

SÜDWESTRUNDFUNK  
SWR2 Wissen – Manuskriptdienst

## **Vom Stammbaum der Pflanzen**

Autor: Konrad Lindner  
Redaktion: Detlef Clas  
Regie: Iiris Arnold  
Sendung: Montag, 01. März 2010, 8.30 Uhr, SWR 2

---

### **Bitte beachten Sie:**

*Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.*

*Mitschnitte auf CD von allen Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen/Aula (Montag bis Sonntag 8.30 bis 9.00 Uhr) sind beim SWR Mitschnittdienst in Baden-Baden für 12,50 € erhältlich.*

*Bestellmöglichkeiten: 07221/929-6030*

### **Kennen Sie schon das neue Serviceangebot des Kulturradios SWR2?**

*Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem kostenlosen Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert. Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder [swr2.de](http://www.swr2.de)*

*SWR 2 Wissen können Sie ab sofort auch als Live-Stream hören im SWR 2 Webradio unter [www.swr2.de](http://www.swr2.de) oder als Podcast nachhören: <http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>*

---

**Dieses Manuskript enthält Textpassagen in [Klammern], die in der ausgestrahlten Sendung aus Zeitgründen gekürzt wurden.**

## MANUSKRIFT

### **Cut 1: Günter Bechly**

Also mein persönlicher Stammbaum, der reicht nicht allzu weit zurück. Weil da dann auch irgendwann Lücken in den Kirchenbüchern sind. Ich komme mit meinem Familienstammbaum etwa so bis Mitte des 17. Jahrhunderts, also bis 1650 ungefähr. Und der Stammbaum des Lebens, das sind natürlich ganz, ganz andere Größenordnungen. Wir kommen dort zurück mit den frühesten lebenden Wesen ins Präkambrium. Da sind wir bei einem Alter von zum Teil 3 bis 3,5 Milliarden Jahren bei den allerfrühesten Lebensformen. Insofern haben wir dort einfach Größenskalen, die können wir mit normalen menschlichen Maßstäben gar nicht mehr ermessen.

*Regie: akustischer Trenner*

### **Cut 2: Anita Roth-Nebelsick**

Man kann bei diesen Pflanzen eigentlich nicht von Stamm sprechen. Spross oder Stängelchen wäre vielleicht besser. Aber sagen wir das mal: Wir haben einen Stamm. Und dieser Stamm gabelt sich. Diese Tochterstämme gabeln sich nochmals. Das gibt natürlich das Bild eines Stammbaums wieder. Das ist die Wuchsform dieser Pflanzen: Ein Stammbaum.

### **Ansage:**

Vom Stammbaum der Pflanzen.  
Eine Sendung von Konrad Lindner.

### **Sprecherin:**

Seit dem Darwin-Jahr 2009 steht er im Internet: Ein Stammbaum der Superlative! Ernst Haeckel, der die Arbeiten Darwins in Deutschland bekannt machte und zu einer speziellen Abstammungslehre ausbaute, würde staunen. War es doch Haeckel in Jena, der als erster Biologe die Vielfalt der bekannten Organismen in einen symbolischen Baum einzeichnete.

Heute sorgen virtuelle Stammbäume im Internet für Aufmerksamkeit. Auch der Stuttgarter Stammbaum der Pflanzen ist ein solcher, der das Schauspiel der Evolution vor Augen führt. Projektleiter Günter Bechly vom Stuttgarter Naturkundemuseum zum Anliegen:

### **Cut 3: Günter Bechly**

[Das ist natürlich ein bisschen frech. Normalerweise werden solche Projekte in sehr großen Arbeitsgruppen gemacht. Auch dieser Stammbaum ist natürlich nicht von mir alleine erstellt worden, sondern in Zusammenarbeit mit verschiedenen Kollegen hier aus unserem Hause, aber auch zum Beispiel mit dem Herrn Dr. Erich Weber von der Universität Tübingen. Aber es ist keine große Arbeitsgruppe.] Es gibt ja weltweit Hunderte von Spezialisten, die vor allen Dingen mit modernen molekularen Methoden dem Stammbaum des Lebens auf der Spur sind. Dort habe wir zum einen unsere eigenen Ergebnisse einfließen lassen und zum andern aber diese Hunderte von Veröffentlichungen aus aller Welt zusammengefasst und zum Teil bewertet. Es gibt ja zum Teil widersprüchliche Arbeiten, wo man auswählen muss: Was erscheint einem überzeugender, wo sind die Argumente besser? Das Ziel ist, dass wir eine Art Referenz schaffen wollen, wo man vor allen Dingen für Studenten und auch interessierte Laien nachvollziehen kann, wo im Stammbaum des Lebens steckt jetzt irgendein Organismus,

für den sich jemand interessiert, ob das ein Hobbygärtner ist, der wissen will, wo steht die Rose im System oder ein Aquarianer, der wissen will, wo steht der Zebrafisch im System. Das ist so ein bisschen der Hintergrund.

### **Sprecherin:**

Beim Blick in das Geäst des virtuellen Stammbaumes, der über den Computermonitor beweglich wie Bambus im Garten schwingt, kann jeder Neugierige zu Hause am Bildschirm von Verzweigung zu Verzweigung wandern. Man kann verfolgen, wie sich aus archaischen Einzellern die Lebewesen der Gegenwart entwickelt haben. Nicht nur die Herkunft von Mensch und Wirbeltier wird aufgezeigt, sondern auch der Werdegang der Blütenpflanzen. Zu ihnen gehören sowohl die über 100 Meter hohen Eukalyptusbäume als auch die nur einen Millimeter langen Zwergwasserlinsen. Anita Roth-Nebelsick vom Stuttgarter Naturkundemuseum „Am Löwentor“ interessiert sich für die Pflanzen vergangener Erdzeitalter. Die Kuratorin für Paläobotanik über den Stuttgarter Stammbaum:

### **Cut 4: Anita Roth-Nebelsick**

Ja, dieser große Stammbaum ist deswegen so einzigartig, weil er alle Organismen umfasst, die wir hier auf der Erde haben. Und er schließt sogar solche – ja, man kann das fast nicht als Lebensformen bezeichnen – er schließt sogar Viren mit ein. Und demgemäß geht dieser Stammbaum also sehr weit zurück. Er fängt praktisch an bei den ersten mikrobiellen Anfängen bis eben heute zu den hoch organisierten komplexen Lebensformen, wie zum Beispiel den Menschen, aber auch den anderen Säugetieren. Er umfasst sozusagen alle Organismen dieser Welt.

### **Zuspiel Evolution Teil 1**

Heute morgen um 9 hat sich die Erde aus kosmischem Schutt zusammengeklumpt. Und sie war erst mal wüst und leer. Etwa um halb 12 haben sich erste primitive Lebensformen gebildet. Bakterien, Pilze. Sie vegetieren vor sich hin und die Bakterien sorgen dafür, dass sich Sauerstoff in der Atmosphäre anreichert. Aber erst mal gab es noch gar keine Lebewesen, die mit diesem Sauerstoff etwas anfangen können. Aber noch den ganzen Nachmittag ist es bei diesen Kleinstlebewesen geblieben. Eigentlich richtig langweilig.

Dann vor anderthalb Stunden, so gegen halb acht, hat sich höheres Leben entwickelt. Und zwar ziemlich plötzlich. Organismen mit richtigen Skeletten in ganz vielen verschiedenen Formen. Aber erst mal bewegen sie sich nur im Meer.

Um kurz vor acht werden die Kontinente grün – die ersten Pflanzen haben das Festland erobert. Um kurz *nach* acht kommen die ersten Amphibien hinterhergekrochen. Vorhin, um halb neun, gab es einen großen Einbruch: 90 Prozent aller Tiere und Pflanzen sind plötzlich ausgestorben. Nur wenige haben überlebt. Kurz darauf sind die ersten Saurier erschienen. Vor 10 Minuten sind auch diese wieder ausgestorben und haben Platz gemacht, unter anderem für kleine Primaten, die sich in den Tropen tummeln. Einige von ihnen klettern durch die Bäume, richten sich langsam auf und verlieren ihren Schwanz. Und gerade eben erst, vor einer Minute, haben sich die Entwicklungslinien von Mensch und Schimpanse getrennt.

### **[Sprecherin:**

Im Geäst des großen Stammbaums sind die Grünalgen und die Orchideen ebenso verzeichnet wie die Laub- und Lebermoose. Wahrscheinlich haben sich die Moose vor etwa 400 bis 450 Millionen Jahren aus den Grünalgen der Gezeitenzone entwickelt. Der Biologe Martin Nebel kennt sich in der Welt der Moose aus. Der Botaniker vom

Naturkundemuseum entdeckte sogar einige neue Arten. Der Wissenschaftler erzählt, warum er am Stammbaum des Naturkundemuseums mitgewirkt hat:

#### **Cut 5: Martin Nebel**

Zum einen hatten wir dort die Möglichkeiten, die neuesten Erkenntnisse über die Phylogenie der Moose einfließen zu lassen. Es hat sich durch eben, durch die molekulare Forschung sehr viel Neues ergeben. Zum anderen finde ich bei solchen Stammbäumen immer faszinierend den Hintergedanken, wie alles zusammenhängt. Dass man wirklich Zusammenhänge schaffen muss. Sich Gedanken machen muss, wie hängt das zusammen, und das nachher auf einen einzigen Organismus zurück geht, dieser geniale Gedanke Darwins, dass alles aus einem einzigen Organismus hervorgegangen ist, aus einem Vorläufer hervorgegangen sein muss. Dieses kann man eben an den Stammbäumen dann eben verfolgen. Die Stammbäume sind dann wieder Anregungen, sich Gedanken zu machen, wie hängen die Sachen zusammen. ]

#### **Sprecherin:**

Um anschaulich darzustellen, wie einzelne Arten miteinander zusammenhängen, skizzierte Charles Darwin im Jahr 1837 den ersten Stammbaum in eines seiner Notizbücher. Während der englische Biologe nur wenige Verzweigungen eintrug, zeichnete sein deutscher Kollege Ernst Haeckel drei Jahrzehnte später weitverzweigte Bäume aus den Urahnen der Pflanzen. Günter Bechly zieht ein Werk von Ernst Haeckel aus dem Bücherregal:

#### **Cut 6: Günter Bechly**

Da gibt es von 1866 einen Stammbaum der Pflanzen. Wenn man sich diesen Stammbaum des Pflanzenreichs anschaut, den Haeckel geschaffen hat, da war er damals relativ mutig und hat sich einfach gestützt auf die Erkenntnisse der damals bestehenden vergleichenden Morphologie der Pflanzen. Darwin war da sehr viel vorsichtiger und hätte sich das noch nicht getraut, einen solchen Stammbaum der Pflanzen selber zu errichten. Aber wenn man sich diesen Stammbaum anschaut, dann ist er im Großen und Ganzen gar nicht so schlecht. Wir haben hier an der Basis die Pilze. Die Pilze stehen tatsächlich außerhalb eigentlich des Pflanzenreiches. Wir wissen heute sogar, die Pilze sind näher mit den Tieren verwandt als mit den übrigen Pflanzen. Dann hat er völlig richtig hier ganz an der Basis die Characeen. Das ist eine Gruppe der Grünalgen, die wir auch heute als die Stammgruppe oder die nächst verwandte Gruppe zu den höheren Pflanzen betrachten. Dann hat er die Moose ziemlich weit unten und dann kommen die Farnpflanzen als nächstes und dann kommen die Nacktsamer und dann kommen erst die Blütenpflanzen. Also das ist eigentlich genauso, wie wir heute den Stammbaum auch sehen. Die einzigen Unterschiede, das sind zum Beispiel innerhalb der Moose, die werden heute in verschiedene Gruppen aufgespalten, die nicht mehr einen Moosahnen quasi haben, sondern die sukzessive näher mit den höheren Pflanzen verwandt sind. Aber im Großen und Ganzen ist diese Topologie, diese Ordnung des Stammbaumes richtig.

*Atmo: Schritte ins Herbarium*

#### **Sprecherin:**

Der Stammbaum des Lebens beinhaltet mit seinen Haupt- und Nebenästen ein Wissensangebot über die Vielfalt der pflanzlichen und tierischen Organismen. Wer jedoch vor Ort hinter die Kulissen des Naturkundemuseums schaut, der entdeckt noch mehr. Die Pflanzen der Erde werden nicht nur graphisch in einem Stammbaum

dargestellt, sondern sie werden auch in einem eigenen Herbarium dokumentiert. In einem großen Saal erblickt der Besucher Stahlschrank neben Stahlschrank, gefüllt mit gepressten und getrockneten Pflanzen. Der Botaniker Mike Thiv zu den Schätzen, die im Naturkundemuseum aufbewahrt werden:

### **Cut 7: Mike Thiv**

Wir sind jetzt im Obergeschoss des Herbars des Naturkundemuseums in Stuttgart. Das ist eine Sammlung mit einer Million getrockneter Pflanzen, von denen ungefähr 600.000 auf die höheren Pflanzen, sprich auf die Farne und Blütenpflanzen entfallen. Die Pflanzen sind hier in Schränken geordnet. Wir können uns das gleich angucken. Die sind getrocknet, gepresst, aufgeklebt und etikettiert.

### **Sprecherin:**

Im Herbarium befindet sich auch eine Pflanze, die noch aus dem sogenannten „Goldenen Zeitalter“ der Botanik stammt. Das war die Zeit von Carl von Linné, der die Grundlagen der botanischen und zoologischen Bestimmungslehre schuf. Im 18. Jahrhundert wurden die Kontinente der Erde von vielen Forschungsreisenden, darunter die Mitstreiter des schwedischen Arztes und Botanikers Carl von Linné, nach neuen Arten durchforscht.

### **Cut 8: Mike Thiv**

(Aufschließen) In diesem Schrank befinden sich Belege, die von Herrn Alexander Wilhelm Martini gesammelt wurden. Das war ein Begleiter von Gmelin auf der Sibirienreise. Diese Tour wurde von 1740 bis 1743 unternommen. Ich such' jetzt mal eine Art aus, von der es relativ wahrscheinlich ist, dass Linné diese auch gesehen hat. Man sieht dann auch die Artnamen auf den äußeren Umschlag geschrieben. Hier ist er auch schon. Wir klappen jetzt mal diesen Bogen auf. Hier haben wir jetzt einen Beleg, der vermutlich im Juni 1741 gesammelt wurde. Und wie Sie sehen, die grüne Farbe ist in der Tat noch relativ gut erhalten. Also es sieht sehr frisch aus. Was im Prinzip auch belegt: Indem man Pflanzen einfach nur trocknet, sind sie sicherlich Jahrhunderte, Jahrtausende haltbar.

### **[Sprecherin:**

Mit seiner zweiteiligen Namensgebung für die Organismen der Erde schuf Linné die Sprache, in der auch die modernen Verzeichnisse der biologischen Vielfalt verfasst sind. Die Pflanze aus Sibirien, die Mike Thiv in Händen hält, dokumentiert die Linnésche Reform in der botanischen Benennung.

### **Cut 9: Mike Thiv**

Das Interessante an dieser Art ist: Es handelt sich hier um den Sumpftragant. Und hier im linken unteren Teil, auf diesem Beleg – die sind ungefähr DIN A 3 groß – sehen wir den Namen auf Latein geschrieben. Original von Martini. Da steht nun: *Astragalus flore ochroleuco* auf Lateinisch. Sprich der *Astragalus*, der Tragant, das ist die Gattung. Und *flore ochroleuco* heißt nun: Mit blassgelben Blüten. Das macht nun auch Sinn, weil 1741 war die Zeit vor Linné. Da hat Linné noch nicht sein Gattungs- und Artnamenskonzept eingeführt, sondern die Pflanzen wurden mit einer großen Beschreibung behandelt. Und Sie sehen hier noch in einer etwas anderen Schrift mit Tinte darüber geschrieben: *Astragalus uliginosus*. Das war dann der Name, den Linné eingeführt hat. Vermutlich ist es eben so, dass er eben auch eine Kopie von exakt diesem Beleg hier in der Hand hatte und auf Grund dieses Beleges dann diese neue Art beschrieben hat.]

**Sprecherin:**

Im Unterschied zur Artenliste des Herbariums in Stuttgart sind in dem Stammbaum des Naturkundemuseums auch Pflanzen aufgeführt, die vor vielen Jahrmillionen lebten und die längst ausgestorben sind. Die frühen Landpflanzen, mit denen sich Anita Roth-Nebelsick beschäftigt, sind zwar im virtuellen Stammbaum verzeichnet, aber im Herbarium des Naturkundemuseums sind sie aus gutem Grund nicht zu finden:

**Cut 10: Anita Roth-Nebelsick**

Das ist jetzt ein bisschen schwierig. Wenn man ehrlich ist, wie die aller-, aller-, allerersten Landpflanzen aussahen, das weiß man gar nicht. Man findet in Sedimenten des Ordoviziums, also vor circa 470 Millionen Jahren, da findet man so kleine Restchen. Also Sporen, so kleine Häutchen und kleine Röhrchen und da geht man davon aus, dass das bereits pflanzlichen Organismen gehörte, die eben auf dem Lande lebten. Aber man hat dazu eben die Pflanzen nicht. Und die ersten richtig dokumentierten Pflanzen, also sogenannte Makrofossilien, die stammen aus dem Silur. Das ist also circa vor 420 Millionen Jahren. Mit dieser Art von Pflanze, die damals lebte, haben wir uns eine Zeit lang sehr intensiv befasst.

**Sprecherin:**

Die ersten grünen Landbewohner waren merkwürdige Pflanzen. Sie entwickelten bereits Stängelchen und einige Verzweigungen, aber über Blätter oder Nadeln wie wir sie von der Buche oder von der Kiefer kennen, verfügten diese Urpflanzen noch nicht. Die uns vertrauten Stämme der Eichen, die Halme der Quecke und erst recht die Blüten der Orchideen sind hoch komplexe Erfindungen in der Geschichte der Natur, die es zu Zeiten der ersten Landpflanzen noch gar nicht gab. Über dem Schreibtisch der Botanikerin Anita Roth-Nebelsick hängt das Aquarell einer grünen Landschaft:

**Cut 11: Anita Roth-Nebelsick**

Jetzt habe ich gerade zufällig hier ein Bild. Das hat mir eine Tübinger Künstlerin gemalt. Das ist eine Landschaft des Unteren Devons, aber es könnte auch eine Landschaft des Oberen Silurs sein, also circa 400 Millionen Jahre vor unserer Zeit. Was man hier sieht? Man sieht da so eine Flusslandschaft. Es sieht aus wie so eine Marschlandschaft, wie eine heutige. Man sieht ein bisschen so eine Art von Gestrüpp. Also eine sehr kurze Vegetation. Es gibt keine Bäume. Es gibt keine Sträucher. Von der Ferne sieht es aus, als ob es Gras wäre, aber es gab damals noch keine Gräser. Was man also sieht, ist, dass die erste Vegetation, die also das Land bedeckte, dass das also sehr kleine Pflanzen waren. Ich habe auch mal so eine Ausschnittszeichnung von zwei Gattungen, die damals existierten oder von zwei Arten. Das sind relativ kurze Pflanzen ohne Blätter. Die sich gabelig verzweigten. Und maximal, maximal Kniehöhe erreichten.

**Sprecherin:**

Bei der Ausschnittszeichnung handelt es sich um die Gattungen Rhynia und Aglaophyton, die in der Wissenschaft als rhyniophytische Pflanzen zusammengefasst werden. Der Name leitet sich von der Fundstelle in Schottland ab: Dem unter Paläobotanikern berühmte Rhynie Chert nahe Aberdeen, wo sich eine uralte Vegetation fossil erhalten hat. Im Mikroskop, das Anita Roth-Nebelsick auf dem Tisch stehen hat, befindet sich ein Rhynia-Präparat: Ein Querschnitt der Uralt-Pflanze. – Der Betrachter entdeckt konzentrische Kreise und im Zentrum sieht er einen dunklen Fleck:

### **Cut 12: Anita Roth-Nebelsick**

[Da haben wir jetzt einen solchen Querschnitt eines Stückes aus dem Rhynie Chert. Was man hier sehen kann, man kann es als Querschnitte dieser Pflanzen sozusagen bezeichnen. Was man hier sieht, sind die quer geschnittenen Achsensysteme. Das sind praktisch konzentrische Kreise.] Das zentrale Dunkle, das ist das Wasserleitsystem. Das Leitbündel. Draußen herum der hellere Kreis sozusagen, das ist das Grundgewebe oder Parenchym. Außen herum der äußerste konzentrische Kreis, das ist das Abschlussgewebe, die Epidermis. Mehr war in diesen Pflanzen nicht drin. Die waren also sehr einfach gebaut. Die haben tatsächlich eine gewisse Ähnlichkeit – wenn man zum Beispiel heute größere, stabile Laubmoose quer schneidet, zum Beispiel den Polytrichum – da bekommt man ähnliche Strukturen.

### **Sprecherin:**

Um den schwierigen Schritt zum Landleben erfolgreich zu bewältigen, mussten die Pflanzen Verfahren entwickeln, die es ihnen ermöglichten, fern des Wassers zu überleben. [Um aus dem Boden Wasser zu entnehmen, wird ein absorbierendes Organ benötigt. Es mussten auch Leitungsröhrchen, die das Wasser nach oben transportieren, entwickelt werden. Weiterhin war ein spezielles Gewebe erforderlich, das verhindert, dass die Pflänzchen sofort austrocknen. Nicht zuletzt die Poren durften nicht vergessen werden, durch die das Kohlendioxid in die Pflanze hineinströmen kann. Das alles schafften Rhynia und Aglaophyton. Damit war ein entscheidender Schritt in der Evolution vollzogen.]

### **Cut 13: Anita Roth-Nebelsick**

Sie haben also geschafft, ohne – ich sage mal – anständiges Wurzelsystem. Sie hatten nur ganz, ganz schwache Systeme, mit denen sie also aus dem Boden Wasser aufnehmen konnten, das nennt man Rhizoide. Sie haben es also geschafft mit relativ schwachem Wurzelsystem und einem sehr einfachen inneren Bau, ohne Blätter haben sie es geschafft, wirklich viel Biomasse zu produzieren, das Land zu besiedeln. [Und das haben sie also in Kooperation sozusagen gemacht mit der damaligen Atmosphäre, die sehr viel CO<sub>2</sub> enthielt. Wenn man sich diese Pflanzen ansieht, dann sieht man, wenn man rechnet – wie haben die damals gelebt, wie viel Wasser haben sie verloren, wie viel haben sie photosynthetisiert, wenn man das also mal berechnet und eben diese Rekonstruktionen der damaligen Atmosphäre zu Grunde legt, dann sieht man, dass sie also phantastisch Photosynthese betreiben und während dieser Photosynthese fast kein Wasser verlieren.] Das heißt, sie waren perfekt abgestimmt auf die damalige Umwelt, die ihr sozusagen in Kooperation erlaubte, eben das Land in dieser Weise zu besiedeln, mit dieser an sich für heutige Pflanzen eigentlich kümmerlichen Ausstattung.

### **[Sprecherin:**

Die frühen Landpflanzen waren einfach, aber effizient. Rhynia und Aglaophyton verfügten über die erforderlichen Werkzeuge, die es ermöglichen, außerhalb des Wassers zu leben. Wenn es den Urpflanzen gelang, innere Gefäße zu entwickeln, war das ein wichtiger Durchbruch.

### **Cut 14: Anita Roth-Nebelsick**

Das ist einfach die Evolution von internen Transportleitungen. Die ist natürlich für jeden größeren Organismus wichtig. Bei Tieren ist es natürlich zum Beispiel das Blutgefäßsystem, was in effektiver Weise das Blut durch unseren Körper leitet. Es handelt sich immer um dasselbe Prinzip. Man hat Röhren, kleine oder größere Röhren. Man hat sozusagen eine interne Rohrströmung. Bei Pflanzen hat man das

eben auch. Und zwar kommt es bei Pflanzen darauf an, dass man eben Wasser vernünftig leitet. Was ich eben nicht erwähnt habe, was bei Pflanzen auch wichtig ist, ist, dass der Zucker, der durch Photosynthese gebildet wird, dass der eben auch anständig im Organismus verteilt wird. Das geschieht ebenfalls in diesen Leitbündeln. Und zwar sind die Wasserleitgewebe und diese Zuckerleitgewebe immer assoziiert. Die kommen immer zusammen vor. Das ist analog dem Blutkreislauf ein den Organismus internes versorgendes Gewebe.]

### **Sprecherin:**

Durchwandert Günter Bechly seinen Stammbaum am Bildschirm von den Ursprüngen her in die Richtung der späten Blütenpflanzen, dann führt der Weg an den frühen Gewächsen vorbei, die auf dem Aquarell im Arbeitszimmer von Anita Roth-Nebelsick zu bewundern sind:

### **Cut 15: Günter Bechly**

Wir müssen in diesem Stammbaum, um zu dem Stammbaum der Pflanzen zu gelangen, zunächst einmal zu den Bakterien, an den Bakterien vorbei zu den zellkernhaltigen Lebewesen, den sogenannten Eukaryonten, dann in eine Gruppe, die dadurch gekennzeichnet ist, dass sie zwei Geißeln besitzt im Ursprungszustand, also alles noch Einzeller. Von denen stammt dann eine Gruppe ab, zu denen zum einen die Rotalgen gehören und zum andern dann die grünen Pflanzen. Zunächst einmal mit einer ganzen Reihe von grünen Algengruppen. Das sind zum Teil auch einzellige Formen, aber auch mehrzellige Formen. Wenn wir uns durch diese verschiedenen Grünalgengruppen durchhangeln, dann kommt man irgendwann zu den höheren Pflanzen, zu den sogenannten Embryophyten. Und ganz an der Basis haben wir dann hier schon die verschiedenen Moosgruppen, nämlich die Laubmoose, die Lebermoose und die Hornmoose. Wenn wir dann noch ein Stückchen weiter gehen, dann kommen zum Teil ausgestorbene Pflanzen wie die Rhyniophyten. Rhynia, das ist eine Gruppe aus dem Devon. Etwa 400 Millionen Jahre alt, die auch mit zu den ganz frühen Landpflanzen gehört.

### **Sprecherin:**

Weil sie ausgestorben sind, befinden sich im Herbarium des Naturkundemuseums keine blattlosen Rhyniophyten. In den Stahlschränken werden aber andere Pflanzen aufbewahrt, die einen Blick in die Epoche der Erdgeschichte ermöglichen, in der von den ersten Organismen ein Lebensraum außerhalb des Meeres erobert wurde. Seit seinem Studium bei dem Botaniker und Mykologen Franz Oberwinkler in Tübingen beschäftigt sich Martin Nebel mit den Pionieren des Landgangs, die nur auf den ersten Blick unscheinbar aussehen: Seine Passion sind die Lebermoose.

### **Cut 16: Martin Nebel**

Zum einen hat sich herausgestellt inzwischen, dass die Lebermoose die ältesten echten Landpflanzen sind. Also die Pflanzen, die zum ersten Mal sich richtig an das Landleben angepasst haben. Dort haben vor allem molekulare Forschungen, Stammbäume, die aus molekularen Forschungen hervorgegangen sind, haben das eindeutig belegt. Die Lebermoose, die sich von den Grünalgen herleiten, haben als erste richtig das Land erobert. Das Interessante an den Lebermoosen, was mich dann so begeistert hat, ist, dass sie eine Symbiose, ein sehr enges Zusammenleben mit den Pilzen eingegangen sind. Und wir vermuten oder wir können heute mit einigermaßen Sicherheit sagen, dass die Pilze es waren, die den Lebermoosen sozusagen den Sprung an Land ermöglicht und vielleicht auch nur erleichtert haben. Diese Symbiose zwischen diesen beiden

Organismen – Wieso tun sich zwei Organismen zusammen, kooperieren miteinander? – diese Frage hat mich besonders stark angerührt und das ist heute mein Forschungsgebiet.

**Sprecherin:**

Am intensivsten hat sich Martin Nebel mit den sogenannten Ohnnervmoosen beschäftigt. Moose haben keine wirklichen Nerven. Aber viele Moose besitzen eine Verdickung oder Verstärkung im Pflanzenkörper, die bei den Ohnnervmoosen eben fehlt. Im tropischen Bergregenwald in Südamerika entdeckte Martin Nebel sogar zwei neue Arten dieser besonderen Moose. Für die gesamte Familie der Ohnnervmoose erarbeitete er aber auch einen Stammbaum. Der Botaniker begibt sich zum einschlägigen Stahlschrank im Herbarium:

**Cut 17: Martin Nebel**

[Jetzt bewege ich die Regalwände. Wir haben hier ein Kompaktlager. Um möglichst viel unterzubringen, stehen die Schränke auf Rollen. So. Jetzt geht der Schrank auf. Jetzt kann ich bloß hoffen, dass ich es schnell finde. Gut. Dann. Ich kann es auch hier hinlegen.] Das ist also jetzt der Beleg von *Lobati riccardia verdoornioides*. Heute sind es immer mehrere Autoren ... *Verdoornioides* – Nebel, Preußing, Schäfer-Verwimp und Quandt. Das haben wir eben in Südamerika in den Paramos bei etwa über 4000 Meter, damit das höchste Vorkommen dieser Gattung, gefunden. Zusammen mit dem Kollegen Markus Preußing am Rande von kleinen Seen und von kleinen Bächen. Und so unscheinbar sieht das Ganze aus.

**Sprecherin:**

Zu sehen ist ein kleines grünliches Moospolster. Die Gattung *Lobati riccardia* vertieft nicht nur das Wissen über die Vielfalt der heutigen Moose, sondern sie lässt auch Rückschlüsse zu, um noch tiefer in die Stammesgeschichte der Pflanzen zu schauen.

**Cut 18: Martin Nebel**

Dieses Moos zeigt uns, dass der Schwerpunkt der Verbreitung vieler Moose in der Südhemisphäre liegt. Wir führen das da drauf zurück, dass die Entwicklung der ersten Moose oder die Hauptentwicklung auf dem Gondwana-Kontinent stattgefunden hat und wir deshalb heute noch diesen Schwerpunkt der Verbreitung auf der Südhalbkugel beobachten können. Und dieses Moos, was wir jetzt hier gefunden haben, hat eine Verbindung zu der Verbreitung in Südostasien und Neuseeland und genau dort können wir eben sehr viele von diesen sehr, sehr alten Moosen noch finden und deshalb ist es heute noch ein Relikt dieses ursprünglichen Entwicklungszentrums vor vielen Millionen Jahren.

**Sprecherin:**

Nachdem das Festland der Erde von Laubmoosen und von Rhyniophyten begrünt worden war, hörte das Schauspiel der Evolution nicht auf.

Wie sich der Fluss des Lebens innerhalb der Landpflanzen verzweigte, skizziert Günter Bechly am großen Stammbaum:

**Cut 19: Günter Bechly**

Dann haben wir an der Basis dann auch die Bärlappgewächse natürlich und auf der andern Seite die Farnpflanzen. Wenn wir dann an den Farnen vorbeikommen ... zu den Farnen werden übrigens auch die Schachtelhalmgewächse gezählt. Die sind subordiniert, also untergeordnet innerhalb des Stammbaums der Farne. Dann kommen

wir zu den Spermatophyten, also den noch höher entwickelten Pflanzen, die sich zum einen aufspalten in die Gruppe der Nacktsamer, zu denen der Ginkgo gehört oder die verschiedenen Nadelbaumgewächse. Und auf der andern Seite dann der Stammbaum, der in Richtung geht der Blütenpflanzen. Da haben wir eine ganze Reihe fossiler Formen. Bei den modernen Blütenpflanzen an der Basis ist die Gattung Amborella. Das hat sich molekular, aber auch anatomisch herausgestellt als die ursprünglichste heutige Blütenpflanze. Das ist eine Gattung, die wir auf Neukaledonien finden. Dann steht dann als nächstes an der Basis die Seerosengewächse. Dann kommen eine ganze Reihe Gruppen, die man allgemein eher nicht kennt. Die Magnolien auch eher an der Basis. Die einkeimblättrigen Pflanzen. Dann kommen wir zu den höheren Blütenpflanzen, also zu denen zum Beispiel auch die Rosen gehören.

### **Sprecherin:**

Den Großteil der Pflanzen unserer Erde machen die bedecktsamigen Blütenpflanzen aus. Linden im Wald, Weizen auf dem Feld, Geranien im Blumenkasten, Wasserlinsen auf dem Teich, Schwertlilien am Ufer, Seegrass im Meer und Kakteen in der Wüste – wo immer man ist, sind auch Blütenpflanzen anzutreffen. Geht Mike Thiv durch das Herbarium, macht er hin und wieder vor einem Schrank halt, in dem Pflanzen der Familie der Rachenblütler aufbewahrt werden. Das sind überwiegend krautige und verholzende Pflanzen, zu denen auch der Fingerhut gehört.

### **Cut 20: Mike Thiv**

[Darin befindet sich eine Gattung, mit der ich selber gearbeitet habe. Wir können mal gerade den Schrank aufmachen. Was Sie hier sehen, sind jetzt verschiedene Stapel in verschiedenfarbigen Umschlägen, die repräsentieren die Herkunft dieser einzelnen Pflanzen. Wir können jetzt mal schauen.] Die Gattung, mit der ich gearbeitet habe, heißt *Campylanthus*. Hier haben wir sie auch schon. Dafür gibt es keinen deutschen Namen. Aber hier sehen sie zum Beispiel, die wurde von Professor Kull aus Stuttgart auf Teneriffa gesammelt. Das ist ein Strauch, der bis 2 Meter hoch wird. Da haben wir einen kleinen Ast, der getrocknet wurde, gepresst wurde, und hier sehen wir noch die Blätter und die Früchte, die sich daran befinden.

### **Sprecherin:**

Der Strauch kommt nicht nur im Westen auf den Kanaren und den Kapverdischen Inseln vor, sondern auch in Ostafrika und bis nach Pakistan. Die Gattung *Campylanthus* untergliedert sich in achtzehn Arten. In der Botanik wurde schon lange darüber gestritten, was zu ihrer Aufspaltung führte. Die einen postulierten, dass ein klimatischer Wandel die Ursache der Verzweigungen bildete und die andern vermuteten, dass es erst durch Samentransport zu einer Ausbreitung und dann zu einer lokalen Anpassung kam.

### **Cut 21: Mike Thiv**

Wir haben den Stammbaum rekonstruiert mittels DNA-Sequenzen, die wir von den einzelnen Arten miteinander verglichen haben. Dabei hat sich gezeigt, dass die westlichen Arten, die sozusagen im Atlantik vorkommen, auf den Kanaren und auf den Kapverdischen Inseln, sind nächst zueinander verwandt und die bilden eine Linie und die nächste verwandte Gruppe dazu sind die ganzen östlichen aus Arabien, Ostafrika. [Mittels Fossilien als auch – ich sage mal – dem Vorkommen von gewissen Arten auf vulkanischen Inseln, waren wir in der Lage, das Alter von gewissen ursprünglichen Auftrennungen innerhalb der Gattung *Campylanthus* zu datieren und kamen auf ein erstaunliches Alter von 5 bis 6 Millionen Jahren. Das ist insoweit interessant, weil wir

uns jetzt vorstellen können, dass in Nordafrika früher eine geschlossene Vegetationsdecke herrschte und man geht davon aus, dass vor allem die Austrocknung vor sieben Millionen Jahren begann. Deshalb haben schon Forscher im 19. Jahrhundert postuliert, dass wir Relikte haben im Westen, auf den Kanaren und im Osten, in Ostafrika, die also diese erste Hypothese darstellen, die zusammenhängend waren und mit dem Klimawandel getrennt wurden. Und unser Alter bestätigt das jetzt. Jetzt haben wir einen der relativ seltenen Fälle, wo wir tatsächlich dieses Verteilungsmuster hier nachweisen konnten.]

### **Sprecherin:**

Damit gelang der Nachweis: Sicher nicht bei allen Verzweigungen, aber bei der grundlegenden Aufspaltung des Stammbaums der Gattung *Campylanthus* hatte ein kräftiger Klimawandel seine Hand im Spiel. Mike Thiv zum Ergebnis der Gen- und Verwandtschaftsanalyse:

### **Cut 22: Mike Thiv**

Die Arten innerhalb der Gattung *Campylanthus* sind letzten Endes vermutlich durch verschiedene Modi entstanden. Allerdings ist es so, dass die Grundlinie, die basale Abspaltung, man kann sagen, die älteste Aufspaltung – die geht vermutlich auf einen Klimawandel in Nordafrika zurück, nämlich der Austrocknung, die nachher zur Sahara führte. Innerhalb der arabischen, ostafrikanischen Gruppen, da haben wir wahrscheinlich wieder andere Aufspaltungsmuster, dass eventuell auch einzelne Samen transferiert wurden, die nachher getrennt wurden von ihren Mutterpopulationen, im Laufe der Zeit sich dann eigens entwickelten.

### **Sprecherin:**

Der Paläontologe Günter Bechly ist kein Botaniker, sondern ein Zoologe. Er beschäftigt sich zum Beispiel mit Libellen, die vor etwa 150 Millionen Jahren in einer Zeit lebten, in der es noch Dinosaurier gab. Doch Günter Bechly und seine Kollegen halten es wie die Großen der Biologie: Sie schauen über den Tellerrand ihrer jeweiligen Spezialgebiete hinaus, weil sie der Fluss des Lebens in seiner Vielfalt interessiert:

### **Cut 23: Günter Bechly**

Alle, die mitarbeiten an diesem Stammbaum, sind Leute, die sich schon immer interessiert haben für Stammesgeschichte. [Ganz einfach, weil es auch darum geht, wie ordnen wir die Gruppen, über die wir selber arbeiten, in das große Ganze ein, wie sind die näheren und weiteren Verwandtschaften im Umfeld dieser Organismen. Natürlich spielt dann auch bei Insekten eine Rolle die Pflanzenwelt, von was für Pflanzen haben sich bestimmte Insekten ernährt, auf welchen Pflanzen haben sie ihre Eier abgelegt usw. Also insofern ist für jeden Biologen eigentlich das gesamte Organismenreich von Interesse.] Bei uns ist es ein berufliches Steckenpferd, quasi den Stammbaum des Lebens zu entschlüsseln und auch von andern Kollegen alle Ergebnisse zusammenzufassen.

### **Sprecherin:**

Der virtuelle Stammbaum aus Stuttgart ist ein Angebot zum Stöbern und zum Schauen. In ihm steckt Wissen. Er regt dazu an, nicht nur uns selbst, sondern auch die Blumen im Garten, die Unkräuter am Wegesrand und die Baumwipfel im Wald jeweils als etwas Besonderes zu sehen. Wie die Pflanzen um uns herum tragen aber auch wir Menschen von Person zu Person einen Stammbaum des Lebens in uns, der vor Urzeiten auf der Erde zu wachsen begann:

## **Cut 24: Günter Bechly**

Wir tragen ihn eigentlich in uns von den ersten Anfängen an bis zu den jüngsten Vorfahren, den Cro-Magnon-Menschen. [Wir haben die Neuerung, die bei der Entstehung der zellkernhaltigen Zelle gemacht worden sind, vor drei- oder dreieinhalb Millionen Jahren, die tragen wir in uns in unseren Zellen und jeder Schritt dann auf dem Weg dann zum Tier, zu den Vielzellern, zu den Wirbeltieren, der Landgang der Wirbeltiere, wie die Arme konstruiert worden sind mit den entsprechenden Knochen, das sehen wir bei den Fossilien – die haben Oberarme und Elle und Speiche und das besitzen wir auch noch –, also alles, was auf diesem Weg erworben worden ist, sofern es nicht wieder – manchmal geschieht das in der Evolution, dass etwas wieder reduziert wird –, sitzt das alles noch in uns, sowohl in unseren Körpern als auch natürlich ohnehin in unserem Erbgut.] Also wir tragen vier Milliarden Jahre Entwicklungsgeschichte in unsern Körpern.

### **Zuspiel Evolution Teil 2:**

*Schnelles Uhrenticken im Sekundentakt. Alle 10 Sekunden ein elektronisches „Piep“.*

In den ersten 20 Sekunden passiert ziemlich wenig. Der Urmensch lebt wohl in offenen Wäldern und ernährt sich weitgehend vegetarisch. Langsam lichtet sich der Wald zur Savanne. Warten wir noch etwas.

[bei 20 Sekunden:] Jetzt, nach etwa 20 Sekunden, richtet sich der Frühmensch allmählich auf, wird zum Fleischfresser und geht auf zwei Beinen.

[bei 30 Sekunden:] Nun nutzt er seine Hände, um Steinbrocken zu behauen, wenn auch sehr grob. Das Gehirn wächst.

[Bei 40 Sekunden:] *[schneller und dramatischer sprechen]*

40 Sekunden später: Der Mensch wird zum Gruppenwesen. Aus den grob behauenen Steinbrocken werden professionell gefertigte Faustkeile. Der Mensch lernt, mit dem Mund und seiner Stimme eine Vielfalt von Lauten hervorbringen – eine richtige Sprache ist das aber noch nicht.

Stopp.

*Ticken stoppt abrupt bzw. wird gebremst (evtl. wie wenn ein Band zum Stoppen kommt)*

Wir befinden uns in der 60. Sekunde, und diese letzte Sekunde in unserer 12-stündigen Evolution müssen wir etwas strecken. Es passiert einfach zu viel. In dieser allerletzten Sekunde wird der Mensch zum Kulturwesen: Er variiert seine Werkzeuge, erfindet immer neue, erfindet Schmuck und Kunst, malt Bilder, macht Musik, denkt über den Tod nach, entdeckt die Landwirtschaft, erfindet die Schrift, Großreiche entstehen und zerfallen, der technische Fortschritt blüht, Elektrizität ersetzt Muskelkraft – und der Mensch beginnt, seine eigene Geschichte zu verstehen.

*angehaltenes letztes Ticken löst sich wieder auf zum letzten „Pling“*

\* \* \* \* \*