

DeutschlandRadio

Deutschlandfunk

DeutschlandRadio Berlin

SUCHEN

PROGRAMMVORSCHAU

SENDUNGEN A-Z

FREQUENZEN

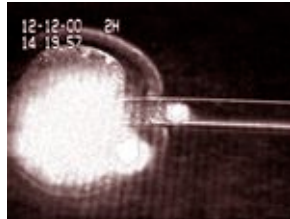
KONTAKT

Forschung aktuell • Wissenschaft im Brennpunkt

Sonntag • 16:30

18.4.2004**Ein neuer Baum des Lebens?***Wie die Genomik die Evolutionsforschung verändert*

Von Grit Kienzlen



Die Genforschung bringt neue Erkenntnisse auch für Evolutionsbiologen. (Foto: AP)

Beinahe 150 Jahre ist es her, dass Charles Darwin mit seinem Buch "Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl" die Evolution erklärte. Seither hat die Forschung viele Details gesammelt über die feinen Verästelungen, in denen sich die Vögel von den Sauriern trennten oder der Mensch vom Bonobo. Angetrieben durch Ergebnisse der Genetik liefern sich die Evolutionsforscher heute harte

Auseinandersetzungen vor allem über die frühe Phase, in der der Baum des Lebens erst ein Sprössling war. Wie sich eine Organismengruppe aus der anderen entwickelte, dafür gibt es wenige gesicherte Erkenntnisse, dafür umso mehr Spekulationen.

Licht wird fallen auf den Ursprung des Menschen und auf seine Geschichte.

Das hat Charles Darwin geschrieben, 1859 in seinem Hauptwerk "Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl". Das war ganz schön visionär damals. Aber selbst heute, fast 150 Jahre später ist unsere evolutionäre Geschichte noch immer nicht ganz erhellt.

Einen Stammbaum des Lebens, den hatte sich schon Charles Darwin vorgestellt. Zu seiner Zeit hatte man die Pflanzen und Tiere in Arten, Gattungen und Klassen geordnet. Aber erst mit seiner Abstammungslehre kam die Vorstellung hinzu, dass zwei neue Arten aus einer Vorform entstehen und dass sich folglich die Geschichte des Lebens auf der Erde wie in einem Familienstammbuch nachzeichnen lässt.

Unsere Klassifikationen werden, so weit wie möglich zu Genealogien werden und dann erst den wirklichen so genannten Schöpfungsplan darlegen. Die Regeln der Klassifikation werden ohne Zweifel einfacher werden, wenn wir ein bestimmtes Ziel im Auge haben. Wir besitzen keine Stammbäume und Wappenbücher und werden daher die vielfältig auseinander laufenden Abstammungslinien in unseren natürlichen Genealogien mit Hilfe von lang vererbten Charakteren jeder Art zu entdecken und zu verfolgen haben.

Arten und Artengruppen, die man abirrende genannt hat und bildlich "lebende Fossile" nennen könnte, werden uns helfen, ein vollständiges Bild von den frühen Lebensformen zu entwerfen.

Generationen von Biologen und Paläontologen haben sich seither abgemüht, einen stimmigen Baum des Lebens zu entwerfen. Doch darüber, wie all die wirbellosen Vielzeller, wie Schwämme,

Links

- [← Wissenschaft](#)
- [← Wissenschaft im Brennpunkt](#)
- [⇒ Aktuelle Beiträge](#)
- [⇒ Beitrags-Archiv](#)

Audio

- [↔ WiB Der Baum des Lebens/ Kienzlen#UB \(mp3\) \(real\)](#)

Regenwürmer, Muscheln und Spinnen untereinander verwandt sind, und wo sie neben den Pflanzen, den Pilzen, den Einzellern und Bakterien stehen - was sich da woraus entwickelte - darüber gibt es jede Menge Theorien. Einziger Anhaltspunkt für die Naturforscher waren lange Zeit die Baupläne der Arten, ihre Morphologie. Das heißt die Art und Weise, wie das Nervensystem, das Skelett und die Organe konstruiert und arrangiert sind. Dieser Bauplan kann aber auch ganz schön in die Irre führen. Frischen Wind in die festgefahrenen akademischen Debatten um Zellkonstrukte und Fossilien brachten in den letzten Jahren die Genetik und junge Wissenschaftler wie der Konstanzer Professor Axel Meyer:

Seit etwa 15 Jahren, seit es technisch einfacher geworden ist, DNA zu sequenzieren und die Computeralgorithmen besser geworden sind und die Computer schneller geworden sind, ist es möglich geworden, alte Fragen neu zu stellen und fragen: Ja stimmte das eigentlich, was wir seit 150 Jahren glauben und, was vielleicht noch interessanter ist - es ist möglich geworden ganz neue Arten von Fragen zu stellen..

Und auf beiden dieser Felder arbeiten wir und auch andere Arbeitsgruppen und aus beiden Ansätzen Wissenschaft zu machen sind neue Erkenntnisse gekommen; also zum Beispiel die Frage: Mit wem sind Schildkröten verwandt oder wo ist der Ursprung der Wale - da hat sich sehr viel geändert in den letzten fünf Jahren.

Die Wale sind Säugetiere, keine Fische. Vor etwa 50 Millionen Jahren machten sie den Schritt vom Land zurück ins Meer. Aber wer sind ihre Vorfahren an Land? Ihr Knochenbau, an dem die Naturforscher sich früher orientierten, gibt darüber nur bedingt Auskunft.

Und was aufgrund von DNA Sequenzen an Neuigkeiten herausgefunden wurde, war eben, dass die Wale nicht nur als eine eigene Ordnung von Säugetieren anzusehen sind, die nahe verwandt sind mit Paarhufern - zu Paarhufern gehören Kühe, Schweine, Giraffen, Antilopen und solche Tiere, sondern dass sehr wahrscheinlich die Wale selber als abgewandelte, aber als Paarhufer anzusehen sind indem nämlich Wale näher verwandt sind mit Nilpferden, als Nilpferde wiederum zu Giraffen, Kühen, Schweinen und Antilopen, so dass also die Ordnung der Wale keine eigenständige Ordnung ist, sondern reduziert werden müsste auf eine Unterordnung und diese Unterordnung der Wale in der Nähe der Nilpferde anzusiedeln sind und das ist aufgrund von molekularen Daten in den letzten fünf Jahren klar geworden dass Nilpferde recht nah verwandt sind mit Walen.

Und das bringt den Konstanzer Biologen Axel Meyer auf das Problem mit der Intuition: Ein Pferd, eine Kuh und ein Wal - welches Tier gehört verwandtschaftlich nicht dazu? Das Rätsel taugt als Eine-Million-Euro-Frage, denn die Antwort ist: Das Pferd. Das Pferd ist ein Unpaarhufer. Der Wal ist über das Nilpferd mit der Kuh in der Ordnung der Paarhufer vereint.

Jetzt wo man das weiß oder glaubt, sicher zu wissen, macht es irgendwo Sinn. Weil wenn man sich unter den Paarhufern vorstellt, welcher unter den Paarhufern hat das aquatischste Leben - klar das Nilpferd, verbringt fast den ganzen Lebenszyklus im Wasser, ist in jeder Hinsicht, Fressen, Fortpflanzung, sehr vom Wasser abhängig, da macht das irgendwo Sinn, aber es gibt auch immer wieder Überraschungen von Sachen, wo man sagt: die man nicht intuitiv erwartet, und das ist natürlich irgendwo das spannendste, was gegen die Intuition geht.

Eine ähnliche Überraschung bieten die Schildkröten. Schildkröten sehen mit ihren Schuppen aus wie Reptilien. Auf den zweiten Blick konnten die Morphologen sie aber nie leicht einordnen, denn Schildkröten haben einen ungewöhnlichen Schädelbau. Bei Reptilien und Säugetieren gibt es Schädellöcher, durch die die Muskulatur zieht. Bei Schildkröten ist der Schädel vollkommen geschlossen. Meyer:

Schildkröten sind auf dem Stammbaum der Reptilien herumgewandert in den letzten 150 Jahren. Also sie können Veröffentlichungen finden, wo sie in die Nähe von Krokodilen gestellt wurden, von Eidechsen gestellt wurden, die meisten Leute glauben, dass sie am Ursprung der Reptilien stehen oder sogar am Ursprung der Reptilien plus Säugetiere stehen.

Und da hat sich in den letzten fünf Jahren sehr viel geändert durch DNA-Sequenzierung, weil wir und andere Labore, die daran gearbeitet haben, gefunden haben, dass es zumindest so aussieht als ob Schildkröten sehr nahe verwandt sind mit Vögeln und Krokodilen.

Eine kuriose Sippschaft ist das also. Die Vögel sind evolutionsbiologisch gesehen fliegende Dinosaurier, die sich Federn zugelegt haben und warmblütig wurden. Deshalb gehören die Krokodile zu ihren Brüdern. Aber wer hätte gedacht, dass die Schildkröten ihre Schwestern sind:

Weil: Es ist auf den auf den ersten Blick schon nicht leicht, Gemeinsamkeiten zwischen Vögeln und Krokodilen zu finden und es ist noch sehr viel schwieriger, Gemeinsamkeiten zwischen Vögeln, Krokodilen und Schildkröten zu finden, weil: Wenn ich wieder dieses Bild zeichnen sollte: Ich hätte eine Eidechse hier in dem Raum und ein Krokodil und eine Schildkröte und Sie fragen würde, welche dieser drei Dinge gehören nicht zueinander? A La Sesamstraße, würden Sie sagen, dass sehr wahrscheinlich die Schildkröte nicht dazu gehört, weil eine große Eidechse, ein Varan auf den ersten Blick einem Krokodil sehr viel ähnlicher sieht als eine Schildkröte.

Tatsächlich ist es die Eidechse, die nicht zu den anderen passt. Zumindest, wenn man den Erbgut-Daten Glauben schenkt. Doch wie zuverlässig sind die eigentlich? Verglichen werden da bestimmte Abschnitte des Genoms verschiedener Arten. Aus den Abweichungen berechnen die Forscher wie lange der letzte gemeinsame Vorfahr zurück liegen mag.

Der Vorteil, den ich sehe bei molekularen Datensätzen ist der, dass wenn die Datensätze sequenziert sind, gibt es wirklich keine Frage mehr, dass das die richtigen Daten sind, also wenn man sagt, wir haben ein bestimmtes Gen vom Hühnchen sequenziert und hier ist die DNA-Sequenz und diese DNA-Sequenz ist in Gen Bank als deponierte Sequenz, ist sie für alle Augen der Welt zugänglich und überprüfbar und es ist dann nur noch eine Frage, dass man sie richtig analysiert.

Bei morphologischen Datensätzen ist die Situation komplizierter, weil Kollege X aus Museum Y durchaus eine andere Meinung haben kann als Frau Kollegin Y aus Museum Z und einer von beiden kann nur Recht haben.

Bei den genetischen Daten sind es letztlich Computeralgorithmen, die die Analyse vornehmen. Bei morphologischen Daten ist es die menschliche Urteilskraft die sich auf Indizien aus den Bauplänen der Lebewesen stützt. Darwin postulierte eine langsame, schrittweise Evolution, und er war sich bewusst, dass es schwierig werden würde, die Verbindung zwischen vielen Klassen, Gattungen, Ordnungen, selbst zwischen Reichen des Lebendigen herzustellen:

Die sämtlichen Glieder ganzer Klassen können durch Verwandtschaftsbeziehungen miteinander verkettet und alle nach demselben Prinzip in Gruppen klassifiziert werden, welche anderen subordiniert sind. Fossile Reste sind oft geeignet, große Lücken zwischen den lebenden Ordnungen des Systems auszufüllen.

Darwin hat sich auf die Fossilien als ausgestorbene Zwischenglieder zwischen den Arten gestützt. Doch leider gibt es sie nur von Organismen, die ein Skelett oder einen Panzer aus hartem,

dauerhaftem Material ausbildeten. Eine Weile lang hegten Wissenschaftler die Hoffnung, sie könnten aus fossilem Material, aus Insekten in Bernstein, aus Knochen, selbst aus Pflanzenresten DNA isolieren, und so etwas über die genetische Ausstattung vergangener Arten lernen.

Meyer:

Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre gab es eine Welle von Enthusiasmus und Euphorie, dass man Mammuts zum Leben erwecken kann und Ötzi geht wieder durch die Alpen und diese ganzen Jurassic Park - Ideen. Das hat sich glaube ich alles sehr relativiert - und auch dass die frühen Enthusiasten so ein bisschen auf die Erde zurückgekommen sind. Man wird aus Lucy keine DNA heraus bekommen, um zu sehen, wo Lucy im Stammbaum der Menschen steht. Also da sehe ich keine so große Hoffnung.

Die Bindeglieder, die erloschenen Arten, von deren Existenz Charles Darwin überzeugt war, verweilen insofern hartnäckig im Dunkel der Evolutionsgeschichte. Und das gilt ganz besonders für all die Organismen, um die sich Darwin gar nicht gekümmert hat: Für die Pilze, Einzeller und Bakterien. In Darwins Theorie spielten sie schon deshalb keine Rolle, weil diese Lebensformen zu seiner Zeit noch kaum erforscht waren. Er nahm sie nicht als Teil der lebendigen Welt wahr. Die bestand für ihn aus Pflanzen und Tieren.

Darwin war jemand, der gerne auf Taubenshows und Hundezuchtschows ging, jemand der sich für Hunderassen, Tauben und Kuhzuchtformen interessierte. Also die beiden großen, empirischen Dateneinflüsse auf Darwin waren seine Weltreise und alles was er dort ausgebuddelt und gesehen und geschossen hat und er hat ja über 25 Jahre nur auf seinem Landsitz gesessen, bevor er das Buch geschrieben hat - dass er auf solche Taubenzüchtershows gegangen ist - und die artificial selection und die Schnelligkeit, mit der neue Rassen von Tauben und Kühen und Hunden gezüchtet worden sind, das war ein ganz wichtiger Einfluss auf Darwins Denken, dass Arten nicht unveränderbar sind und dass neue Arten aus alten Arten entstehen können.

Aber Darwin hatte eines nicht erkannt; ein wichtiges Prinzip in der Evolutionsbiologie hat er nicht erkannt und zwar deshalb, weil er sich nicht mit Einzellern auseinandergesetzt hat und dieses Prinzip ist die Endosymbiose.

Das sagt Bill Martin und die Endosymbiose ist eines seiner Steckenpferde. Der gebürtige Texaner forscht an der Universität Düsseldorf über die Frage, wie Zellen entstanden sind. In der Wissenschaftlerszene ist er als ein leidenschaftlich streitender Vertreter seiner Zunft bekannt.

Bei der Endosymbiose werden aus zwei Zellen eine. Es wandert ein Symbiont in eine Wirtszelle hinein und sie bilden dann eine neue Lebensgemeinschaft.

Die Endosymbiose ist die inzwischen weithin akzeptierte Antwort auf eine wichtige Frage in der Evolutionsbiologie: Was ist der Ursprung unserer modernen Zellen? Wir Menschen gehören zu den Eukaryoten, zu den Lebewesen, die in ihren Zellen einen echten -Eu - Kern - Karyon - haben. Das verbindet uns mit allen vielzelligen Organismen, aber auch mit den Pilzen, Hefen und mit Einzellern wie Amöben oder dem Erreger der Malaria, Plasmodium. Typisch für diesen Zelltyp ist außerdem, dass er Mitochondrien enthält. Das sind membranumhüllte Abteilungen innerhalb der Zelle, die die Atmung bewerkstelligen und Energie daraus ziehen. Und die Pflanzen haben zusätzlich auch noch Chloroplasten für die Umwandlung von Licht in chemische Energie. All das fehlt ursprünglicheren Zellen wie den Bakterien oder den äußerlich ähnlichen Archäen. Der Endosymbionten-Theorie zufolge entstanden die Eukaryoten aus einer ursprünglichen Wirtszelle, die Bakterien für eine Symbiose aufgenommen hat: Die Wirtszelle versorgte ihre Bakterien mit

Nahrung, dafür produzierten die Bakterien Energie.

Es gibt nur zwei Symbiosen, von denen wir sicher sind, dass sie existiert haben. Das ist einerseits der Ursprung des Blattgrüns bei den Pflanzen, die sind früher mal photosynthetische Bakterien gewesen, so genannte Cyanobakterien. Die sind vielleicht vor 1,5 Milliarden Jahren in eine Eukaryotische Wirtszelle gewandert und haben in einem Schlag den gesamten Stamm der Pflanzen geschaffen. Das ist ein kombinatorisches Modell für die Entstehung höherer Taxa; spontan. Nicht schrittweise, wie Darwin sich das vorgestellt hat, sondern kombinatorisch.

Die Biologie hat nach wie vor Probleme mit diesem Prinzip. Die andere große Endosymbiose war die Entstehung der Mitochondrien und manche glauben - ich gehöre zu dieser Gruppe - dass die Entstehung der Mitochondrien in einer Wirtszelle war auch zugleich die Entstehung der Eukaryotischen Abstammungsgruppe.

Das ist aber nicht der eigentliche Streitpunkt. Der Streit geht heute vor allem um die Frage, was könnte die Wirtszelle - der Ur-Eukaryot sozusagen, gewesen sein? Und wer sind die direktesten Nachfahren dieser Wirtszelle? Ein ganz heißer Kandidat für diese Rolle war jahrzehntelang Giardia, ein einzelliger Organismus, der in Gewässern lebt und bei Menschen, die den Fehler begehen, solches Wasser unabgekocht zu trinken, fürchterliche Magen-Darm Probleme hervorruft. Giardia besitzt zwar einen Zellkern, um genau zu sein sogar zwei, aber keine Mitochondrien.

Giardia war ein Organismus, an dem sich die Geister scheiterten. Und zwar: Die einen haben gesagt: Dies ist ein Relikt aus der Urzeit der Evolution. Dass Giardia keine mitochondriale Symbiose dargestellt hat. Ein wirklich lebendes Fossil. Die anderen haben gesagt: Ja, das kann doch nicht sein und zwar deshalb, weil er in seinem Kern Gene besitzt, die dafür sprechen, dass er vielleicht eine kompliziertere Evolution hinter sich hat. Und daher gibt es heute noch eine große Debatte und große sehr vehement vertretene Lager: Die einen sagen, er ist die Wirtszelle, er ist ursprünglich, er ist primitiv, ist er schon immer gewesen, dann soll er mal ruhig auch in Zukunft so bleiben und die anderen sagen. Das kann eigentlich gar nicht sein und die neuen Ergebnisse von Jorge Tovar zeigen durchaus: Letzteres ist richtig; das kann gar nicht sein.

Bill Martin ist auch dieser Meinung und hat sich deshalb gefreut, als sein Kollege Jorge Tovar einen Zellbestandteil namens Mitosom in Giardia fand. Das Mitosom ist eine Art evolutives Überbleibsel von Mitochondrien. Damit war klar, dass die Vorfahren von Giardia einmal Mitochondrien besessen haben und Giardia deshalb nichts mit der eukaryotischen Ur-Wirtszelle zu tun hat. Der Organismus samt all seiner Verwandten rutscht damit vom Stamm des Lebensbaumes hinauf an die Spitze und hinterlässt an der Basis eine Lücke.

Früher hat man gedacht, die Pilze und die Tiere seien der Gipfel der Entwicklung. Aber neuere Erkenntnisse zeigen: Das kann eigentlich gar nicht sein und die neuen Befunde, dass Giardia ein reduziertes Mitochondrium, ein Mitosom besitzt, sind eine starke Stütze für die Ansicht, dass die bisher als primitiv angesehenen Einzeller gar nicht so primitiv sind, sie sind eher abgeleitet.

Primitiv sind möglicherweise die Pilze. Die Pilze haben eine bisher unterschätzte Diversität, sowohl hinsichtlich ihrer biochemischen Leistungen, als auch hinsichtlich ihrer Sexualität - es gibt Pilze, die haben vier Geschlechter, es gibt Pilze, die haben sehr viel mehr als vier Geschlechter, und diese Diversität anhand der neuen Erkenntnisse kann vielleicht jetzt neu bewertet werden und untersucht werden.

Und dann holt Bill Martin zum Rundumschlag aus. Der geht in seinem Fall gegen die Leute, die den Stammbaum der Evolution aufgrund von Erbgut-Daten erstellt haben. Kern dieser Verwandtschaftsanalyse ist

die Ribosomale RNA, ein Abschnitt der Erbguts, der sich über die Jahrmillionen nur sehr langsam verändert hat und deshalb als Maßstab für die Ähnlichkeit im gesamten Eukaryoten-Reich eignen sollte:

Und die Verfechter der Ansicht, dass dieser Ribosomale Stammbaum des Lebens richtig sei, die haben Giardia unbedingt gebraucht als wichtigen Baustein in diesem Weltbild. Zieht man dieses Fundament weg, so fällt die ganze Konstruktion zusammen.

Also man könnte zu Recht sagen, bei unseren Bemühungen, die frühe Stammesgeschichte der Eukaryoten zu verstehen, stehen wir jetzt vor einem Scherbenhaufen. Das ist aber gut. Weil es ganz offensichtlich so war, dass unsere fest zementierten Vorstellungen gar nicht richtig sein können.

Diese Schwierigkeiten, die Vielfalt des Lebens auf einen Stamm zurückzuführen hat Charles Darwin so nicht vorausgesehen. Er hat in diesem Punkt geraten und war damit für seine Zeit gar nicht mal schlecht.

Durch ganze Klassen hindurch sind mancherlei Gebilde nach einem gemeinsamen Bauplane geformt, und in einem sehr frühen Alter gleichen sich die Embryonen einander genau. Daher hege ich keinen Zweifel, dass die Theorie der Deszendenz mit allmählicher Abänderung alle Glieder einer Klasse oder eines Reiches umfasst. Ich glaube, dass die Tiere von höchstens vier oder fünf und die Pflanzen von ebenso vielen oder noch weniger Stammformen herrühren. Die Analogie würde mich noch einen Schritt weiter führen, nämlich zu glauben, dass alle Pflanzen und Tiere nur von einer einzigen Urform herrühren.

Ganz so wird es nach dem neuesten Stand der Forschung wohl nicht gewesen sein. Vor knapp 10 Jahren hat sich die Ansicht des amerikanischen Biologen Carl Woese durchgesetzt, dass es drei große Äste, drei Reiche des Lebens gibt: Das Reich der Eukaryoten, das Reich der Bakterien und das Reich der Archäen. Die Archäen waren Carl Woese bei seiner Analyse der ribosomalen RNA von Bakterien als Kreaturen aufgefallen, die in ein eigenes Reich gehören. Es sind Lebewesen in der Größe von Bakterien, die in heißen Quellen tief unter der Erde, in Salzseen oder im ewigen Eis leben. Der Regensburger Mikrobiologe Karl-Otto Stetter hat ihnen sein Leben gewidmet.

Die Archäen sind uns Eukaryoten in vielen chemischen Merkmalen ähnlicher als die Bakterien. Trotzdem will der Forscher nicht behaupten, die Archäen seien die Vorfahren der Eukaryoten. Denn in einem Punkt ist unser Zelltyp den Bakterien viel ähnlicher. Die Fette, die Lipide in unseren Zellwänden sind dieselben, die die Bakterien verwenden.

Und das passt nicht zusammen und da kann man auch sagen: Ja, also dann versteht man den Baum eigentlich nicht mehr, weil sonst hätten sich ja die Eukaryonten plötzlich hätten die die Archäolipide verlieren müssen und hätten sich die Bakterienlipide geholt und das ist äußerst unwahrscheinlich, weil ein Lipid, eine Membran ist ja was ganz was fundamentales für eine Zelle; das kann man wahrscheinlich nicht so einfach verlieren.

Nun, wenn es ganz am Anfang eine Gemeinschaft, eine Community gegeben hat von Mikroben, die haben natürlich alle möglichen Arten von Membranen ausprobiert und daraus haben sich dann die drei Linien entwickelt, dann ist das völlig problemlos, weil dann können die Merkmal frei kombiniert haben miteinander - und das ist dann aber kein Baum, sondern das sind eigentlich drei Äste, die aus so einem Pool heraus kommen und das ist jetzt eigentlich so der neueste Stand.

Am Beginn des Lebens stand somit keine einzelne Zelle, sondern ein Pool unterschiedlicher Zelltypen, die sich untereinander die Baupläne für gute Erfindungen weiter reichten. Bioinformatiker, die einen Stammbaum für Prokaryoten, also Bakterien und Archäen erstellen wollen, sehen sich deshalb heute die Entwicklungsgeschichte einzelner Gene an, erzählt Daniel Huson von der Universität Tübingen:

Wir haben uns also 150 vollständige Genome von Prokaryoten besorgt, die man aus Datenbanken herunterladen kann, und die schauen wir uns jetzt genauer an.

Genauer ansehen heißt für den Bioinformatiker, dass er Gene miteinander vergleicht, die in allen Organismen vorhanden sind und die Stammesgeschichte jedes einzelnen Gens als Baum nachzeichnet. Die Stammbäume, die dabei entstehen, sind nicht genau deckungsgleich. Legt man sie übereinander, entsteht ein Netzwerk:

Wenn man also die Evolutionsgeschichten der kompletten Genome oder Spezies nachzeichnen möchte, dann kann man das eigentlich nur so machen, dass man durch ein Netzwerk aufzeigt, welche Geschichten durch die einzelnen Gene durchlaufen worden sind. Das heißt man produziert ein Netz des Lebens.

Das Netz des Lebens, das Daniel Huson im Augenblick schon auf einem Blatt präsentieren kann, umfasst 93 Organismen, bei denen er jeweils 50 Gene verglichen hat. Es sieht ein bisschen aus wie eine U-Bahn Netzkarte mit dicken Knotenpunkten.

Teilweise gibt es solche fast schwarzen Klumpen wo man davon ausgehen kann, dass im Extremfall jedes der 50 Gene eine andere Evolutionsgeschichte hinter sich hat. In anderen Bereichen ist es weniger vernetzt.

In der Urgemeinschaft von Zellen, in denen einer dem anderen Gene für ganz fundamentale Prozesse wie DNA-Replikation oder Fettsynthese zuschob, muss es dann aber irgendwann einen Punkt gegeben haben, wo die Zellen sich doch für ihre ganz bestimmte Ausstattung entschieden und von dort an gerichtet entwickelten. Diesen Punkt, an dem aus dem Zellpool die drei Äste des Lebensbaumes aussprossen, nennt der Amerikaner Carl Woese die Darwin'sche Schwelle, erzählt Karl-Otto Stetter:

Also diese Darwin'sche Schwelle, das ist natürlich ein interessanter Punkt, das er sagt: Ab da sind eben die Mechanismen festgelegt und ab da geht eben dann so der Baum richtig los - allerdings muss man sagen, dass auch danach immer noch der Laterale Gentransfer da ist.

Das mit dem lateralen Gentransfer hat die Evolutionsbiologen vor ein, zwei Jahren ziemlich stark verwirrt. "Genomdaten erschüttern den Lebensbaum" titelte die Fachzeitschrift Science damals, denn bei der Analyse vieler vollständiger Bakteriengenome tauchten dieselben Gene in eigentlich weit entfernten Arten auf. Inzwischen wissen die Forscher, dass das nichts mit Verwandtschaften zu tun hat, eher schon mit Wahl-Verwandtschaften, denn einzelne Gene und Genkassetten, die keine fundamentalen Aufgaben für die Zelle haben, können zwischen weit entfernten Arten, sogar zwischen den Reichen springen. Die Gene werden lateral transferiert.

Zum Beispiel Archäen, gibt es welche, der Archäoglobus, das ist ein Isolat, was wir gefunden haben, der hat also ganze Kassetten, die er von Bakterien sich geschnappt hat, nämlich für Ölabbau. Das war ein Archäoglobus, den ich in 3000 Meter tief im Gestein unter dem Permafrostboden von Nordalaska isoliert habe oder auf der anderen Seite Thermotoga, ein Bakterium, was bei sehr hohen Temperaturen wächst, weil es sind nicht nur die Archäen, es gibt auch Bakterien, die hyperthermophil sind, die also bei 80 Grad oder drüber am besten wachsen - und diese Thermotoga hat über 20 % archäelle Gene und die hat sie - da weiß man sogar wo sie herkommen, nämlich von

Pyrococcus, das ist ein Archäum, was im gleichen Lebensraum, nämlich im heißen Tiefseeschlamm oder in den schwarzen Rauchern oder in Vulkanen, in den untermeerischen Hydrothermalsystemen lebt.

Selbst von den höher entwickelten Eukaryoten können Bakterien durchaus noch Gene aufnehmen und verwerten. Deshalb ist der Lebensstammbaum auch noch weit oberhalb der Darwinschen Schwelle eigentlich ein Netzwerk, wenn man sich die Evolutionsgeschichte einzelner Gene ansieht; also eher ein Gestrüpp, als ein Baum. Und in diesem Gestrüpp des Lebens fehlen jede Menge Ästchen.

Bislang können die Wissenschaftler Schätzungen zufolge weniger als ein Prozent der Mikroorganismen im Labor kultivieren. Das aber wäre die Voraussetzung dafür, sie zu studieren.

Ich könnte mir durchaus vorstellen, dass es heute noch Überbleibsel gibt von sehr frühem oder primitivem Leben, auch auf unserer Erde, aber die Frage ist immer: können wir es überhaupt erkennen? Und man muss ja immer kultivieren, damit man es überhaupt einmal verstehen lernt.

Und genau so einen Fall haben wir kürzlich mit unserem Nanoarchäum, mit unserem Urzweig haben wir genau so eine Entdeckung gemacht, wir haben sie einfach unter dem Mikroskop gesehen, plötzlich, Winzlinge, die so klein sind wie große Viren, wie Pockenviren - Ja, Donnerwetter - was ist denn das, sind das Viren oder was? Dabei haben sie Membranen gehabt und ein Membranpotential - die haben gelebt - Viren leben ja nicht. Und tatsächlich, wir haben jetzt die tiefste Abzweigung im Stammbaum innerhalb der Archäen gefunden.

Es bleibt spannend in der Evolutionsforschung, auch 150 Jahre nach Darwin. Und je näher die Forschung an die Wurzel des Lebensbaumes kommt, um so spekulativer wird sie. Der Ursprung des Lebens, die Frage, wie Erbgut, Proteine und Membranen entstanden und sich zu Zellen fügten, bleibt eine leidenschaftlich debattierte - Glaubensfrage:

Ich bin ja sehr oft eingeladen z.B. auf Gordon Konferenzen über den Ursprung des Lebens und das ist wirklich schlimm wie es dort zugeht oft - die Leute beleidigen sich persönlich, weil keiner weiß nämlich noch viel über den Ursprung des Lebens, das ist wirklich eine absolute Black Box und keiner weiß wirklich was und jeder freut sich schon, wenn er nur was hat, wo er sagt: Das könnte plausibel sein und einer sagt: Nein mit Schwefel das ist Quatsch... Oder die Information kam spät, der Stoffwechsel kam erst und das war doch dann gar kein Leben..... Aber in Wirklichkeit weiß keiner was.

Je weiter sich die Wissenschaft in die Krone des Lebensbaumes hangelt, umso besser stimmen ihre Aussagen, denn da oben in den Wipfeln gibt es viele Fossilien und Zwischenformen und die Evolutionsgeschichte ist nach geologischen Maßstäben bemessen kurz. Doch verstanden ist die Evolution noch lange nicht.

Der Baum, der im Moment immer so gezeichnet wird, ist sicher ein interessantes Gerippe, wo man also was aufhängen kann und sicher Ordnen kann, aber ob es wirklich unsere letzte Erkenntnis über das Leben und die Genflüsse des Lebens und die Zusammenhänge ist, das möchte ich doch stark bezweifeln und da fehlt noch viel uns an Informationen: Was ist horizontaler Gentransfer? Und wie stark war er? Es gibt Gruppen, die sich schnell entwickelt haben - heutzutage die Orchideen sind eine Gruppe bei den Pflanzen, die sich momentan unheimlich schnell entwickelt und die alle möglichen Bestäubungsmechanismen etc. ausprobiert - auf der anderen Seite die Magnolien, die finden sie schon in uralten Versteinerungen drin oder in der Kohle, und die schauen heutzutage nicht anders aus als damals, die haben sich überhaupt nicht weiterentwickelt - ja warum denn nicht?

Das sind so Fragestellungen, die wir im Tieferen eigentlich noch nicht verstehen. Und bei den Mikroben ist es gar nicht anders.

Licht wird fallen auf den Ursprung des Menschen und auf seine Geschichte,

prophezeite Charles Darwin in seinem Buch "die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl." Man klappt es zu, und alle Fragen offen.

Artikel drucken [↗](#)

Artikel versenden [↗](#)

[↑](#) Seitenanfang |

| © 2004 DeutschlandRadio

| [↗](#) Hilfe

[↗](#) Impressum

[↗](#) Kontakt |