



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN



EVANGELISCHE
UNIVERSITÄTSKIRCHE
ST. MARKUS

UNIVERSITÄTS- GOTTESDIENSTE WUNDER DER WISSENSCHAFT

Sommersemester 2026

KANZELREDEN

Biophysik

Sonntag Jubilate, 26.4.2026

Prof. Dr. Petra Schwille

(Direktorin der Abteilung „Cellular and Molecular Biophysics“ am Max-Planck-Institut für Biochemie, Honorarprofessorin an der Fakultät für Physik)

Gott, der die Welt gemacht hat und alles, was darinnen ist, er, der Herr des Himmels und der Erde, wohnt nicht in Tempeln, die mit Händen gemacht sind. Auch lässt er sich nicht von Menschenhänden dienen wie einer, der etwas nötig hätte, da er doch selber jedermann Leben und Odem und alles gibt. Und er hat aus einem Menschen das ganze Menschengeschlecht gemacht, damit sie auf dem ganzen Erdboden wohnen, und er hat festgesetzt, wie lange sie bestehen und in welchen Grenzen sie wohnen sollen, dass sie Gott suchen sollen, ob sie ihn wohl fühlen und finden könnten; und fürwahr, er ist nicht ferne von einem jeden unter uns. Denn in ihm leben, weben und sind wir.

Apostelgeschichte 17,24–28

Liebe Freunde der Wissenschaft,

als ich eingeladen wurde, in dieser Kirche einen Gottesdienst zum Thema „Wunder der Wissenschaft“ mitzugestalten, habe ich diese außergewöhnliche Einladung sehr gerne angenommen, ohne mich zunächst groß um Datum und Predigttext zu kümmern. Denn irgendwie gehört das ja auch zu den spannenden Fragen in Gottesdiensten, was der Mensch auf der Kanzel aus dem jeweiligen Bibeltext macht, der ja immer eine gewisse Wundertüte ist und nicht selten etwas sperrig daherkommt.

Dass ich also ausgerechnet einen Text erwischen würde, der so nah an die Wissenschaft der neutestamentlichen Zeit herankommt, und zwar nicht nur im intellektuellen, sondern im wirklich geographischen Sinn, das hatte ich nicht geahnt, und mich dann wirklich darüber gefreut.

Damals war das Zentrum der Wissenschaft in unserem Teil der Erde ja das antike Griechenland, und unser Predigttext ist der Versuch des

Paulus, auf dem Areopag in Athen, also sozusagen dem Zentrum des Zentrums, auf sich und seinen neuen Gottesglauben aufmerksam zu machen. Dort war sicherlich die Mehrheit des Publikums nicht auf Konversion zu einer vorderasiatischen Religion erpicht, zumal die Gegend schon damals nicht für Frieden und ein gutes Leben stand. Entsprechend wenig missionarisch gibt sich Paulus hier, und hält sich mit allzu expliziten Messias-Bezügen zurück.

Stattdessen, wenn man so will, behandelt er die ganz großen Menschheitsfragen, die ja schon immer auf direktem Weg in irgendeine Art von Gottesbeziehung geführt haben, ganz gleich, wie dieser Gott aussieht – ob er einer ist, oder eine, oder viele, ob er lebt oder tot ist, ob es ihn gibt oder eben nicht. Diese Fragen lauten: was bin ich und was ist die Welt, die nicht ich ist? Woher kommt diese Welt, woher kommt der Mensch, und was ist seine Aufgabe in der Welt? Und er verknüpft diese uralten Menschheitsfragen wie selbstverständlich mit einem Begriff, der, für mich jedenfalls, eine fast schon selbstverständliche Gottesbeziehung herstellt: der Begriff des Lebens – „in ihm leben, weben und sind wir“.

Genau hier berührt sich unser heutiger Predigttext, der Ausflug des Paulus ins Herz der griechischen Philosophie, aufs Schönste mit der Aufgabe, die an mich als heutige Kanzelrednerin gestellt ist, nämlich Ihnen die „Wunder der Wissenschaft“ nahezubringen. Für mich persönlich gibt es nämlich kein größeres Wunder und nichts, das ich mit meiner eigenen Forschung lieber erforschen möchte, als genau dieses: das Leben.

„Was ist Leben?“ Wie oft wurde diese Frage schon gestellt, in philosophischem, theologischem, wissenschaftlichem und natürlich künstlerischem Kontext. Es gibt seit den ersten Aufzeichnungen menschlichen Denkens unzählige Versuche einer Antwort, zweifelnde wie dogmatische, schwärmerische wie zynische, kurze wie lange, mehr oder weniger befriedigende, aber bis zum heutigen Tag niemals eine wirklich abschließende, obwohl sich Autoritäten von Aristoteles bis zur NASA an dieser Frage abgearbeitet haben. Zwei besonders berühmte Fragesteller und deren Antworten, die mich auf meiner Suche besonders beeindruckt haben, möchte ich Ihnen

heute kurz vorstellen, bevor ich meinen eigenen Weg schildere, mich mit meiner Forschung zumindest einer Antwort anzunähern.

Meine erste Lieblingsbehandlung dieser Frage, und die wunderbar ironische Verweigerung einer Antwort, mit der ich diese Kanzelrede sprachlich etwas aufpeppen möchte, stammt von Thomas Mann. In seinem „Zauberberg“ widmet sein einfacher Held Hans Castorp sich während seiner sieben Jahre im Sanatorium „Berghof“ neben der Politik, der Philosophie, dem Skifahren, der Musik und natürlich auch der Liebe für eine gewisse Zeit der Wissenschaft, und als anerkannt Kranker natürlich vor allem der Lebenswissenschaft. Im Kapitel „Forschungen“ schreibt Thomas Mann: *“Was war das Leben? Niemand wusste es. Niemand kannte den natürlichen Punkt, an dem es entsprang und sich entzündete. [...] Wenn sich etwas darüber aussagen ließ, so war es dies: es müsse von so hoch entwickelter Bauart sein, dass in der unbelebten Welt auch nicht entfernt seinesgleichen vorkomme. Zwischen der scheinfüßigen Amöbe und dem Wirbeltier war der Abstand geringfügig, unwesentlich, im Vergleiche mit dem zwischen der einfachsten Erscheinung des Lebens und jener Natur, die nicht einmal verdiente, tot genannt zu werden, weil sie unorganisch war. Denn der Tod war nur die logische Verneinung des Lebens; zwischen Leben und unbelebter Natur aber klaffte ein Abgrund, den die Forschung vergebens zu überbrücken strebte. Man mühte sich, ihn mit Theorien zu schließen, die er verschlang, ohne an Tiefe und Breite im geringsten dadurch einzubüßen.”*

Mehr als hundert Jahre sind seit dieser herrlichen resigniert-ironischen Prosa über das Geheimnis des Lebens vergangen, und seither hat der genannte Abgrund noch sehr viel mehr Theorien verschlungen, obwohl – oder vielleicht gerade weil – wir heute über die ganz speziellen Eigenschaften dieses besonderen Phänomens so unfassbar viel mehr wissen als man es sich zu Thomas Manns Zeit überhaupt vorstellen konnte. Die Aufklärung der DNA-Struktur, eines Moleküls, das wie kein anderes die „Visitenkarte des Lebens“ darstellt, durch Watson und Crick im Jahr 1953 hat eine geradezu explosionsartige Wissensvermehrung in den Lebenswissenschaften ausgelöst, die bis heute anhält und dazu führt, dass

Biologielehrbücher bereits auf der Zeitskala eines 5-jährigen Studiums veralten.

Vermutlich ist es das Erfolgsgeheimnis der modernen Biologie, dass sie seit Watsons und Cricks revolutionären Einsichten ganz und gar auf dem festen Boden der DNA aufbaut, und sich fast ausschließlich mit Systemen beschäftigt, die unserer eigenen Biologie in ihrem grundlegenden Aufbau ähneln, dem so genannten „zentralen Dogma“. Zusammen mit der Darwin'schen Evolutionstheorie, die beschreibt, wie sich das Leben auf der Erde durch Mutation der Erbinformation (also der DNA), Selektion und Vermehrung zu der enormen Vielfalt entwickelt hat, die wir heute bestaunen, bewegt sich die Biologie also auf halbwegs sicherem Terrain und vermeidet den von Thomas Mann genannten „Theorien verschlingenden Abgrund“, die Frage also, wie überhaupt je etwas Lebendes erstmals in die Welt kommen konnte, vermutlich also noch vor jeder ersten DNA.

Was nicht heißt, dass die biologische Frage nach der allerersten DNA-basierten Lebensform, von der wir alle abstammen – denn das ist letztlich das, was Darwin postuliert hat, und was bis heute akzeptiert wird – nicht ebenfalls schwindelerregend sein kann. Die Möglichkeiten, die sich uns heute durch einen unglaublichen Datenschatz an genetischen Informationen von Myriaden von Lebensformen bieten, zusammen mit unseren technischen Kapazitäten wie der KI, sie hierarchisch und zeitlich zu ordnen, sind atemberaubend. Derzeit geht man von einem geheimnisvollen Urorganismus aus, LUCA genannt, auf den sich alles Leben auf der Erde in direkter Linie zurückführen lässt. Wie erstaunlich viel wir heute über diesen Organismus wissen, obwohl er nie gefunden wurde und wohl auch nie gefunden werden wird, ist eine ganz eigene Thematik, womit man überaus spannende Vorträge und Kanzelreden füllen könnte.

Doch ich möchte tatsächlich das Wagnis eingehen, mich dem gefährlichen Abgrund zu nähern, der mich wie viele vor mir magisch anzieht, und der, wenn man ihm wissenschaftlich zu Leibe rücken will, letztlich auf die Frage zugespitzt werden muss, an welchem Punkt in der Zeit, oder auch in der Geschichte der Materie auf der Erde, dieses ganz spezielle Phänomen erstmals in Erscheinung trat, das wir Leben nennen. Denn das ist ja das

Faszinierende, dass Menschen immer und überall überzeugt davon waren, dass es diesen einen Punkt gegeben haben muss, an dem die „unbelebte“ Materie aufgehört hat, unbelebt zu sein, also eine Existenzform anzunehmen, die sich irgendwie einer rein mechanischen Beschreibung entzieht. Aristoteles war vielleicht nicht der erste, aber sicherlich der wirkmächtigste Denker, der dies durch eine „Beseelung“ der Materie beschreibt, durch einen irgendwie gearteten Prozess, dessen Ursprung völlig unbekannt ist, und der natürlich religiös wunderbar ausgeschlachtet werden kann und wurde.

Für die wissenschaftliche Beantwortung der Frage, was den qualitativen Übergang von unbelebter zu belebter Materie eigentlich nun genau ausmacht, hilft der Begriff der „Beseelung“ bekanntlich nicht weiter. Stattdessen wäre es wichtig, die besondere Eigenschaft lebender Systeme, die sich beim postulierten Übergang zum belebten Zustand ändert, irgendwie messbar zu machen. Hier gibt uns Aristoteles einen Begriff, der zwar immer noch fern jeder physikalischen Behandlung ist, uns vielleicht aber etwas weiter bringt, und zwar den Begriff der „Entelechie“, also der offensichtlichen Zielgerichtetheit lebender Systeme, der sich auch sehr schön mit der Beobachtung aus der Biologie verträgt, dass sich alles Leben auf der Erde durch Evolution fortlaufend verändert, als würde es sich selbst auf ein bestimmtes Ziel hin optimieren. Ist es vielleicht möglich, so etwas wie Zielgerichtetheit, unter der Wirkung physikalischer Gesetze, mit Methoden der Wissenschaft zu beschreiben und zu erforschen?

An dieser Stelle ist es nun höchste Zeit, meine zweite Lieblingsreferenz zum Thema ins Spiel zu bringen, die ich für eine der erhellendsten aus dem Kanon der Naturwissenschaft halte, ebenfalls aus der Zeit vor Watsons und Cricks epochaler Einsicht, wenn auch nur ganz kurz vorher. Es ist das Büchlein „Was ist Leben?“ des berühmten Physikers Erwin Schrödinger, eine Übersetzung der ursprünglich auf Englisch unter dem Titel „What is life?“ publizierten Zusammenfassung von Vorlesungen, die Schrödinger in der Emigration während des Zweiten Weltkriegs am Trinity College in Dublin gehalten hat. Dort wurde ihm freundlicherweise Sicherheit, intellektuelle

Freiheit und ein stattliches Gelehrtengehalt unter der Voraussetzung geboten, der interessierten Öffentlichkeit mit gelegentlichen Vorlesungen ein klein wenig Einblick in die Gedankenwelten eines wissenschaftlichen Superstars zu gewähren. Zu unser aller Glück nahm Schrödinger davon Abstand, den Dublinern die Feinheiten der Schrödingergleichung näherbringen zu wollen. Stattdessen entwickelte er fundamentale neue Ideen zur Biologie seiner Zeit, von denen zwar einige, wie zur Struktur der Erbinformation, kurz darauf widerlegt wurden, aber eine sehr wirkmächtige Formulierung der Besonderheit lebender Systeme geblieben ist: und zwar deren Fähigkeit, durch ständigen Fluss von Energie durch sie hindurch Ordnungsstrukturen aufzubauen und zu erhalten, und sich so dem durch den 2. Hauptsatz der Thermodynamik postulierten Verfall dieser Ordnung, durch Entropie, zu entziehen. Plastisch gesprochen „ernährt“ sich Leben also in gewisser Weise von „negativer Entropie“.

Dies physikalisch näher auszuführen, sprengt den Rahmen dieses Vortrags, aber dieses frühe Konzept von Nichtgleichgewichtssystemen, also Systemen, die durch permanenten Energieumsatz fern des thermodynamischen Gleichgewichts existieren können, sich dort selbst organisieren, räumliche Muster und viele andere spannende neue Eigenschaften ausbilden, wurde bald in Physik, Chemie und vor allem auch in der Entwicklungsbiologie begeistert aufgenommen und erweitert. Die gesamte Wissenschaft der Selbstorganisation, die später vor allem von Nobelpreisträger Ilya Prigogine geprägt wurde, ist bis heute vermutlich die wichtigste Ausgangsbasis, um experimentelle Systeme zu entwickeln und zu beforschen, die wenigstens im Ansatz die Besonderheit lebender Systeme abbilden. Doch obwohl die Biologie voll ist von Mustern und Ordnungsstrukturen, und die Biologen bereits seit Schrödingers Ideen und den kurz darauf nachfolgenden mathematischen Formulierungen zur Musterbildung durch den berühmten englischen Mathematiker Alan Turing bestrebt sind, lebende Systeme mit diesen Theorien zu beschreiben, blieben doch die Modellsysteme aus der Biologie, an denen sich Selbstorganisation quantitativ studieren lässt, lange Zeit sehr komplex und basierten natürlich auf aktuell lebenden Organismen. Wie aufgrund von Selbstorganisations-

Prozessen die kleinste Einheit der Biologie, die Zelle, erstmals entstehen kann, entzieht sich bis heute der experimentellen Arbeit. Und genau hier setzt nun meine eigene Forschung an, die ich Ihnen zum Schluss kurz vorstellen möchte.

Wir fassen zusammen: Der mysteriöse hypothetische Übergang von der unbelebten Materie zum ersten System, das je gelebt hat, liegt in den Tiefen der Vergangenheit und in den Weiten des Weltalls. Von allem, was wir heute wissen, ist es noch nicht einmal ausgeschlossen, dass es in Zuge des Einschlags von Himmelskörpern auf unsere frühe Erde gekommen ist, wir können nur anhand naturwissenschaftlicher Daten und Theorien in etwa sagen, wann es angefangen hat, seine unbekannt Ziele hier auf der Erde mit Hilfe von Evolution zu verfolgen, das muss in etwa vor 3-4 Milliarden Jahren gewesen sein. Was wir ebenfalls heute wissen, ist, dass es für eine solche Evolution dreierlei benötigt: 1) Energie, um dem thermodynamischen Verfall zu entgehen, 2) Information, um überhaupt so etwas wie ein „Selbst“ sein zu können, und 3) eine Hülle, um sich selbst von seiner Umgebung zu unterscheiden. Wenn wir nun noch die Energie etwas genauer fassen, nämlich Energie, die in chemischen Bindungen steckt, die permanent neu geschlossen und gelöst werden können, dann haben wir den Begriff des Metabolismus, also des Stoffwechsels, und mithilfe von Stoffwechsel, Information und einer Hülle ergibt sich die definitionsgemäß kleinste mögliche Einheit des Lebens: die Zelle. Unser technisches Ziel ist also konkret folgendes: die einfachste mögliche lebende Zelle aus Bausteinen zusammenzubauen, die selbst nicht leben.

Das Schöne an diesem so formulierten Ziel gegenüber der Suche nach dem tatsächlichen historischen Ursprung des Lebens auf der Erde oder der Herleitung theoretischer Gesetze, die das Phänomen des Lebens als solches quantifizierbar machen – beides hochinteressante Forschungsfelder, die auch in München beforscht werden – ist an unserem Ziel, dass der Übergang von einem System, das keine Zelle ist, zu einem System, das eine Zelle ist, entlang recht gut definierter, eng umrissener Eigenschaften erfolgt, die man mit gut etablierten Methoden und Techniken wie der

Mikroskopie untersuchen kann. Eine Zelle bildet durch ihren Stoffwechsel getrieben raumzeitliche Muster aus, sie kann sich teilen und replizieren, sie interagiert mit ihrer Umgebung, wächst und stirbt, und enthält bei all dem eine unverwechselbare stoffliche Identität, eine „Information“, die an ihre Nachkommen weitergegeben wird.

Und genau diese Eigenschaften versuchen wir nun aus so wenigen verschiedenen Informations-Bausteinen, also Genen, wie möglich nachzubauen. Während heutige Zellen mindestens 1000 oder mehr Gene haben, arbeiten wir mit Systemen, die nur eine Handvoll davon aufweisen, und können doch bereits sehen, wie essentielle Eigenschaften von Zellen, wie Musterbildung und autonome Teilung, in diesen absolut minimalen Systemen bereits zu sehen sind. Die erstaunliche Erkenntnis unserer Arbeit ist angesichts der Komplexität des Lebens, dass für Eigenschaften wie raumzeitliche Musterbildung, Bewegung und Teilung verhältnismäßig wenig molekulare Vielfalt erforderlich ist, wenn man nur ein wenig chemische Energie zugibt und den Systemen erlaubt, diese Energie in neue Formen und Strukturen zu übersetzen.

Um nun zum Ende und zu einem vorläufigen Fazit zu kommen, das ich Ihnen nach Hause mitgeben möchte: Man kann sich angesichts dieser wunderschönen Experimente, die ich Ihnen hier ohne Bildschirm und Leinwand natürlich nicht plastisch vorführen kann, des Eindrucks nicht erwehren, dass das Geheimnis des Lebens im erstaunlichen Design der Moleküle steckt, die es hervorbringen, und dieses wiederum in der Natur der Atome, aus denen diese Moleküle aufgebaut sind. Und diese wiederum auf den bekannten, aber auch vielen noch völlig unbekanntem Gesetzen der Physik beruhen, die wir Wissenschaftler im Laufe unserer Geschichte zusammengetragen haben und immer noch weiter zusammentragen.

Das Staunen vor dem Phänomen des Lebens bleibt, je mehr wir darüber wissen und verstehen, aber es wandelt sich von einem Staunen über etwas, das ganz anders ist als die Welt, aus der es hervorgeht, in ein Staunen über die Welt in ihren kleinsten Teilen, in denen doch irgendwie alles, was wir Leben nennen, schon angelegt ist. Irgendwann in den

tiefsten Tiefen der Vergangenheit, kam es, getrieben von Chemie und Physik, zu dieser schicksalsträchtigen Zusammenrottung von Molekülen zu einer allerersten Zelle, zu der Initiation von chemischen Reaktionen, die sich zwar über die Jahrmilliarden ständig verändert, die aber nie jemals aufgehört haben. Wenn man so will, gehen diese urzeitlichen Reaktionen bis heute weiter, in einem ununterbrochenen Strom der Weitergabe von Energie und Information.

Wer Gott also nicht in Tempeln findet, die mit Händen gemacht sind, und wer auch sonst generell skeptisch bezüglich allzu konkreter Gottesvorstellungen ist, kann ihn möglicherweise genau dort finden: in diesem ewigen, nie endenden, und sich doch immer wieder neu hervorbringenden Prozess des Lebens. Er lebt in uns und wir in ihm.