Bäume haben so ein bestätigtes Alter von mehreren Tausend Jahren erreicht. Kolonien von genetisch identischen, häufig miteinander verbundenen Individuen kommen sogar auf Zehntausende von Jahren. Lobenswerte Erwähnung für Reichs-übergreifenden Wettbewerb: die Pilzkolonie “Humongous Fungus” aus Oregon lebt seit wenigstens 2’000 Jahren und ist mit 1’000 Hektaren das grösste Lebewesen der Welt.

Am interessantesten sind jedoch Tiere, die uns mit vernachlässigbaren oder fehlenden Alterserscheinungen überraschen. Wir betrachten zwei Beispiele: Hummer und Nacktmull.
Hummer (Familie Nephropidae) leben in der Wildbahn bis zu 50 Jahre lang und weisen keine klassischen Alterserscheinungen auf. Es wurde sogar erhöhte Fruchtbarkeit mit erhöhten Alter festgestellt. Die virilen Tiere hören auch nie auf, zu wachsen. Sie durchlaufen einen Zyklus, in welchem sie neue Muskelzellen aufbauen, bis der Panzer zu eng wird. Darauf folgt eine Häutung, und der Aufbau eines neuen, grösseren Exoskeletts. Diese Häutung ist der Hauptgrund, weshalb Hummer trotzdem ein Ende finden, wenn sie nicht an Parasiten oder Fressfeinden sterben. Mit zunehmender Grösse wird die Häutung so anstrengend, dass für alte Hummer der Punkt kommt, an dem sie den Aufwand nicht mehr ertragen. Die vorher erwähnten Parasiten können zudem die Bildung von Narbengewebe fördern, das den Panzer an den Hummer schweisst. Damit liefern Hummer ein Beispiel für einen Flaschenhals auf dem Weg zur Unsterblichkeit. Die Langlebigkeit der Hummer ist in der lebenslangen Synthese von Telomerase in fast allen ihrer Gewebe begründet.

Der Nacktmull verdient aus zwei Gründen Erwähnung: Erstens ist er das einzige Säugetier, bei dem keine Alterung festgestellt wird. Zweitens scheint er dies vor allem zu erreichen, indem er oxidative Schäden und Krebsentwicklung erfolgreich abwendet. Verantwortlich für die Krebsresistenz ist seine einzigartige extrazelluläre Matrix. Sie verbaut Hyaluronsäure, welche fünfmal schwerer ist als jene des Menschen. Es wird deshalb spekuliert, dass Anpassung des Nacktmulls an sein Leben im Erdreich, wie eine elastische Haut, positive Wirkung auf seine Lebensdauer hatten. Die Nacktmulle leben sehr lange für Tiere ihrer Grösse, bei 35g Körpergewicht werden liegt die maximale Lebensdauer in freier Wildbahn bei fast 30 Jahren, fast zehnmal so lange wie vergleichbare Mäuse.

Mit Kenntnis all dieser Beispiele eröffnen sich zwei Fragen: Wieso hat die Evolution unsterbliche Organismen nicht bevorzugt? Wieso hat die Evolution stattdessen bei den meisten mehrzelligen Organismen eine deutliche Altersabnutzung hervorgebracht? Die Evolution könnte unsterbliche Organismen tatsächlich benachteiligen: Je länger ein Individuum Bestand hat, desto grösser wird die Chance, dass sein Genom den wechselnden Umweltbedingungen schlechter angepasst ist, als das seiner rekombinanten Nachkommen. Die Frage, weshalb Alterserscheinungen Teil des Lebens sind, ist schwieriger zu beantworten. Eine klassische Antwort liefert das Modell der antagonistischen Pleiotropie: Gene, die mehrere Funktionen haben, werden eher dafür selektiert, im frühen Leben positive und im späten Leben negative Wirkung zu entfalten, als umgekehrt. Damit eng verknüpft ist die allgemeinere Beobachtung, dass die natürliche Auslese im frühen Leben stärker wirkt als im späten. Ein krebserzeugendes Gen wird schnell aus dem Genpool fallen, wenn sich der betroffene Organismus bei Auftritt der Krankheit noch nicht fortpflanzen konnte.

Diese evolutionären Betrachtungen liefern wichtige Erkenntnisse, weshalb alte Tiere unter mehr Krankheiten leiden als junge. Säugetiere liefern allerdings noch ein zusätzliches Rätsel: Sie entwickelten sich aus Reptilien, die häufig wenig oder keine Alterserscheinungen aufweisen. Sie können zudem Gewebe, Zähne und Eizellen das ganze Leben lang regenerieren. Wieso haben Säugetiere diese Eigenschaften nicht beibehalten? Eine Antwort dreht sich um r/K-Selektion: r-selektierte Arten neigen zu kleinere Körperform, kurzer Lebensdauer und hoher Fortpflanzungsrate, K-selektierte weisen die genau umgekehrten Eigenschaft auf. r-Selektion findet statt, wenn eine Art sich unter widrigen Umständen mit wenigen Ressourcen behaupten muss. Bekanntlich entwickelten sich die ersten Säugetiere während der Herrschaft der Dinosaurier. Die ersten Säuger waren sehr klein und sicher am gefährlichen Ende der Nahrungskette anzutreffen. Diese Umstände könnten unsere Vorfahren r-selektiert und dabei zur Entwicklung der Seneszenz in Säugern beigetragen haben.

Was bleibt uns also? Hummerfleisch zu essen scheint nicht die gewünschte Wirkung zu erzielen. Die SENS-Foundation (Strategies for Engineered Negligible Senescence) versucht, die durch das Alter verursachten Probleme zu isolieren und technische Lösungen dafür zu finden. Geneigten Biologen ist in diesem Sinne die Gerontologie als Fachgebiet zu empfehlen. Der Rest von uns sollte die jungen Jahre geniessen und für eine Chance auf Unsterblichkeit kryonische Konservierung in Betracht ziehen.

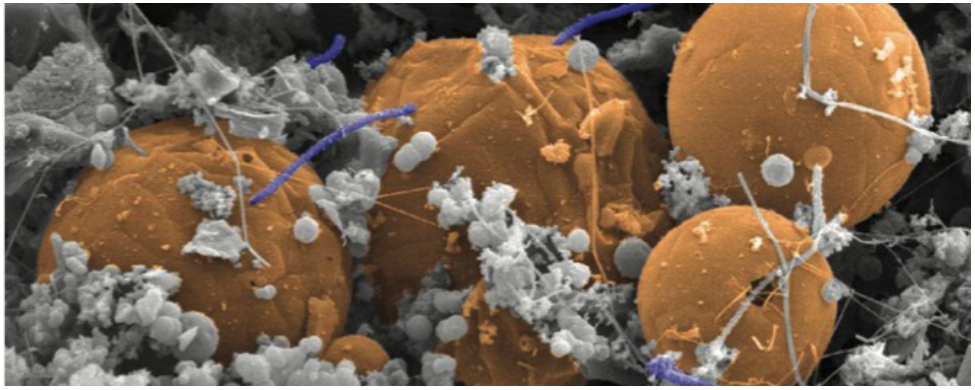
Desulforudis audaxviator

Der wahre Einzelgänger

Lea Huber

In 2.8 Kilometern Tiefe in einer südafrikanischen Goldmine lebt ein wahrer Einzelgänger. Das Bakterium *Desulforudis audaxviator* lebt dort in Jahrmillionen altem Grundwasser. Als erstes beschrieben und benannt wurde es von Chivian et al. in ihrem Paper von 2008. In metagenomischen Untersuchungen fanden sie heraus, dass es wahrscheinlich die einzige Spezies ist, die dort unten lebt, und dass somit ein Ökosystem existiert, welches aus nur einer Spezies besteht. Das Ökosystem ist vollständig abgeschnitten von der Erdoberfläche und dadurch auch vom Sonnenlicht, sodass alle Energie von geochemischen Quellen stammt. *D. audaxviator* lebt also endolithisch. Es ist etwa vier Mikrometer gross und sein Genom enthält 2.3 Millionen Basenpaare, von denen 86.8% Proteine codieren. In seinem Lebensraum herrschen Temperaturen von etwa 60°C und ein pH Wert von 9.3, es ist also ein echter Extremophil. Der Name *audaxviator* stammt aus einem Zitat von Jules Vernes Reise zum Mittelpunkt der Erde: Descende, audax viator, et terrestre centrum attinges (Steig hinab, wagemutiger Reisender, und du wirst zum Mittelpunkt der Erde gelangen). Er soll die Eigenschaft des Bakteriums, sozusagen als Pionier in diese abgeschiedene Unterwelt vorgedrungen zu sein, würdigen. Das Wasser, in dem seine DNA gefunden wurde, ist nachweislich Millionen von Jahren alt, somit ist das Bakterium schon lange vom Rest der Welt abgeschnitten - seit etwa 3 bis 45 Millionen Jahren. Es hat in seinem anaeroben Lebensraum auch seine Fähigkeit, in sauerstoffhaltiger Umgebung zu überleben, verloren.

Das Genom dieses Vertreters des Stamms der Firmicutes enthält alle Gene, die nötig sind für ein unabhängiges, isoliertes Leben. Sein Stoffwechsel ist erst einmal gar nicht so besonders. Als Elektronen-Akzeptor fungiert Sulfat (SO42-), welches in seinem Habitat der energetisch günstigste Akzeptor ist. Dies wurde schon zwei Jahre vor der offiziellen Entdeckung des Bakteriums in einer thermodynamischen Evaluation von Lin et al. vorausgesagt. Das Sulfat wird möglicherweise mit einem Na+-Co-Transporter in die Zelle importiert und zu Schwefelwasserstoff (S2O) reduziert, welcher wieder ausgeschieden wird. Die Gene dafür sind sehr ähnlich wie diejenigen anderer Sulfat-reduzierender Organismen. Die Herkunft der Elektronen hingegen ist ungewöhnlicher: Sie stammen von radiolytisch gespaltenem Wasser. Die dafür notwendige radioaktive Strahlung kommt zum Beispiel von primordialen Radionukleotiden, also von Material, das schon bei der Entstehung der Erde vorhanden war. Der Stoffwechsel dieses Bakteriums ist also von der Erde allein abhängig und nicht auch von der Sonne, wie das bei fast allen anderen Lebewesen der Fall ist.



Den Kohlenstoff bekommt das Bakterium wohl unter verschiedenen Voraussetzungen auf unterschiedliche Weisen. Wo organisches Material vorhanden ist, zum Beispiel von toten Artgenossen, kann es dieses mit Zucker- und Aminosäuren-Transportern aufnehmen. Häufig ist die Zelldichte jedoch sehr tief und Kohlenstoff muss autotroph assimiliert werden. Dies geschieht vermutlich auf dem reduktiven Acetyl-CoA-Weg; alle dafür benötigten Gene sind vorhanden. Dabei wird CO2 mit der Karbonmonoxid-Dehydrogenase assimiliert. Formiat und Kohlenstoffmonoxid könnten, wo verfügbar, direktere Kohlenstoffquellen darstellen.

Die Ammoniumkonzentration scheint hoch genug zu sein, dass *D. audaxviator* es direkt als Stickstoffquelle nutzen kann. Trotzdem hat es eine Nitrogenase, somit kann es auch N2 nutzen, was aber energetisch viel aufwendiger ist. Das Nitrogenase-Gen wurde durch horizontalen Gentransfer von einer Archaee erworben. Auch andere Gene sind so in das Genom des Bakteriums gekommen. Sie haben vermutlich dadurch, dass sie den Stoffwechsel auf vielseitige Weise ergänzen, dem Bakterium zur nötigen Flexibilität für die Kolonisierung eines solch unwirtlichen und abgesonderten Lebensraums verholfen.

Trotz all diesen Anpassungen ist ein Leben völlig abgeschnitten von der Erdoberfläche kein einfaches. Dadurch, dass Nährstoffe so limitiert sind, könnte eine Generationszeit mehrere Hundert oder sogar Tausend Jahre betragen. Für den Fall, dass die Nährstoffe noch spärlicher werden oder sich die Bedingungen anderweitig verschlechtern, hat *D. audaxviator* das Potenzial, Endosporen zu bilden und so noch längere Zeiträume zu überbrücken. Ausserdem kann es Nährstoffe erspüren und sich mithilfe von Flagellen entlang eines Gradienten in deren Richtung bewegen. Trotz allen Widrigkeiten lebt *D. audaxviator* von allen abgekapselt und komplett unabhängig, sogar ohne Sonnenlicht, völlig unbehelligt vom Geschehen an der Erdoberfläche. Es ist schon eine spezielle, aber auch eine beruhigende Vorstellung, dass es ein Ökosystem gibt, das seit Millionen von Jahren existiert und das wahrscheinlich noch lange weiter existieren wird, egal was wir hier oben mit der Erde anstellen.

Wie von Geisterhand bewegt

Der Pilz, der die Ameise aus dem Körperinneren lenkt.

Marie Mathys

Zu einer ungewöhnlichen Zeit entfernt sich eine Rossameise Camponotus leonardi plötzlich von ihrer Kolonie hoch oben auf einem Baum und beginnt, den Stamm hinunter zu klettern. Auf dem tropischen Waldboden bewegt sie sich scheinbar planlos in einem Zickzack fort, bis sie genau an der Nord-Nordwestseite eines Baumstammes hinaufklettert und dann abrupt bei einer Höhe von 25cm stoppt. In einem Todesbiss verankert sie sich mit ihren Oberkiefern auf der Unterseite eines Blattes präzise über der Hauptader und stirbt schon bald. Nach wenigen Tagen schiesst der Fruchtkörper des Pilzes *Ophiocordyceps unilateralis* aus ihrem Kopf heraus in die Höhe und bildet eine Kapsel mit Sporen, die, wenn die Zeit reif ist, freigesetzt werden und herunter auf den Boden regnen. Sie landen auf den vielen weiteren Rossameisen, die sich dort finden werden.

Das Erstaunliche ist, dass jedes Mal, wenn es dem Pilz gelingt, eine Rossameise zu infizieren, der Prozess immer auf die gleiche Weise und mit gleicher Präzision abläuft. Er dirigiert die Ameise so, dass sie sich an einen Ort begibt, wo die ideale Temperatur und Luftfeuchtigkeit herrschen, um sich weiter zu verbreiten. Ausserdem befindet er sich zum wichtigsten Moment in seinem Lebenszyklus in einer optimalen Höhe: Hoch genug, dass die fallenden Sporen einen grossen Teil des Bodens abdecken, aber nicht so hoch, dass sie zu sehr verstreut werden und vielleicht an einen Ort gelangen, wo es gar keine Ameisen mehr gibt.

Das exakte Diktat beginnt damit, dass der *Cordyceps*-Pilz den Panzer der Rossameise durchdringt und innen körperduchspannende Netzwerke bildet, die untereinander kommunizieren und Nährstoffe austauschen können. Die Hyphen breiten sich in jeden Winkel des Körpers aus; vom Abdomen über den Thorax bis zum Kopf, nur nicht ins Gehirn. Zwar hat man beobachtet, dass die Filamente in die unmittelbare Nähe des Gehirns und des restlichen Nervensystems wachsen können und dort Botenstoffe abgeben, die das Verhalten mitkontrollieren, niemals aber hineindringen und so das empfindliche Nervengewebe womöglich beschädigen könnten. Die plausibelste Erklärung darauf lautet, dass der Pilz die Ameise zwar funktionstüchtig und vor allem lebendig braucht, aber eben nur so lebendig und eigenständig, dass sie ihn sicher an seinen liebsten Verbreitungsort bringen kann. Ganz ähnlich sieht das bei den Muskeln aus, die von den Hyphen umwebt und manchmal durchdrungen werden, wodurch sie einer ganz direkten Manipulation ausgesetzt sind, aber immer noch intakt bleiben. Vor allem jene Muskeln, die für den Todesbiss benötigt werden, sollten möglichst stark sein.

Vom Cordyceps *infizierte Rossameise beisst sich im Blatt fest]*

Einen derartigen Todesbiss der befallenen Ameise in die Blattader gibt es bei einer gesunden Ameise gar nicht. Das Verhalten der Ameise ist also vom Pilz beinahe ganz und gar gehackt und überschrieben worden. Er scheint nicht nur das Gehirn und den Kreislauf direkt mit eigenen chemischen Substanzen zu überfluten, sondern offenbar werden in den Ameisen auch Gene hochreguliert, deren Proteine Effekt auf ihr Verhalten haben. Ausserdem muss der Pilz die Immun- und Stressreaktionen der Ameise in grossem Massstab kontrollieren und schliesslich auch Zellen in die Apoptose treiben. Denn sobald die Ameise sich an der Blattunterseite festgeklammert hat, hat sie ihren Teil der Arbeit getan und wird nun vom Pilz als Nahrungsquelle genutzt.

Diese genaue Insekt-Pilz-Pflanze-Interaktion und Steuerung ist schon uralt: Ein Fossilfund im deutschen Messel von einer Rossameise, die unverkennbar vom *Cordyceps* infiziert in ein Blatt verbissen ist, wurde auf ein Alter von 48 Millionen Jahren bestimmt.

Das Ganze tönt von Grund auf wie erfunden und schlecht gelogen: Eine Ameise wird von einem Zombie-Pilz besessen, der ihren freien Willen raubt, sie als Transportmittel benutzt, dann schliesslich tötet und von innen her auffrisst. Dies bloss, um die überlebenden Geschwister der Ameise mit den Sporen erneut zu infizieren und den Kreislauf nochmals von Vorne zu beginnen, der ab dann für alle Ewigkeit weiter und weiter läuft. Wäre es ein Film, gehörte er in die Kategorie *Sharknado* (2013) oder *Dinocroc vs Supergator* (2010) oder vielleicht auch *Lavalanutla* (2015) oder *Piranhaconda* (2012). Doch neben einer Inspirationsquelle für Montagabend-Unterhaltung dient der *Cordyceps*-Pilz auch zu weitaus nobleren Anwendungen: Er produziert ein Spektrum von Stoffen, von denen man antibakterielle und -virale Wirkung vermutet, ausserdem wird nach Abhilfe gegen Pilze sowie Krebs und sogar Malaria geforscht. Obwohl der Prozess noch immer am Anfang steht, darf man durchaus auf eine vielversprechende Entwicklung hoffen.

Rezept – Pilzrisotto

Für 1-4 Personen… je nach Hunger

300g runder Reis (Sushi-Reis, Carnaroli-Reis, Milchreis-Reis,...)
150g Steinpilze, geschnitten
1 grosse Zwiebel, grob geschnitten
1-2 Knoblauchzehe(n), gepresst
50g Butter
1 Glas Weisswein
1 L Gemüsebouillon
geriebener Käse (Sbrinz, Parmesan, Grana Padano,...)
Salz & Pfeffer

Zwiebel und Knoblauch in Butter andämpfen.
Reis beifügen, mitdünsten, bis er glasig ist.
Mit Wein ablöschen, vollständig einkochen.
Bouillon eine Kelle nach der Anderen zugeben und Risotto unter häufigem Rühren 18-20 Minuten garen. Dabei darauf achten, erst mehr Bouillon unterzurühren wenn die letzte Kelle, völlig absorbiert wurde.
Pilze in den letzten 7-10 Minuten mitgaren.
Käse und Butter darunterrühren, würzen.
Risotto in tiefen Tellern anrichten, nach Belieben Petersilie und Käse darüberstreuen, und geniessen!

Zum Einfrieren und wieder Auftauen:

Zum Einfrieren, Risotto in Tupperware umfüllen und vollständig abkühlen lassen. Im Gefrierfach bleibt Risotto gut 3 Monate haltbar.

Zum Auftauen, entweder langsam über Nacht im Kühlschrank und dann in der Mikrowelle erhitzen. Oder gleich in der Mikrowelle mit einiger Tropfen Wasser auftauen, umrühren und auf die gewünschte Temperatur erwärmen.

Literatur und so...

Das Nasobēm

Auf seinen Nasen schreitet
einher das Nasobēm,
von seinem Kind begleitet.
Es steht noch nicht im Brehm.

Es steht noch nicht im Meyer.
Und auch im Brockhaus nicht.
Es trat aus meiner Leyer
zum ersten Mal ans Licht.

Auf seinen Nasen schreitet
(wie schon gesagt) seitdem,
von seinem Kind begleitet,
einher das Nasobēm.

- Christian Morgenstern

J Church

Amoeba! – Die Musikkolumne

Milo Schärer

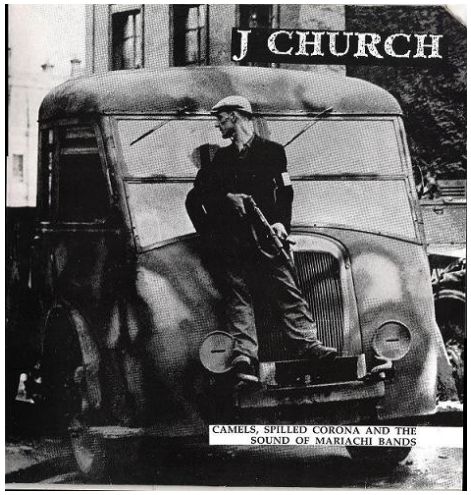
Stell dir einen kalten Tag im Zürcher Spätherbst vor. Während du an der Tramhaltestelle wartest, platscht der Regen auf den Boden und macht deine Schuhe nass. Sobald du nach Hause kommst, ziehst du etwas trockenes an und machst dir einen Kaffee, aber die graue Stimmung bleibt und du fühlst dich immer noch einsam. Genau dieses Gefühl beschreibt der J Church Song November, weshalb ich mich mit ihm trotz spezifischer Referenzen an Strassen in San Francisco bestens identifizieren konnte, als ich diese Band im Herbst 2016 entdeckt habe.

Die Band um Sänger und Gitarrist Lance Hahn stammt aus derselben kalifornische East Bay Punk-Szene, die in den 90er-Jahren Bands wie Jawbreaker, Samiam oder auch Green Day hervorbrachte. Im Gegensatz zu diesen Bands haben J Church aber nie einen Plattenvertrag bei einem Major-Label unterschrieben. Diese Unterscheidung mag für viele Musikhörende aus meiner Generation etwas unbedeutend wirken, aber viele Mitwirkende der damaligen Punk-Szene waren, wohl oder übel, ziemlich dogmatisch in ihrer Überzeugung, dass echte Punk-Bands nichts mit einem Major zu tun haben und möglichst nach dem Do-It-Yourself (DIY) Prinzip arbeiten sollten. Wenige Bands verkörperten

diesen Ethos so sehr wie die stets fleissigen J Church, die zu ihren produktivsten Zeiten in der Mitte der 90er Jahre um die zehn Platten pro Jahr herausgebracht haben in Form von LPs, Singles oder Splits mit Bands wie Discount oder Less Than Jake. Bei so vielen Liedern ist es unmöglich, den Überblick zu behalten, und nur ein kleiner Teil davon ist auf den üblichen Streaming-Platformen zu finden.

Diese unterbewertete Band zeichnet sich aber nicht nur durch die Quantität ihrer Lieder, sondern auch durch die hohe Qualität von Hahns Songwriting aus. Er verwendet schlichte Pop-Punk Songstrukturen, um vielschichtige Geschichten zu erzählen, wie diejenige von Katrina and Paul, seinen ehemaligen Nachbarn in Los Angeles, die jeden Abend ihren Schmerz von einem anstrengenden Arbeitstag wegtrinken. Details wie das Sixpack Beck's und die R.E.M.-Platte in Foreign Films malen beim Hören eines J Church Songs ein präzises Bild, welches die oft eher deprimierte Stimmung in Hahns Erzählungen untermauert. Manchmal verwendet Hahn sein Auge fürs Detail auch, um beissende Satiren wie Ivy League College oder Overconfident, welche sich über pseudo-revolutionäre Studierende beziehungsweise Musik-Nerds lustig machen. Bei einigen Songtexten lässt sich Hahn auch vom Situationismus, einer antiautoritären, linken, künstlerischen und intellektuellen Strömung aus den 60er-Jahren, inspirieren. Das beste Exemplar dafür ist Society is a Carnivorous Flower, eine 15-minütige Rock-Oper in vier Teilen, welches die 68er-Bewegung in Frankreich thematisiert. Wer findet, dass Green Days Jesus of Suburbia mit ein bisschen marxistischer Analyse besser wäre, ist hier genau richtig.

Mit dieser Spotify-Playlist kannst du die facettenreiche Punk-Poesie von J Church in 20 Songs für dich selbst entdecken.



Hewette au bureau

Ein steinefressendes Tier bringt Mediziner zum Lachen

Hewette & Martin Breu

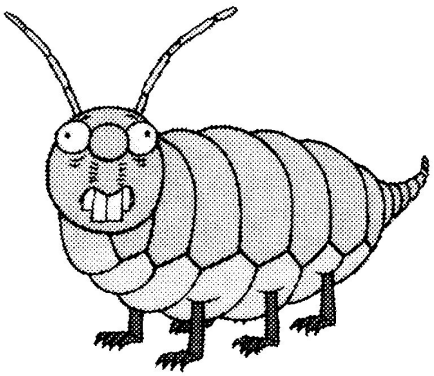
Salut liebe VeBiS-Leute, ich hoffe, ihr seid gut ins Semester gestartet. Ich habe mich langsam daran gewöhnt, dass Events nur noch online stattfinden und ich im Büro meist allein bin. Man kann ja auch ohne Gesellschaft spannende Sachen tun. Kaffee trinken, par exemple. Oder Biotikum-Artikel schreiben.

Oder lesen. Letztens habe ich zum Beispiel in den Tiefen einer Kartonschachtel eine Ausgabe vom *Pschyrembel* gefunden. Das ist ein medizinisches Wörterbuch – nichts, was ich normalerweise lesen würde, aber die Zeiten sind hart. Und manchmal stehen in solchen Büchern schon spannende Sachen.

So habe ich im *Pschyrembel* die Steinlaus entdeckt. Noch nie gehört? Ich vorher auch nicht. Aber sie steht im Buch drin:

"Stein|laus: (engl.) stone louse; syn. Petrophaga lorioti; kleinstes Einheim. Nagetier (Größe 0,3–3 mm; s. Abb.) aus der Fam. der Lapivora; Erstbeschreibung 1983, tatsächl. eines der ältesten erdgeschichtl. Organismen (fossile Funde)".

Der Eintrag zog mich sofort in seinen Bann. Ein millimeterkleines Nagetier? Eines der ältesten Lebewesen? Gespannt las ich weiter. Die Steinlaus sei sowohl freilebend als auch kommensalistisch vorhanden und ernähre sich in ersterem Fall vor allem von Silikaten, in letzterem von Kalk- und anderen Ablagerungen in Nieren oder Blasen (sowohl Galle als auch Harn). Kurz gesagt: von Steinen. Ein Befall mit der Laus löse Wohlbefinden oder Euphorie aus, und ihre Stoffwechselprodukte haben vielfältige medizinische Anwendungszwecke, von der Bekämpfung von Depressionen bis hin zur Zahnsteinentfernung.



Steinlaus (Petrophaga lorioti)

Ich war aufgeregt. Wieso hatte ich von diesem Tier noch nie gehört? Ich setzte mich sofort an den Bürocomputer und suchte nach weiteren Informationen. So stiess ich auf eine Fernsehsendung aus den 1970ern, in der ein Zoologe erklärt, dass die Steinlaus wegen Frassschäden an Bauwerken innerhalb weniger Jahre fast vollständig ausgerottet wurde. *Oh, quel dommage!* Stellt euch mein Gesicht vor, als mir klar wurde, dass die Menschheit eine weitere einzigartige Tierart aus Wachstumssucht dahingerafft hatte.

Es war definitiv fast so empört wie mein Gesicht, als ich schliesslich entdeckte, dass es die Steinlaus gar nicht gab und nie gegeben hatte. Der Zoologe aus der Dokumentation war gar kein Zoologe und die Art von irgendeinem Komiker ausgedacht. Die Autoren des *Pschyrembel* hatten sich einen Spass daraus gemacht, die Fake-Laus in ihr scheinbar seriöses Nachschlagewerk aufzunehmen – wohl einzig und allein, um arme gelangweilte Leserinnen wie mich in die Irre zu führen. Was für Spassvögel.
Die Moral von der Geschicht': Glaubt nicht alles, was ihr lest. Selbst wenn es im wichtigsten deutschsprachigen Nachschlagewerk eines Fachgebiets steht. Es könnte sich immer ein Humorist einen Spass mit euch erlauben.

Puns and Funs

LabRule
@lab_rule

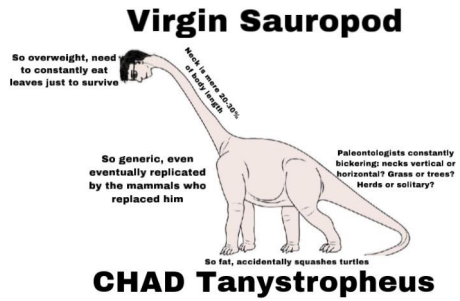
Try scientific dirty talk!

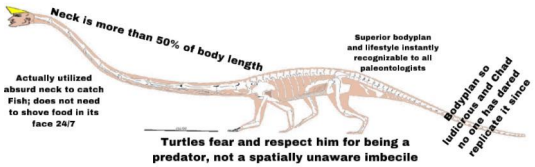
Replace "Choke me" with "Cite me"

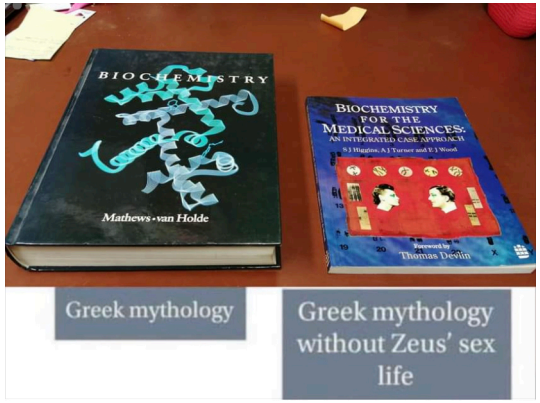
Replace "Daddy" with "PI"

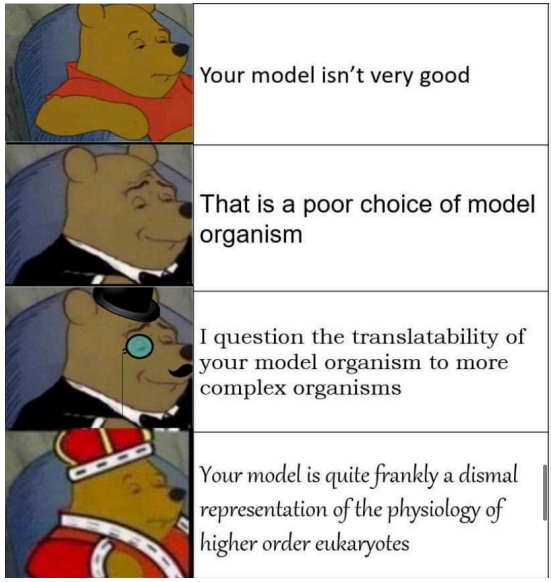
Replace "I've been a bad girl" with "I forgot to balance the centrifuge"

1:03 PM · 07 Jun 20 · Twitter for Android









When there are more than 300 colonies on the culture plate

Tweet

Donald J. Trump
@realDonaldTrump

STOP THE COUNT!

19:42 · 05 Nov 20 · Twitter for iPhone

43.8K Retweets **112K** Quote Tweets **207K** Likes

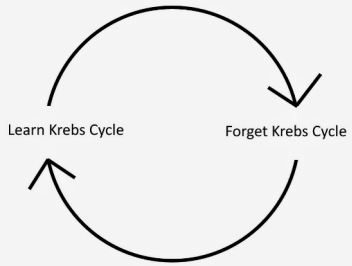
mouthsandpipettes

Me: I have a drink sweetened with aspartame. My taste receptors

Most people: Biology is so boring, you can never make a meme out of it

Biology:

The Krebs Cycle cycle

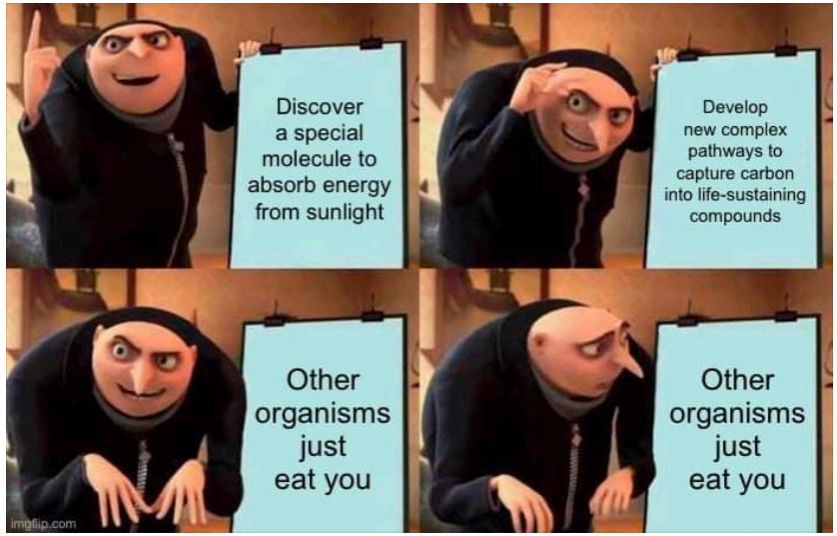


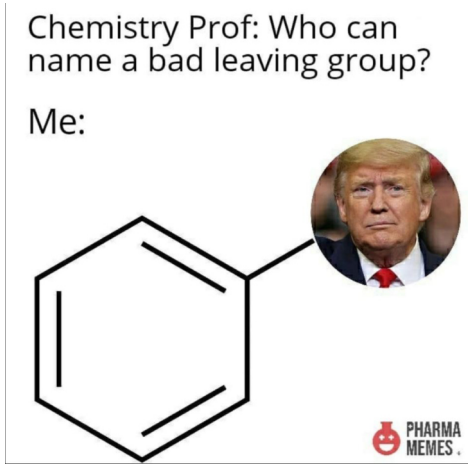
Midoo Xerny
Jul 9 at 5:27 PM

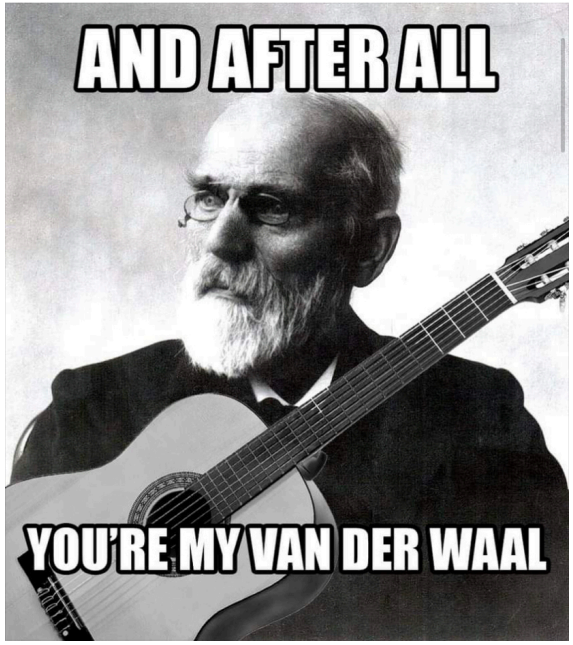
SPONGEBOB ME BOY

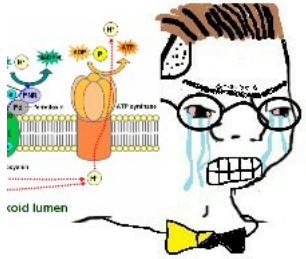
I HAVE FINALLY SEQUENCED THE HUMAN GENOME

ACGACGACGACGGACAGCG

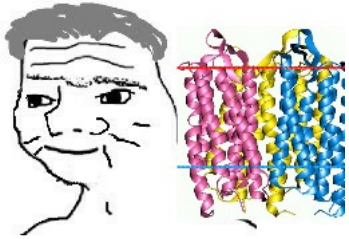




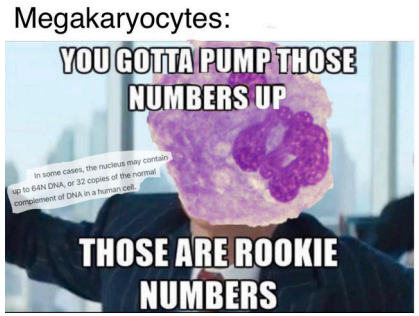


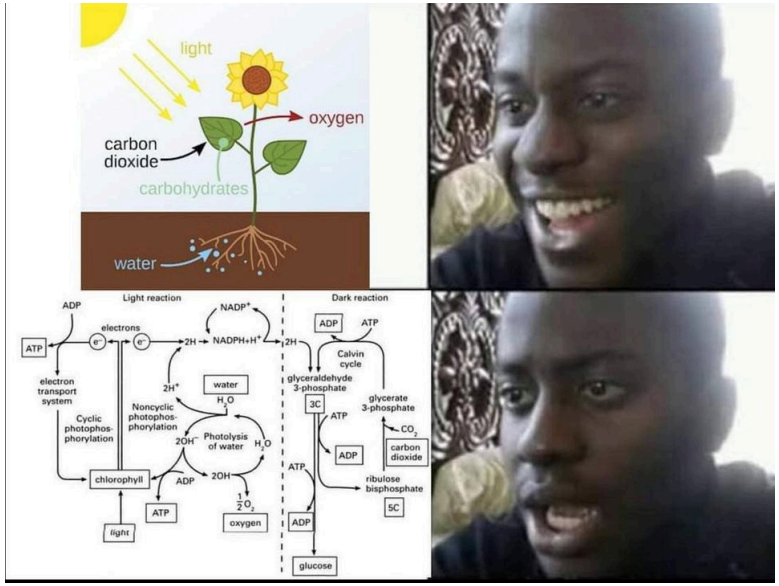


Noo!!! you can't just generate ATP from light energy using only one protein and without an overly complex electron transport chain!! Noooooooo!!!



Haha bacteriorhodopsin go brrrrrrr





Das Letzte

So schnell ist das Biotikum auch schon durchgelesen. Aber halt, der Spass muss kein Ende haben:

Redakteur*in gesucht!

Schreibst du gern? Hast du Interesse an Journalismus? Möchtest du andere an deinem Schreibtalent und deinem Wissen teilhaben lassen? Oder einfach mal deine Schreiblust stillen?

Wenn du alle oder auch nur eine dieser Fragen mit ja beantworten würdest, dann melde dich bei redaktion@vebis.ch und unterstütze unsere Kommission!

Dankeschön

Ein grosses Dankeschön an Miles van Yperen für das schöne Cover (mehr von ihm findet ihr unter artthescience.com/blog/2018/01/16/creators-miles-van-yperen), an Paula Düllmann und Léa Le Bars für das Layout sowie an die ganze Redaktion für die vielen Artikel!

Bis zur nächsten Ausgabe!

ClimatePartner
klimaneutral
Druck | ID 10170-1609-2008

voeth

biotikum