



ERZBISTUM
BERLIN

ERZBISCHÖFLICHES
ORDINARIAT

PRESSESTELLE UND
ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Wissen und Glaube

Die Klüh Stiftung zur Förderung der Innovation in Wissenschaft und Forschung ehrt die Forschungsarbeit von Prof. Dr. William Martin vom Institut für Molekulare Evolution der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHU) zum Ursprung des Lebens. Er hat mit seinem Team den letzten gemeinsamen Vorfahren der heute lebenden Zellen ausgemacht, der einstmals an Tiefseequellen lebte. Der mit 25.000 Euro dotierte Preis wurde am 17. Mai 2018 in Berlin verliehen.

Wir dokumentieren die Laudatio von Erzbischof Koch und die Erwiderung von Prof. Martin:

Erzbischof Dr. Heiner Koch:
Wissen und Glaube

Ein katholischer Erzbischof hält eine Laudatio auf einen Evolutionsbiologen – das ist sicher ungewöhnlich. Ich bin aber überzeugt, dass diese seltene Konstellation unter den besonderen Vorzeichen dieses Abends gelingen kann. Schaut man nämlich etwas genauer hin, dann wird deutlich: Ein Düsseldorfer, der Erzbischof von Berlin ist, laudiert heute einem Evolutionsbiologen, der in Düsseldorf lehrt und in Berlin mit dem Wissenschaftspreis einer Stiftung ausgezeichnet, die ihren Sitz in Düsseldorf hat. Vielleicht darf ich so sagen: Wenn christlicher Glaube und säkulare Wissenschaft, wenn Schöpfungstheologie und Evolutionsbiologie sich bei allen offenkundigen Unterschieden nur einigermaßen so gut vertragen könnten wie die Menschen vom Rhein und von der Spree, dann wäre für beide Seiten schon viel gewonnen. Ich empfinde Ihre Einladung deshalb als eine große Ehre, zugleich aber auch als eine Herausforderung. Ob ich den Erwartungen, die Sie in mich setzen, entsprechen kann, auch in Anbetracht der Kürze der Zeit, mögen Sie bitte selbst entscheiden.

Postfach 04 04 06
10062 Berlin
Telefon 030 32684-118
Telefax 030 32684-7136
presse@erzbistumberlin.de

I.

Seit jeher haben es Wissen und Glaube nicht leicht miteinander. Das eigens zu sagen, kommt der Wiederholung eines Allgemeinplatzes gleich. Es sind nicht wenige, die meinen: Wissenschaft und Glaube – das passt nicht zusammen. Entweder Wissenschaft – oder Glaube. In unserem kulturellen Langzeitgedächtnis sind kollektive Erinnerungen in großer Zahl abgespeichert, die die neuzeitliche Konfliktgeschichte von kirchlichem Glauben und weltlicher Wissenschaft in unseren Köpfen immer wieder neu aktualisieren. Ich brauche nur einige Namen aufzurufen: Nikolaus Kopernikus, Galileo Galilei, Giordano Bruno, Charles Darwin – und sofort ist klar, wovon die Rede ist. Natürlich neigen wir dazu zu vergessen, dass die historische Wirklichkeit viel komplexer war, als das stereotype Schema des Entweder-Oder glauben machen will. Unbestreitbar ist aber: Viel zu lange haben sich die katholische Kirche und die modernen Wissenschaften weniger als Freunde, denn als Feinde betrachtet.

Das war einmal ganz anders gewesen. Über viele Jahrhunderte stand das Verhältnis von Wissen und Glaube weniger unter dem Vorzeichen des Konflikts, als vielmehr unter dem einer Harmonie, die uns heute geradezu seltsam erscheint. Ich denke an die Spätantike, als es dem jungen Christentum gelang, sein jüdisches und sein griechisches Erbe zu einer fruchtbaren Synthese zu verbinden, die Europa und die Welt bis heute kulturell nachhaltig prägt. Ich denke an das Hochmittelalter, als der *fides quaerens intellectum* ein *intellectus quaerens fidem* entsprach: Der Glaube suchte das Wissen und das Wissen suchte den Glauben. Es war ein Mann aus dem Großraum Düsseldorf, der heilige Albertus Magnus, der damals zeigte, dass und wie es möglich ist, ein einflussreicher Philosoph, Theologe und Naturforscher zugleich zu sein.

Spätestens mit der so genannten Aufklärung kam der Bruch. Nach und nach begannen die Menschen neu und ganz anders über sich selbst und über die Welt, in der sie lebten, nachzudenken und zu sprechen. Was sich damals auf fast allen Wissensgebieten vollzog, könnte man eine „anthropologische Wende“ nennen. Der berühmte Königsberger Philosoph Immanuel Kant fasste die drei großen Fragen der Menschheit: „Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was darf ich hoffen?“, die Fragen der Metaphysik, der Moral und der Religion, programmatisch in der einen, grundlegenden Frage zusammen: „Was ist der Mensch?“ Mit diesem Umbruch haben sich katholische Theologie und Kirche lange Zeit schwer getan. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts setzte auch innerkatholisch ein Nachvollzug der „anthropologischen Wende“ ein. Diese Entwicklung ist, so glaube ich, für eine Verhältnisbestimmung von Wissen und Glaube unter den Bedingungen der Gegenwart von schlechthin elementarer Bedeutung.

II.

Wichtige Vorarbeit dafür hat schon im 19. und dann im 20. Jahrhundert das kirchliche Lehramt geleistet. Mit den Mitteln, die ihr zur Verfügung standen, legte die katholische Kirche damals die Grundlagen dafür, dass sich im Verhältnis von Wissen und Glaube ein „dritter Weg“ anbahnen konnte, jenseits von vorkritischer Harmonie und nachkritischem Dauerkonflikt.

Das Erste Vatikanische Konzil (1869/1870) führte die Vorstellung von zwei Erkenntnisordnungen in das katholische Denken ein, die zwar voneinander getrennt, aber aufeinander bezogen waren: die natürliche und die übernatürliche Erkenntnisordnung. Wirkungsgeschichtlich schuf das Konzil auf diese Weise geistige Freiräume, in denen sich natürliches Wissen und übernatürlicher Glaube je in ihren eigenen Bereichen und nach ihren eigenen Gesetzen entfalten konnten.

Fast 100 Jahre später setzte das Zweite Vatikanische Konzil (1962-1965) mit der Wortprägung von der „relativen Autonomie“ einen noch stärkeren Akzent auf den Gedanken der Beziehunghaftigkeit, des komplementären Aufeinanderverwiesenseins von Wissenschaft und Glaube. Diese „Relativitätstheorie“ im Verhältnis von Wissen und Glaube, wie man sagen könnte, hat sich seitdem innerkatholisch weitgehend durchgesetzt. Sie besagt, dass Vernunft und Glaube, Wissenschaft und Theologie aus verschiedenen, nicht aufeinander reduzierbaren Perspektiven auf die eine, unteilbare Wirklichkeit blicken. Innerhalb dieser einen Wirklichkeit beleuchten sie unterschiedliche Schichten und Dimensionen. Keine von ihnen verfügt dabei über die Wahrheit wie über einen bleibenden Besitz. Aber alle streben nach der Wahrheit. „Glaube und Vernunft“, so das treffende Bild von Papst Johannes Paul II., „sind wie die beiden Flügel, mit denen sich der menschliche Geist zur Betrachtung der Wahrheit erhebt.“ Aus dem Blickwinkel des Glaubens fügt er hinzu: „Das Streben, die Wahrheit zu erkennen und letztlich ihn selbst zu erkennen, hat Gott dem Menschen ins Herz gesenkt, damit er dadurch, dass er Ihn erkennt und liebt, auch zur vollen Wahrheit über sich selbst gelangen könne.“

III.

So lange wir schließlich über die Frage nach dem Verhältnis von Wissen und Glaube erneut bei der Frage nach dem Menschen an.

Wir leben, meine sehr geehrten Damen und Herren, in einer Zeit, in der das Wissen allgemein und insbesondere das Wissen über den Menschen in ungeheurer Weise wächst und in der dieses globalisierte und digitalisierte Wissen, was vielleicht noch schwerer wiegt, in der Praxis immer besser und leichter anwendbar wird. Ich denke an die technischen Fortschritte in der Medizin mit ihren vielfältigen Implikationen und an andere Beispiele. Diese Entwicklungen stellen uns vor große, vor epochale Herausforderungen. Vielen erscheint fraglich, was unsere Gesellschaften noch im Kern zusammenhält. Das ist die soziale Seite der Frage, die Frage der Ethik. Für noch fundamentaler halte ich jedoch eine andere Frage: Was hält uns selbst eigentlich in unserem Personkern zusammen? Was macht

unser Mensch- und Personsein aus? Das ist die Frage der Anthropologie, die schlechthin zentrale Frage: „Was ist der Mensch?“ Diese Frage kann auf sehr verschiedene Weise gestellt und versuchsweise beantwortet werden. Historische und philosophische Anthropologien, Kultur- und Sozialanthropologien, Rechts- und Wirtschaftsanthropologien unternehmen solche Selbstdeutungsversuche ein und desselben Menschseins. Auch die Evolutionsbiologie. Ich bin überzeugt: Wenn sie nach den Bedingungen und Faktoren der Entstehung biologischer Diversität fragt, dann leistet sie damit, vielleicht nicht auf den ersten Blick erkennbar, einen genuinen Beitrag im Hinblick auf die Frage nach dem Menschen. Am Beispiel unseres Preisträgers, der diese Frage in seinen Forschungsarbeiten zuspitzt auf die Suche nach dem letzten gemeinsamen Vorfahren aller heute existierenden zellulären Organismen, wird dies für mich besonders deutlich. Die anthropologische Fragestellung läuft im Hintergrund immer mit: „Was ist der Mensch?“

Am Ende all dieser wertvollen Versuche, so bin ich überzeugt, wird der Mensch dem Menschen ein Rätsel bleiben, eine offene Frage.

Das Berliner Museum für Naturkunde in Berlin stellt am Schluss seiner Ausstellung „Evolution in Aktion“ die interessante Überlegung an, dass der „biologischen Diversität“, mit der sich die Evolutionstheorie befasst, eine „geistige Diversität“ entspreche, um mit diesen Erkenntnissen umzugehen. In einer Stadt wie Berlin, die gleichermaßen von Religionslosigkeit wie von religiöser Pluralität geprägt ist, wird schnell deutlich, dass die Frage nach dem Menschen nur in einem pluralitätsfähigen Diskurs über weltanschauliche Grenzen hinweg bearbeitet werden kann. An dieser Stelle können und müssen Theologie und Kirche anknüpfen. Sie greifen den Menschen ja gerade als jene offene Frage auf, die über sich selbst hinaus verweist und im Glauben eine Antwort erhält. Sie bringen damit eine Perspektive auf den Menschen in Wissenschaft und Gesellschaft ein, die von niemand anderem eingenommen werden kann.

In wenigen Wochen wird an der Humboldt-Universität ein Institut für katholische Theologie mit fünf Professuren errichtet. Mein Wunsch ist es, dass diese Einrichtung zu so etwas wird wie einem Spezialinstitut für Theologische Anthropologie, das in intensivem Austausch mit allen wissenschaftlichen Disziplinen steht, die sich mittelbar oder unmittelbar mit dem Menschen befassen. Das ist eine große und wichtige und schwierige Aufgabe! In seinem neuesten Buch unterstellt der Freiburger katholische Theologe Magnus Striet seiner eigenen Kirche eine Neigung, schwierige Fragen wie diese eifrig zu verschweigen: „[W]ie soll“, so Striet, „angesichts des Wissensdrucks der Evolutionsbiologie noch ein schöpfungstheologischer Anthropozentrismus durchgehalten werden, scheint doch der Mensch ebenso zufällig aus dem Schoß der Evolution hervorgekrochen zu sein wie andere Lebewesen auch?“ In der Tat: Wo Fragen wie diese aufbrechen, ist Verschweigen keine Option. Ich will und werde als Erzbischof von Berlin alles tun, damit sich die katholische Theologie dieser und anderen Fragen im Konzert der universitas litterarum umfassend stellen kann!

Von Herzen gratuliere ich Ihnen, lieber Herr Prof. Martin, zu dem Preis, der Ihnen heute verliehen wird. Der Klüh-Stiftung und Ihnen persönlich, lieber Herr Klüh, danke ich dafür, dass Sie mir die Gelegenheit verschafft haben, aus Anlass der Preisverleihung zu einem Thema zu sprechen, das mich und nicht nur mich so sehr bewegt.

Prof. Dr. William Martin:
Auf der Suche nach dem Leben

Ich möchte mich zunächst demütig bedanken: Bei der Stiftung, die mir diese Auszeichnung verliehen hat, mit Abstand die größte, die ich je erhalten habe und womöglich die größte, die ich je erhalten werde; bei Herrn Klüh, der 1986 die Stiftung gegründet hat, die so viel Gutes in Wissenschaft und Kultur leistet; und bei seiner Exzellenz, dem Erzbischof von Berlin, der mit seinen Worten zum Thema Wissenschaft und Glaube unseren heutigen Abend bereichert.

Nach der vorangegangenen Rede werde ich hier nur enttäuschen können. Leider hat mir Gott nicht dieselbe Redegewandtheit des Erzbischofs verliehen. Ich möchte trotzdem versuchen, in den kommenden Minuten der Bitte der Stiftung nachzukommen und Ihnen einige Gedanken zur frühen Stammesgeschichte der Zellen aus wissenschaftlicher Sicht unterbreiten.

Nach den Ausführungen des Erzbischofs zum Thema „Wissenschaft und Glaube“, möchte ich vorweg eine paar allgemeine Worte aus eigener Sicht sagen. Ich habe bereits bei Veranstaltungen unterschiedlichster kirchlicher Organisationen zum Thema der frühen Stammesgeschichte gesprochen, von Erwachsenenbildung im kleinen Kreis, zur Abendveranstaltung in der Evangelischen Stadtakademie Düsseldorf bis hin zu einer Tagung zum Thema ‚big data‘ in der Pontifical Academy of Science des Vatikans während des Pontifikats Franziskus gesprochen. Nicht selten fragt man mich: Wissenschaft und Glaube, gibt es da keinen Konflikt? Jeder sieht das anders, aber ich sehe es so, dass es ganz und gar keinen Konflikt gibt. Aus meiner Sicht sind Wissenschaft und Religion keineswegs konkurrierende Alternativen innerhalb der gleichen Kategorie. Diese Haltung kann man teilen, muss man aber nicht. Es fördert jedoch den Dialog zwischen Wissenschaft und Glaube, weil es in der praktischen Umsetzung im Umgang mit den Menschen bedeutet, dass man sehr gut über Wissenschaft nachdenken und diskutieren kann, ohne seine Glaubensbekenntnisse in irgendeiner Weise in Frage stellen zu müssen. Wissenschaft bemüht sich um Erklärungen zum „was“ und „wie“ in der Natur. Wissenschaft und Glaube betreffen ganz verschiedene Bereiche im Leben des Menschen. Je nach Lebenssituation haben sie auch einen ganz anderen Stellenwert für uns Menschen. Wissenschaft und Glaube schließen sich nicht gegenseitig aus. Es sind keine Alternativen innerhalb der gleichen Kategorie.

Wir wenden uns dem Thema der frühen Stammesgeschichte der Zellen zu. Da geht es um die chemischen Vorgänge, die am Anfang der Evolution stehen. Über die Evolutionstheorie diskutiert man spätestens seit dem Pontifikat Johannes Paul II. auch in Rom. Auf der 1. Folie¹ ist ein Ausschnitt aus der einzigen Abbildung aus Darwins Buch „Über den Ursprung der Arten“ zu sehen. Seine Theorie arbeitet mit zwei Prinzipien: Natürliche Variation und natürliche Selektion. Mit diesen zwei Prinzipien und ausreichender geologischer Zeit könne man, so Darwin, den Ursprung und den groben Werdegang der modernen Artenvielfalt erklären. Zwei Dinge muss man hier aber sagen:

Erstens, manche Wissenschaftler sagen, Darwins Theorie sei gar keine Theorie mehr, sie sei ein Fakt, den man zu akzeptieren oder anzuerkennen habe. Bei jener Behauptung widerspreche ich. Soweit ich erkennen kann, gibt es in der wissenschaftlichen Erklärung der Welt gar keine Fakten. Es gibt nur Beobachtungen und deren Deutung. Denken wir an Newtons Physik. Sie war schon gut, sie war aber auch letztendlich nicht 100% richtig, wie man Jahrhunderte später lernte. Man muss auch wissen, dass Wissenschaftler dazu neigen, sehr stolz auf die Robustheit ihrer Fakten zu sein, was auch gelegentlich an Arroganz grenzen kann. Im Zusammenhang mit Wissenschaft, Fakten und Wahrheit halte ich gerne Folgendes fest: Unsere Nachfolger in der Wissenschaft werden in 200 Jahren laut und womöglich schenkelklopfend über viele Dinge lachen, die wir heute in der Wissenschaft für wahr, faktisch oder bewiesen halten. Dagegen können wir gar nichts machen und wir sollten froh sein. Es liegt in der Natur wissenschaftlicher Arbeit, ist sogar ein Ziel, Fakten zu verändern. In der Wissenschaft ändern sich Fakten im Laufe der Zeit. Daher sage ich, es gibt keine Fakten, nur Beobachtungen und deren Deutung.

Zweitens, egal wie gut Darwins Theorie sein mag, hat sie am Anfang ein erhebliches Problem, eine deutliche Schwäche: Darwins Theorie arbeitet sehr viel besser, wenn man bereits etwas hat, was lebendig ist. Beim Übergang von nicht belebter Materie wie Kohlendioxid, Gestein und Wasser auf der frühen Erde zu lebenden Zellen geht sie eigentlich gar nicht, weil man noch keine Vererbung (natürliche Variation) hat und somit noch keine Nachkommen, auf die eine natürliche Selektion (Auslese der am besten angepassten Varianten) einwirken könnte. Am Anfang des Lebens muss die Wissenschaft daher auf andere Erklärungen als Darwins Evolutionstheorie zurückgreifen.

Beim Versuch, den Ursprung zu erklären, setzt jeder verständlicherweise seinen gedanklichen Hebel dort an, wo es am besten passt. Aus meiner Sicht ist das Leben eine chemische Reaktion. Es ist aber nicht irgendeine chemische Reaktion, sondern eine, die Energie freisetzt. Man bezeichnet eine solche chemische Reaktion als ‚exergon‘. Die chemische Reaktion des Lebens setzt stets Wärme frei.

¹ Die im Vortrag erwähnten Folien finden sich unter <http://www.molevol.hhu.de/klueh-preis.html>

Auch hier in diesem Raum. Es ist die energiespendende Reaktion im Zentrum des Stoffwechsels, die alle anderen chemischen Lebensvorgänge vorantreibt. Bei uns Menschen ist es die Verbrennung von Zucker, Aminosäuren und Fetten in den Kraftwerken unserer Zellen, den Mitochondrien, welche die chemische Lebensenergie spendet. Aber nicht nur bei uns, bei jedem Lebewesen steht eine energiespendende chemische Reaktion im Zentrum des Stoffwechsels. Daher, wenn ich über den chemischen Ursprung des Lebens nachdenke und arbeite, bin ich auf der Suche nach einer vorher existierenden, natürlich ablaufenden (geo)chemischen Reaktion, die der energiespendenden Reaktion mancher — nicht aller, aber mancher — moderner Lebewesen ähnelt.

Im Jahre 2003 habe ich in Zusammenarbeit mit Freunden aus der Geochemie und nach langen Gesprächen mit Freunden aus der Mikrobiologie die 2. Folie angefertigt und veröffentlicht², in der chemische Reaktionen an Tiefsee-Hydrothermalquellen im Vordergrund stehen. Die energieliefernde Hauptreaktion für die ersten Zellen ist demnach die Reaktion zwischen Wasserstoff (H_2) und Kohlendioxid (CO_2). Es liegt nun einmal in der Natur der Materie, dass sich diese zwei Substanzen lieber verbinden möchten, reagieren würden, um zu organischen Verbindungen wie Ameisensäure oder Essigsäure zu werden, als ihr Dasein als getrennte Gase fortzusetzen. Der Biologe sagt: Bei der Reaktion von Wasserstoff mit Kohlendioxid liegt das Gleichgewicht auf der Seite einfacher organischer Substanzen, die auch im Stoffwechsel der Zellen die Grundbausteine des Lebens aufbauen. Bei der Bildung von Essigsäure aus Wasserstoff und Kohlendioxid wird Energie und Wärme freigesetzt. Deshalb können sehr primitive Mikroben von so einer energiespendenden Reaktion leben.

So eine chemische Umgebung und so eine Reaktionsabfolge am Anfang des Lebens halte ich für denkbar. Denkbar wäre es auch, dass diese einfachen Verbindungen weiter reagieren, sofern sie am Ort ihrer Synthese zurückgehalten werden. Für die weitere Reaktion in Richtung höherer Komplexität müssen die einfachen Moleküle aber am Ort ihrer Synthese zurückgehalten und eingedickt werden. Denkbar wäre, dass das Zurückhalten für weitere Reaktionen durch natürlich entstehende Mikrokompimente aus anorganischem Gestein an einer Hydrothermalquelle hätte gewährleistet werden können. Eine weitere wichtige Funktion, die Katalyse, um die Reaktionen zu beschleunigen, hätte ebenfalls von anorganischen Substanzen — einfache Metalle wie Eisen und Nickel — erbracht werden können. Diese Metalle sind heute noch sowohl in der industriellen Großchemie als auch in den Zellen aller Lebewesen als wichtige Katalysatoren bekannt.

² Martin W, Russell MJ: On the origins of cells: An hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences 358:59–85 (2003).

Als jene Arbeit in 2003 veröffentlicht wurde, gab es viel Presse. Reporter riefen täglich an mit Fragen über dies und jenes. Es rief aber auch die Katholische Akademie aus Stuttgart an. Ich wurde zu einem Vortrag in ihrem Hause eingeladen, bei der ich ca. zwei Stunden lang erzählen sollte, wobei die zwölf Zuhörer (drei geweihte Priester, drei wissenschaftliche Theologen, drei Philosophen und drei Physiker) regelmäßig Zwischenfragen stellten, um den Dialog zu verbessern. Es war eine gute Begegnung. Es war in der Zeit, als Joseph Kardinal Ratzinger dabei war, während des Pontifikats Johannes Paul II., die Diskussion zur Wissenschaft hin zu öffnen, inkl. Dialoge über das Thema der Evolutionstheorie. In Stuttgart wollte man sich aus erster Hand informieren lassen, was die Leute in der Presse damals diskutierten. Nach ca. einer Stunde der Präsentation habe ich diese Folie gezeigt. Es bemerkte einer der Priester „Herr Martin, also ich kann mir vorstellen, wie man von den einfachen Chemikalien wie H_2 und CO_2 zu einfachen organischen Substanzen kommt. Ich kann mir ebenfalls vorstellen, wenn man Moleküle der Komplexität etwa eines Kofaktors wie Cobalamin (Vitamin B12) oder Pyridoxamin hat, dass man dann höhere Komplexität etwa in Richtung Zellen erreichen könnte. Aber der Übergang von einfachen organischen Substanzen zu Molekülen der Komplexität von B12, das scheint mit sehr schwierig. Würde es nicht helfen, wenn Sie da ein bisschen Gott nehmen?“

Meine Antwort lautete damals wie heute: „Oh ja. Und je mehr Gott wir nehmen, desto besser geht diese Theorie. Und nehmen wir ganz viel Gott, so geht sie ganz hervorragend. Aber als Wissenschaftler dürfen wir das nicht, wir dürfen nicht Dinge vermischen, die nicht zur gleichen Kategorie gehören.“ Wenn wir als Wissenschaftler nicht weiter wissen, müssen wir eben sagen, wir wissen es nicht. Es ist nicht schlimm, wenn wir etwas nicht wissen. Kommt Zeit, kommt Rat. In 200 Jahren wird man bestimmt mehr wissen.

Wie man zu Zellen kommt in dieser Theorie, ist auf der 3. Folie angedeutet. Die Zellen kommen nicht am Anfang sondern am Ende der chemischen Evolution, als letzter Schritt beim Übergang zum Dasein als freilebende Mikroben, die Kompartimentierung einer chemischen Reaktion. Ein wissenschaftlicher Theologe in Stuttgart hat auf diese Folie gezeigt und gefragt: „Herr Martin, Ihre Abbildung zeigt chemische Reaktionen unten und freilebende Zellen oben. Könnten Sie bitte da eine Linie einzeichnen, die das Leben vom Nichtlebendigen trennt?“ Meine Antwort war: „Mit Verlaub, nein, das tue ich nicht, denn da sind wir sofort bei der Definition des Lebens.“ Die Antwort auf die Frage, was lebendig ist, und was nicht, hat weitreichende Konsequenzen für die Menschen und für unsere Gesellschaft. Diese Frage nach dem Unterschied zwischen Leben und allem anderen ist sehr viel besser in der Ethik als bei den Wissenschaftlern aufgehoben. Ihre Antwort hat Auswirkungen auf sehr komplexe Themengebiete wie „Was muss man schützen, was nicht?“ Wissenschaftler können ganz hervorragend das Leben erforschen, ohne definieren zu müssen, was es ist. Somit kommen wir zur wissenschaftlichen Fragestellung des heutigen Abends zurück.

In der frühen Stammesgeschichte wurde irgendwann die Ebene freilebender Zellen erreicht, wie auch immer. Dadurch änderte sich die Beziehung zwischen der unbelebten Materie und dem Leben schlagartig. Die Zellen hatten nun ein Erbgut, welches sie selbständig vererben konnten und was die Vermehrung der Zellen dort erlaubte, wo die Erde die notwendigen Ausgangssubstanzen lieferte. Nach dieser Theorie wäre die Erdkruste die erste Umgebung, die von den ersten lebendigen Zellen besiedelt worden wäre, nah an der Quelle ihrer chemischen Energie.

In jüngster Zeit hat sich meine Forschung mit der Frage beschäftigt, wie die ersten Zellen gelebt haben. Wie können wir Einblicke in das Leben der ersten Zellen gewinnen? Die Geologen sagen zurecht, dass die Erde ihre eigene Geschichte schreibt. Indem seit Jahrmilliarden der Gesteinsverwitterung eine Sedimentschicht auf die andere gelegt wird, entsteht eine Art Dokument. In der Gesteinsabfolge können Geologen die Spuren der Erdgeschichte in der Reihenfolge dieser Schichten lesen und neuerdings mithilfe von Isotopen datieren, um die Zeitalter der Erde besser zu beleuchten. Aber nicht nur die Erde, auch das Leben schreibt seine eigene Geschichte. Das Leben schreibt seine eigene Geschichte im Erbgut, das in allen Zellen vorhanden ist. Heute kann man mithilfe moderner Technologie problemlos das Erbgut einer Zelle als eine Abfolge von Nukleobasen in der DNA, dem chemischen Träger des Erbguts, entschlüsseln. Die Spuren der Vergangenheit im Erbgut aus der Abfolge dieser Basen zu lesen ist jedoch kein triviales Unterfangen.

Wissenschaftler versuchen seit Jahrzehnten bis zum Anfang der Zellevolution mit der verschlüsselten Überlieferung im Erbgut zurückzuschauen. Die Vorgehensweise war stets die Gleiche: Man sucht diejenigen Gene, die im Erbgut aller Zellen vorhanden sind. Diese müssen auch im Erbgut des letzten gemeinsamen Vorfahren allen Lebens, einem theoretischen Konstrukt mit dem Namen LUCA, für „last universal common ancestor“ (engl.), existiert haben. Die Antwort, die man mit der üblichen Vorgehensweise bekommt, kennt man auch seit Jahrzehnten. Man bekommt eine Liste von etwa 30 Genen, die an der Umsetzung der Erbinformation aus der DNA in Protein beteiligt sind. Diese 30 Gene sind im Wesentlichen an der Bildung des sog. Ribosoms beteiligt, einer kleinen molekularen Maschine, welche die Proteine, die Funktionsträger der Zelle, bildet.

Anstatt zum wiederholten Mal zu schauen, was allen Zellen gemeinsam ist, hat meine Arbeitsgruppe einen neuen Ansatz gefunden, die Erbinformation zu durchleuchten³. Wir haben nicht die Gene gesucht, die allen Lebewesen gemeinsam sind, sondern wir haben nach den Genen geschaut, die alt sind, egal ob sie universell verteilt sind oder nicht. Wir haben einfache aber robuste Kriterien für „alt“ gewählt. In aller Kürze: Wir teilen alle Gene aus 2000

³ Weiss MC, Sousa FL, Mrnjavac N, Neukirchen S, Röttger M, Nelson-Sathi S, Martin WF: The physiology and habitat of the last universal common ancestor. *Nature Microbiology* 1:16116 (2016).

entschlüsselten Genomen in natürliche Kategorien gemäß der Ähnlichkeit ihrer Basenabfolgen ein. Damit erhält man etwa 250.000 Genfamilien oder Gruppen (engl. cluster). Dann haben wir geschaut, welche Genfamilien in beiden Hauptgruppen der einfachen Einzeller, den Archeen und den Bakterien, vorkommen. Das ergab eine Liste von ca. 11.000 Kandidaten für alte Gene. Kandidaten deshalb, weil die Abspaltung der Archeen und Bakterien zwar die früheste ist, die man im Stammbaum des Lebens kennt. Aber jene Verteilung könnte sowohl auf vertikale Vererbung aus LUCA oder aus Gentransfer zwischen Bakterien und Archeen zurückzuführen sein. Solchen lateralen Gentransfer gibt es wirklich bei Mikroben und zwar recht häufig. So werden u.a. Antibiotikaresistenzen im Krankenhaus verbreitet. Um den vertikalen Weizen vom lateralen Spreu zu trennen, haben wir daher per Großrechner die Stammbäume für alle 11.000 Genfamilien erstellt, um die Gene mit vertikaler Vererbung von denen mit lateraler Vererbung zu trennen. Bemerkenswert war, dass 97% der Genfamilien, die wir untersuchten, vom lateralen Gentransfer betroffen waren, aber einige der Genfamilien erschienen alt nach unseren Kriterien.

Dieser einfache aber innovative Ansatz lieferte uns eine Liste mit 355 Genen. Diese Gene haben in unerwarteter Fülle Aufschluss darüber gegeben, was für eine chemische Reaktion LUCA genutzt hat, um Energie zu gewinnen. Gleichzeitig haben sie Auskunft darüber gegeben, wie und an was für einem Ort LUCA gelebt hat. Das Ergebnis ist in der 4. Folie zusammengefasst. LUCA lebte von Gasen: Wasserstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefelwasserstoff und molekularem Stickstoff. Solche Gase kommen bevorzugt an Orten geothermischer Aktivität vor. LUCA lebte völlig ohne Sauerstoff und mochte es heiß, weil es Proteine besaß, die für hitzeliiebende Einzeller typisch sind. LUCA's Stoffwechsel benötigte große Mengen an Metallen, wie sie für die Erdkruste typisch sind. Kurzum, LUCA lebte an einem Ort, der kaum vom Inneren moderner Tiefseehydrothermalquellen zu unterscheiden wäre.

Aber 355 Gene sind nicht genug, um das Leben als freilebende Einzeller zu ermöglichen, da die einfachsten modernen Zellen mindestens 1400 Gene besitzen. So mussten wir schlussfolgern, LUCA sei ‚halblebendig‘ gewesen, ein Gefangener am Ort ihrer Entstehung. So etwas kennen wir heute nicht. Es wirft zugleich die interessante Frage auf: Woher „weiß“ die Materie, in welche Richtung sie chemisch weiterreagieren soll, damit sie sich dem lebendigen Zustand nähert. Aus Laborexperimenten, aber auch aus der Untersuchung von Meteoriten aus dem All, wissen wir, dass es eine natürliche Neigung von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff gibt, die Grundbausteine des Lebens — Aminosäuren und Nukleobasen — hervorzubringen, sofern geeignete chemische Bedingungen dafür herrschen. Das kann der Wissenschaftler beobachten.

Aber warum ist das so? Wir können mithilfe mathematischer Gleichungen aus der Quantenchemie die Geometrie der Elektronenorbitale in Kohlenstoffatomen beschreiben, welche die molekulare

Struktur der Grundbausteine des Lebens bedingen. Aber auf die Frage, warum diese Geometrie so ist, wie sie ist, hat m.E. die Wissenschaft keine Antwort. Die Atome sind so wie sie sind und haben eine natürliche Neigung, die Moleküle des Lebens hervorzubringen. Unbestreitbar ist, dass nach 4,5 Milliarden Jahre Erdgeschichte die Erde vor Leben strotzt. Warum das so ist, ist schwer zu sagen, aber es ist so. Manchmal muss man einfach staunen.

Man kann auch diskutieren, ob Forschung zum Ursprung des Lebens überhaupt den Kriterien der wissenschaftlichen Tätigkeit genügt. Wenn wir im Labor einen Reaktor bauen könnten, auf dem wir auf der einen Seite Chemikalien hineingeben, und auf der anderen Seite kommen noch nie dagewesene Mikroben heraus, mit völlig anderen Grundbausteinen des Lebens, die beweisen, dass jene sonderbaren Mikroben wirklich in unserem Reaktor neu entstanden sind, so hätten wir immer noch keinen Beweis dafür, dass unsere mikrobiellen Vorfahren und somit wir selbst unter solchen Bedingungen entstanden sind. Wir hätten nur eine narrative Überlieferung aus unseren Erfahrungen im Labor, letztendlich eine Erzählung, was unseren Ursprung plausibler⁴ erscheinen ließe. Die Entstehung unserer mikrobiellen Vorfahren, unser LUCA, war in der Erdgeschichte ein einmaliges Ereignis und liegt unwiederbringlich in der Vergangenheit. Damit müssen wir uns in der Wissenschaft abfinden.

Warum interessieren wir uns überhaupt für die Frage, woher wir kommen? Es scheint in der Natur des Menschen zu liegen wissen zu wollen, woher wir kommen. Genauso liegt es in unserer Natur wissen zu wollen, was das Leben ist. Was ist Leben? So oft wurde diese Frage gestellt. Ich warne meine Studenten und Mitarbeiter stets davor, sich zu sehr mit Fragen zu befassen, die Philosophen seit Jahrhunderten interessant finden, ohne gute Antworten gefunden zu haben.

Was ist Leben? Erstens, das Leben ist kurz, wir müssen unsere Zeit nutzen, da wir nie wissen können, wieviel Zeit wir hier auf Erden haben werden. Zweitens, das Leben ist kostbar, das Wertvollste, das wir Menschen kennen. Drittens, auch wenn das Leben für Wissenschaftler kaum zu definieren ist, wenn wir es sehen, erkennen wir es sofort. Exzellenz, liebe Familie Klüh, meine Damen und Herren, ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit an diesem für mich und meine Familie so besonderen Abend.

⁴ In der Primärliteratur zum physikalisch-chemischen Ursprung des Lebens kommt nicht selten das Wort plausible (engl., glaubwürdig) vor. Wissenschaftliche Theorien werden i.d.R. nicht an ihrer Plausibilität gemessen, sondern daran, wie direkt, mit wie vielen Zusatzannahmen und mit was für Zusatzannahmen sie für die Gesamtheit der relevanten Beobachtungen aufkommen.