ALEXANDER VOM STEIN

# wimmel:wesen

## Die krabbelnden, kriechenden und schwimmenden Tiere

ALEXANDER VOM STEIN

# wimmel:wesen

## Die krabbelnden, kriechenden und schwimmenden Tiere

Daniel

## Impressum

vom Stein, Alexander:
wimmel:wesen / Die krabbelnden, kriechenden und schwimmenden Tiere
E-Mail des Autors: kravstein@outlook.de

1. Auflage 2026

Copyright 2026 Daniel-Verlag – Alle Rechte vorbehalten
Umschlaggestaltung: Buchhandlung Bühne GmbH, Lucian Binder
Titelfoto: mehmetkrc, shutterstock.com
Layout: Grafikdesign Storch, Ulrike Vohla

Kontaktadresse nach EU-Produktsicherheitsverordnung:
info@daniel-verlag.de

Druckerei: Generál Druckerei GmbH, Ungarn
ISBN: 978-3-911253-17-8

# INHALT



## Einleitung

Frag nur die Erde 6



## Gewimmel in der Bibel

Ameisen 30 | Bienen 42 | Hornissen 56 | Mücken 62
Fliegen 66 | Flöhe 76 | Ameisenjungfern 80 |
Schmetterlinge und Motten 84 | Heuschrecken 98 | Schaben 110
Schildläuse 114 | Milben 122 | Skorpione 126 | Spinnen 130
Viren 134 | Mikroorganismen 138 | Schwämme 150
Korallen und weiteres Meeresgetier 154 | Würmer und Egel 164
Schnecken 170 | Muscheln 178 | Fische 184
Frösche 202 | Eidechsen, Geckos und Warane 208
Chamäleons 214 | Schlangen 220 | Behemot 232
Leviatan 240



## Merkmale der Wimmelwesen

Vermehrungsstrategien 12 | Klimaschutzmechanismen 13
Ernährungskünstler 16 | Waffenarsenale 18
Schutzschilde 22 | Vielfalt der Baupläne 26
Wimmelwesen und Menschen 28



## Anhang

Physarum Polycephalum 256 | Bakterien – Leben im Biofilm 272
Viren – Warum und Woher? 282 | Lazarus-Arten 296
Der »rote Faden« 302 | Zuordnung biblischer Namen 306
Das Tierreich 307 | Artverzeichnis mit Zuordnung 308
Tiere in Namen 337 | Bibelzitate 342 | Bibelübersetzungen 343
Bibelstellenregister 344 | Strongnummern-Verzeichnis 348
Literatur- und Quellennachweis 362 | making:of 376
danke:schön 378 | parque:discovery 379 | Bildquellennachweis 380

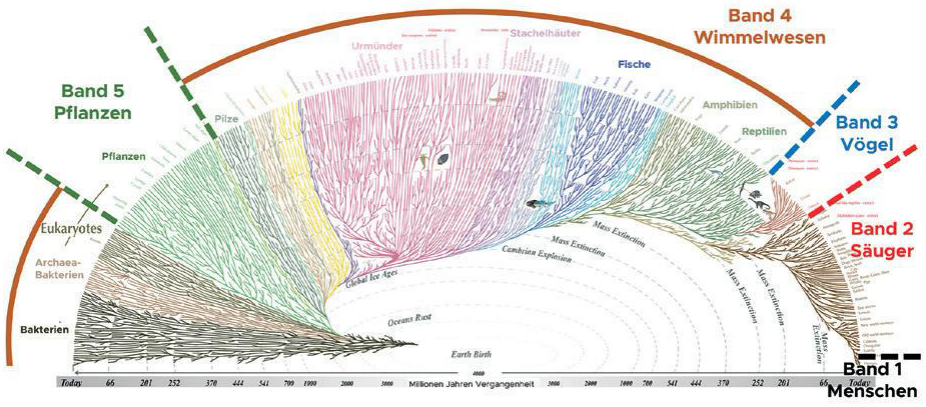


Einleitung

# Frag nur die Erde und die Fische im Meer …

»Hör, was sie dir sagen! … Wer von diesen allen wüsste nicht, dass der HERR sie mit seiner Hand geschaffen hat?« (Hi 12,8.9 Hfa), hält Hiob seinen Freunden entgegen – zu Recht!

Die Erde hat viel zu erzählen. Der Planet ist von einer Biosphäre umhüllt, in der es vor Leben nur so wimmelt. Es gibt praktisch keine sterilen Zonen. Ob man Proben aus dem Tiefengestein der Lithosphäre, den Gipfelregionen der Hochgebirge, den weit darüber schwebenden Schichten der Stratosphäre oder der tiefsten Tiefsee unter die Lupe nimmt – überall finden sich perfekt angepasste Organismen oder zumindest Lebenskeime. Der weitaus größte Teil dieser Lebensfülle bleibt dem natürlichen Auge verborgen und manches wird sogar erst in heutiger Zeit entdeckt. Die Menschen zur Zeit der Bibel konnten vieles nur erahnen, aber auch sie konnten an der Art und Weise, wie alles ineinandergreift, in vollkommenen Kreisläufen zirkuliert und in einem einzigartigen Gleichgewicht steht, die Genialität und ewige Kraft des Schöpfers erkennen (Röm 1,20). Wenn wir aufgefordert werden zu hören, was die Lebewesen uns zu sagen haben, können wir aber auch daran denken, dass Gott sie als »Anschauungsmaterial« miteinbezieht, wenn Er in Seinem Wort durch Vergleiche, Symbole und Allegorien




aus dem Vollen schöpft – und »wer ist ein Lehrer wie er?« (Hi 36,22).

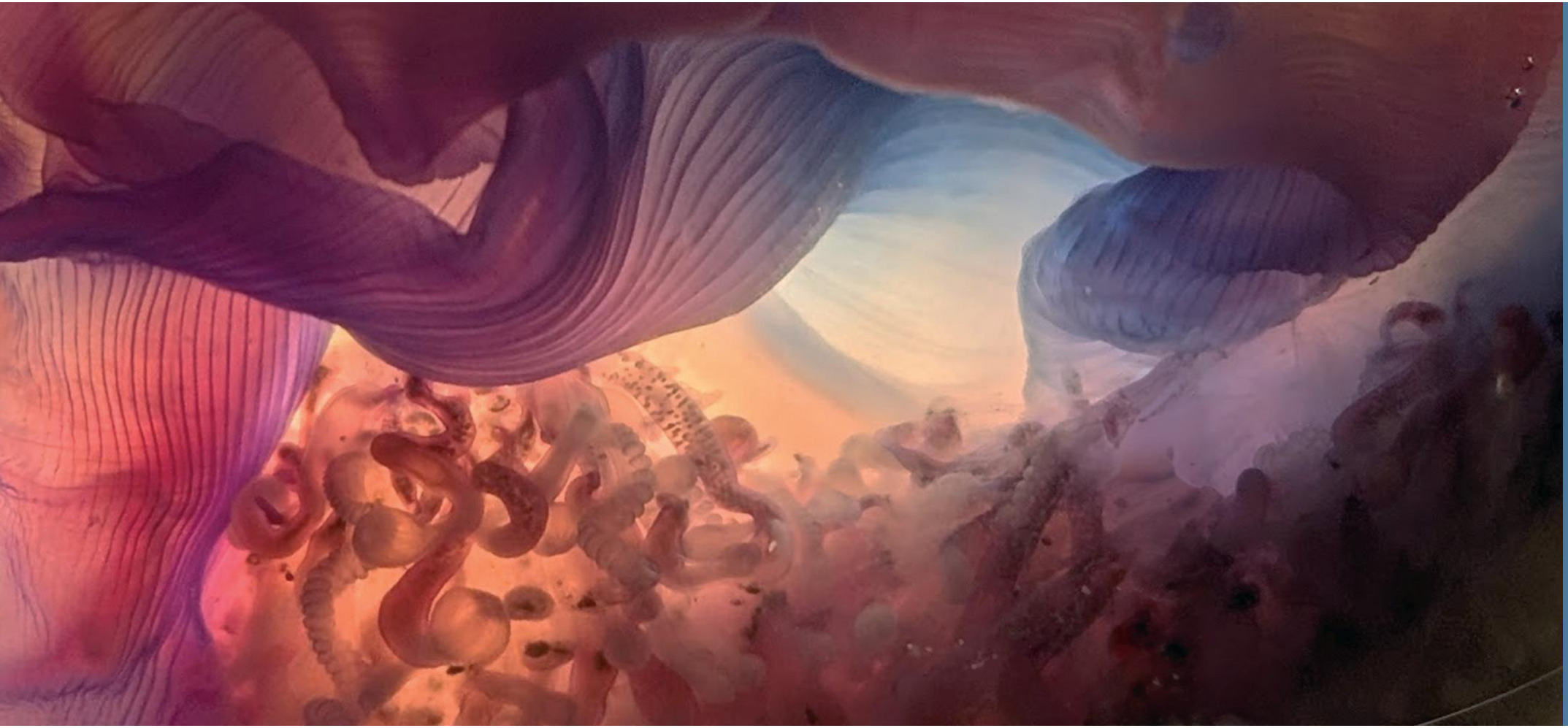
Die Aussagen der biblischen Texte mit der heutigen Biologie in Verbindung zu bringen, ist allerdings kein einfaches Unterfangen. In keiner Kultur der Antike wurden Wildtiere, Meereslebewesen oder gar Insekten systematisch erfasst und entsprechend ihrer Merkmale und Eigenschaften geordnet und benannt. Viele Naturhistoriker und Archäologen haben mit großem Eifer versucht, die Unmenge an überlieferten Namen, Beschreibungen und bildlichen Darstellungen zu erfassen, zu analysieren und zuzuordnen. Für die Tierwelt Israels kommt erschwerend hinzu, dass aufgrund der strengen Auslegung des Bilderverbotes (2Mo 20,4; 5Mo 4,16–18) vergleichsweise wenige grafische Darstellungen aus der frühen Vergangenheit existieren. Erst im 16. Jahrhundert begann man, die Arten der Lebewesen umfassend zu katalogisieren. Carl von Linné (1707–1778), der Vater der modernen Taxonomie, legte mit seinem Werk *Systema naturae*, das zwischen 1735 und 1768 in zwölf Ausgaben erschien, die Grundlage des heute gebräuchlichen Ordnungsschemas.

Wertvolle Hinweise auf die Identität biblischer Tiere liefert der Vergleich des Hebräischen und Aramäischen mit anderen semitischen Sprachen wie Akkadisch, Sumerisch und besonders den verschiedenen Varianten des Arabischen, die zum Teil heute noch gesprochen werden. Die Rabbiner und Gelehrten, die ab dem dritten Jahrhundert v. Chr. das Alte Testament ins Griechische übersetzten, richteten leider kein besonderes Augenmerk auf die sorgfältige Zuordnung zoologischer Namen. Trotzdem bietet die Septuaginta, die hier im Buch durchgehend mit der Abkürzung »LXX« bezeichnet wird, einen weiteren sprachlichen Zugang.

Während die biblischen »Vögel des Himmels« vollständig in die biologische Klasse der Vögel (*Aves*) fallen und die »Tiere des Feldes« allesamt der Klasse der Säugetiere (*Mammalia*) zuzuordnen sind, umfasst das »Gewimmel«, um das es in diesem Band geht, alle übrigen 104 Klassen des Tierreichs. Jedem Systematiker bereitet diese Ausgangslage eine Menge Kopfzerbrechen bis hin zu dem Gedanken des Autors, es unter Einbeziehung seines zweiten Vornamens unter dem Titel »rudis:reste:rampe« zu veröffentlichen. Ein kurzer Blick in eine Konkordanz oder ein Bibelprogramm reicht aus, um festzustellen, dass die beiden hebräischen Wörter *remes* und *scherez*, die das »Wimmelnde und sich Regende« bezeichnen, sich nicht exakt eingrenzen lassen, da es immer Ausnahmen gibt.

Bezeichnet das »Gewimmel« unreine Tiere? – Nicht immer: Alle Fische mit Flossen und Schuppen sowie alle Arten der Heuschrecke sind rein (und zumindest Erzeugnisse vieler anderer Tiere, allen voran Honig, Byssus, Purpur, Korallen, Perlen und Seide, gelten als edel und rein). Bezieht es sich auf den Lebensraum? – An einigen Stellen steht der Zusatz »des Meeres« oder »des Landes«, aber nicht durchgängig. Es umfasst nahezu alle wasserlebenden Arten, viele landlebende Reptilien, Amphibien, Alle möglichen Gliederfüßer und mit dem Ausdruck »geflügeltes Gewimmel« auch fliegende Insekten. Bewegt es sich nah am Boden? – Meistens, aber Fische schwimmen überwiegend im freien Wasser und die meisten geflügelten Arten können eben auch fliegen. Treten sie in Massen auf? – Das scheint zumindest eine der beiden Wortwurzeln nahezulegen, aber nein: Viele Reptilien und Amphibien sind eher als Einzelgänger unterwegs, und bei den Fischen und Insekten kann das ebenfalls sehr unterschiedlich sein. Haben wir es mit kleinen Tieren zu tun? – Nein, es gibt viele Ausnahmen: Mit den großen Meeressäugern, Dinosauriern, Riesenschlangen, Riesenkalamaren und Krokodilen gehören sogar einige der größten und schwersten Tiere dazu. Ist es eine Sammelbezeichnung für alle Tiere, außer Vögel und Säugetiere? – Das scheint am ehesten zuzutreffen, obwohl ehrlicherweise einige Kleinsäuger wie Mäuse und Maulwürfe (3Mo 11,29) zum Gewimmel gerechnet werden (und die Meeressäuger und Fledermäuse ohnehin durch jedes biblische Raster fallen). Es erscheint daher sinnvoll, mit dieser groben Eingrenzung weiterzuarbeiten. Willkommen in der Wunderwelt der wimmel:wesen!





# Merkmale der Wimmelwesen

In diesem Band wird also auf eine sehr vereinfachte Einteilung der Tiere Bezug genommen, bei der alles außer Säuger und Vögel zusammengefasst wird. Um der Genauigkeit willen muss angemerkt werden, dass die *Fische* in der Bibel fast immer gesondert genannt werden. Da sie aber stets als Gruppe Erwähnung finden, ohne dass einzelne Arten aufgezählt sind, wurden sie kurzerhand in das Sammelsurium integriert.

Da die hier behandelten Lebewesen eine schier unendliche Bandbreite tierischer Biodiversität umfassen, könnte man bezweifeln, dass es sinnvoll ist, nach »gemeinsamen Merkmalen« zu suchen. Aber andersherum wird ein Schuh draus – gerade die Vielfalt der realisierten Strategien und Lösungswege in Bezug auf jeden Aspekt des Lebens ist immer wieder die auffälligste Eigenschaft der Wimmelwesen. Außerdem lassen sie sich durchaus anhand einiger Merkmale von den Säugetieren und Vögeln abgrenzen, um die es in weiteren Bänden dieser Serie geht, und die uns im Allgemeinen viel besser bekannt sind. Die sieben kleinen Streifzüge im Folgenden können nur einen winzigen Ausschnitt daraus beleuchten, was unserer Generation – wie keiner anderen zuvor – mit überwältigender Detailschärfe vor Augen steht. Es sind Einblicke in die Konzepte und Funktionsprinzipien der Schöpfung und sie lassen etwas von der Größe des planenden und ausführenden Schöpfers erahnen.

## Vermehrungsstrategien

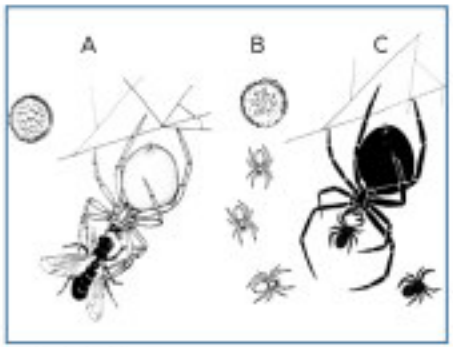
Während Säuger und Vögel nur relativ wenig Nachwuchs zur Welt bringen, sind nahezu alle Wimmelwesen auf massenhafte Vermehrung ausgelegt. In der Biologie werden sie von den Populationsökologen als r-Strategen bezeichnet, denn die individuelle Vermehrungsrate (»r« = rate) ist entscheidend. Die Nachkommen sind zu Beginn meist winzig und wehrlos und werden von den Eltern weder beschützt noch versorgt. Die meisten kommen deswegen schon sehr bald um, aber wenn nur einige wenige überleben, bleibt die Art erhalten. Das ist allerdings eine grobe Verallgemeinerung, denn beim genauen Hinsehen entdeckt man die unübersehbare Variabilität in jedem einzelnen Aspekt der Sexualität (oder Asexualität), Brutpflege (oder Nicht-Pflege) und Populationsdynamik.

Bei den sozialen Insekten wie Ameisen, Bienen und Wespenartigen legen normalerweise nur die Königinnen Eier. Die anderen Weibchen sorgen hingebungsvoll für Schutz und Versorgung des Nachwuchses, der die Entwicklungsphase dadurch nahezu vollzählig überlebt.

Aber auch in allen anderen Gruppen gibt es einzelne Arten, die ihre Gelege aufmerksam bewachen, den Nachwuchs mit sich herumtragen, wie die Skorpione (S. 129), ihn fürsorglich füttern, wie manche Spinnen, oder sich sogar von ihm auffressen lassen, wie die Schildläuse (S. 117). Manche bieten dem Nachwuchs maximalen Schutz, indem sie ihr Gelege im Körperinnern aufnehmen. Bei den Seepferdchen legt das Weibchen die Eier in eine Bauchtasche des Männchens, maulbrütende Fische nehmen sie in einer Gaumentasche auf, ein magenbrütender Frosch schluckt sie sogar hinunter (S. 207) und bei der Großen Wabenkröte (*Pipa pipa*) wachsen bis zu hundert befruchtete Eier in die Rückenhaut des Weibchens ein. Der Nachwuchs entwickelt sich darin bis zur vollen Reife, so dass nach einigen Monaten kleine aber vollentwickelte Jungkröten herauskrabbeln.

Bei allen genialen Schutz- und Pflegestrategien bleibt aber doch festzuhalten, dass über 90% der Arten einfach auf Masse setzen. Die Große Riesenmuschel (*Tridacna gigas*, S. 178) wird bis zu 400 Kilogramm schwer und 1,40 Meter lang und weil ihr zwei Klassenrekorde nicht reichen, bläst sie in einer gigantischen Fruchtbarkeitseruption bis zu 600 Millionen Eier in den Ozean und hält damit sogar einen *Weltrekord*. Auf Platz zwei landet der Mondfisch (*Mola mola*), der mit zwei Tonnen Gewicht ebenfalls ein Riese ist und bis zu 300 Millionen Eier auf einmal ausspuckt. Beide befinden sich unter den Meerestieren in guter Gesellschaft, denn selbst ein gewöhnlicher Kabeljau (*Gadus morhua*) laicht jedes Jahr 5-9 Millionen befruchtete Eier.

An Land wimmelt es nicht ganz so wild, aber immerhin legen Amphibien, wie zum Beispiel die Gewöhnliche Kröte (*Bufo bufo*) oder der Ochsenfrosch (*Lithobates catesbeianus*), etwa 20.000 Eier. Und auch das größte lebende Reptil, das Leistenkrokodil (*Crocodylus porosus*) vergräbt jedes Jahr ein Gelege von bis zu 100 Eiern. Ein Glück, dass nicht aus allen erwachsene Krokodile werden!




**strahlende kinder**
Auch Tiere, die uns grausam erscheinen, wie Skorpione und Spinnen, kümmern sich oft hingebungsvoll um ihren Nachwuchs. Ob allerdings Spinnen ihre Kleinen tatsächlich füttern, war lange umstritten, bis ein Experiment mit der Sozialspinne (*Stegodyphus sarasinorum*) es eindeutig zeigte. (A) Eine Fliege wurde mit radioaktiver Zuckerlösung gesättigt (durch Schwärzung dargestellt) und an die Spinne verfüttert. Diese saugt den Körperinhalt auf und wird dadurch ebenfalls radioaktiv. (B) Der Spinnennachwuchs schlüpft und verlässt den Kokon. (C) Die Spinnenmutter füttert die Jungtiere, die danach ebenfalls radioaktiv strahlen.

In wissenschaftlichen Modellen zur biblischen Urgeschichte lassen sich die aufgeführten Daten im Sinne kurzer Zeiträume gut interpretieren. Wenn in Erwägung gezogen wird, dass ein großer Teil der Sedimentschichten (Geologische Systeme) nicht während der Sintflut, sondern erst in darauffolgenden Katastrophen abgelagert wurde, spielen die Szenarien der Wiederbesiedlung »leerer Lebensräume« und die zu erwartenden Massenvermehrungen und -zusammenbrüche (Megasukzessionen) eine große Rolle. Die Formen mit den höchsten Vermehrungsraten machen zunächst das Rennen und sind als Fossilien in den unteren Schichten stärker vertreten. Dadurch entsteht systematisch der Eindruck, dass diese Formen älter und primitiver sind. Vielleicht erstaunt es, aber es gibt bis heute keine eindeutigen Parameter, um »Primitivität« zu bestimmen. Es läuft im Wesentlichen auf die Gleichung »unterlegend = alt = primitiv« hinaus – und das lässt sich bei genauem Hinsehen immer besser widerlegen.

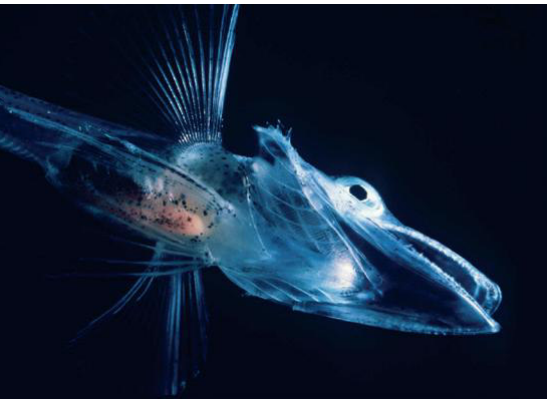


**halbmond**
Dieser riesige Mondfisch (*Mola mola*) ist der große Star im Ozeanário de Lisboa. Obwohl er hinten etwas verstümmelt aussieht, fehlt ihm nichts und er ist außerordentlich fruchtbar. In einem großen Schwall kann er bis zu 300 Millionen Eier ausstoßen. Obwohl es im Prinzip keinen Mangel an Nachwuchs gibt, gelingt es nur wenigen Aquarien, ihn zu halten (geschweige denn, ihn zu züchten).

## Klimaschutzmechanismen

Bei dieser Überschrift könnte man an die aktuell vieldiskutierte Idee denken, dass der Mensch das »Klima schützen« und den Planeten vor übermäßiger Erwärmung bewahren muss. Es geht hier allerdings um etwas ganz anderes, nämlich darum, dass alle Lebewesen die Fähigkeit zur *Anpassung* haben – selbst an die widrigsten Klimabedingungen! Während Säuger und Vögel als Warmblüter in der Lage sind, ihre Körpertemperatur durch eigene Stoffwechselleistung in engen Grenzen zu halten, sparen sich die Wimmelwesen diesen enormen Energieaufwand lieber. Obwohl sie biologisch allesamt als *wechselwarm* (poikilotherm) deklariert werden, sind doch einige in der Lage, ihre Körpertemperatur aktiv zu regulieren. Honigbienen heizen ihre Brutwaben, indem sie ihre Flugmuskulatur »im Leerlauf« zittern lassen und schaffen es in jeder Klimazone, die Innentemperatur ihres Stocks konstant zu halten (S. 50). Viele Fische sind Dauerschwimmer und stehen niemals still. Die sehr aktiven unter ihnen, wie Thunfische, Schwertfische und Haie, erreichen dadurch ähnliche Körpertemperaturen wie Warmblüter. Grundsätzlich sind Stoffwechsel und Muskeltätigkeit Wärmequellen, die fast jedem Tier zur Verfügung stehen und häufig gezielt eingesetzt werden – das ist Standard. Großes Aufsehen erregte dagegen die elektrisch betriebene Klimaanlage der Orientalischen Hornisse (S. 58) – ein bisher einzigartiges Phänomen!

Fast alle Tiere nutzen die größte natürliche Wärmequelle, das Sonnenlicht, um ihre Körper zu heizen. Besonders Reptilien sind häufig beim Sonnenbaden zu sehen, wobei sie sich so stark erwärmen können, dass die Bezeichnung »kaltblütig« irreführend wirkt. Meistens besteht die Strategie aus simpler Verhaltensanpassung: trockene, sonnenbeschienene Plätze und warme Strömungen aufsuchen oder sich als Gruppe dicht zusammenkuscheln, um Wärme zu tanken oder in schattige, feuchte, windige Plätze, Erdhöhlen und kalte



**kalt:blütig**
Die Familie der Krokodileisfische (*Channichthyidae sp.*) braucht es richtig kalt. Sie ernähren sich von Algen, die an der Unterseite des antarktischen Eises wachsen. Ohne Myoglobin sind ihre Muskeln fast transparent und ohne Hämoglobin erkennt man keine Blutgefäße. Dieser Jungfisch wirkt wie ein Geistwesen.

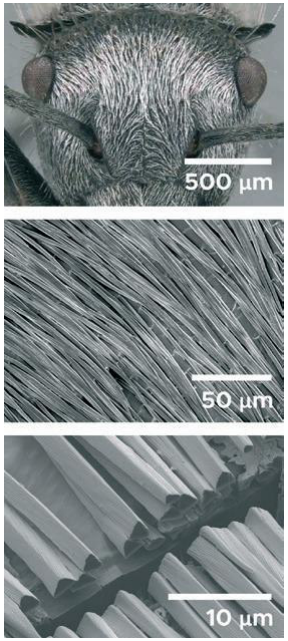
Wasserschichten auszuweichen, um abzukühlen. Manche Arten setzen allerdings auch hier noch einen drauf, wie das Chamäleon, das seine Hautfarbe passend einstellt. Zum Aufheizen wird die Aufnahme (Absorption) und zum Abkühlen die Reflexion der Infrarotstrahlung durch entsprechende Pigmente optimiert (S. 217).

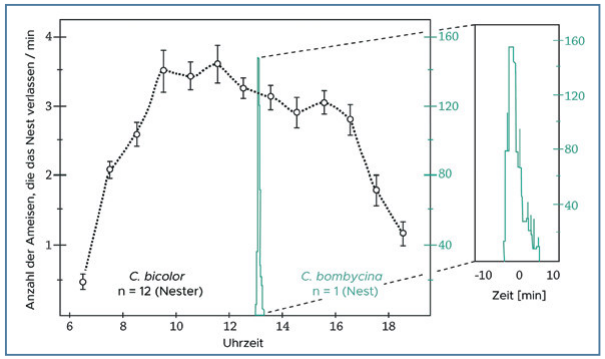
Einige Organismen haben allerdings kein Problem damit, wenn nicht nur ihre Umgebungstemperatur, sondern auch ihre Körpertemperatur dramatischen Schwankungen unterliegt. Wer damit gut klarkommt (Eurythermie), hat jedenfalls einen Vorteil vor allen Konkurrenten, die damit Probleme haben. Der Autor staunt an der portugiesischen Atlantikküste zum Beispiel über die kegelförmige Napfschnecke (*Patella vulgata*), die in der Gezeitenzone lebt. Sie heftet sich an glatten Felsflächen fest, die bei Flut im Meer liegen und bei Ebbe trockenfallen. Dabei toleriert sie nicht nur das Trockenliegen oder (bei starkem Regen) auch mal im Süßwasser zu sitzen, sondern auch den Unterschied zwischen dem 18°C kalten Meerwasser und der Felsfläche, die im Sommer so heiß werden kann, dass man nicht ohne Schuhe darauf laufen möchte. Legt man das Handy in der prallen Sonne daneben, schaltet es nach zehn Minuten wegen Überhitzung ab, während sie durch ihre dicke Kalkschale gut isoliert und »frei von Röstaromen« bleibt.

Einige Arten sind so gut an grenzwertige Lebensbedingungen angepasst (extremophil), dass sie in einem »normaleren« Umfeld gar nicht überleben können. Die Krokodileisfische (*Channichthyidae sp.*) verzichten (als einzige Familie unter allen Wirbeltieren!) auf sauerstoffbindende Proteine (Hämoglobin, Myoglobin). In ihren Adern fließt kein rotes Blut, sondern farbloses »Frostschutzmittel«. Während das salzige Meerwasser um sie herum bei -1,9°C gefriert, gefrieren sie erst bei -2,2°C. Dieser schmale Temperaturbereich ist ihre exklusive ökologische Nische, in die ihnen kein anderer Kaltblüter folgen kann. Sie erkaufen sich dieses Privileg mit einer sehr geringen Toleranz gegen Temperaturschwankungen (Stenothermie) und sterben, sobald sie in wärmeres Wasser geraten.



**fast:food**
*Acanthodaktylus dumerili*, die Fransenfingereidechse, ist noch viel schneller als die flinken Ameisen und verträgt enorme Hitze. Sie weiß aber ganz genau, »wo der Spaß aufhört« und ab wann sie ihre Beute laufen lassen muss.




**glücks:lücke**
Während die Außendienstler von *Cataglyphis bicolor* das normale Ameisenaktivitätsprofil aufweisen, beschränken sich ihre Verwandten, die Silberameisen *C. bombycina*, auf 10 Minuten Außendienst pro Tag (nach Wehner/ Marsh 1992).

**cool:style**
Eine Ameise, die Pelz trägt, um nicht zu überhitzen? Ja, der Chitinpanzer der Silberameise ist vollständig behaart. Die Haare liegen parallel auf dem Panzer und schließen ein kleines Luftpolster unter sich ein. Sie haben einen dreieckigen Querschnitt. Die Unterseite ist glatt und liegt flach auf, die beiden Oberseiten sind gewellt und können das einfallende Sonnenlicht fast vollständig reflektieren und streuen – ein perfekter Hitzeschutz!

Auf der oberen Seite der Temperaturskala ist der Kampf um die heißesten Plätze ebenso hart. Ein Beispiel dafür wird hier etwas ausführlicher vorgestellt, weil es typisch für viele ähnliche Konkurrenzen unter den Wimmelwesen ist und weil Mitglieder der gleichen Familien in weiteren Kapiteln eine Rolle spielen (S. 30, 208):

Ameisen der Art *Cataglyphis bombycina*, leben nicht nur in den heißesten Gebieten der Zentralsahara, sondern werden dort auch noch von einem schrecklichen Feind verfolgt. Die Fransenfingereidechse (*Acanthodaktylus dumerili*) ist ebenfalls hervorragend an die Hitze angepasst und so flink, dass ihr in dem offenen Gelände, das kaum Deckung bietet, jedes Insekt unweigerlich zum Opfer fallen muss. Die Ameisen haben allerdings einen winzigen Vorteil, den sie meisterhaft für sich nutzen: Sie vertragen es noch ein kleines bisschen heißer als die Echse. Wie alle Mitglieder der Gattung haben sie lange Beine, mit denen sie sehr schnell – schneller als jede andere Ameisenart – laufen und den Körper dabei weit vom sengenden Untergrund entfernt halten können. Außerdem wird ihr Panzer durch besondere Haare, sogenannte Setae, geschützt. Dabei handelt es sich um einzellige Chitinfäden, die das Sonnenlicht reflektieren und sie in silbrigem Glanz schimmern lassen. Diesem Glitzereffekt verdanken sie ihren deutschen Namen »Silberameise«.

Wenn der Wüstenboden gegen 13 Uhr mit 60 Grad seine maximale Temperatur erreicht, stehen sie in den Startlöchern. Sobald die Lufttemperatur in Höhe ihres Körpers, also 4 Millimeter über dem Boden, genau 46,5 Grad beträgt, rennen sie wie auf Kommando los. Sie scheinen genau zu wissen, dass für die Wüsteneidechse die Toleranzschwelle, ab der sie nicht mehr überleben kann, erreicht ist. Sie muss sich zurückziehen, sucht einen schattigen Fleck auf und schaut dem emsigen Treiben ihrer Lieblingsspeise frustriert zu. Das ist allerdings nur von kurzer Dauer. Die Futtersuchläufe werden im Höchsttempo absolviert, unterbrochen

von kurzen Boxenstopps in etwas weniger heißen Refugien wie kleinen Schattenflecken, vertrockneten Pflanzenstengeln oder kleinen Löchern und Spalten, wo sie wieder etwas Wärme abgeben. Vernachlässigen sie diese Kühlpausen, erleiden sie einen Hitzeschock und werden von ihren Kolleginnen als Futter zurück ins Nest transportiert.

Da es nur sehr geringe jahreszeitliche Schwankungen im Tagestemperaturverlauf gibt, können die Silberameisen ihre optimierte Strategie durchgängig anwenden. Sie überleben sowohl die Gluthitze, als auch die Nachbarschaft eines unerbittlichen Fressfeindes, weil sie eine winzige ökologische Nische »gefunden« haben: ein schmales Zeitfenster von 10 Minuten und einen thermischen Spielraum von wenigen Zehntelgraden.

## Ernährungskünstler

Säuger und Vögel ernähren sich in der Regel als Pflanzenfresser von Grünzeug, als Fleischfresser von anderen Tieren oder als Allesfresser von einer Kombination aus beidem. Extreme Spezialisierungen sind hier seltene Ausnahmen. Den Wimmelwesen fällt nun die Aufgabe zu, alle übrigen Glieder der Nahrungsketten zu besetzen. Besonders Pilze, Bakterien und weitere Mikroorganismen sorgen als »Reduzenten« dafür, dass der Kreislauf wieder von vorn beginnen kann, indem sie Biomasse wieder in anorganische Bestandteile zerlegen. Dass selbst die kleinsten Lebewesen ihrerseits von noch viel kleineren Viren reguliert werden, die schon gar nicht mehr richtig zur Kategorie »Leben« zählen, ist eine neue und spektakuläre Erkenntnis (S. 282).

Ein weites Feld ist das partnerschaftliche Zusammenleben verschiedener Arten. Einige Formen davon gibt es auch bei Säugern und Vögeln, wie zum Beispiel die enge Partnerschaft, bei der beide profitieren und manchmal sogar aufeinander angewiesen sind (Symbiose), das lockere Miteinander, in einer Win-win-Situation (Mutualismus) oder die Nutzung eines Partners zum eigenen Vorteil, ohne ihm damit zu schaden (Kommensalismus). Leider sind das, aufs Ganze gesehen, eher Ausnahmen. Wenn verschiedene Arten direkt interagieren, tun sie das gewöhnlich in einem Jäger-Beute- oder Konkurrenzverhältnis. Nur bei den Wimmelwesen taucht die übelste Form des »Zusammenlebens« auf: der Parasitismus – Organismen, die auf den Körpern (Ektoparasiten) oder sogar *in* den Körpern (Endoparasiten) ihrer Wirte leben oder ihren Nachwuchs darin versenken, der jene später lebend verzehrt (Parasitoide, wie die Schlupfwespen, S. 60).

Die ganze Komplexität der gefallenen Schöpfung zeigt sich darin, dass selbst ein Parasit von einem anderen (Hyper-)Parasiten befallen wird, der seinerseits einen Parasiten beherbergt usw. Dafür sind inzwischen viele Beispiele bekannt. Schauen wir uns das im Detail an: Eine Große Brennnessel (*Urtica dioica*) wird von der Großen Brennnesselblattlaus (*Microlophium carnosum*) angesaugt. Diese ist damit zwar ein Pflanzenparasit, aber das regt (außer bei Nutz- und Zierpflanzen) niemanden auf, denn alles »grüne Kraut« ist ja von Anfang an als Nahrung gegeben (1Mo 1,30). Die Blattlaus wird von einer Brackwespe (*Aphidius ervi*) überfallen, die als Parasitoid ein Ei in sie hineinlegt. Daraus soll später ihre Larve schlüpfen und die lebende Blattlaus von innen auffressen. Das funktioniert so gut, dass man die Eier dieser Wespe in Dosen kaufen kann (Ervipar®), um sie zur Blattlausbekämpfung auf dem Kartoffelacker zu verstreuen. In unserem Fall läuft es allerdings anders: Noch bevor die kleine Brackwespe in der Blattlaus ihre Entwicklung beendet hat, kommt eine winzige Erzwespe (*Chalcidoidea* sp.) geflogen und legt ihr Ei in die Puppe. Nun entwickelt sich die Erzwespe in der noch unfertigen Brackwespe … und wird doch tatsächlich, bevor sie schlüpft, von einer tertiären Hyperparasitoidenwespe mit einem Ei bestückt und lebendgefressen. Und, so unglaublich es klingt, das Spiel geht in eine vierte Runde. *Dendrocerus carpenteri* – eine ebenso winzige Schmarotzerin – ist darauf spezialisiert, als letztes einzusteigen und abzuräumen. Als quartemärer Hyperparasitoid (also als Nr. 4) legt sie ihr Ei in die Puppe von Nr. 3. Am Ende schlüpft eine filigrane, zwei Millimeter lange schwarze Wespe aus und klettert nacheinander aus den Hüllen ihrer drei Vorgänger und der Blattlaus, die allerdings längst zu einer trockenen »Mumie« erstarrt ist. Wir haben es also mit einer vierfachen Verschachtelung der Parasiten zu tun, eine fünffache, wenn man die Blattlaus mitzählt und eine sechsfache, wenn man die Wirtspflanze dazurechnet. Wenn man sich nun bewusst macht, dass auch die winzigsten Wespen kleine Mitbewohner in sich tragen, die ihrerseits alle Darmbakterien mitschleppen, die zum Teil durch Bakteriophagen infiziert sind, bekommt man einen kleinen Eindruck, wie undurchschaubar und verworren die Welt der Wimmelwesen ist. Denn jeder Mitbewohner verfolgt seine eigenen Ziele, wie nun die letzte Bemerkung zu diesem Thema zeigt … Die Sache hätte nämlich auch anders ausgehen können, wenn unsere Blattlaus das Glück gehabt hätte, das Bakterium *Hamiltonella defensa* als Endosymbionten (das sind die »Guten«) zu beherbergen. Dieser liebenswürdige Gast hätte (nicht ganz uneigennützig) die Reifung des Wespeneis verhindern können – allerdings nur, wenn er selbst ein bestimmtes Virus (Bakteriophage-APSE) in sich getragen hätte.

Als Nahrungskettenvariation lässt sich die Geschichte auch »nach oben« beliebig weiterspinnen. Ein insektenfressendes Insekt könnte die Blattlaus samt aller Parasiten verschlingen. Dann kommt ein Pflanzenfresser (Primärkonsument) und weidet die Brennnessel ab (samt dem Blattlausfresser als »Beilage«). Er fällt kurz darauf einem kleinen Raubtier (Sekundärkonsument) zum Opfer, das später von einem größeren Raubtier (Tertiärkonsument) gerissen wird – die gesamte Kette kann ohne weiteres mehr als zehn Glieder umfassen!

Die Vielschichtigkeit und Verschachtelung der Organismenfülle betrifft nicht nur unsere Umwelt, sondern auch der Mensch selbst entpuppt sich als ein artenreiches Ökosystem. Glücklicherweise sind die Bewohner nur zum kleinen Teil Parasiten – wie Läuse, Flöhe (S. 76), Krätzmilben (S. 122) oder Bandwürmer (S. 169), die sich von unserer Substanz ernähren oder bösartige Krankheitserreger wie das Lepra-, Ruhr- oder Tuberkulosebakterium (S. 148). Die Mehrheit lebt in friedlicher Symbiose mit uns – und zwar Mehrheit auch in dem Sinn, dass sie in meinem Körper, auf der Ebene lebender Zellen, mehr sind als ich (S. 277).

Faszinierend ist, dass viele Wege zum Erfolg führen. Ein hochspezialisierter Parasit legt sich fest, welche Art er ausbeutet. Er ist wirtsspezifisch und findet sich dort perfekt zurecht. Der Generalist, der zu Besuch kommt, ist nicht so gut angepasst, kann die Ressourcen nicht optimal nutzen und vermehrt sich langsamer. Dafür kann er sich



**eindringling**
Der erste Schritt – eine Brackwespe (*Aphidius ervi*) betäubt eine Blattlaus und legt ihr Ei hinein. Da Blattläuse fast immer in großer Zahl auftreten, arbeitet sie sich durch die Gruppe, bis alle Eier gelegt sind.



**matrjoschka**
Wochen nach dem Luftangriff ist die muntere Läusegruppe ausgesetzt und nur die leeren Chitinhüllen kleben noch am Stängel. Aus den großen Löchern ist jeweils ein Parasit ausgestiegen, aber wer am Ende das Rennen gemacht hat, lässt sich an den Überresten nicht erkennen.

auch dort verbreiten, woes nur andere Opfer gibt, und überlebt auch dann, wenn die Art seiner Lieblingswirte ausstirbt.

Ob durch Spezialisten oder Generalisten, insgesamt ist es so, dass jede ökologische Nische gefüllt und jede denkbare Nahrungsquelle von irgendwem genutzt wird. Echte Allesfresser (Omnivoren), die sich opportunistisch auf verschiedenste Menüs einstellen können (Panphagie), sind selten. Die Ernährung entweder von Pflanzen (Phytophagie) oder anderen Tieren (Zoophagie) ist der Standard. Wegen der vielen Spezialisten lässt sich das beliebig verfeinern – so gibt es bei den Phytophagen Blatt-, Blüten-, Samen-, Körner-, Nektar-, Früchte-, Wurzel-, Holz-, Moos-, Algen- und Pilzfresser und bei den Zoophagen Fleisch-, Fisch-, Insekten-, Plankton-, Schwamm-, und Quallenfresser, und zwar jeweils in Reinkultur und mit schönen griechischen Namen!

Natürlich erfasst dieses Schema noch längst nicht alle Formen. Manche schürfen nur an tierischen Oberflächen, ernähren sich als Schleim-, Chitin- und Schuppenfresser, oder, wie die Milbenflora unserer Haut, von Fett und Talg, oder von tierischen Erzeugnissen wie Seide, Honig, Honigtau und Eiern. Unter den Motten gibt es Spezialisten, die sich ausschließlich von trockenen Haaren, Federn oder Hornstrukturen (Keratinophagie, S. 86) oder von Wachs ernähren (Cerophagie, S. 87).

Dass Blutsaugen (Hämatophagie) vollwertige Nahrung liefert, leuchtet ein, aber dass selbst unscheinbare Körperflüssigkeiten wie Tränen die Grundnahrung verschiedener Arten von Schmetterlingen, Mücken und Läusen bilden (Lachryphagie), überrascht dann doch. Unzählige Arten (besonders von Käfern und Fliegen) ernähren sich ausschließlich von Kot (Koprophagie) oder von toten Körpern (Nekrophagie). Der Umstand, dass dabei jede Art ihre besonderen Vorlieben und Rhythmen hat, macht sie zu hilfreichen Mitarbeitern der Gerichtsmediziner (S. 72). Meistens »schaffen« sie nicht alles, so dass immer noch viel für die letzte Kolonne aus winzigen Destruenten übrig bleibt, die wirklich restlos ausputzt.



**tränentrinker**
Die farbenfrohe Julia oder Fackel (*Dryas iulia*), ein Edelfalter aus Mittelamerika, ist nicht wählerisch und saugt mit ihrem langen Rüssel die Tränenflüssigkeit von Reptilien, Vögeln oder Säugetieren.



## Waffenarsenale

Während die Kampfmittel bei Säugern und Vögeln fast ausschließlich aus harten mechanischen Strukturen wie Zähnen, Schnäbeln, Hörnern, Krallen und Stacheln bestehen, finden wir bei den Wimmelwesen auch eine Vielzahl chemischer Waffen und »Sonderanfertigungen«. Die Grausamkeit des Überlebenskampfes in der gefallenen Schöpfung lässt sich kaum eindrücklicher darstellen als durch das Studium dieser Mechanismen.

Am meisten Aufsehen erregen wahrscheinlich ihre »Geschütze«, auf die sich der kurze Überblick hier beschränkt, obwohl die Werkzeuge zum Ergreifen, Fixieren, Zerschlagen, Zerreißen, Zerquetschen, Zerschneiden, Durchbohren und Verschlingen von Gegnern und Beutetieren nicht weniger vielfältig sind.

Noch bevor Zähne zubeißen oder Klauen greifen, wird der Feind von vielen Tieren schon auf Abstand attackiert. Sie schießen, spritzen, schleudern oder explodieren. Ihr Arsenal reicht von giftgefüllten Harpunen, über kochende Chemikalien bis zu unsichtbaren Toxinen, die lautlos durchs Wasser treiben. Im Krieg der Wimmelwesen fällt der erste Schuss oft aus sicherer Entfernung. Absoluter Shooting-star ist der Bombardierkäfer (*Stenaptinus insignis*), kaum größer als ein Fingernagel, aber ein echter Feuerwerker. In seinem Hinterleib lagert er zwei harmlose Flüssigkeiten getrennt voneinander, bis Gefahr droht. Dann mischt er sie im Sekundenbruchteil zusammen, entfesselt dadurch eine explosive Reaktion und schleudert seinem Feind gezielt eine siedend heiße, ätzende und giftige Wolke entgegen. Es zischt, es knallt – und der Angreifer weicht zurück. Dieser ausgeklügelte Mechanismus beweist, dass es nicht unmöglich ist, dass Tiere »Feuer speien« (wie es auch der Leviatan tat, S. 247). Ameisen verteidigen sich weniger spektakulär, aber nicht weniger effektiv. Sie verspritzen Ameisensäure, einen beißenden, brennenden Strahl, der Haut und Schleimhäute angreift. In der Masse wird daraus Flächenbeschuss: ein unsichtbares Sperrfeuer, das größere Gegner in die Flucht treibt.



**blasenentzündung**
Ein Bombardierkäfer (*Stenaptinus insignis*) ist nicht nur in der Lage seinen heißen Säurereigen genau zu dosieren und mehrmals hintereinander zu feuern, sondern er kann den Strahl mittels Umlenkplatten in jede Richtung sprühen.



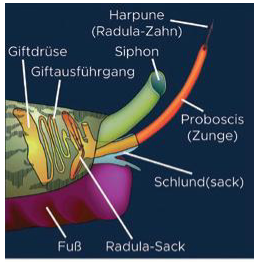
**spritzschutz**
Rote Waldameisen (*Formica rufa*) sind im größten Teil Europas ein vertrauter Anblick. Ihre unterirdischen Nester sind häufig mit großen Streukuppeln aus Fichtennadeln überbaut. Wer so einen Ameisenhügel aufstört, bekommt eine Dusche Ameisensäure ab. Manche Vogelarten kann man dabei beobachten, wie sie sich diesem desinfizierenden Sprühregen absichtlich aussetzen, um lästige Parasiten im Gefieder loszuwerden.

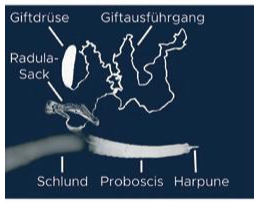
Unter den Ameisen gibt es aber auch höchst ungewöhnliche Strategien. So wurde bei einer Schuppenameisenart (*Colobopsis explodens*) beobachtet, dass sie sich vor einem Angreifer selbst in die Luft sprengt, indem sie ihren Hinterleib zusammenpresst und platzen lässt, wobei ein ätzendes Gift verspritzt wird. So opfert sie ihr Leben dem Schutz der Kolonie.

Das Verspritzen von giftigen Substanzen ist in vielen Klassen des Tierreichs verbreitet. Zur tödlichen Gefahr für den Menschen wird die Rote Spuckkobra (*Naja pallida*, S. 223), die auf die Augen ihres Gegners zielt. Sie kann ihr Gift sowohl durch ihren Biss injizieren als auch in zwei feinen Strahlen aus ihren Giftzähnen sprühen. Weniger bekannt ist, dass auch einige Skorpione diese Fähigkeit besitzen. Der Südafrikanische Dickschwanzskorpion (*Parabuthus transvaalicus*) zum Beispiel kann nicht nur die Zusammensetzung seines Gifts aktiv regulieren, sondern es auch aus seinem Schwanzstachel über einen Meter weit versprühen. Das Inhalieren dieses Nebels kann den Tod durch Atemlähmung zur Folge haben. Selbst der einheimische Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) ist in der Lage, ein giftiges Sekret über seine Hautdrüsen zu versprühen, was für Menschen zum Glück relativ unschädlich ist.

Nicht immer sind es Gifte, die verspritzt werden. Viele Tiere schützen sich erfolgreich durch Ekelattacken. Die Grüne Stinkwanze (*Palomena prasina*) sondert einen durchdringenden Duft ab, der dem Angreifer den Appetit verdirbt. Viele Insektenlarven, besonders unter den Raupen, schüt-








**jagd:schnecke**
Der Landkartenkegel (*Conus geographus*) hat sich aus seinem Tagesversteck geschoben und geht auf Jagd. Die Röhre, die schräg nach oben ragt, ist das Siphon oder Sipho, durch das er Wasser einsaugt, um zu atmen und zu wittern. Der »Gänsekopf«, der neugierig darunter hervorschaut, ist ein Fühler. Der Schlundsack ist noch verschlossen und sein Geschütz fährt er erst aus, wenn es etwas zu harpunieren gibt.

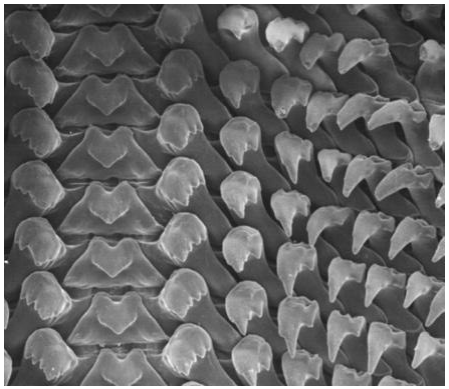
**zungen:schuss**
Für eine sichere und effektive Funktion der Giftharpune müssen viele Komponenten perfekt aufeinander abgestimmt sein. Im mittleren Bild ist die gesamte Konstruktion freipräpariert zu sehen. Darunter ist die REM-Aufnahme der Spitze eines einzelnen Radulazahnes zu sehen, der als Harpune fungiert (Länge ca. 1,5 mm).

zen sich ähnlich, wobei das Spektrum zwischen giftigen und ekelerregenden Sekreten alle Zwischenstufen enthält, oft trifft beides zu.

Die Speispinne (*Scytodes thoracica*) spuckt ihre Fangfäden auf die Beute, während die Kescherspinnen (*Deinopidae sp.*) ein kleines Wurfnetz schleudern. Beides geht blitzschnell. Getroffene Tiere werden gefesselt, bevor sie sich zur Wehr setzen können. Und der Schützenfisch (*Toxotes jaculatrix*, S. 198) schießt mit einer Wasserpistole. Das klingt harmlos, aber die arglosen Insekten, die er von Blättern und Pflanzenstengeln herunterspritzt, fallen ihm direkt vors Maul.

Das unglaublichste Geschütz schleppen die nur fünf Zentimeter langen Pistolenkrebse (*Alpheidae sp.*) mit sich herum – einen Arm, der zur »Knallschere« umgebaut ist, viermal so schwer wie die normale Krebsschere. Damit feuern sie pure Energie. In einer Druckkammer im Inneren der Schere wird ein extremes Vakuum aufgebaut, das mit einem gleißenden Lichtblitz bei 4.700 °C implodiert und einen Knall von 200 Dezibel Schalldruck erzeugt – das lauteste Geräusch im Tierreich!

Persönlicher Favorit des Autors ist der Landkartenkegel (*Conus geographus*), eine unscheinbare Meeresschnecke, deren Gehäuse den Namensgeber an eine alte Seekarte erinnerte. Er lebt räuberisch und es verwundert vielleicht, dass sich ein Jäger, der buchstäblich im Schneckentempo unterwegs ist, hauptsächlich von flinken Fischen ernährt, denen er in den Korallenriffen des Indopazifiks nachstellt. Noch erstaunlicher ist, dass ihm sein persönliches Waffenarsenal sogar ermöglicht, sich verschiedener Jagdstrategien zu bedienen. An diesem Beispiel lässt sich nicht nur die Genialität tödlicher Konstruktionen studieren, sondern auch die Problematik, diese mit der Allmacht und Güte des Schöpfers zu vereinbaren. Deswegen schauen wir uns diesen Exoten hier etwas genauer an.



**quer:schläger**
Die Raspelzunge von *Aplysia juliana*, einer Meeresschneckenart, die zu den Seehasen gehört (hier zu sehen in einer REM-Aufnahme) enthält ungefähr 500.000 winzige Radulazähnchen. Aus diesen einfach gebauten Chitinschabern soll sich die geniale Harpune der Giftzüngler entwickelt haben.

Gewöhnlich verbringt er den Tag ruhend, eingegraben im Sand oder Schlick des Meeresbodens. Erst bei Einbruch der Dämmerung wird er munter und schaltet auf Empfang. Rechts und links am Eingang seiner Mantelhöhle befinden sich die Spengelschen Organe (oder Osphradien), die mit Flimmerhärchen bedeckt sind und ihn über seine Umgebung auf dem Laufenden halten. Vom Atemwasserstrom umspült, übernehmen hochempfindliche Chemorezeptoren die Funktion einer schnüffelnden Nase, während ebenso sensible Mechanorezeptoren jede feine Schwingung im Wasser registrieren. Jetzt heißt es: abwarten (und See trinken).

Kommt ein Schwarm Fische in Reichweite, startet er einen Giftangriff, indem er eine Dosis Insulin ins Wasser stößt, das diese durch die Kiemen aufnehmen. Im Körper der Fische wirkt das Hormon sehr schnell – es lässt den Blutzuckerspiegel so rasant absinken, dass es zu einem hypoglykämischen Schock kommt: Träge, kraftlos und desorientiert taumeln sie umher, einige sinken sogar bewusstlos zu Boden. Der unheimliche Giftmischer kann in aller Ruhe aus der Deckung kommen, auf seine wehrlosen Opfer zukriechen, seinen Mund, der als großer Fangsack ausgebildet ist, über sie stülpen, sie in seinen Schlund ziehen und dort mit einer Giftinjektion töten. Man hat tatsächlich beobachtet, wie bei einem solchen Raubzug neun kleine Fische gleichzeitig »abgeräumt« wurden – der »Killer-Kegel« dreht den Spieß um!

Wenn die Umstände es erfordern, jagt er auch tagsüber und erbeutet dabei Fische, die größer sind als er selbst. Obwohl die Schale, in der er steckt, maximal neun Zentimeter lang ist, schafft er es, sich Exemplare mit bis zu 14 Zentimetern Länge einzuverleiben. Durch Hin- und Herbewegen seiner Atemröhre (Siphe), die wie ein kleiner, fleischiger Wurm aussieht, lockt er sie in seine Nähe. Seine einfach gebauten Augen unterstützen die Zielerfassung und helfen ihm dabei, im richtigen Moment zu feuern. Das Geschoss, das er aus seinem muskulösen Zungenschlauch herausschleudert, besteht aus einem scharfen Chitinplättchen, das zu einer hohlen, spitz zulaufenden, mit Widerhaken versehenen und giftgefüllten Harpune ausgeformt ist. Dieses perfekte Mordinstrument soll sich entwicklungsgeschichtlich aus einem simplen Raspelzahn entwickelt haben. Es wird nach dem Abschuss zunächst noch durch einen dünnen Schlauch weiter mit Gift versorgt und dann abgestoßen. War der Angriff erfolgreich, steckt er in der Beute und wird mit ihr verschlungen. In jedem Fall geht er also verloren, was aber nicht so schlimm ist, da die Schnecke über einen großen Vorrat an Reservepfeilen verfügt. Aus diesem »Köcher«, dem Radulasack, wird sofort ein neuer Giftpfeil eingelegt, sodass in schneller Folge geschossen werden kann.

Geschütz und Projektil sind genial konzipiert, der eigentliche Clou ist aber die tödliche Ladung, die sie in den Körper des Opfers befördern. Bei dem »Schneckengift« handelt es sich um ein Gemisch verschiedener hochwirksamer Nervengifte, kurzkettige Proteine, die biochemisch äußerst bemerkenswert sind und als Conotoxine bezeichnet werden. Seine besondere Brisanz verdankt dieser Cocktail der Kombination verschiedener Effekte. Auf einen Schlag werden Natrium- und Kaliumkanäle blockiert, was die Weiterleitung von Ner-

venimpulsen verhindert. Zusätzlich wird die Reizübertragung an den Synapsen und motorischen Endplatten beidseitig gestört, indem Kalziumkanäle und Acetylcholinrezeptoren besetzt werden. Dieser Blitzangriff auf alle Muskeln und Nerven führt zu einem unkontrollierten Durcheinander von Verkrampfungen und Lähmungserscheinungen. Die Beute ist zu keiner Reaktion mehr fähig und stirbt innerhalb von Sekunden. Für die kriechende Jägerin ist es sehr wichtig, dass der abgeschossene Fisch kein Stück mehr davonschwimmen kann. Auch ein panisches Zappeln muss unterbunden werden, da es andere Fischfresser anlocken würde, die ihr die Mahlzeit wegschnappen könnten.

Der Wirkmechanismus des perfiden Kombipräparates ist zwar einerseits hochspezifisch, was die blockierten Zielstrukturen betrifft, aber andererseits universell in Bezug auf Lebewesen mit Muskeln und Nerven. Die Schnecken sind deswegen gegen ihr eigenes Gift nicht immun. Sie lagern es vorsichtshalber als Emulsion ungefährlicher Bausteine, die erst unmittelbar vor dem Einsatz zu aktiven Conotoxinen zusammengebaut werden. Übrigens soll sich der ausgeklügelte Giftapparat aus einer gewöhnlichen Speicheldrüse entwickelt haben.

Leider ist dieses Waffensystem auch für Menschen sehr bedrohlich. Die wunderschön gefärbten Gehäuse der Kegelschnecken üben eine unwiderstehliche Anziehungskraft auf Strandsammler und Taucher aus und wurden schon manchem zum Verhängnis. Da die Giftjäger jeden Punkt ihres Körpers mit ihrem rüsselartigen Geschütz erreichen, gibt es keine Stelle, an der man sie gefahrlos ergreifen kann. Versucht man es dennoch, verteidigt sie sich, indem sie ihr scharfes Stilett abfeuert, das ohne weiteres einen Taucherhandschuh durchschlägt. In den meisten Fällen endet eine solche Begegnung tödlich, denn es gibt weder ein Gegengift noch eine spezifische Therapie. Allein aus jüngerer Vergangenheit sind achtzehn Todesfälle dokumentiert.

Das Evolutionsszenario, in dem sich ein einzelner Radulazahn (die meisten Gartenschnecken haben einige Hunderttausend davon in ihrer »Schlundraspel«) zu einer verschießbaren Giftharpune weiterentwickelt, eine Speicheldrüse zum Chemielabor mit höchster Sicherheitsstufe mutiert und alle Systemkomponenten sich zufällig am Ende perfekt ergänzen, erscheint sehr unwahrscheinlich. Zu einem Schöpfer, der nicht nur allmächtig, sondern auch gütig ist, scheint diese Konstruktion auch nicht so recht zu passen. Man muss sich allerdings in Erinnerung rufen, dass es sich bei der Welt, wie wir sie heute wahrnehmen, um eine zugrundegerichtete Schöpfung handelt (Röm 8,19-22). Wir betreiben Wissenschaft nicht nur in einer geschaffenen, sondern auch in einer gefallenen Schöpfung!



## Schutzschilde

Das Gegenstück zu den aktiv eingesetzten Waffenarsenalen sind die passiven Abwehrmechanismen. Viele Beutetiere sind keine hilflosen Opfer, sondern erwehren sich der Angriffe ihrer Konkurrenten und Jäger mit passenden Schutz- und Verteidigungsstrategien. Von der unübersehbaren Vielfalt der bis heute entdeckten Verhaltensweisen und Konstruktionen kann in diesem Streiflicht wieder nur ein winziger Teil beleuchtet werden.

Am weitesten verbreitet ist der mechanische Schutz durch Verstärkung der Außenhülle. Die Cuticula der Gliederfüßer (*Arthropoda*) – von Insekten bis zu Spinnen- und Krebstieren – wird oft als »Chitinpanzer« bezeichnet, wobei das Chitin nur eines von unzähligen Biomolekülen ist, die hier verbaut werden. »Panzer« wird er allerdings zu Recht genannt, denn viele Modelle sind extrem hart und widerstandsfähig. Bei den genannten Gruppen bildet er ein stabiles »Außenskelett«, so dass innen keine Knochen benötigt werden, um den Körper zu stützen und zu tragen. An vielen Beispielen lässt sich der »Wettlauf« zwischen Jäger und Beute beobachten. Starke Panzer rufen stärkere Panzerknacker auf den Plan – bis die Biophysik an ihre Grenzen kommt … Aber auch der stärkste Panzer ist nicht perfekt. Selbst eine



**hebelwirkung**
Der Afrikanische Herkuleskäfer (*Augosoma centaurus*) ist, wie fast alle Käfer, schwer gepanzert. Die gefährlich aussehenden Strukturen am Kopf sind aber harmlose Sportgeräte. Er verwendet sie nur, um sich von Mann zu Mann in der Kunst zu messen, den Gegner mit einem gekonnten Zangengriff auf den Rücken zu werfen. Sie kämpfen nur, wenn es eine Zuschauerin gibt, die der Gewinner nachher als »Siegprämie« mitnehmen darf.

menschliche Rüstung hat ihre kleinen Schwachstellen, an denen der Krieger verwundbar ist (siehe 1Kön 22,34) und für Tiere gilt dasselbe. Damit sie sich darin bewegen können, müssen die Nahtstellen der gepanzerten Elemente flexibel sein. Besonders Angreifer, die einen Giftstachel einsetzen, wie Stechimmen (*Aculeata*: Bienen und Wespen) und Ameisen, haben gelernt, ihn sehr präzise in diese Gelenkhäute einzubohren.

Aber massive Außenhüllen finden wir nicht nur bei den Gliederfüßern. Vielen fallen sicher bei diesem Stichwort zuerst die Schildkröten ein, deren knöcherner Panzer mit dem Skelett verwachsen ist und sie zu lebenden Festungen macht. Obwohl sie im ganzen Nahen Osten und Mittelmeerraum vorkommen, werden sie in der Bibel nicht erwähnt. Die biblische Beschreibung eines Panzers in Hiob 41,7-9 bezieht sich wahrscheinlich auf einen Dinosaurier (S. 246), der keine Feinde zu fürchten hatte. Bei dieser ausgestorbenen Echsengruppe finden sich die, in Absolutwerten gemessen, massivsten Knochenplatten und -stacheln. Friedliche Pflanzenfresser wie die Stegosaurier hatten beides – aufrechtstehende Platten auf dem Rücken und spitze Stacheln im Schwanz. Die Ankylosaurier waren von schweren Knochenhöckern übersät und schwangen am Schwanzende eine gewaltige Knochenkeule; eine weniger stark gepanzerte Art, wie der Iguanodon, wehrte sich mit seinem dolchartigen Daumen-Dorn (S. 239).

Bei den Weichtieren (*Mollusca*: Schnecken, Muscheln und Kopffüßer) ist meistens nur das Körperinnere »weich«, während ihre Außenhülle ebenfalls hart und stabil ist. Es ist ein eigenes Studium wert, wie diese starren Strukturen in einer Weise konstruiert sind, dass sie ein Leben lang weiterwachsen können, ohne dass ein »Umzug«, zum Beispiel durch Häutung, notwendig ist. Wir sprechen allerdings in diesem Zusammenhang von Schalen und Gehäusen statt von Panzern. Viele Arten stecken nicht einfach in glatten Kalkkapseln, sondern tragen darauf weitere Strukturen, die einem Angreifer das Leben schwer machen. Die Purpurschnecken (S. 171) zum Beispiel gehören zu den Stachelschnecken (*Muricidae*), deren Gehäuse von mehr oder weniger langen und spitzen Stacheln umgeben sind. Einer bemerkenswerten Methode bedienen sich die Trägerschnecken (*Xenophoridae*): Sie sammeln leere Gehäuse anderer Schnecken und Muscheln und bekleben damit ihr eigenes.

Der Tierstamm der Stachelhäuter (*Echinodermata*), die allesamt im Meer leben und zu denen Seesterne, Seeigel, Seegurken und Seelilien zählen, lässt durch seinen Namen schon erkennen, dass zugehörige Arten gewöhnlich durch äußere Stacheln geschützt werden. Am auffälligsten ist das bei den Seeigeln zu sehen, von denen viele sogar mit ihren Stacheln laufen können. Die Diademseeigel (*Diadematidae*) sind eine Familie mit bis zu 30 Zentimeter langen, sehr spitzen, dünnen, hohlen Stacheln. Man sollte meinen, dass kein Angreifer dieses »Nadelkissen« verschlingen kann, aber für Drücker- und Kugelfische ist er ein begehrter Leckerbissen. Sie haben gelernt, ihn mit Wasserstrahlen aus dem Maul zu traktieren, bis er auf den Rücken rollt, und dann die ungeschützte Unterseite aufzuknacken. Manche Helmschnecken (*Cas-*



**leergut:sammlung**
Diese Trägerschnecke (*Xenophora pallidula*) aus dem Museum im Parque Discovery hat ihr Schneckenhaus mit den leeren Gehäusen anderer Arten beklebt. Ein Angreifer kapiert gar nicht, wo es hier etwas zu holen gibt. Er knackt nur leere Schalen und zieht irgendwann frustriert wieder ab.



**abstands:halter**
Mit dem Dornteufel (*Moloch horridus*) ist nicht gut Kuscheln. Sein ganzer Körper ist mit spitzen und harten Stacheln bedeckt.

*sidae*) beeindruckt diese Phalanx auch nicht – sie spritzen Schwefelsäure darüber, und die hauchzarten Kalknadeln lösen sich einfach auf.

Auch bei den Fischen sind Wehrstacheln häufig anzutreffen, oft können sie ruckartig aufgerichtet werden. Stein- (*Synanceiinae*), Skorpion- (*Scorpaeninae*) und Feuerfische (*Pteroinae*) tragen Rückenstacheln, die beim Einstich gefährliche Gifte übertragen. Etwas weniger bedrohlich, aber ebenfalls sehr schmerzhaft sind die Stacheln der Petermännchen (*Trachinidae*), die hierzulande etwas bekannter sind, weil sie an den europäischen Küsten vorkommen, während die anderen Arten eher in tropischen Breiten anzutreffen sind. Stech- oder Stachelrochen (*Dasyatis*) wehren sich mit heftigen Schlägen ihres langen Schwanzes, an dessen Ende ein Giftstachel mit Widerhaken sitzt. Bei den Reptilien sind Panzerplatten und Stacheln so verbreitet, dass sie als Standard gelten können. Erwähnenswert ist der australische Dornteufel (*Moloch horridus*), dessen gesamter Körper von harten Stacheln übersät ist – man bekommt sie zu spüren, egal, wo man ihn zu packen versucht.



**voll:kasko**
Bei den Schildkröten (*Testudinata*) ist das Skelett mit dem Panzer verwachsen. Biophysikalisch betrachtet handelt es sich um eine Mischform von Innen- und Außenskelett.

Ein mechanischer Schutz muss nicht unbedingt hart sein; es kommt darauf an, wogegen er schützen muss. In der Welt der allerkleinsten Lebewesen, wo der Kampf vielfach mit chemischen Waffen ausgefochten wird, reicht oft eine schützende Schleimschicht, um die Bedrohung abzuwehren und schädliche Moleküle zu binden oder zu deaktivieren (S. 274). Aber auch bei größeren Tieren gibt es Vergleichbares: Der Glaskopffisch (*Macropinna microstoma*) schützt seinen Kopf, besonders seine Augen, durch eine große, durchsichtige Gallertkuppel. So kann er zwischen den Tentakeln von Quallen umherschwimmen und ihnen ihre Beutefische stehlen. Er gerät dabei zwar heftig unter Beschuss, aber die giftigen Nesselkapseln bleiben in dem Gel stecken und schaden ihm nicht.

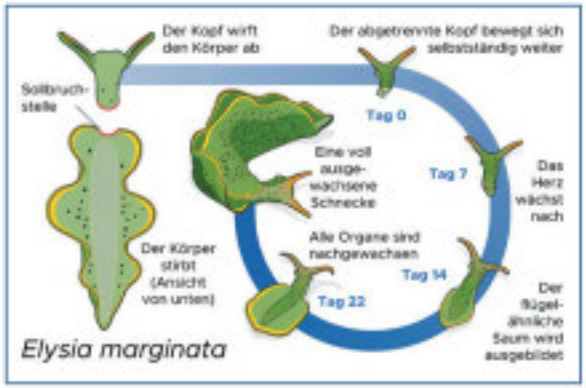
Chemische Abwehrstoffe sind ein ebenso weites Feld. Viele Amphibien und Reptilien sondern Hautsekrete ab, die bitter, reizend oder hochgiftig sind. Diese Stoffe müssen nicht töten – oft genügt ein einziger Fehlversuch eines Fressfeindes, um lebenslanges Meiden auszulösen. Damit diese Botschaft verstanden wird, kombinieren viele Tiere Gift mit Warnfarben. Starke Kontrastfarben signalisieren Gefahr: bei Wespen ebenso wie beim Feuersalamander oder bei auffällig gemusterten Schlangen und leuchtend bunten Pfeilgiftfröschen. Hier schützt nicht das Verbergen, sondern das Gesehenwerden.

Das Gegenteil davon ist die Tarnung, eine der subtilsten Schutzstrategien überhaupt. Tiere verschmelzen mit ihrer Umgebung, imitieren Blätter, Zweige, Steine oder den Meeresgrund. Tarnung kann Farbe, Form, Oberfläche oder Verhalten betreffen – oft alles zugleich. Wer nicht erkannt wird, muss sich nicht verteidigen. Es würde zu weit führen, das Thema an dieser Stelle auch nur anzuritzen. Einige Beispiele werden bei den Schmetterlingen (S. 95) behandelt, und als Tarnkünstler Nr. 1 tritt das Chamäleon auf (S. 217).

Einige Exoten lassen sich in einem vereinfachten Schema gar nicht unterbringen. Bei »Tarnung« denken wir zunächst an optisches Verschwimmen, es gibt aber ebenso Tiere, die sich akustisch maskieren oder durch fremde Duftstoffe für Verwirrung sorgen oder, was noch besser ist, überhaupt nicht riechen (S. 225). Wo stecken wir den Tintenfisch hin, der nicht nur ein Meister der Tarnung ist, sondern im Notfall auch seine Umgebung mit einer Tintenwolke vernebelt, um ungesehen zu verschwinden? Und braucht es nicht ein Extrakapitel für die, im wahrsten Sinne des Wortes, schockierenden Methoden von Zitteraalen (*Elec-*

**kommando:zentrale**
Der Glaskopffisch (*Macropinna microstoma*) ist ein echtes Unikum mit einer einzigartigen Konstruktion. Die beiden grünen Kuppeln sind seine Augen. Sie können sich in jede Richtung drehen und schauen durch das schützende »Cockpit« einer durchsichtigen Gelkapsel.






**sprengkopf**
*Elysia marginata* sorgt für Schlagzeilen als »die Schnecke, die sich selbst köpft« – und das waren keine Fake-News. Dass ein abgetrennter Kopf den zugehörigen Körper vollständig regenerieren kann, ist unter »höheren Tieren« einzigartig. In dem Kapitel über Schnecken begegnen uns zwei andere Mitglieder dieser erstaunlichen Familie (S. 177).

*trophorus*) und Zitterrochen (*Torpedinidae*), die Angreifer mit elektrischen Entladungen von bis zu 860 Volt tasern? Wo ordnen wir die Strategien des »Sich-Totstellens« (Thanatose) ein? Diese Methode ist weit verbreitet und wird zum Teil perfektioniert: Die Dominika-Boa (*Boa nebulosa*) wirft sich verdreht auf den Rücken, bringt Blutgefäße zum Platzen und verströmt einen eiterregenden Aasgeruch; die Westliche Halbennasennatter (*Heterodon nasicus*) würgt halbverdaute Beute hervor – alles sieht sehr überzeugend nach Tod und Verwesung aus. Und dann gibt es noch das Opfern von Körperteilen, um zu überleben (Autotomie). Viele Echsen können ihren Schwanz abwerfen, der sich noch eine Weile weiter windet, um die Aufmerksamkeit des Jägers zu bekommen. Regenwürmer, Seesterne und Harfenschnecken schnüren fleischige Leckerbissen ab, um ihre Verfolger aufzuhalten. Viele Gliederfüßer lassen ihre Beine, Fühler oder Scheren einfach abfallen, wenn ein Angreifer sie zu fassen bekommt. Der Fischschuppengecko (*Geckolepis megalepis*) opfert seine Hautschuppen, einige Seegurken (*Holothuroidea*) spucken ihre Eingeweide aus. Den Vogel schießt allerdings eine skurrile Schnecke ab: Wenn es die Situation erfordert, wirft *Elysia marginata* einfach ihren ganzen Körper ab – ihr kleiner Kopf ist in der Lage, ihn später vollständig zu regenerieren.

Es würde diesen Abschnitt vollends überdehnen, wenn der Mikrokosmos miteinbezogen werden sollte – abgesehen davon, dass dessen Erforschung gerade erst begonnen hat. Einen kleinen Eindruck von den vielen Optionen, im Krisenfall als Spore oder Zyste in einen nahezu unzerstörbaren Überlebensmodus abzutauchen, der mit Hitze, Kälte, Strahlung oder jahrzehntelanger Austrocknung klarkommt, bietet die Beschreibung von *Physarum polycephalum* (S. 256). Es ist gut, wenn wir ab und zu innehalten und darüber nachdenken, mit wie viel planerischer Voraussicht der Schöpfer alle ökologischen Nischen gefüllt, ausgedehnte Beziehungsnetze geknüpft und ein bewundernswert stabiles Gleichgewicht erschaffen hat – so stabil, dass das Leben auch in einer gefallenen Schöpfung mit all ihren großen und kleinen Katastrophen in immer neuer Vielgestaltigkeit weiterwimmelt.

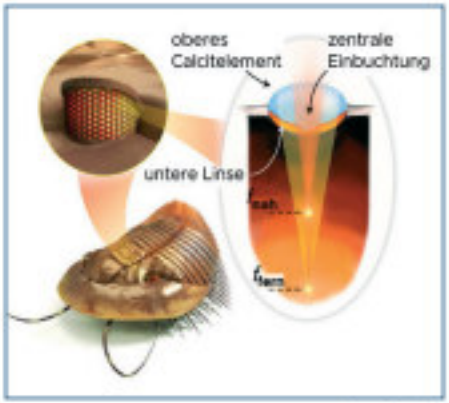


## Vielfalt der Baupläne

Da eine Tierklasse durch ihren gemeinsamen Grundbauplan definiert ist, verwundert es natürlich nicht, dass in 104 verschiedenen Klassen auch unterschiedlichste Baupläne zugrunde liegen. Was allerdings erstaunlich ist: In dieser breiten Palette an Konstruktionen tauchen Organe, ganze Funktionsgruppen und Merkmalskombinationen nicht nur vereinzelt, sondern vielfach auf! Die Verteilungsmuster passen häufig nicht zum hypothetischen »Stammbaum des Lebens«, so dass für viele



**scharfsichtig**
Trilobiten, die bereits in den untersten geologischen Schichten anzutreffen sind, weisen schon ganz verschiedene, hochkomplexe Augentypen auf. Ihre Namen sind etwas für Spezialisten: (A) *Flexicalymene senaria* (B) *Hollardops mesocristata* (C) *Drotops armatus* (D) *Phacops tafilaltensis* (E) *Odontochile rugosa* (F) *Coltraneia australensis*. (weiße Maßbalken = 1 mm; aus Clarkson et. al.).




**doppeldeutig**
Das Auge des *Trilobiten Dalmanitina socialis* soll zu den ältesten im ganzen Tierreich gehören. Umso größer war das Erstaunen, als man verstand, wie genial der Aufbau ist, bei der in zweiverschiedenen Fokusebenen nahe und ferne Objekte gleichzeitig abgebildet werden können. Es lieferte die Inspiration für die Konstruktion eines starren Linsensystems, das ohne optische Fokussierung, allein durch Verrechnung dieser beiden Ebenen, das Gleiche leistet. Dies ist ein echtes Beispiel für schöpfungs-inspirierte Technik, oder Bionik! (aus Fan et. al.)

komplexe Einheiten ein vielfacher, unabhängiger Entwicklungsweg (Konvergenz) angenommen werden muss. So sollen sich zum Beispiel Augen in der Tierwelt 40- bis 65-mal aus »Zufall und Notwendigkeit« entwickelt haben – erstaunlicherweise oft mit identischem Ergebnis und gleicher genetischer Verschaltung. Das ist höchst unwahrscheinlich und stellt die Idee eines gemeinsamen Stammbaums aller Lebewesen massiv in Frage. Zu einem Schöpfer, der bewährte Konstruktionen beliebig einsetzen kann, passt dieser Befund dagegen ganz gut.

Der größte Schwachpunkt in der Theorie einer gemeinsamen Abstammung aller Lebewesen ist, dass die Baupläne der verschiedenen Stämme, Klassen und Ordnungen sich nicht voneinander ableiten lassen. Das erscheint zwar in geschickt arrangierten Darstellungen so, aber beim genauen Hinsehen bemerkt man, dass neue Konstruktionen jeweils als fertige, funktionsfähige Einheiten auftauchen. Wenn die Entwicklung in kleinen Schritten und langen Zeiträumen vonstatten ging, wäre unbedingt zu erwarten, dass auch Zwischenstufen existiert haben und gefunden werden. Für das durchgängige Fehlen der »dysfunktionalen Übergangsstadien« gibt es bis heute keine plausible Erklärung (S. 299).

Wer sich einen Überblick der Gesamtheit der fossilen und heute lebenden (rezenten) Formen verschafft, stellt fest, dass Baupläne in irgendeinem geologischen System erstmalig auftauchen und sich danach nur noch geringfügig verändern. Nahezu alle heute lebenden Formen sind als nahezu identische Fossilien gefunden worden. Eindeutig belegbare Variation eines Bauplans lässt sich nur in engen Grenzen (innerhalb von Ordnungen oder Familien) erkennen.

Am Beispiel des Auges lässt sich das Scheitern der Evolutionsmodelle gut nachvollziehen. Die »primitiven« Augen (bzw. das, was man dafür hält) können nicht als Vorläufer der »höherentwickelten« Augentypen betrachtet werden, da sie




**augenwischerei**
Eine hypothetische Landschaft der Augenentwicklung, erstellt von Mike Land. Die Höhe steht für die optische Qualität und die Bodenebene für den evolutionären Abstand. Land schreibt dazu: »Das Erklimmen der Hügel ist einfach, aber von einem Hügel zum anderen zu gelangen, ist nahezu unmöglich« – den ersten Teil des Satzes konnte bis heute niemand demonstrieren und der zweite beschreibt ein noch größeres Problem: Jeder Augentyp kann nur als eigenständige Entwicklungslinie verstanden werden.

auf anderen Funktionsprinzipien beruhen. Schon Charles Darwin war sich dieses Problems bewusst. Er erkannte, dass alle Teile für ein funktionierendes Ganzes benötigt werden, und gestand freimütig: »Zu behaupten, das das Auge mit all seinen unnachahmlichen Vorrichtungen zur Einstellung der Brennweite, zur Aufnahme verschiedener Lichtmengen und zur Korrektur sphärischer und chromatischer Aberration durch natürliche Selektion entstanden sei, erscheint mir, ich gestehe es offen, im höchsten Grade absurd«. Das aktuelle Verständnis der Molekularbiologie und Genetik gibt Darwin recht. Die Vorstellung, dass der von ihm beschriebene Mechanismus der Selektion ein Auge hervorbringen kann, erweist sich heute als absurd.

Das Problem einer evolutionären Entstehung des Auges wird durch den Fossilbefund noch erheblich verschärft. Im evolutionstheoretischen Rahmen gedeutet würde er zeigen, dass die Augen sich bereits sehr früh in der Geschichte des Lebens, im unteren Kambrium vor 520 Millionen Jahren, entwickelt hätten. Für eine lange Entwicklungsgeschichte davor wäre gar kein Raum gewesen. Dazu kommt, dass diese ältesten Augen keineswegs *einfach* gebaut waren – ganz im Gegenteil!

## Wimmelwesen und Menschen

Für die Wirtschaftswelt des Alten Testaments, die von Bauern, Hirten und Nomaden geprägt wurde, waren nur wenige der Wimmelwesen von Bedeutung. Bis auf einige Ausnahmen (Fische mit Flossen und Schuppen, Heuschrecken und Honig) waren sie durch die Speisegebote als unrein deklariert und spielten daher für die Ernährung keine Rolle.

Viele Arten waren zwar als Lieferanten von Wirtschaftsgütern, als Akteure bei mikrobiologischen Prozessen, als Schädlinge oder als Krankheitsüberträger von Bedeutung, aber über ihre Lebensweise und die ökologischen Zusammenhänge war wenig bekannt. Das hat sich im Wesentlichen bis in die Neuzeit hinein nicht geändert. Gut, dass der Schöpfer Seine Geschöpfe durch und durch kennt und in Seinen Geboten Vorgehensweisen angeordnet hat, die wir heute erst nachvollziehen können (S. 281). Aus der Tatsache, dass viele biblische Bezugnahmen und Aussagen sich heute als wahr erweisen, obwohl sie in »vorwissenschaftlicher« Zeit noch nicht systematisch untersucht wurden und wahrscheinlich unbekannt waren, ergibt sich ein starkes Argument für die Inspiration und Glaubwürdigkeit der Bibel.

Erstaunlich ist, dass sich viele Nutzungsweisen der Wimmelwesen bis in jungsteinzeitliche Fundhorizonte zurückverfolgen lassen. Seide wird in China seit 3.000 v. Chr. gewonnen; Byssus und Purpur im Mittelmeerraum seit spätestens 2.500 v. Chr. und Karmesin seit 1.700 v. Chr. Auf die biblische Chronologie übertragen ergibt sich ein Bild der Kulturentwicklung, das sich vom Mainstream der Geschichtswissenschaften deutlich unterscheidet. Die wichtigsten kulturellen und technischen Errungenschaften, die kennzeichnend für »Hochkulturen« sind, waren seit frühester Zeit weitverbreitet – oft sogar in »Steinkulturen«. Die Bibel weist darauf hin, dass sie tatsächlich von den ersten Menschen bereits ausgeübt wurden (1Mo 4,2.20-22). Die Sintflut bildet wahrscheinlich für die historischen Wissenschaften einen



**frühblüher**
Das Bild »primitiver Höhlenmenschen« entstand zum Teil theoriegeleitet. Inzwischen gibt es viele Hinweise darauf, dass neolithische Wildbeuter die natürlichen Ressourcen – auch die Wimmelwesen und ihre Erzeugnisse – nicht weniger geschickt nutzten als Menschen in Hochkulturen. Sie webten und färbten Stoffe, fertigten exzellente Werkzeuge, dünnwandige Keramik und feine Schmuckstücke an.



**deus:regnat**
In Bibelillustrationen und Kirchenkunstwerken, die Gottes Herrschaft über Seine Schöpfung darstellen, spielen die Wimmelwesen selten eine Rolle. Immerhin kann man im Bildvordergrund eine kleine Schnecke entdecken und im Meer tummeln sich einige Seeungeheuer (aus einer Lutherbibel von 1580, illustriert durch Johann Feyerabend).

»Erkenntnishorizont«, der den Einblick in die Zeit davor verwehrt. Aber es ist naheliegend, dass sie sich technisch-kulturell nicht wesentlich von dem unterschied, was danach in Babel ausgeübt wurde und dessen Spuren heute bis dahin zurückverfolgt werden können, wo die Menschheitsgeschichte für Anthropologen und Archäologen beginnt.

An den Wimmelwesen der Bibel kann der Mensch Gottes absolute Herrschaft über Seine Schöpfung erkennen. Ob Er große und furchterregende Tiere, wie den Behemot und Leviatan (S. 232ff) kontrolliert oder sogar in Seinen Dienst stellt, wie den großen Fisch im Buch Jona – oder den kleinen Fisch mit der Münze im Maul (S. 190) oder den kleinen »Wurm« (S. 88) oder Heerscharen von Insekten … zum Gericht, wie die Mücken (S. 64), Heuschrecken (S. 100), Stechfliegen (S. 68) – oder zur Rettung Seines Volkes, wie die Hornissen (S. 57) – ob Er ein Heer von Fröschen heraufführt (S. 203) oder ganze Schwärme von Fischen in die Fischernetze dirigiert (S. 191) – alles und jedes ist Ihm vollständig unterworfen. Ein zeitintensiver Vorgang, wie die alkoholische Gärung geschieht in einem Augenblick (Jh 2,6-11) und ein irreversibler Vorgang, wie die Verwesung wird »rückgängig gemacht« (S. 300). Auch die Seuchen- und Krankheitserreger, die Mikroorganismen und Viren sind Ihm untertan. Es ist gut, sich daran zu erinnern: Gott lässt uns vieles erforschen und durchdringen – wir verstehen heute Zusammenhänge, die den Menschen im Altertum völlig verborgen waren. Aber bei aller Erkenntnis und bei allem wissenschaftlichen Fortschritt müssen wir doch einsehen, dass wir diese Schöpfung nicht beherrschen. Hinsichtlich der Abhängigkeit von unserem Schöpfer sind wir allen Mitgeschöpfen gleichgestellt. Alles wird vom Ihm beherrscht, versorgt und erhalten, vom Geringsten bis zum Gewaltigsten:

»Wie zahlreich sind doch deine Werke, HERR, alle hast du mit Weisheit ausgeführt,
die Erde ist erfüllt von dem, was du geschaffen hast! Da ist das Meer, schier endlos groß und weit,
darin wimmelt es von unzählbar vielen Lebewesen, von kleinen wie von großen […] auch
'das Ungeheuer' Leviatan, das du geschaffen hast, um mit ihm zu spielen.
Alle Lebewesen hoffen auf dich, dass du ihnen ihre Speise gibst zur rechten Zeit.«

Psalm 104,24-27 (NGÜ)



## Gewimmel in der Bibel

# Ameisen

Sie sind fast überall anzutreffen, aber so klein und verletzlich, dass wir sie oft versehentlich zertreten. »Die Ameisen sind ein nicht starkes Volk« (Spr 30,25) und werden doch von Wissenschaftlern als »heimliche Herrscher« bezeichnet.

Der große König Salomo, ein vielseitiger Naturforscher und einer der weisesten Menschen aller Zeiten, »redete über die Bäume, von der Zeder, die auf dem Libanon ist, bis zum Ysop, der an der Mauer herauswächst; und er redete über das Vieh und über die Vögel und über das Gewürm und über die Fische« (1Kön 5,13). Viele seiner Beobachtungen übertrug er in Form von klugen Sprüchen, von denen er dreitausend verfasste, auf das menschliche Verhalten.

### körner:sammler

In Sprüche 30,25 stellt er fest: »Die Ameisen sind ein nicht starkes Volk, und doch bereiten sie im Sommer ihre Speise.« Diese Aussage erscheint allerdings etwas merkwürdig: In Israel sind Ameisen das



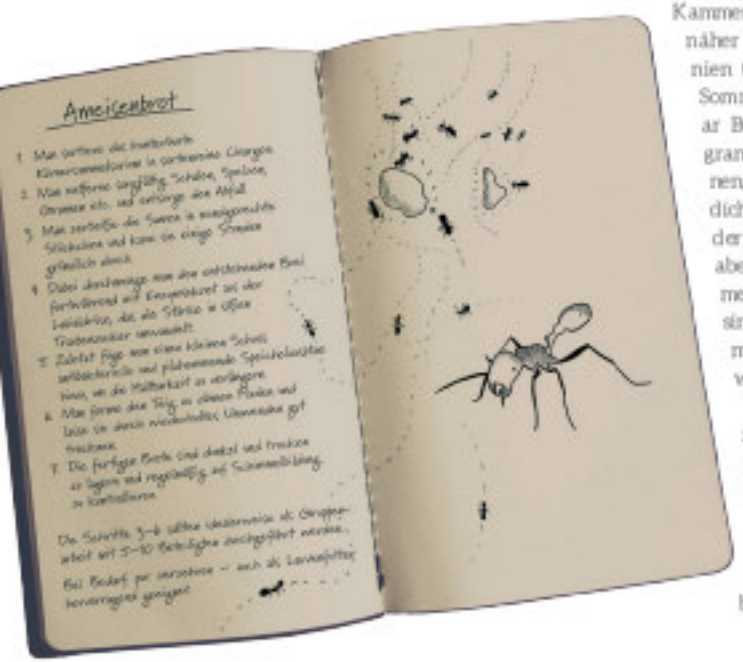
müh:samen
Das ist Schwerstarbeit! In Portugal zieht eine Arbeiterin der Art *Messor barbarus*, die im ganzen Mittelmeerraum verbreitet ist, einen schweren Samen eine senkrechte Wand hinauf. Sie wird ihn bis in ihr unterirdisches Nest schleppen und dort kühl und trocken lagern, damit er nicht keimt, bevor er weiterverarbeitet wird.

ganze Jahr über aktiv und müssen keine Winterruhe einlegen. Warum sollten sie also im Sommer Vorräte anlegen? Außerdem assoziiert man mit dem Stichwort »Nahrung sammeln« eher hiesige Wald- oder Gartenameisen, die Insektenteile durch die Gegend schleppen – was aber haben Ameisen mit der Erntezeit zu tun?

Schaut man sich allerdings im Mittelmeerraum um, stellt man fest, dass dort ganz andere Ameisenarten vorherrschen. Die Römer gaben ihnen den lateinischen Namen *formica*, der sich von *ferre mica* – »Körner-tragen« ableitet, denn die verbreitetsten Arten dort sind allesamt Körnersammler und Granivoren (Körnerfresser). So kommt es, dass sich *formica* (bis heute) zu einer allgemeinen Bezeichnung für die Ameise etablierte.

## fitter:schnitter

Mit ziemlicher Sicherheit kann man davon ausgehen, dass Salomo Ernteameisen beschreibt. Ihr lateinischer Gattungsname *messor* bedeutet »Schnitter«. Die hebräische Bezeichnung *nemala* für die Ameise leitet sich von dem Verb *namal* – »abschneiden, ernten« (vgl. Hi 24,24) ab, bedeutet also dasselbe. Die am weitesten verbreiteten und am häufigsten auftretenden Arten in Israel gehören dieser Gattung an. Zur Erntezeit häufen sie gewaltige Körnervorräte in unterirdischen Kammern auf. In Tunesien wurde das näher untersucht: 35 *Messor*-Kolonien transportierten dort in einem Sommermonat von einem Hektar Buschsteppe mehr als 20 Kilogramm Körner ab. Das lässt erahnen, welche Getreidemengen von dicht bewachsenen Feldern unter der Erde verschwinden. Da sie aber lediglich die Körner aufsammeln, die auf dem Boden liegen, sind sie keine Schädlinge und mindern den Ertrag des Landwirts nicht.




Es ist also gut nachvollziehbar, dass bei den fleißigen Ernteameisen im Sommer, der Zeit der Getreideernte, Hochbetrieb herrscht. Was aber hat es mit der Aussage auf sich, dass sie sich »ihr Brot« bereiten? Auch wenn das hier verwendete hebräische Wort *lechem* gelegentlich mit »Nahrung, Speise, Essen« im weiteren Sinn übersetzt werden kann, bezeichnet es in den meisten der fast dreihundert Erwähnungen in der Bibel eindeutig »Brot«. Tatsächlich ist es ein besonderes Kennzeichen der Messor-Ameisen, dass sie Ameisenbrot herstellen.

## weg:weisend

Die Ernteameisen haben noch mehr auf Lager: Besonders die Arbeiterinnen der Art *Messor barbarus* legen ein umfangreiches Verkehrsnetz aus gut ausgebauten Straßen an, das sie während der ganzen Erntesaison nutzen und mit großem Aufwand instandhalten. Bei Hochbetrieb erinnern diese Schnellstraßen an rasende Förderbänder. Die Streckenführung wird zunächst durch raffinierte Mechanismen so lange optimiert, bis die kürzeste Verbindung zwischen Nest und ergiebigsten Nahrungsgründen gefunden ist. Dann werden alle Steinchen, Blätter, Nadeln und ähnliche Hindernisse von den ausgewählten Trassen entfernt. Falls nötig, werden sogar Erdarbeiten durchgeführt, um einen Durchgang zu verbreitern oder Tunnel anzulegen. Wenn Salomo von der Ameise sagt: »Sieh ihre *Wege* und werde weise« (Spr 6,6), dann steckt offensichtlich weit mehr dahinter als ein allgemeiner Hinweis auf ihr Verhalten. Meister im Straßenbau sind im Übrigen nicht nur die Messor-Ameisen. Verschiedene Arten südamerikanischer Blattschneiderameisen bauen Wegenetze, die sogar auf Luftaufnahmen gut zu erkennen sind.

## ei:brot

Die mühsam aufgebaute Infrastruktur ist eine wertvolle Errungenschaft, die gegen Ameisen anderer Kolonien und Arten vehement verteidigt wird. Der exklusive Nutzungsanspruch teilt ihr Verbreitungsgebiet automatisch in Nahrungsterritorien. Sobald die Claims abgesteckt sind, richtet sich die »Politik« der Kolonie nach deren Größe und Ergiebigkeit. Die Herstellung von Ameisenbrot beispielsweise ist ein so arbeitsintensiver Prozess, dass er nur von großen und ertragsstarken Kolonien angegangen werden kann. Darüber hinaus verfügen sie noch über einige weitere, höchst erstaunliche Strategien zur Steuerung der Bevölkerungsentwicklung: In Zeiten extremer Nahrungsknappheit legt die Königin der Unterart *Messor capitatus* nur noch unbefruchtete »Nähreier«, die gefressen werden und als zusätzliche Energiereserve dienen – es gibt sozusagen »Brot mit Ei«. Um dem Ganzen die Spitze aufzusetzen, können Kolonien dieser Art sogar den Verlust ihrer Königin verkraften. Die größten Arbeiterinnen entwickeln sich dann weiter



frei:gang
Besonders in dichter Vegetation fallen die Ameisenstraßen einem aufmerksamen Beobachter schnell ins Auge. Hauptverbindungen dieses effizienten Verkehrsnetzes werden von der »Ameisen-Autobahnmeisterei« gut instandgehalten. Jedes Hindernis wird sofort beseitigt und kein Grashalm darf dort keimen.



back:packer
Eine Arbeiterin der Art *Messor arenarius* transportiert eine Portion Ameisenbrot in die Lagerkammer. Im Kunststoffgehäuse einer »Ant-farm« lässt sich der ganze Prozess gut von außen beobachten.



**klassen:bewusstsein**
Bei *Messor barbarus* gibt es die Arbeiterinnen in drei Größenklassen. Die Ameise rechts unten im Bild wiegt nur ein Zehntel ihrer großen Schwester und wäre mit deren Last überfordert. Doch ohne weitere Absprachen kümmert sich jeder genau um die Aufgaben, die zu ihm passen.



**aus:fliegen**
Die Gattung *Messor* lässt sich hervorragend in kleinen Ameisenfarmen halten und studieren. Hier beobachtet der Autor, wie sie eine Stubenfliege fachmännisch zerlegen. Obwohl sie nur zum Körnersammeln ausschwärmen und nie aktiv jagen, nehmen sie auch eine Portion Protein mit, wenn sie am Weg liegt. Da sie rotes Licht nicht sehen können, lassen sie sich unter einer farbigen Filterscheibe beobachten, ohne gestört zu werden.

und sind, auch ohne Befruchtung, nach einiger Zeit in der Lage, Eier zu legen, aus denen sowohl weibliche als auch männliche (!) Nachkommen schlüpfen.

## planer:innen

Als staatenbildendende Tiere verhalten sich die Ameisen »eusozial«, das heißt, sie stellen ihre »persönlichen« Bedürfnisse völlig hinter denen der Allgemeinheit zurück. Sie sind hierfür sogar das Paradebeispiel, denn während es in allen anderen Familien der Stechimmen (*Aculeata*), selbst bei den Wespen und bei den Bienen neben den eusozialen auch einzelgängerische (solitäre) Arten gibt, sind die Ameisen immer und ausschließlich als »Insektenstaat« organisiert.

Jedem aufmerksamen Beobachter dürfte auffallen, dass in ihren Kolonien ein perfektes System der Arbeitsteilung herrscht, das stark an die menschliche Wirtschaftsform in Hochkulturen erinnert. Im Gegensatz zum Menschen brauchen die Ameisen allerdings keine Autoritäten, Aufpasser, Antreiber oder Regulatoren – ihre ausgeklügelte Ordnung funktioniert, obwohl sie »keinen Richter, Vorsteher und Gebieter« haben, wie Salomo ebenfalls beobachtet (Spr 6,7). Dabei sind sie keineswegs alle gleich. Als letztes besonderes Merkmal der Gattung *Messor* sei hier erwähnt, dass es extreme Größenunterschiede zwischen den Arbeiterinnen gibt. Aus der unterschiedlichen Größe ergibt sich die Arbeitsaufteilung. Ausgewachsene Individuen haben Körperlängen zwischen 4 und 14 Millimetern, obwohl sie genetisch identisch sind. Bei *Messor barbarus* gibt es drei verschiedene Größenklassen, die sich gegenseitig darüber informieren, wer für welchen Einsatz gebraucht wird, zum Beispiel in Abhängigkeit von der zu transportierenden Korngröße oder den abzuwehrenden Feinden. Noch deutlich größer als die größten Arbeiterinnen sind die Königinnen. Sie sind das größte Kapital einer Kolonie. Ihre Eierstöcke sind voll ausgebildet – sie sind wahre »Eierlegemaschinen« und können zudem sehr alt werden (bei einigen Arten bis zu 30 Jahre!). Ihr Gehirn ist jedoch nur wenig differenziert. Sie können definitiv nicht »regieren«.

Die unermüdlich umherwimmelnden Arbeiterinnen lernen weder durch Beobachtung noch durch Imitation, sondern erledigen »von selbst« Aufgaben, die genau zu ihrer Körpergröße passen. Dieses geheimnisvolle »von selbst« begegnet Naturforschern auf Schritt und Tritt. Auch im Ameisenstaat lassen sich Zweckmäßigkeit und Zielgerichtetheit der Struktur und Organisation auf jeder Ebene erkennen. Allerdings lässt sich die Intelligenz, die hier am Werk ist, nirgendwo im System lokalisieren. Die einzelne Ameise ist nicht intelligent. Das ausgeklügelte Zusammenwirken aller Individuen im großen Superorganismus ist ein deutlicher Hinweis auf den großen Planer und Schöpfer des Ganzen.

## myrmeko:logisch



Das Verhalten der Ameisen, besonders ihre Kooperation und Kommunikation, eignen sich wie kaum ein anderer Forschungsgegenstand dazu, die ewige Kraft und Göttlichkeit (Röm 1,20) des Schöpfers zu erkennen. Aber der Rückschluss von der Schöpfung auf den Schöpfer ist kein zwingender – jeder Mensch hat die Freiheit, sich dieser Erkenntnis zu verweigern.

Leider deutete der brillante Wissenschaftler, dem wir einen großen Teil der heutigen Erkenntnisse über Ameisen verdanken, seine überwältigenden Entdeckungen völlig anders. Edward Osborne Wilson (1929-2021) empfand schon als Kind eine besondere Faszination für Ameisen, begann als Teenager, Insekten zu studieren, und blieb dieser Leidenschaft sein Leben lang treu. Er eröffnete der staunenden Fachwelt immer wieder neue, überraschende Details über die internen Abläufe im hochkomplexen Insektenstaat. Das amerikanische Nachrichtenmagazin TIME listete ihn 1996 unter den fünfundzwanzig einflussreichsten Amerikanern auf. Nicht, weil sich plötzlich jedermann in den USA brennend für Ameisen interessiert hätte, sondern weil er, wie Salomo, seine Beobachtungen auf das Zusammenleben der Menschen übertrug. In den Büchern *On human nature* (1979, dt. »Biologie als Schicksal«) und *The Ants* (1991, dt. »Ameisen«) belegt er seine naturalistische Weltsicht anhand der gewonnenen Daten so bestechend nachvollziehbar, dass er für beide Werke jeweils die höchste Literaturauszeichnung der USA erhielt, den renommierten »Pulitzer-Preis«. Heute gilt Wilson als der Begründer der »Soziobiologie«. Er vertritt die Auffassung, dass menschliches Verhalten und moralisches Denken auf jeder Ebene naturwissenschaftlich erklärbar sind.

## ver:lebt

In dem Buch *Der Sinn des menschlichen Lebens*, seiner letzten Veröffentlichung, entfaltet der fast 90-jährige Naturforscher ein atemberaubendes Panorama sensationeller Entdeckungen aus verschiedensten Bereichen der Wissenschaft. Es gibt nur sehr wenige Menschen, die mit der systematischen Erforschung der Natur so früh begannen, eine derartige Ausdauer an den Tag legten, Zugriff auf so große finanzielle, personelle und apparative Ressourcen hatten und sich dazu modernster Methoden bedienen konnten wie Wilson. Er gewann in seinem langen Forscherleben tiefste Einblicke in das geniale Design der Schöpfung – doch den Schöpfer erkannte er darin nicht. Das Buch ist sehr lesenswert, denn es ist ein guter Beleg dafür, dass es in einer zufallsbestimmten Welt ohne übergeordnete Ziele und Absichten keinen Sinn geben kann. Der

Autor weicht dieser niederschmetternden Erkenntnis aus. Er stellt fest, »dass die Zufälle der Geschichte, nach den Gesetzen des Universums in sich überlappenden Netzwerken von Ursachen und Wirkungen, und nicht die Absichten eines Schöpfers unser Dasein ergeben«. Deswegen bestünde der Sinn »in der Erzählung unserer Spezies, die mit der biologischen Evolution und der Urgeschichte begann, und weiter in die historischen Zeiten vordrang und jetzt, Tag für Tag, immer schneller in die offene Zukunft; zu dieser unserer Erzählung gehört auch das, was wir aus eigener Entscheidung heraus werden wollen«. Die »Erzählung der Menschheitsgeschichte« sei also der Sinn des menschlichen Lebens – eine Geschichte, die allerdings nach naturalistischem Verständnis irgendwann in naher oder ferner Zukunft, nach dem Verlöschen unserer Spezies, niemanden mehr hat, der sie erzählt und auch niemanden, der sie hört.

## sinn:frei

Wilson erklärte, warum er diese Erzählung trotzdem als Befreiung empfindet: »Ich meine die Erzählung, die durch wissenschaftliche Forschung sichtbar geworden ist, nicht deren archaische, von Religion und Ideologie durchtränkte Version. Ich glaube, wir verfügen über genug und ausreichend klare Beweise, um so viel sagen zu können: Wir sind nicht als Produkt einer übernatürlichen Intelligenz entstanden, sondern durch Zufall und Notwendigkeit als die eine Art unter Millionen Arten in der Biosphäre. Wir mögen etwas anderes hoffen und wünschen, aber es gibt keine Hinweise darauf, dass eine äußere Macht wohlwollend über uns waltet, uns ist kein nachweisliches Schicksal oder Ziel zugeteilt, und nach diesem Leben ist uns kein zweites versprochen. Wir sind allem Anschein nach ganz allein. Und das ist, wie ich finde, sehr gut so. Es bedeutet, dass wir völlig frei sind. Deshalb können wir auch besser die Ursachen für die irrationalen Glaubensformen diagnostizieren, die uns so ungerechtfertigterweise spalten. Vor uns liegen ganz neue Möglichkeiten, von denen man früher kaum träumen konnte. Mit ihrer Hilfe können wir voller Zuversicht das größte Ziel aller Zeiten angehen, nämlich die Einheit der Menschheit.«



**über:legen**
Feuerameisen (*Solenopsis invicta*) verketten sich bei Überschwemmungen zu äußerst robusten »Rettungsflößen«. Das ist nur eines von unzähligen Beispielen genialer Strategien, die im Kollektiv umgesetzt werden. Im Gegensatz zu Wilson schreibt der Entdecker Nathan Mlot: »Meine Motivation wurzelt in meinem Wunsch, Gottes Schöpfung und das dahinter stehende Design besser zu verstehen« (nach Mlot et al.).



## muskel:zwerge

Was hat es aber mit der Aussage auf sich, die Ameisen seien ein »nicht starkes Volk«? Sind nicht gerade die Ameisen für ihre unglaubliche Körperkraft bekannt? Irrt die Bibel hier?

Es sieht beeindruckend aus, wenn diese Winzlinge Blattstückchen, Tannennadeln und Beutetiere umherschleppen, die um ein Vielfaches größer sind als sie selbst. Tatsache ist, dass sie ungefähr das 40fache ihres Körpergewichts hinter sich her schleifen und sogar das 100fache kopfüber hängend festhalten können. Aber das beeindruckt nur, wenn wir uns in ihre kleine Welt hineindenken, denn in absoluten Zahlen ist ihre Kraft natürlich sehr gering. Sie sind offensichtlich schwach.

Mitunter wird fantasievoll ausgemalt, was für Kraftprotze Menschen wären, wenn sie das Hundertfache ihres Körpergewichts halten könnten, oder wie stark Ameisen wären, wenn sie die Größe von Menschen hätten. Doch der entscheidende Punkt, der in diesen Darstellungen übersehen wird, ist folgender: Ihre Leistung lässt sich nicht einfach in unsere menschliche Dimension umrechnen. Das liegt an den Skalierungsgesetzen, die in diesem Fall bedeuten, dass Masse und Volumen eines Körpers als Raumdimensionen in der dritten Potenz seiner Länge zunehmen, während die Leistung der Muskulatur nur im Quadrat (entsprechend dem Durchmesser der Muskelfaserbündel) wächst. Das klingt kompliziert … also in Zahlen: Eine Arbeiterin der Ernteameise (8 Millimeter lang, 8 Milligramm schwer) wird einer menschlichen »Arbeiterin«, also einer durchschnittlichen deutschen Frau (1,60 Meter groß; Gewicht: 67 Kilogramm), die körperliche Arbeit gewohnt ist, gegenübergestellt. Würde man die Ameise nun auf die Größe dieser Frau skalieren (= Länge x 200), so läge ihr Gewicht (das im Kubik zunimmt = Gewicht x 200 x 200 x 200) dann bei 64 Kilogramm, aber ihre Kraft hätte nur im Quadrat zugenommen (= Kraft x 200 x 200). Selbst wenn sie vorher das Hundertfache ihres Körpergewichts tragen konnte, wäre es jetzt nur noch die Hälfte ihres Körpergewichts, also 32 Kilogramm – und da bewegt die deutsche Durchschnittsfrau, wenn es drauf ankommt, deutlich mehr!

## boden:truppen

Über Ameisen ließe sich unfassbar viel erzählen. Das besagte Werk *The Ants* von Wilson ist ein großformatiger Wälzer von 746 Seiten und gibt nur einen Überblick! Ameisen bauen verrückte Behausungen, leben in bemerkenswerten Symbiosen mit einer Vielzahl von Pflanzen, Pilzen und Tieren, bestreiten ihren Lebensunterhalt als Jäger und Sammler, Nomaden, Viehzüchter, Räuber und Sklavenhalter. Ihre Strategien in



**allein:unter:halterin**
Diese Asiatische Weberameise (*Oecophylla smaragdina*) hängt kopfüber unter einer Glasplatte und trägt mit ihren starken Kieferzangen das 100fache ihres Körpergewichtes. Der deutsche Forscher Thomas Endlein räumte mit diesem beeindruckenden Bild den ersten Platz bei einem Fotowettbewerb ab.






allianz:arena
Aktuell gilt das südeuropäische Verbreitungsgebiet der Argentinischen Ameise (*Linepithema humile*) als größter Superorganismus der Welt. Aber die Sache ist im Fluss – auch die nordamerikanische Invasion läuft auf Hochtouren und vielleicht kommt es dort irgendwann zu einer Ost-West-Koalition und alle rufen: Wir sind ein Volk!

Angriff, Verteidigung und Selbstverwaltung sind ungemein vielfältig und ständig wird Neues über sie entdeckt. Vor kurzem wurde das Verhalten von *Colobopsis explodens* näher untersucht, einer Schuppenameise, die sich vor einem Angreifer selbst in die Luft sprengt, indem sie ihren Hinterleib zusammenpresst und platzen lässt, wobei ein ätzendes Gift verspritzt wird. Sie opfert ihr Leben so dem Schutz der Kolonie.

Da sie nur in zwei Bibelstellen erwähnt werden, steht ihnen in diesem Buch eigentlich nicht mehr Platz zu. Es juckt dem Autor gewaltig in den Fingern, von der Argentinischen Ameise (*Linepithema humile*) zu berichten, die per Schiff nach Europa kam, sich als aggressiver Invasor unaufhaltsam ausbreitet, alle anderen Ameisenarten vernichtet und inzwischen den größten bekannten Superorganismus dieser Erde bildet. Ihr Territorium zieht sich über 6.000 Kilometer entlang der Mittelmeer- und Atlantikküste von Norditalien bis Nordspanien (und die Front läuft durch den Parque Discovery!). Wer spannende Geschichten liebt, recherchiere diesen Umwelt-Krimi selbst …

Trotz Platzbeschränkung soll noch auf eine Gattung eingegangen werden, die in allen Ländern der Bibel verbreitet war und in Israel intensiv erforscht wurde (auch wenn Salomo sie vielleicht noch nicht auf dem Schirm hatte): Wüstenameisen der Gattung *Cataglyphis*!

## unver:wüstlich



In der Mittagshitze des Sommers, wenn Sonne und Thermometer um die Wette klettern und in den Wüstenregionen von Negev und Sinai kaum ein anderer Gliederfüßer mehr im Sonnenlicht aktiv ist, schwärmen sie aus, um Nahrung herbeizuschaffen. Doch was für Nahrung kann es in dieser Einöde schon geben? Des einen Leid ist des anderen Freud – Insekten, die durch ungünstige Winde herangetragen werden und hier vergeblich nach einem Schattenplatz suchen, haben in der Hitze keine Überlebenschance. Ihre gerösteten Überreste sind die Lebensgrundlage der Wüstenameise. Da jeden Tag nur wenige »Hitzetote« in Reichweite eines Nestes landen, sind sie für deren Auffinden und Einsammeln genial angepasst. Um diese Zeit müssen sie weder Fressfeind noch Nahrungskonkurrenten fürchten. Mit ihren langen Beinen halten sie den Körper möglichst weit vom glühend heißen Bo-

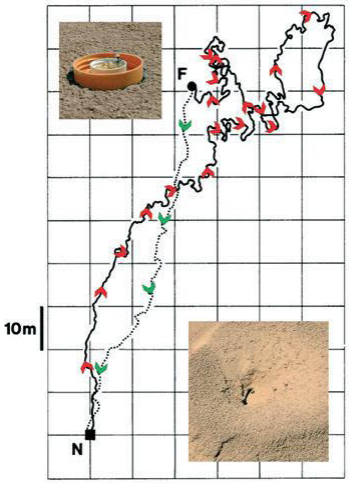




den entfernt, den Hinterleib steil in die Luft gehoben. So ist er nicht nur besser gegen die Hitzestrahlung von unten geschützt, sondern kann auch den Rest des Körpers beschatten. Die Wüstenameisen laufen mit hoher Geschwindigkeit, um den aufgeheizten Panzer im »Fahrtwind« zu kühlen und in kurzer Zeit möglichst viel zu erledigen. Ihr ganzer Stoffwechsel ist extrem thermophil (=wärmeliebend) optimiert, sodass sie auf die Hitze sogar angewiesen sind. Bei einer Art beispielsweise liegt die Körpertemperatur ihrer höchsten Aktivität bei 48 Grad, aber bereits bei 50 Grad ist mehr als die Hälfte der Tiere nach 10 Minuten tot. Das ist bei allen Arten ähnlich. Sie bewegen sich auf einem sehr schmalen Grat zwischen Leben und Tod. Die Art *Cataglyphis bicolor* hält mit einer dauerhaft tolerierten Körpertemperatur von 55,1 Grad sogar den Rekord unter allen Insekten. Trotz aller Anpassungen ist dieser Außendienstjob das reinste Himmelfahrtskommando. Im Sommer wurden unter Extrembedingungen Tagesverluste von bis zu 16 Prozent der Suchtruppen festgestellt, die einzelnen Tiere überlebten die Tortur im Durchschnitt 6,1 Tage.

## time:up

Diese besonderen Rahmenbedingungen erzwingen taktisches Vorgehen. Im Gegensatz zu fast allen anderen Ameisenarten, arbeiten die Wüstenameisen nicht als Team, sondern sind Einzelkämpfer. Sie verzichten auch vollständig auf die Markierung ihrer Pfade mit Pheromonen (= Duftstoffen). Ziel ist es, ein möglichst großes Gebiet mit möglichst wenigen Außendienstmitarbeitern vollständig nach »Grillgut« abzusuchen. Für den einzelnen Jäger steht pro Suchlauf nur ein kleines Zeitfenster zur Verfügung. Es liegt auf der Hand, dass die Zeit nur ideal




kurz:strecken:läufer
Eine Wüstenameise der Art *Cataglyphis fortis* verlässt ihr Nest (N) und läuft auf der Suche nach Nahrung in hohem Tempo über den Sand. Nachdem sie einen Weg von 354,5 Metern zurückgelegt hat, trifft sie auf eine Futterquelle (F). Dort belädt sie sich und nimmt danach die kürzeste Route (gestrichelt) zurück zum Nest. Die farbigen Pfeile sind Zeitmarkierungen im Abstand von 60 Sekunden (nach Müller / Wehner, 1988).

ausgenutzt werden kann, wenn die Rückkehr ins Nest weder zu früh noch zu spät stattfindet, die Tiere also erst kurz vor der Überhitzung wieder in ihr kühles Erdloch schlüpfen. Genau das lässt sich beobachten. Die Tiere suchen in einem Zickzacklauf nach Beute und rasen kurz vor Ablauf ihrer Zeit in einem pfeilgeraden Sprint zurück ins Nest. Ihre Geschwindigkeit ist atemberaubend und eine nahe Verwandte aus der Wüste Sahara, die Silberameise (*Cataglyphis bombycina*) gilt mit dem Spitzentempo von 108 Körperlängen pro Sekunde sogar als schnellstes Insekt.

## ziel:sicher

Seit Bekanntwerden dieses Verhaltens vor über 30 Jahren versuchen die Forscher es zu enträtseln. Die erstaunlichen Entdeckungen, die sie dabei gemacht haben, machen die Wüstenameisen zu einem wichtigen Modellorganismus für Verhaltenssimulation. Die Frage nach ihrer Orientierung stand dabei von Anfang an im Mittelpunkt. Schnell wurde klar, dass sie ausschließlich optisch und nicht etwa durch Geruch-, Schall- oder Magnetortung möglich ist. Auf der anderen Seite war ebenso klar, dass die Optik allein nicht ausreichen kann. Die Tiere können ihren Nesteingang, ein kleines dunkles Loch im Boden, definitiv nicht sehen und laufen eine unbekannte Strecke ohne erkennbare Landmarken. Für die Arten, die auf Sanddünen leben, kommt hinzu, dass ihnen das Abspeichern von Landmarken nichts nützen würde, da die Düne ihr Aussehen durch Winderosion permanent verändert (auf diesen kleinen Maßstab bezogen sind die Veränderungen von einem Tag auf den nächsten radikal). Die Experimente zu diesem Thema sind ein echtes Highlight biologischer Feldforschung und der heutige Stand der Erkenntnis bereits sensationell. Die Tiere haben einen Sonnenkompass, für den sie die Sonne selbst nicht einmal sehen müssen. Ein kleines Stück Himmel reicht aus, um aus der Polarisationsebene des Lichts, verrechnet mit einer genauen Tageszeitangabe, die exakte Himmelsrichtung zu bestimmen. Dieser Kompass wird mit einem äußerst zuverlässigen Schrittzähler kombiniert. Durch die Schrittlänge sind die zurückgelegten Wege mit ihrer jeweiligen Richtung bekannt. Die Daten werden vektoriell verrechnet. Dadurch weiß die Ameise in jedem Augenblick, in welcher Richtung und welcher Entfernung sich der Nesteingang befindet. Ein zusätzlicher Clou war die Entdeckung, dass auch Steigungswinkel mit eingerechnet werden. Das ist zwar in der Ebene nicht nötig, auf der Düne aber unerlässlich. Die Ameise vollbringt diese mathematische Leistung in einem winzigen Gehirn aus wenigen Nervenzellen, mit einem Gewicht von weniger als 0,1 Milligramm. Die Hoffnung ist, dass sich aus der logischen Struktur ihres Mini-Computers Lösungen für ähnliche Probleme in der Robotik ableiten lassen.




**rechen:schritte**
In einem raffinierten Experiment konnte die Arbeitsweise des Schrittzählers durch die Veränderung der Beinlänge von *Cataglyphis fortis* exakt nachvollzogen werden.

## unter:schlupf

Wenn alles klar zu sein scheint … – ist das oft erst der Anfang. Nachdem Schrittzähler und Sonnenkompass durch ausgeklügelte Experimente exzellent untersucht und beschrieben waren, musste der »Fall Wüstennavi« 2016 nochmal ganz neu aufgerollt werden. Man hatte nämlich Arbeiterinnen von *Cataglyphis bicolor* dabei beobachtet, dass sie ihre Nestgenossinnen gelegentlich über weite Strecken tragen. Worin der Nutzen dieses »Shuttles« besteht, ist noch unklar. Der Clou ist aber, dass das getragene Tier, dessen Schrittzähler während des Transports stillgestanden hat, fast ebenso gut ins Nest zurückfindet, wie die Läuferin, wenn man die beiden voneinander trennt. Setzt man dem Passagier allerdings kleine Plastikkappen auf die Facettenaugen, während er sich durch die Wüste tragen lässt, ist er hinterher total orientierungslos. Mit diesem Experiment ließ sich belegen, dass die Tiere den »optischen Fluss« der vorüberhuschenden Landschaft, in Verbindung mit dem Sonnenstand, zur Orientierung nutzen. Dieser Mechanismus ist von vielen Insektenarten bekannt (und an Bienen bereits sehr gut erforscht). Offensichtlich wird er nur aktiviert, wenn der Schrittzähler nicht mitgelaufen ist. Es ist so, als würde man einfach wieder zum alten Autoatlas im Handschuhfach greifen, wenn das supermoderne Navi Ladehemmung hat.

Und auch damit ist die Geschichte noch nicht zu Ende. Neuere Untersuchungen zeigen außerdem, dass die Tiere sich in der Nähe des Nesteingangs, dem ständig $CO_2$ entströmt, durch ihren Geruchssinn leiten lassen, dass sie die Vibrationen des unterirdischen Nestgewimmels noch in zwei Meter Entfernung wahrnehmen und sich darüber hinaus auch mit Magneten »einnorden« lassen. Warum sollte man sich mit *einem* Backup-System begnügen, wenn der Schöpfer einem gleich *drei* mit in die Wüste schickt?!

Die Wüstenameisen wissen jederzeit, wo sie Zuflucht finden. Ihr Leben hängt davon ab. Kennen wir unsere Zuflucht, wenn wir merken, dass uns »der Boden zu heiß wird«? Gott stellt sich Seinem Volk in vielen Bibelversen als ihr Schatten und Zufluchtsort vor, zum Beispiel hier: »Der Herr ist mein Fels und meine Burg und mein Retter; mein Gott, mein Schutz, zu ihm werde ich Zuflucht nehmen, mein Schild und das Horn meines Heils, meine hohe Festung.« (Ps 18,3) – und Er freut sich über jeden, der sich zu Ihm flüchtet.



**rück:blick**
Eine Arbeiterin von *Cataglyphis bicolor* trägt eine Nestgenossin. Dass die Passagierin die Landschaft rückwärtsgewandt und auf dem Kopf stehend wahrnimmt, ist für ihre Berechnungen kein Problem.

