

## Transkript des Audimax Podcast mit Ulrich Technau

Maiada Hadaia: Sehr herzlich willkommen Ulrich Technau, ich bin hier bei Ihnen am Institut. Vielleicht einige Worte, wo ich mich gerade befinde. Sie haben mir schon ein bisschen was erzählt, noch für die Hörerinnen und Hörer, bitte.

Ulrich Technau: Ja, wir sind ja Teil der Fakultät für Lebenswissenschaften, und zwar der hauptsächlich biologische Teil. Und wir sind jetzt im Sommer von der Althanstraße, also im neunten Bezirk, hier in den dritten Bezirk gezogen, an den Wiener Bio Center Campus der University of Vienna Biology Building, kurz UB, ganz brandneues Gebäude und freut uns natürlich sehr, in diesen neuen Hallen hier arbeiten zu dürfen.

Maiada Hadaia: Ja, dann freut es mich auch hier zu sein. Im Namen von Audimax Podcast der Universität Wien. Ich begrüße Sie noch einmal sehr herzlich, bedanke mich jetzt schon für die Zeit, die Sie uns schenken mit einigen Fragen an Sie. Die erste wäre: Wie erklären Sie, was ein Evolutionsbiologe tut? Sie haben mir erzählt, Sie haben mit Schulen, mit Schülerinnen und Schülern zu tun.

Ulrich Technau: Auch da gibt es ganz viele Antworten darauf und Ansätze. Ich will mal sagen, was mich antreibt und kann auch ein bisschen was dazu sagen, was noch andere Bereiche der Evolutionsbiologie angeht. Ich fange häufig so an, dass ich Bilder teile von ganz vielen verschiedenen Tieren. Nicht nur bei Tieren denken wir häufig nur an ein Wirbeltier. Aber die Wirbeltiere machen nur einen einzigen Tierstamm von über 35 Tierstämmen aus. Wenn man dann noch ans Meer denkt und da gibt es dann Seegurken, Seesterne, Schwämme, viele Dinge, die man auf den ersten Blick gar nicht so als Tiere erkennen würde. Also es gibt eine unglaubliche Vielfalt an Organismen und das sind jetzt hier nur die Tiere.

Das gleiche spielt sich ab in der Welt der Pflanzen und natürlich auch fast noch mehr in der Welt der Mikroben. Nur dass es dort nicht morphologisch von der Erscheinung so divers ist, aber natürlich genetisch unglaublich divers. Und was mich interessiert ist: Wie ist eigentlich diese Vielfalt auf dieser Erde entstanden? Und wie verändert sie sich auch andauernd? Und da ich aber auch ein Entwicklungsbiologe bin, und das heißt jemand, der sich mit der Individualentwicklung, also schlicht im Wesentlichen die Embryonalentwicklung und alle fortgesetzten Entwicklungsprozesse, die im Körper stattfinden, also alle zellulären Prozesse, Das ist Entwicklungsbiologie und der Ansatz, den ich da verfolge, ist, dass die Vielfalt, die wir heute sehen, wenn wir einen Seestern anschauen, der sieht ja völlig anders aus als wir zum Beispiel oder als ein Fisch. Alle Tiere auf dieser Welt haben einen gemeinsamen Ursprung. Alle diese verschiedenen Tiere, die wir dort sehen, sehen so unterschiedlich aus am Ende ihrer Individualentwicklung.

Das heißt, jeder fängt an mit einer befruchteten Eizelle und die ersten Stadien sehen sich häufig sehr ähnlich und dann wird es immer unterschiedlicher. Es heißt, dieses Entwicklungsprogramm wurde in der Evolution zunehmend verändert, damit dann auch unterschiedliche Organismen

daraus entstehen, die ganz unterschiedlich aussehen.

Maiada Hadaia: Sie haben jetzt schon mehrere Sachen genannt, die weiter interessant zu fragen wären. Also das eine wäre die Tiere im Meer oder alles was im Wasser und unter Wasser ist. Und das zweite wäre, dass die Menschheitsgeschichte sehr jung ist. Also was ist denn dann tatsächlich das erste Lebewesen gewesen?

Ulrich Technau: Das allererste Lebewesen war sicher ein Mikrobe, ein Bakterienartiger Organismus. Und wir nehmen an, dass der vor etwa es gibt sozusagen biochemische Fossilien, kann ich sie mal nennen, die auf etwa 3,5, wenn nicht über etwas weiter 3,5 Milliarden Jahre zurückgehen.

Die Evolution von den ersten Zellen ist natürlich eine ganz spannende Frage, wie die zum Ersten Mal entstanden sind, weil was macht Zellen aus? Im Gegensatz zur biotischen Welt? Also das ist letztlich das sie umgeben sind, immer von einer Art Membran. Und innerhalb dieses Kompartiments, in dem sich dieser Organismus durch eine Membran von seiner Außenwelt abgrenzt, kann es sozusagen im Innenraum, können Prozesse stattfinden, Metabolismus in der kontrollierten Weise und eben natürlich auch genetische Information gelagert werden, also DNA und natürlich dann alle davon abgeleiteten Produkte wie die RNA und die Proteine. Und natürlich muss diese Membran so gestaltet sein, dass der Organismus auch in Kontakt im Austausch mit der Umwelt stehen kann, aber eben in kontrollierter Weise.

Man stellt sich das auch so vor die Evolution der ersten Zellen, dass es zunächst nur Moleküle waren, die an irgendwelchen reaktiven Oberflächen sich angesammelt haben. Aber irgendwann muss es dazu gekommen sein, dass sich solche Kompartimente gebildet haben, die durch Membranen und die meisten Lipidmembranen, sich abgegrenzt haben. Jede Zelle muss, um die Prozesse regeln zu können, Energie erzeugen können, weil die Prozesse selber auch wieder Energie kosten. Es ist eine Art Energiehaushalt. Deswegen essen wir, deswegen atmen wir, um diese Prozesse durch Atmung. Und natürlich, die Aufnahme von Nahrung ist in unserem Körper, so dass wir letzten Endes ATP produzieren. Das ist der Energieträgerstoff, der dann wiederum der Energiestoff, das Öl wenn man so will, also wie für alle metabolischen Prozesse sind, um dann auch daraus wieder Wachstum aufbauen zu können.

Maiada Hadaia: Und wie kann man sich das vielleicht noch genauer vorstellen? Bei diesen Lebensarten kommunizieren sie auch mit oder untereinander bzw. ernähren sich den Zellen?

Ulrich Technau: Ja, wenn ich jetzt ganz weit zurückgreife die ersten Organismen waren ja Mikroben, Bakterien und dann Archaea, das ist eine zweite Art von Mikroben, eine zweite Gruppe von Mikroben, die ganz, ganz wichtig sind, aus denen wahrscheinlich wir entstanden sind. Irgendwann einmal. Das sind sogenannte Prokaryoten, die haben noch keinen Zellkern. Dann sind irgendwann die Eukaryoten entstanden. Das sind die Organismen, die einen Zellkern haben, und die können entweder einzellig sein oder vielzellig. Und in jedem Fall also die Einzeller sind erst mal für sich alleine, aber trotzdem bilden sie häufig solche Communities, also so Gemeinschaften und interagieren miteinander.

Auch Bakterien tun das und regulieren über die Dichte, mit denen sie irgendwelche Oberflächen besiedeln weitere Prozesse. Das nennt man zum Beispiel „quorum sensing“, also das wie sie fühlen gewissermaßen, wie viele von der gleichen Sorte jetzt hier vorhanden sind. Aber sie bilden auch Gemeinschaften zwischen verschiedenen Arten, also sowohl die Einzeller als auch Mikroben als auch die eukaryotischen Einzeller.

Bei den Vielzellern, zu denen natürlich der Mensch auch gehört. Da müssen natürlich alle Zellen im Organismus miteinander kommunizieren und das entwickelt sich. Während der Embryonalentwicklung differenzieren die Zellen in verschiedene Arten von Zelltypen, die verschiedene Aufgaben haben. Und deswegen ist es natürlich ein interessanter Frage Woher wissen die Zellen, was sie werden sollen und dann welcher an welchem Ort?

Wenn man unseren Körper anschaut, müssen nicht nur verschiedene Zellen da sein, sondern sie müssen auch am richtigen Ort sein, damit sie ihre Funktion auch ausüben können. Man kann sich vielleicht vorstellen Die Leber muss dort sein, wo sie eben sitzt. Die Arme wachsen an einer bestimmten Position heraus, wo sie auch funktionell eine etwas ausüben können usw. Also das ist eben dann der Prozess der Embryonalentwicklung, der dafür sorgt, dass die Zellen differenzieren in verschiedene Zelltypen, verschiedene Gewebetypen und die dann auch an dem richtigen Ort und an zur richtigen Zeit sich entwickeln.

Maiada Hadaia: Das heißt, sie sind intelligent?

Ulrich Technau: Das würde ich so nicht sagen. Nein. Also eine Zelle per se hat jetzt keine Intelligenz. Es ist fast eine philosophische Frage: Was ist Intelligenz? Aber die entsteht ja erst in der Gesamtheit des Organismus durch Entwicklung eines Nervensystems. Aber die Zellen kommunizieren miteinander über Botenstoffe, die so ähnlich sind wie Hormone. Hormone gehören auch dazu. Aber es gibt noch andere Arten von Botenstoffen. Das heißt, sie geben solche Stoffe ab. Das sind meistens eben kleine Proteine, die über die Membran nach außen geschleust werden, die dann entweder über die Blutbahn bei einem schon entwickelten Organismus oder einfach zwischen den Zellen diffundieren.

Und auf der Oberfläche der anderen Zellen befinden sich dann Rezeptoren, die ganz spezifisch sind und genau für diese einzelnen Botenstoffe, wie ein Schlüssel Schloss Prinzip funktionieren und dieses Signal dann ins Innere der Zelle weitergeben. Und es sind diese Botenstoffe, die also häufig auch Gradienten bilden. Weil wenn eine Gruppe von Zellen bestimmten Botenstoffe produziert, ein Signal Molekül nennen wir das, dann ist dort eine hohe Konzentration und das heißt, dass durch die Diffusion entsteht ein Gradient. Das heißt, mit zunehmender Entfernung von dieser Gruppe von Zellen nimmt die Konzentration ab. Und wenn man sich vorstellt, dass die Rezeptoren auf allen Zellen gleichmäßig verteilt sind, dann können die anderen Zellen in Abhängigkeit von der Distanz, können gewissermaßen die Konzentration dieses Botenstoffe messen und dieses Signal Stoffe und daraus entsprechend der Konzentration, Konzentrationsabhängigkeit, eine genetische Antwort generieren, weil sie dann wissen ich bin so und so weit entfernt von der Quelle gewissermaßen.

Und über solche Gradienten von Signalmolekülen wird erst mal ganz früh im Embryo festgelegt, wo oben und unten ist, wo vorne und hinten ist, also die sogenannten großen Körperachsen.

Und das ist die ersten wichtigen Entscheidungen in der Embryonalentwicklung, damit die Zellen dann ausgehend von einem solchen Koordinatensystem wissen, wo sie sind, und damit sie dann die nächsten Instruktionen erhalten und sich gegenseitig erzählen, was sie werden sollen.

Maiada Hadaia: Sie gehen auch an Schulen und arbeiten mit Schülern und Schülerinnen, mit jüngeren Menschen, nicht nur mit Studierenden, sie sind ja auch in der Lehre tätig. Sehen Sie da besondere Herausforderungen, wie sehr man was und in welcher Weise rüberbringt? Was kommt da an bei den jüngeren Menschen, die jetzt nicht explizit sich im Studium der Entwicklungsbiologie ausgesucht haben?

Ulrich Technau: Ja, meistens werde ich dort angekündigt als ein Evolutionsbiologe oder auch Entwicklungsbiologie und Stammzellforscher. Ich habe bestimmte Keywords angegeben und wenn sich bestimmte Lehrer dafür interessieren, dann können sie mich dadurch „buchen“. Also das ist so ein bisschen die Erwartung, die sie dann haben. Sie haben aber eine sehr diffuse Idee. Also im Grunde ist es das, was sie nicht wissen. Sie hören Evolutionsbiologie und Entwicklungsbiologie. Was ist das? Und dann hören Sie von mir, dass ich an Seeanemonen arbeite. Und das ist natürlich total seltsam. Und meistens wollen die Schüler wissen, nicht so sehr die Details der Forschung, sondern wie kommt einer überhaupt dazu, an Seeanemonen zu arbeiten? Und auch, ob ich mein ganzes Leben schon daran gearbeitet habe. Also auch mein Werdegang. Und deswegen erzähle ich häufig, ich habe viele Stationen hinter mir, vielleicht mehr als die meisten anderen Forscher. Ich bin ja jetzt hier, auch an der Uni Wien. Das ist meine neunte Universität in fünf verschiedenen Ländern. Also ich bin ziemlich rumgekommen, schon im Studium, aber auch danach. Und diese Stationen haben mich natürlich geprägt, auf verschiedene Weise und ich erzähle den Schülern auch ein bisschen, wie häufig zufällige Begegnungen mit anderen Forschern oder während des Studiums meinen Weg geleitet haben. Das ist natürlich sehr viel auch von Zufall geleitet worden.

Ich habe nicht schon nach der Matura beschlossen, ich werde mal Evolutionsbiologe und arbeite dann an Seeanemonen. Das hat sich so nach und nach entwickelt. Ich bin eigentlich zur Biologie gekommen durch mein Interesse an der Verhaltensforschung, Konrad Lorenz und solche Dinge. Was ich auch immer noch sehr spannend finde, aber irgendwann wurde mein Interesse dann im Laufe des Studiums, sogar in einem sehr späten Stadium, für die Entwicklungsbiologie geweckt. Und da ich mich immer schon für die Vielfalt der Organismen interessiert habe, wie ist eigentlich diese Vielfalt der Organismen auf dieser Erde entstanden usw., dadurch habe ich mich immer schon auch für Evolutionsbiologie interessiert und habe dann versucht diese beiden Aspekte Entwicklungs- und Evolutionsbiologie zusammenzubringen.

Maiada Hadaia: Und welcher Zufall spielt dabei in der Entwicklungs- und Evolutionsbiologie eine Rolle?

Ulrich Technau: Der erste Zufall, wenn ich jetzt zum Beispiel die Anemonen nehmen, die Seeanemonen, die gehören zur Klasse der Nesseltiere, zu denen auch die Korallen und die Quallen gehören. Manche sind ja schon in Kontakt gekommen auf schmerzliche Weise mit den Nesseltieren. Deswegen heißen sie ja so, weil sie kleine Zellen haben, die diese meistens zum Beuteerwerb benutzen und damit dann auch Gifte assoziiert sind. Und die können sie

abschießen und die können bei manchen Arten durch unsere Haut dringen und das kann dann sehr schmerzhaft, manchmal sogar tödlich sein, je nach der Art. Aber was diese Nesseltiere zu denen die Seeanemonen gehören. Auf die bin ich erst in meinem letzten Praktikum im Studium gekommen, weil mir andere Kommilitonen erzählt haben, da gibt es so einen Kurs, der soll ziemlich cool sein und arbeiten sie mit Hydra, das ist eine Süßwasserpolymp, den gibt es auch hier im Donauraum. Und dann dachte ich na was ist das denn, gut gucke ich mir das mal an, und man muss einfach offenbleiben. Und dann hat mich das so fasziniert, auch die Art und Weise, wie man an die Fragen herangegangen ist. Das war etwas für mich doch Neues, dass man wirklich versucht hat Hypothesen aufzustellen. Dann ein Experiment, sich auszudenken, dass diese Fragestellungen oder diese Hypothese überprüft und entweder widerlegt oder bestätigt und so eben schrittweise in seinen Erkenntnisgewinn weiterkommt. Und das hat mich einfach sehr fasziniert. In dem Praktikum ganz besonders haben wir ein Experiment gemacht, das darauf abzielte, die Selbstorganisationsfähigkeiten dieses Organismus zu studieren.

Also wir haben den, das hört sich jetzt auf den ersten Blick brutal an, aber man kann diese Tiere in Einzelzellen zerlegen, indem man sie einfach durch eine Pipette hoch und runter pipettiert. Und durch die Scherkräfte reißt es die Zellen, ist nämlich sehr locker miteinander verbunden, aus ihrem Verband. Die Zellen sind aber am Leben und sind also eine Art Suppe. Und wenn man diese Suppe jetzt herunterzentrifugiert zu einem Klumpen. Und da ist alles durcheinander. Da sind die beiden Zellschicht, aus denen die Tiere bestehen aufgelöst, die Neuronen, die ganzen differenzierten Zellen sind alle nicht mehr an ihrem Platz, es ist eigentlich ein völliges Chaos. Und aus diesem Klumpen können durch Selbstorganisationsprozesse innerhalb von wenigen Tagen wieder, kann ein völlig normaler Organismus entstehen.

Und das hat mich einfach umgehauen. Diese Fähigkeiten und diese Selbstorganisationsfähigkeit. Und da wollte ich natürlich wissen wie machen die das? Was passiert da auf der zellulären Ebene, auf der molekularen Ebene? Das hat wieder was mit Kommunikation zu tun. Die Zellen müssen miteinander interagieren, weil irgendwann muss festgelegt werden, welche Gruppe von Zellen machen hier den Kopf? Welche andere Gruppe machen den Fuß? Und vielleicht ist auch Platz für zwei Köpfe und so je nach Größe dieses Aggregats.

Und da gibt es theoretische Modelle, mathematische Modelle, die das beschreiben. Aber wir wollen natürlich auch wissen welche Interaktion, welche Moleküle tragen dazu bei? Und könnt ihr ihr Schicksal verändern? Also eine Zelle, die vorher eigentlich nahe schon dabei war, eine Kopfzeile zu werden, kann die sich dann noch mal umentscheiden, eine Fußzeile zu werden und umgekehrt? Und dann sind wir auf einen Prozess gekommen. Also erstens ist es so, dass, ich hatte erst überprüft, ob die Zellen zueinander hin wandern. Also so eine Art Aussortieren von Zellen und Fusseln zueinander. Das findet nicht statt, sondern das kleine Mikrobewegung von Zellen, aber die sind nicht groß genug, um solche größeren Verschiebungen zu bewerkstelligen. Was aber stattfindet ist, wenn zufällig ein paar Zellen zusammenkommen, die Kopfähnlich waren, dann bilden die so eine Art Community und die verstärken dann ihren Zustand. Und wenn andere Fußzellen in der Nähe sind, dann werden die einfach in den Sog gezogen und werden jetzt umgepolt. Jetzt machst du hier bei uns mit und wir machen jetzt hier einen Kopf und umgekehrt auf der Fußseite genauso. Also „Community Effekt“ nennt man das. Wenn zufällig eine Gruppe von Gleichgesinnten vorhanden ist und die ihren Zustand verstärken, das ist

kann man vielleicht auf die Politik übertragen, und dann bilden die so eine Art Organisationszentrum und die instruieren dann die ganze Umgebung.

Maiada Hadaia: Der Themenschwerpunkt der Uni Wien in diesem Semester ist „Zellen und Gesundheit“ vielleicht noch einige Fragen dahingehend, nicht nur in Bezug auf die menschliche Gesundheit, aber ganz allgemein. Welche Rolle spielen Zellen spielen, kann man sagen, wir könnten etwas von Zellen lernen?

Ulrich Technau: Ja, ich meine, der menschliche Körper besteht aus Millionen und Abermillionen von Zellen und unsere Gesundheit hängt davon ab, wie es den Zellen geht, es ist natürlich ganz klar. Und wir haben da unterschiedlichste Arten von Zellen. Also wenn ich jetzt an unser Gehirn denke das sind Nervenzellen, die meisten entstehen schon während der Embryonalentwicklung und es gibt zwar noch einen gewissen Prozentsatz an regenerativen Prozessen und Neurogenese, also das heißt weitergehende Nervenzellenbildung im Gehirn, aber die ist sehr limitiert bei uns. Also es gibt Gewebetypen, die werden einmal gemacht und dann sind sie sehr langlebig und bleiben dann so. Andere Zell- und andere Gewebetypen unterliegen einem konstanten Wandel und werden ständig erneuert.

Also wenn man an das Blutsystem denkt, an die Immunzellen, an unsere Hautzellen, die Haare und diese Art von diesen Arten von Zellen, die also ständig erneuert werden, die brauchen einen Pool von sogenannten adulten Stammzellen. Und diese Stammzellen sorgen jetzt dafür, dass ständig neue Blutzellen erzeugt werden oder Hautzellen, während die anderen, die älteren wieder absterben und unterliegen sozusagen einem Zyklus von Werden und Vergehen. Und diese Balance ist wahnsinnig wichtig und spielt natürlich auch bei unserem Alterungsprozess eine große Rolle. Wenn diese Balance aus Stammzellendifferenzierung und Stammzellerhaltung, wenn die gestört ist, dann kann es entweder zu Krebs führen oder zu anderen Prozessen, die, die man bei Alterung kennt. Muskelschwäche ist ein typisches Beispiel bei alternden Menschen, die darauf zurückzuführen ist, dass nicht mehr genug Muskelstammzellen in Muskeln differenzieren.

Maiada Hadaia: Und wie ist es bei den Seeanemonen?

Ulrich Technau: Ja, das ist faszinierend und interessiert uns auch sehr, weil die sind, ich sage jetzt mal ganz vorsichtig, potenziell unsterblich. Also das ist eine Tiergruppe, bei denen wir bisher keine Alterungsprozess wirklich feststellen konnten. Und das ist ein bisschen ein Paradox in der Evolution, weil, es gibt auch ganze Theorien dazu, wozu Altern eigentlich notwendig ist, auch evolutionär gesehen. Und wir würden natürlich gerne verstehen, wie machen eigentlich die Seeanemonen das, dass sie scheinbar zumindest für uns nicht erkennbar nicht altern. Und ich habe jetzt auch angefangen ein Projekt zu starten in diese Richtung. Ich habe zwar nicht das Ziel, dass wir irgendwann unsterblich werden, also diese Vorstellung stelle ich mir als ziemlich schlimm vor, aber ich glaube, wir könnten wahrscheinlich einiges lernen von den Seeanemonen für eben die Regulation und diese Balance, von der ich gerade gesprochen habe. Ich glaube, die Seeanemonen oder verwandten Nesseltiere sind in der Lage, diese Balance über viele, viele Jahre und Jahrhunderte aufrechtzuerhalten. Und sie benutzen dabei letzten Endes die gleichen Gene wie wir.

Wir haben das Gen Repertoire analysiert, das Genom studiert, weil die erste Frage war natürlich, vielleicht machen sie das auf ihre ganz eigene Art, haben völlig andere Gene dafür. Das scheint nicht der Fall zu sein. Ich meine, jeder Organismus hat einen ganzen Sack voll spezifische Gene. Aber es gibt auch ganz viele wichtige Gene, die sehr konserviert sind, die ganz früh schon in der Evolution schon entstanden sind und das sind die gleichen beim Menschen wie bei der Seeanemone. Also denken wir, dass es nicht die Existenz eines bestimmten Gens ja oder nein ist, dass hier den Unterschied macht, sondern wie diese Gene und die Zellen dann miteinander interagieren und kommunizieren.

Maiada Hadaia: Wie kann man sich das vorstellen, wenn Sie solche Beobachtungen machen, was brauchen Sie dafür an Geräte oder Räume oder tauchen Sie unter Wasser?

Ulrich Technau: Ja, also wenn man natürlich Versuche machen will, ist es immer gut, wenn man die Tiere im Labor halten kann, dass wir nicht angewiesen sind, darauf, dass wir ans Meer fahren müssen. Wir machen das zwar ab und zu, um neue Arten zum Vergleich auch zu sammeln, aber wir haben über die letzten 20 Jahre eine bestimmte Seeanemone sozusagen als Modellorganismus etabliert. Das heißt, ich habe irgendwann mit Studenten herausbekommen, wie man die im Labor zur Eiablage und zu Spermienabgabe bringen kann, in einer kontrollierten Weise über Umweltfaktoren, also Licht und Temperatur im Wesentlichen, dadurch können wir sozusagen genaueres sagen. Wir haben eine große Kultur jetzt hier im Labor vielleicht die weltweit größte Seeanemonenkultur und können jeden Tag, wenn wir eine große Kultur haben, jeden Tag andere Tiere zum Ablaichen bringen und haben deswegen jeden Tag Embryonen zur Verfügung, um Experimente zu machen.

Und wenn man solche Prozesse dann studieren will wie Zellerhaltung, Differenzierung von Zellen, dann muss man verstehen, was dort auf molekularer Ebene passiert. Und man braucht dann eine Reihe von verschiedenen genetischen Tools, sagen wir also Werkzeugen. Also man muss sie markieren können, am besten zum Beispiel mit einem Fluoreszenzfaktor, der übrigens auch aus den Seeanemonen oder mal ursprünglich isoliert worden ist, das sogenannte grüne fluoreszente Protein GFP auf Englisch. Das ist ein Protein, das, wenn man da blaues Licht drauf leuchtet, Fluoreszenzlicht dann gibt es wieder Licht ab, das im grünen Bereich sichtbar ist, und zwar im lebenden Organismus. Und das hat man sich in der Biomedizin überall zunutze gemacht. Und das gibt es inzwischen nicht nur in grüner Farbe, sondern in allen Farbschattierungen und kann damit im lebenden Tier, in den lebenden Zellen die Zellen selber oder individuelle Proteine sichtbar machen, und dann im Fluoreszenzmikroskop verfolgen. Das war damals auch ein Nobelpreis und ist eine weitgehende Anwendung in der Biomedizin. Und das nutzen wir natürlich auch, um solche Zellen zu markieren über sogenannte transgene Tiere. Also das heißt, wir können Nervenzellen sichtbar machen im lebenden Tier und schauen, wie die Nervenzellen sie wandern, ob sie sie, wie sie sich verknüpfen. Das braucht allerdings sehr teure hochauflösende Fluoreszenzmikroskope neben der Molekularbiologie im Labor und vielen Geräten, die wir dazu brauchen.

Maiada Hadaia: Hier ist der technische Fortschritt sozusagen das Wesentliche, auch für neuere Antworten und so weiter. Ohne dem ginge es gar nicht, oder?

Ulrich Technau: Genau, also eine Technologie, weil Sie Technologie ansprechen, ist auch ein bisschen manchmal ein Treiber der Wissenschaft. Eine Technologie, die in den letzten zehn Jahren eigentlich erst entstanden ist, ist die sogenannte „Single-cell transcriptomics“ oder globaler gesagt „genomics“, weil das inzwischen ausgeweitet worden ist. Also was wird dort gemacht? Es wird versucht, das sogenannte Transkriptom das sind, das sind alle Gene, die abgelesen worden sind in einer Zelle, weil in unserem Genom haben wir etwa 20.000 Gene, aber die sind nicht in jeder Zelle alle aktiv. Eine Nervenzelle braucht andere Proteine als eine Leberzelle und deswegen produziert sie andere Transkripte, und die Transkripte, also RNAs, die werden dann wieder translatiert in Proteine. Insofern sind diese Transkripte in gewissem Sinne ein Abbild, ein Profil der Identität einer Zelle. Und die Gesamtheit aller Transkripte nennt man Transkriptom.

Und jetzt hat man es geschafft, durch eine Kombination aus Engineering und Molekularbiologie und verschiedenen anderen Methoden die Zellen eines multizellulären Organismus erstmal aufzulösen in Einzelzellen, so wie ich das auch vorhin schon beschrieben habe, durch Dissoziation, und dann wird diese Zellsuppe durch Mikrokanäle so geschleust, dass eine Zelle nach der anderen kombiniert wird mit einem, sage ich mal, einem Cocktail von Reaktionsmolekülen und Reagenzien, die voneinander abgeschottet werden in kleinen mikrowinzigen Tröpfchen, Nanoliter-Tröpfchen, in denen eine Zelle ist und die Reagenzien, um dann dort die RNA aufzulösen von dieser einen Zelle und mit einem Art Barcode zu versehen. Jedes einzelne Molekül wird dort mit einem Barcode versehen, dass wir nachher wieder finden können, der einzigartig ist. Und dadurch können wir heute etwa in einem Experiment das Transkriptom von etwa 5000 Zellen oder mehr aufschlüsseln durch Sequenzierung und jede einzelne Zelle. Da können wir etwa rund 1000 verschiedene Gene detektieren und diese 1000 Gene in dieser einen Zelle bilden gewissermaßen ein Profil. Und es ist wie ein Fingerabdruck. Und die nächsten Zellen, die verwandt sind, haben vielleicht ein sehr ähnliches Transkriptom, nicht total identisch, aber ähnlich. Und Zellen, die sich in der Differenzierung befinden von Stammzelle zu einer Nervenzelle durchlaufen verschiedene Zwischenstadien.

Und all diese Zwischenstadien können wir jetzt sozusagen erfassen, weil wir jetzt auf der Einzelzellebene diese spezifischen Profile und wenn sie auch nur transienten sind, erfassen können. Und damit können wir jetzt erstens die Vielfalt, die Heterogenität der Zellen in einem Organismus wirklich mal ermessen, wie viel größer ist, als wir es vorher so gedacht haben. Aber auch alle Zwischenstufen in diesen Entwicklungsprozessen und die Verwandtschaftsverhältnisse, also welche Zellen, die vielleicht am Ende ganz unterschiedlich aussehen, aber doch einen gemeinsamen Vorläufer haben, aus dem sie hervorgehen. Und all diese Dinge können wir jetzt aus dieser Single-cell Technologie erlesen. Und dann kriegen wir besonders viele Gene wieder in die Hand, die sagen o.k., das scheint mir, ein sehr interessanter Faktor zu sein. Dann geht man wieder rein und schaut was könnte die Funktion von diesem einen spezifischen Faktor sein? Und testet das dann wieder in Validierungsexperimenten, indem man versucht, zum Beispiel dieses Gen mal auszuschalten. Was passiert dann? Fehlt dann vielleicht eine bestimmte Zelllinie daraufhin? Und dann wüsste man o.k., das ist ein wichtiger Masterregulator für die Entstehung von Nervenzellen oder von Drüsenzellen oder was auch immer.



Maiada Hadaia: Inwieweit ist transdisziplinäre Forschen möglich oder wie sind die Kooperationen und Interessen zwischen Medizin und Evolutionsbiologie?

Ulrich Technau: Es ist manchmal ein bisschen einseitig. Es gibt natürlich Mediziner, die sehr offen sind. Aber es gibt auch immer noch genug, die nur in ihrer eigenen Welt sind und für die schon die Maus, sage ich mal, ein niedriger Organismus ist. Was natürlich absurd ist und die noch nicht in aller Gänze verstanden haben, was eigentlich die Evolutionsbiologie auch für die Medizin an Erkenntnissen bereithält. Und das ist ein bisschen schade. Aber ich werde nicht müde, immer wieder auf zumindest Grundlagenforscher der Biomedizin zuzugehen. Und die sind dann häufig sehr überrascht. Allein schon, wenn wir von unseren Seeanemonen berichten und dass das das Genom der Seeanemonen trotz 600 Millionen Jahren Separation vom Menschen, also das ist der Zeitpunkt, wo die beiden Linien sich getrennt haben, können wir immer noch nachverfolgen, welche chromosomalen Abschnitte des Menschen sich in den Chromosomen der Seeanemone vergleichen lassen. Warum? Weil sie dort die gleichen homologen Gene sich befinden, also die es eben schon in dem Vorfahren gab. Und der Umstand, dass die alle noch erhalten geblieben sind in der Evolution, ist letztlich ein Nachweis für die Selektion. Das heißt, man würde es verlieren, wenn es nicht wichtig wäre, es mal so einfach zu sagen. Und allein aus der Konservierung von solchen Prozessen können wir sehr viel lernen darüber, was wirklich wichtig ist und welche Prozesse wichtig sind und wie sie gesteuert werden.

Maiada Hadaia: Ja, Sie haben es schon gesagt der Mensch ist noch nicht so lange auf der Erde, hat aber dennoch in der kurzen Zeit schon leider in Bezug auf Klimawandel sehr viel angerichtet. Was bedeutet das eigentlich für die Evolutionsbiologie?

Ulrich Technau: Ja, natürlich. Man muss erst mal sagen, ist die Erde durch viele klimatische Zyklen gegangen. Das ist bekannt. Es gab warme Perioden. Es gab mal Phasen, in denen fast der gesamte Erdball unter einem Eispanzer verschwunden war. Aber diese klimatischen Änderungen, die haben sich immer sukzessive, langsam vollzogen, sodass die Organismen Zeit hatten sich jeweils anzupassen an die sich ändernden klimatischen Bedingungen, und sich vielleicht auch dann diversifiziert haben, weil ja auch natürlich jede Änderung eine Chance bietet, unter Umständen für die Organismen. Und das ist jetzt bei dem Klimawandel den menschengemachten Klimawandel. Es ist allerdings so rapide, wie wir wissen, in diesen geologischen Zeitabläufen ist es ein Funkenschlag, in dem wir uns befinden und in dem die Erwärmung der Erde hier stattfindet. Meine Sorge ist natürlich, dass viele Organismen einfach nicht die Zeit haben, sich zu adaptieren.

Wir sehen, dass, wenn wir die Alpen anschauen, wenn durch die Erwärmung werden einfach Pflanzen nach oben wandern in Bereiche, in denen sie früher nicht überleben konnten und verdrängen dort die Pflanzen, die sich dort angepasst hatten, an die sehr extremen Standorte. Sie wandern vielleicht weiter nach oben, aber irgendwann ist Schluss. Denn irgendwann ist der Berg zu Ende und es ist nur noch Gestein da.

Und dann werden diese Pflanzen, die an Extremstandorte adaptiert waren, wohl verschwinden. Und in meinem Bereich mein krasstes Beispiel sind natürlich die ist die Korallenriffe, die sehr

sensibel sind und die auf der einen Seite so ein Hotspot sind im Meer für Biodiversität und das Great Barrier Reef, das größte Riff der Welt der australischen Küste, ist hier massiv gefährdet, und eigentlich kann man sagen, man hat schon fast keine Hoffnung mehr. Also muss ich leider sagen, die Prognosen gehen davon aus, dass mindestens 90 Prozent der Korallen dort in den nächsten 10, 20, 30 Jahren sterben werden. Was das dann für Folgen haben wird für die Biodiversität der Organismen dort.

Und ich denke jetzt hier nicht nur an Fische, sondern auch an viele andere Invertebraten, die sich in diesem Kosmos dort bewegen und damit ausbilden und daran teilhaben. Das kann man noch gar nicht ermessen. Es ist natürlich für mich schon eine sehr ernüchternde Katastrophe, muss man sagen. Es gibt natürlich auch ein paar wenige Organismen, die Gewinner sind von der Situation und die sich jetzt daraufhin durch die Erwärmung ausbreiten können. Aber das geht meistens auf Kosten von anderen, die sie dann verdrängen. Und ja, wie ich es schon erwähnt hatte bei den Pflanzen und das finde ich das gleiche, findet auch im Meer statt.

Maiada Hadaia: Eine abschließende Frage an Sie. Das ist Ihnen als Evolutionsbiologe besonders wichtig weiterzugeben oder hinauszutragen mit Ihrer Forschung und Lehre.

Ulrich Technau: Vielleicht ist unser Gehirn manchmal nicht so ganz darauf ausgelegt, zu verstehen, diese großen Zeiten zu verstehen, in denen diese Dinge passieren. Und deswegen denken wir häufig, wir bewegen uns in einer statischen Umwelt. Das ist aber nicht so. Evolution findet die ganze Zeit statt. Auch der Mensch evolviert weiter. Da gibt es ganz klare Daten und ich habe da manchmal Konflikte, krieg auch manchmal Mails von Kreationisten, die nicht an die Evolution glauben, weil sie die Bibel wortwörtlich nehmen. Das können christliche oder muslimische Kreationisten sein, also aus den verschiedensten Religionen kommen diese Ideen. Ich respektiere natürlich den Glauben eines jeden, aber das sollte einem nicht den Blick für die wissenschaftlichen Daten verstellen. Und es ist inzwischen auch die Haltung der katholischen Kirche, der offiziellen katholischen Kirche, dass sie die Evolution akzeptiert, dass sie stattfindet und stattgefunden hat und dass das man dann was auch immer man an Gott sucht, muss man sich auf einer anderen Ebene suchen. Und ich finde es wichtig zu verstehen, wenn man verstanden hat, wie Evolutionsprozess ablaufen. Da gibt es noch viel zu verstehen, sonst müssten wir nicht weiter forschen. Und es gibt immer noch viele große Fragen: Was sind die Mechanismen, die die Evolution vorantreiben? Auf welcher Ebene findet das alles statt? Aber dass sie stattfindet, ist für mich unumstritten und ist letztlich dafür verantwortlich, dass wir diese faszinierende Vielfalt von Organismen auf unserem Planeten haben.

Und das fasziniert mich bis heute und ist auch so schätzenswert. Und deswegen sollten wir dieses Produkt der Evolution auch wertschätzen und dafür sorgen, dass unsere Umwelt so weiter bestehen bleibt, wenn wir sie nicht weiter so gefährden, wie wir es momentan tun.

Maiada Hadaia: Dann bedanke ich mich sehr herzlich an dieser Stelle für Ihre Zeit und wünsche alles gute Ihre Arbeit für die Forschung. Vielen Dank!

Ulrich Technau: Danke für das Gespräch.