

Über das verborgene Wesen der molekularen Biologie

Versuch ihrer Annäherung an die anthroposophische Erkenntnisweise

CHRISTOPH HUECK

Über das verborgene Wesen der molekularen Biologie. Versuch ihrer Annäherung an die anthroposophische Erkenntnisweise

■ Zusammenfassung

Eine durch die anthroposophisch menschenkundliche Dreigliederung geleitete, qualitative Betrachtung der Molekülklassen, die an der Proteinbiosynthese beteiligt sind (DNA, RNA und Proteine) führt dazu, die DNA mit dem Kopf/Vorstellen, die Proteine mit den menschlichen Gliedmaßen/Willen, und die RNA als vermittelndes Glied mit dem rhythmischen System zu korrelieren. Eine zeitliche Betrachtung zeigt, dass die DNA aus der Vergangenheit wirkt, die Funktionen der Proteine dagegen ihre Bedeutung in der Zukunft haben und im Zusammenhang des Organismus von dorthin bestimmt sind. Die RNA wird in der molekularen Gegenwart gebildet, wenn die Genexpression, die als molekulares Erinnern angesehen werden kann, durch Signale induziert wird. Als isolierbare physische Substanzen sind diese Stoffe „festgehaltene Prozesse“ Die sich ergebende Zeitkonfiguration kann in einem Kreuz aus vier zum Zentrum weisenden Pfeilen verbildlicht werden, das dem Kreuz der Seelenfunktionen entspricht, welches Rudolf Steiner in einem Vortrag zur Psychosophie schildert. Molekularbiologie und die anthroposophische Auffassung des Lebendigen können insofern zusammengeschaut werden. Das Bild des Menschen wird auch auf der Ebene der Moleküle gefunden.

■ Schlüsselwörter

DNA
RNA
Proteine
Proteinbiosynthese
Denken
Fühlen
Wollen
Vergangenheit
Zukunft
Zeitstrom
Nerv
Blut

xxxxxxx

■ Abstract

A qualitative view upon the classes of molecules involved in protein biosynthesis (DNA, RNA, proteins) results in a correlation of these molecules with the macroscopic human organisation and with psychological functions. DNA can be correlated with the head/thinking, proteins with human limbs/willing, and the intermediate RNA with the rhythmic system. A temporal view shows that DNA acts out of the past, while the functions of proteins have their organismic relevance in the future and, hence, are directed from the future. RNA is synthesized during the molecular presence. Signal induced gene expression can be regarded as molecular recollection. In this view, the isolatable physical substances appear as fixed processes. A resulting configuration of timelines yields a cross of four arrows pointing towards the center. This image has been delineated by Rudolf Steiner in a lecture on Psychosophy, discussing human psychological functions. Thus, a synopsis is attained between molecular biology and the anthroposophical concept of living organisms. The image of man can also be found on the molecular level.

■ Keywords

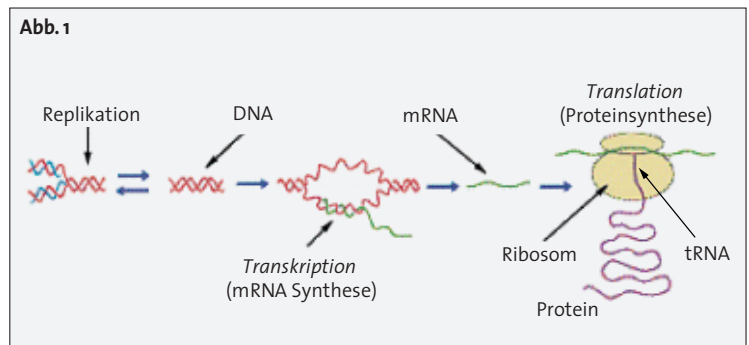
DNA
RNA
Protein
Proteinbiosynthesis
Thinking
Feeling
Willing
Past
Future
Flow of time
Nerve
Blood

Es kommt auf eine Spiritualisierung
der Naturwissenschaften an.

PETER BÜTOW

Anthroposophische Welt- und Menschenerkenntnis und molekulare Biologie stehen sich in ihrer Auffassung des Lebendigen diametral gegenüber. Die Kluft zwischen beiden Auffassungen liegt nicht nur in der vollkommen unterschiedlichen Methode der Betrachtung und Untersuchung von Lebewesen, sondern vor allem auch in dem unterschiedlichen Verständnis der *Ursachen* der Lebenserscheinungen. Die molekulare Biologie sucht die Ursachen des Lebendigen in dem Aufbau und der Wechselwirkung der biologischen Moleküle, der anthroposophisch orientierte Wissenschaftler sieht die Ursache der Lebenserscheinungen dagegen in einer nicht sinnlich wahrnehmbaren Kräfteorganisation, die alles organische Geschehen durchzieht, in dem „Ätherleib“. Man könnte sagen: Während die molekulare Biologie die Lebenserscheinungen „von unten“ her zu begreifen versucht, sucht der anthroposophische Naturwissenschaftler die Welt des Organischen „von oben“ her zu erfassen. Ein wesentlicher methodischer Unterschied zwischen beiden Auffassungen besteht auch darin, dass der materialistisch denkende Naturwissenschaftler bestrebt ist, die Lebensäußerungen eines Organismus aus dem molekularen Geschehen *abzuleiten*, während der anthroposophisch Denkende die übersinnliche Kräfteorganisation des Ätherleibes *in* den sinnlichen Erscheinungen des Organischen *schaut*. Es würde an dieser Stelle allerdings zu weit führen, die Methodik anthroposophischer Erkenntnis des Lebendigen genauer zu beschreiben. Für den interessierten Leser steht eine große Auswahl entsprechender Literatur zur Verfügung (1)^{1,2}.

Für einen naturwissenschaftlich *und* anthroposophisch Denkenden muss nun allerdings durch die Kluft zwischen Molekularbiologie und der anthroposophischen Auffassung das Bedürfnis und die Aufforderung entstehen, sie miteinander wenn nicht zu versöhnen, so doch zu verbinden. Denn die Wirklichkeit kann ja nur eine einheitliche sein. Nur in unserer nicht vollständig geklärten Auffassung können Widersprüche, Brüche und Klüfte existieren, nicht im Sein und Wesen der Natur. Dabei hilft es nicht, die eine oder andere Seite, die materielle oder die geistige, als die einzig wirkliche anzusehen und die andere zu leugnen oder ihr den Realitätscharakter abzusprechen, und den entsprechend anderen Standpunkt in trügerischen Illusionen befangen zu wähen. Nein, wer die molekulare Biologie nicht nur aus dem Lehrbuch, sondern aus jahrelanger Laboratoriumserfahrung kennen und beurteilen gelernt hat (wer also hier bloße Modellvorstellungen von solchen Vorstellungen, die die reale Wirksamkeit der molekularen Vorgänge erfassen, unterscheiden kann), und wer andererseits die Erklärungsmächtigkeit der anthroposophisch orientierten Naturanschauung kennt und die Wirklichkeit übersinnlicher Bildungsgesetze in den sich verwandelnden Zeitgestalten des Organischen erlebend



erfasst hat, für den *müssen* sich trotz aller Widersprüche beiden Welten miteinander verbinden lassen (8, 9). Und so soll hier der anfängliche Versuch unternommen werden, die übersinnliche Kräfteorganisation des Lebendigen auch im molekularen Geschehen wirksam zu sehen und die molekularen Prozesse als Ausdruck höherer Wirksamkeit zu erfassen.

Die molekularen Spieler und ihre grundlegenden Funktionen

Als Grundlage der weiteren Besprechung müssen wir uns zunächst das elementare Grundschemata der Proteinbiosynthese vergegenwärtigen (Abb. 1). An der Proteinbiosynthese sind im Wesentlichen drei Klassen von Molekülen beteiligt: Die Erbsubstanz DNA (Desoxyribonukleinsäure), die Überträgersubstanz RNA (Ribonukleinsäure), hauptsächlich in ihren beiden Ausprägungen als Boten-RNA (messenger- oder mRNA) und als Transfer-RNA (tRNA), sowie die Eiweiß-Moleküle (Proteine)³. Einige grundlegende Fakten über den Aufbau und die Funktionsweise dieser drei Molekülklassen können hier nur kurz referiert werden.

Die Sequenz der DNA wird von Zelle zu Zelle weitergegeben und von den Vorfahren auf die Nachkommen vererbt. Dieser Vorgang involviert die jeweils sequenzidentische Verdopplung der DNA (Replikation). In der Proteinbiosynthese wird die Sequenz der DNA im Zellkern zunächst spiegelbildlich in mRNA-Sequenz umgeschrieben (Transkription). Die mRNA wandert aus dem Kern ins Zellplasma, wo die tRNA die Sequenzinformation der mRNA abliest und die Übersetzung dieser Information in die Aminosäuresequenz der Proteine vermittelt (Translation). Insofern ist die Information für die Aminosäure- oder Primärsequenz der Proteine in der DNA-Sequenz verschlüsselt, codiert. Ein Organismus kann keine anderen Protein-Sequenzen bilden, als in seiner DNA-Sequenz codiert sind. Allerdings *ruht* die Information in der DNA; bei aktuellem Bedarf wird sie aktiviert (Genexpression). Dann werden diejenigen Gensequenzen in Proteinsequenzen übersetzt, die in der aktuellen und lokal differenzierten physiologischen oder ontogenetischen Situation des Organismus benötigt werden.

Welche Bedeutung haben diese einzelnen Komponenten für das Leben des Gesamtorganismus? Betrachten wir zur Beantwortung dieser Frage vor allem die *funktionale* Seite der Moleküle. Wir nähern uns damit einer qualitativen, deshalb aber nicht ungenauen Betrachtung an.

Abb. 1
Übersichtsschema der Proteinbiosynthese (nähere Erläuterungen siehe Text).

Anmerkungen

- 1) Aus der großen Zahl hervorragender Darstellungen sind hier willkürlich einige ausgewählt (2, 3, 4, 5, 6)
- 2) Für das hier behandelte Thema siehe speziell auch (7)
- 3) Zum Molekülbegriff siehe weiter unten.

Zunächst zur *DNA*. Sie ist zweifellos das Molekül der *Vererbung*, ohne sie ist Vererbung undenkbar. Die *DNA* vermittelt die Weitergabe biologischer Sequenzinformation von den Vorfahren auf die Nachkommen. Sie wirkt klar *aus der Vergangenheit* in die Zukunft hinein. Sie trägt die Sequenzinformation, die sich in der Vergangenheit evolutiv ausgebildet hat, und bewahrt diese für die Gegenwart und Zukunft. Die funktionale und damit biologische Bedeutung der *DNA* liegt in der Sequenz (= Information) ihrer Bausteine. Bei jeder Zellteilung wird neue *DNA* gebildet; konserviert bleibt nicht der Stoff, sondern seine Struktur. Letztlich besteht die wesentliche Funktion der *DNA* in ihrer Eigenschaft, die Sequenzinformation für die Synthese von Proteinen zur Verfügung zu stellen. Die *DNA* ist dabei ein durch und durch passives Molekül: Sie *wird* verdoppelt, abgelesen, aktiviert, gehemmt, von Zelle zu Zelle weitergegeben, usw.

Die *Proteine* haben eine ganz andere Funktion. Gegenüber der *DNA* sind sie die aktiven Komponenten des molekularen Geschehens. Dabei erfüllen sie eine große Bandbreite unterschiedlichster Aufgaben und lassen sich dementsprechend in unterschiedliche Klassen einteilen. Als *Enzymproteine* sind sie wesentlich am gesamten *Stoffwechsel* beteiligt, indem sie sämtliche biochemischen Reaktionen im Organismus katalysieren. Durch die katalytische Funktion der Enzyme wird der Stoffwechsel überhaupt erst ermöglicht – ohne Katalyse wäre die Aktivierungsenergie der biochemischen Reaktionen vom Organismus nicht aufzubringen. Zugleich geben die Enzyme den biochemischen Reaktionen eine *Richtung*, indem sie Ausgangssubstrate enzymatisch über Zwischenprodukte in Endprodukte umwandeln. Die Endprodukte werden selbst entweder weiter umgesetzt, gespeichert oder ausgeschieden.

Eine zahlenmäßig relativ kleine, mengenmäßig aber große Gruppe von Proteinen stellen die *Strukturproteine* dar, die einen großen Teil der *geformten Strukturen* eines Organismus ausbilden wie im tierischen Organismus Haut, Haare und Nägel, das Bindegewebe, die extrazelluläre Matrix, das Zytoskelett, u.a.m. Die *Beweglichkeit* des tierischen Organismus ermöglichen die *Muskelproteine*. Weitere funktionelle Klassen von Proteinen dienen dem *Transport*, z.B. von Sauerstoff im Blut oder von Molekülen durch die zellulären Membranen, dem *Schutz* des Organismus (die Proteine des Immunsystems), der *Speicherung* von Nährstoffen, sowie auch der *Steuerung und Regelung* (Hormone und regulatorische Proteine).

Die dritte Molekülklasse, die an der Proteinbiosynthese maßgeblich beteiligt ist, ist die *RNA*. Sie vermittelt zwischen *DNA-Information* und *Protein-Funktion*, indem sie Teile der in der Zeit quasi dahinströmenden *DNA-Information* bei Bedarf *aktualisiert* und ihre Verwirklichung (*Expression*) in Form von funktionalen Proteinen vermittelt.

Eine qualitative Betrachtung von DNA und Proteinen

Proteine und *DNA* bilden eine Polarität in Bezug auf ihre Erscheinung, ihre Struktur und Funktion. Die *DNA* ist ein im Prinzip lineares, funktional eindimensionales

Molekül. Ihre Sequenz besteht aus einer linearen Aufreihung ihrer Bausteine. Gene werden (mit wenigen Ausnahmen bei Viren) in der Regel nur in einer Richtung abgelesen. Die *DNA* hat die Aufgabe der strukturellen Konservierung, ihre Funktion liegt im Erhalt, der Ablesbarkeit und Weitergabe ihrer Sequenz. Proteine sind dagegen räumliche, dreidimensionale Gebilde, ihre Funktionalität beruht auf ihrer Dreidimensionalität. Zwar haben auch Proteine einen – mit der *DNA*-Sequenz korrespondierenden – linearen Grundaufbau, die Primärsequenz der Aminosäuren. Doch sind diese Aminosäurefäden in den funktionalen Proteinen zu komplexen dreidimensionalen Gebilden aufgefalt. Dadurch bilden sich strukturierte Oberflächen und Innenräume, Vertiefungen und Taschen, durch die Proteine erst biochemisch aktiv werden. Als solche dreidimensionalen Gebilde sind Proteine *bewegliche*, strukturell dynamische Moleküle. Gerade in der Beweglichkeit ihrer Struktur liegt ihrer Fähigkeit, den Stoffwechsel zu katalysieren. Proteine sind wie aktive Werkzeuge, wie Hände, die einen Stoff ergreifen, ihn umgestalten, und wieder loslassen können. Auch das Vorkommen der Proteine in den Zellen und Geweben ist im Vergleich zur *DNA* dynamisch. Während der Bestand an *DNA*-Sequenzinformation in jeder Zelle und zu jedem Zeitpunkt konstant bleibt, ändern sich Menge und Zusammensetzung des Proteingemisches einer Zelle fortwährend, je nach biochemischen und entwicklungsbiologischen Erfordernissen.

Wir verstehen die Proteine in einer qualitativen Weise am besten, wenn wir ihre Wirkungsweise mit unserem eigenen, willentlichen Handeln vergleichen. Unser Handeln ist aktiv, wir bewegen unsere Gliedmaßen dynamisch im dreidimensionalen Raum, ergreifen, verändern und entlassen die Objekte unseres Tuns. Unsere Handlungen sind immer wechselnd, je nach aktueller Erfordernis. Schließlich liegt die Verbindung zwischen Handeln und Proteinen auch darin, dass die Ausübung unseres Willens einen aktiven, durch Proteine katalysierten Stoffwechsel, voraussetzt.

Versuchen wir, das Verhältnis der Proteinfunktion zur *Zeit* zu bestimmen. Werden die Funktionen der Proteine ebenso wie die der *DNA* aus der Vergangenheit bestimmt? Betrachten wir dazu zunächst noch einmal unser eigenes Handeln. Als Beispiel, das schon in die Nähe der Proteinfunktion führt, wähle ich das Handeln eines Chemikers im Labor. Mit bestimmten Absichten geht er zu Werk, sammelt, mischt, verbindet und löst die Stoffe. Aus verschiedenen Ausgangsstoffen möchte er ein bestimmtes Produkt gewinnen. Er tut heute etwas, um morgen etwas Anderes zu erreichen. Sein Handeln ist nicht kausal aus der Vergangenheit bestimmt, nicht das, was er gestern war oder tat erklärt sein heutiges Handeln, sondern was er morgen erreichen will. Sein Handeln ist final, das heißt *aus der Zukunft* bestimmt. Und so ist es mit den Proteinen, nur dass die Proteine selbstverständlich keine bewussten Absichten verfolgen. Doch ihre *funktionelle Bedeutung* liegt in der Zukunft.

Hier stehen wir an einem Wendepunkt der biologischen Erkenntnis, ja der Naturerkenntnis überhaupt.

Anmerkung (zu S. 327)

4) Tatsächlich denkt der Biochemiker das Ganze des Organismus für das Verständnis der einzelnen Reaktion jeweils mit, ohne sich dessen immer vollständig bewusst zu sein. Der Kontext, in dem eine Reaktion stattfindet (und auch nur stattfinden kann), wird eben oft vergessen. Darin liegt einer der wesentlichsten Gründe für die materialistische Auffassung des Lebendigen, die meint, man könne vom Teil zum Ganzen gelangen. Das Ganze des biologischen Kontexts muss aber immer implizit mitgedacht werden, weil ohne es ein Verständnis der Teile sich nicht ergibt. Über diese Ungenauigkeit in der biologischen Erkenntnis führt die Beobachtung der Vorgänge und Bedingungen hinweg, die sich im biologischen Erkennen vollziehen. Wir müssen auch und in erster Linie fragen: Wie erkennen wir biologisch?, wenn das Was der Erkenntnis sachgemäß sein soll. Der Biologe beleuchtet jede einzelne Detailfrage immer mit dem im Hintergrund schwebenden intuitiven Wissen der Ganzheitlichkeit des Organismus, ja der Ganzheit der gesamten Biosphäre. Indem er sich diesem Wissen innerlich zuwendet, wird ihm eine wesensgemäße Anschauung des Lebendigen möglich.

Denn es fällt schwer, eine Bestimmung aus der Zukunft zu denken und im Wirken der Natur, vor allem in ihrem stofflichen Wirken, zu erkennen. Aber betrachten wir die Bedeutung der Proteinfunktionen für das Leben des Organismus einmal unbefangen und genau.

Nehmen wir als Beispiel die Spaltung von Traubenzucker, den universalen Stoffwechselweg der Glykolyse. Welche Bedeutung hat die Funktion des ersten Proteins, der Glukose-Hexokinase? Das Enzym katalysiert die Phosphorylierung von Glukose zu Glukose-6-Phosphat. Warum geschieht diese Reaktion an dieser Stelle des Stoffwechsels? Die Antwort ist: Weil dadurch der Glukose eine energiehaltige chemische Gruppe zugefügt wird, die *den folgenden* Reaktionsschritt der Glykolyse, die Umwandlung von Glukose-6-Phosphat in Fruktose-6-Phosphat, ermöglicht. Betrachtet man allein den isolierten Reaktionsschritt der Phosphorylierung von Glukose, der unter Verwendung der Ausgangskomponenten auch im Reagenzglas stattfinden könnte, so ist dieser Vorgang selbstverständlich kausal biochemisch aus seinen Ausgangsbedingungen zu erklären. Fragt man allerdings nach der Einordnung der Reaktion in den Organismus, so ist sie nur final aus der folgenden Reaktion zu erklären, und diese wieder aus der nächstfolgenden, usw. Um einen einzelnen Reaktionsschritt im Organismus zu verstehen, muss man ihn in den Zusammenhang eines Reaktionsweges einordnen und letzteren dann wieder in den Zusammenhang mit anderen Wegen usw., bis sich ein vollständiges Bild ergibt. Man muss immer fragen: Was für eine Bedeutung hat der einzelne Reaktionsschritt für den ganzen Organismus? Was hat die Glykolyse für eine Bedeutung? Sie liefert Zwischenprodukte, die durch ihre weitere Veratmung im Zitronensäurezyklus der Gewinnung biochemisch gebundener Energie in Form von ATP und NADH dienen, oder für Synthesewege anderer organischer Substanzen, wie den Fetten und Aminosäuren zur Verfügung stehen. Die Fette und Aminosäuren dienen dem organischen Aufbau, die energiereichen Verbindungen dem Erhalt und Leben des Gesamtorganismus. Jeder einzelne Reaktionsschritt wird in seinem Zusammenhang mit allen anderen nur dann verständlich, wenn man die einzelne Reaktion aus der Perspektive des ganzen Organismus betrachtet. *Jeder einzelne Schritt dient in komplex geordneter Weise dem Wachstum, Leben und Erhalt des Ganzen.* Und er findet nur deshalb im Organismus statt, weil er dem Ganzen dient⁴.

Angenommen, ein Chemiker wollte einen Organismus konstruieren, so müsste er all diese einzelnen biochemischen Reaktionen in ihrem Zusammenhang planen und entsprechend ausführen, um sein Ziel zu erreichen. Ein solcher Organismus gliche einer Maschine, denn das gestaltende Prinzip, die Idee, die das Wozu jedes einzelnen Teiles bestimmte, läge außerhalb des Organismus im Kopf des Chemikers. In seinen frühen „Eingleitungen zu Goethes naturwissenschaftlichen Schriften“ charakterisierte Rudolf Steiner gerade dadurch den Unterschied der Maschine zum Organismus, dass beim Organismus die gestaltende Idee, die die Anordnung

und Wechselwirkung der Teile bestimmt, nicht außerhalb desselben, sondern „in dem Ding selbst“ vorhanden ist und dort ihre Wirksamkeit direkt selbst vollzieht (10). Insofern muss in jeder im Organismus sich vollziehenden biochemischen Reaktion zweierlei erkannt werden: Das Woher und das Wozu. Das Woher ist aus der Vergangenheit, das Wozu durch die zukünftige Bedeutung bestimmt. Und es sind besonders die Proteine, deren Vorkommen und Aktivität durch die zukünftigen Bedeutungen ihrer Produkte bestimmt werden.

Auch das willentliche Handeln, das oben mit der Proteinfunktion verglichen wurde, ist auf die Zukunft hin ausgerichtet. So, wie eine absichtsvolle Handlung durch ihr zukünftiges Ziel bestimmt wird und nicht durch ihre vergangenen Bedingungen, so ist die komplexe Ordnung der Proteinfunktionen im Organismus dadurch bestimmt, welche zukünftigen Bedeutungen die einzelnen Reaktionen für den Organismus als Ganzem haben.

Ein blitzartiges Licht des Verständnisses fällt nun auch auf die DNA, wenn wir – wie die Funktion der Proteine mit dem menschlichen Willen – so die Funktion der DNA mit dem Denken, mit dem Vorstellen in Beziehung setzen. In erster Linie sind beide, DNA und Denken, dadurch charakterisiert, dass sie Information und Informationsvermittler sind. Wie die Zelle die Summe ihrer Information in der DNA-Sequenz in sich trägt und aus der Vergangenheit weitergibt, so lebt auch im Menschen ein Strom aus der Summe seiner in der Vergangenheit erworbenen Vorstellungen. Und wie in einem bestimmten Augenblick jeweils nur ein Teil der genetischen Information für die Synthese von Proteinen realisiert wird, so ist uns in jedem Augenblick nur ein Teil aus der Summe der Vorstellungen bewusst, die wir in uns tragen. Genexpression ist damit vergleichbar einem aktuellen „Bewusstwerden“ oder „Erinnern“ der „unbewusst“ im Leben der Zelle dahinströmenden DNA-Sequenzinformation.

Die Entsprechungen zwischen DNA-Funktion und Vorstellen, Protein-Funktion und Wollen reichen bis in die Mikrostrukturen der Moleküle hinein. Beide, DNA und Proteine, haben ein molekulares Rückgrat, an dem ihre jeweiligen Bausteine angeordnet sind. Bei der DNA ist es ein Rückgrat aus Zucker-Phosphaten, bei den Proteinen sind es die Peptidbindungen der Aminosäuren. Während nun die Basen der DNA vom Rückgrat hin *nach innen* orientiert sind („Kopfprinzip“), stehen die Seitenketten der Proteine *nach außen*, vom Rückgrat weg („Gliedermaßenprinzip“). Diese Orientierungen sind jeweils von wesentlicher funktionaler Bedeutung. Ohne die Orientierung der Basen nach innen wäre das Spiegelprinzip der DNA Replikation und Transkription nicht möglich, und die nach außen gestreckten Seitenketten der Aminosäuren bedingen die räumlichen Strukturen und die Funktionalität der Proteine⁵.

Wir haben damit ein *Bild* gefunden, das die Funktionen und den Zusammenhang von DNA und Proteinen im Organismus qualitativ erfasst. Es ist das Bild des Menschen, der menschlichen Seele. Ein Strom unbewusster Vorstellungen lebt in uns, die Summe all unserer Erlebnisse und

Anmerkung

5) Die Verwandtschaft der DNA mit dem Vorstellen, diejenige der Proteine mit dem Wollen ist auch für den erfahrenen Experimentator anschaulich. Wie leicht lässt sich die DNA mit relativ einfachen, toten Begriffen verstehen! Es ist ja auch ganz charakteristisch, dass die Entdecker der DNA Doppelhelix, James Watson und Francis Crick, das strukturelle Grundprinzip der Basenpaarung durch bloßes abstraktes Probieren am Modell entwickeln konnten. Komplex, verwirrend und oft nur in Näherungen zu erfassen sind im Gegensatz dazu die geheimnisvollen, beweglichen Proteine. Schließlich erhält man Kristalle der DNA sehr leicht, während man oft jahrelang kämpfen muss, um ein bestimmtes Protein in den kristallinen Zustand zu zwingen.

Abb. 2

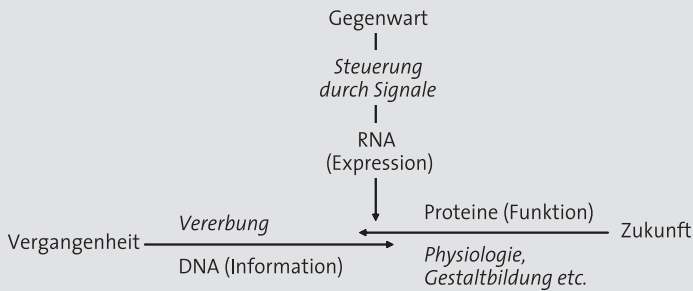


Abb. 2
Das Verhältnis von
DNA, RNA und
Proteinen zur Zeit.
Nähere Erläute-
rungen siehe Text.

Einsichten aus der Vergangenheit. Wir können Einzelnes aus diesem Strom ins Bewusstsein heben, gegenwärtig aktualisieren, und zu Zielen unseres Handelns machen. Wenn wir dann handeln, willentlich tätig werden, setzen wir unsere bewusst gemachten Vorstellungen in real wirksame Impulse um, deren Ziele in der Zukunft liegen. So ist die erfahrungstragende, vorstellende und handelnde Seele in die Zeit eingegliedert, so bestimmen Vergangenheit und Zukunft das aktuelle Bewusstsein.

Dieses Bild ist viel mehr als eine Analogie zwischen Bewusstsein und Molekularbiologie. Es drückt sich in ihm das verborgene Wesen der molekularen Prozesse aus. Denn der Vergleich zwischen den menschlichen Seelentätigkeiten und dem molekularen Geschehen stellt tatsächlich keine bloße Analogie dar. Wenn wir Proteine erkennen wollen, müssen wir ihre Dynamik in innerlichen, feinen Willensbewegungen nachvollziehen. Wir schlüpfen mit unserer inneren Aktivität in das Protein hinein und lassen es in unserer Vorstellung diejenigen Bewegungen vollziehen, die seine katalytische Aktivität erklären. Bei der DNA reichen „abgelähmte“ Bildvorstellungen für ein grundlegendes Verständnis; um den Proteinen nahe zu kommen, muss man ihre funktionalen Strukturänderungen dynamisch nachvollziehen. *Das Aufmerksamwerden auf diese innerseelischen Vorgänge, die sich bei jedem wesentlichen Naturerkennen vollziehen, öffnet den Weg zu einem „Lesen im Buch der Natur“ und schließt den inneren Menschen mit der äußeren Natur in einer höheren Erfahrungs- und Erkenntniseinheit wieder zusammen.*

Ein Bild Rudolf Steiners für das Wesen der Seele

In einem Vortrag, den Rudolf Steiner am 4.11.1910 im Rahmen einer Vortragsreihe mit dem Titel „Psychosophie“ hielt, erläuterte er das Wesen der menschlichen Seele anhand eines bildhaften Schemas⁶. Er sprach zunächst von einem Strom der Vorstellungen, die wir in der Vergangenheit aufgenommen haben, und der in die Zukunft weiter fließt, aber der uns nicht in jedem Augenblick in seiner Gänze bewusst ist. Diesem Strom aus der Vergangenheit wirkt ein Strom aus der Zukunft entgegen, den Rudolf Steiner hier den Strom des „Begehrens“ nennt, der aber auch als Strom der inhaltvollen Willensrichtung bezeichnet werden könnte. Das gegenwärtige, bewusste Seelenleben „ist nichts anderes als die Begegnung eines Stromes aus der Vergangenheit in die Zukunft, und eines Stromes, der aus der Zukunft in die Vergangenheit fließt. Und wenn der gegenwärtige Augenblick in unserem Seelenleben eine solche Begegnung ist, dann werden Sie

leicht begreifen, dass diese zwei Ströme in der Seele selber zusammenkommen, sozusagen übereinanderschlagen. Dieses Übereinanderschlagen ist das Bewusstsein ... Da ist etwas wie eine Durchdringung von dem, was aus der Vergangenheit in die Zukunft fließt, mit dem, was aus der Zukunft in die Vergangenheit fließt und sich dem ersteren entgegenstemmt ... Zweierlei durchdringt sich.“ (11) Rudolf Steiner benennt nun beide Ströme: „Bezeichnen wir daher den Strom, der die für den Moment unbewussten Vorstellungen birgt, der aus der Vergangenheit kommt und in die Zukunft fließt, als den *Ätherleib*, und den anderen Strom, der von der Zukunft in die Vergangenheit geht, als den *Astralleib*. Und was ist das Bewusstsein? Das sich gegenseitige Treffen des Astralleibes und des Ätherleibes.“ (11)

Damit ist aber das Bild noch nicht vollständig, denn es fehlen noch zwei Glieder des menschlichen Wesens. Für das eine, das „Ich“, formuliert Rudolf Steiner: „Den Einschlag des Ich können wir uns graphisch darstellen, ... indem wir den Strom des Ich senkrecht auf den Strom der Zeit fassen“ (11). Der Ich-Einschlag äußert sich in zwei seelischen Funktionen, dem Urteilen und dem Erinnern. Besonders das Erinnern ist in unserem Zusammenhang interessant. Im Erinnern, so Rudolf Steiner, wird dem aus der Vergangenheit dahinfließenden Strom der unbewussten Vorstellungen etwas entgegengehalten, durch das sich einzelne Vorstellungen spiegeln und dadurch als Erinnerung bewusst werden. Diese Spiegelung entsteht mit Hilfe des astralischen Begehrensstromes, den das Ich dem Vorstellungsstrom entgegenstellt und dadurch bestimmte Vorstellungen gleichsam „auflaufen“ lässt. Halten wir für unsere molekularbiologische Fragestellung hier vor allem den Aspekt der *Spiegelung* fest, durch den Einzelnes aus der Summe der dahinfließenden Vorstellungen für das Bewusstsein aktualisiert wird.

Schließlich das vierte Wesensglied, der physische Leib: „Wenn ich nun die vierte Richtung zeichne, von unten nach oben, so würde ich die dem Ich entgegengesetzt laufende Richtung als die Richtung der physischen Welt bezeichnen müssen. Darin hätten wir das, was dem physischen Leib entspricht.“ (11)

Das Seelenkreuz und die molekularen Prozesse der Proteinbiosynthese

Vergleichen wir die Angaben Rudolf Steiners nun mit den molekularen Vorgängen während der Proteinbiosynthese, also der Umsetzung von genetischer Information durch Genexpression in Proteinfunktion. Wir können die Vorgänge in folgendem Schema zusammenfassen (Abb. 2). In der Genexpression werden einzelne Gene, Abschnitte der DNA, von Proteinen „erkannt“ d.h. sequenzspezifisch gebunden, und dadurch für die Transkription, das Abschreiben der DNA- in RNA-Sequenz durch das Protein RNA-Polymerase, aktiviert. Es handelt sich also im wörtlichen Sinn um, wie Rudolf Steiner es für die Durchdringung von Ätherleib und Astralleib formulierte, ein „Übereinanderschlagen“ der beiden Zeitströme. Diese Durchdringung der beiden Ströme charakterisiert die molekulare *Gegenwart*.

Anmerkung

6) Der Inhalt dieses Vortrags kann hier nur cursorisch referiert werden.

Die Expression genetischer Information geschieht in streng geregelter Weise. Die Genexpression wird durch *Signale* gesteuert, die zur Bindung von aktivierenden (oder hemmenden) Proteinen an die regulatorischen Sequenzen bestimmter Gene führen. Es kann sich entweder um äußere Signale, wie zum Beispiel die Einwirkung von Hitze oder das Vorhandensein einer bestimmten Chemikalie handeln, oder um entwicklungsregulatorische Proteine, Wachstumshormone etc. Dabei sollten wir die Signale nicht in erster Linie stofflich-materiell, sondern funktional denken.

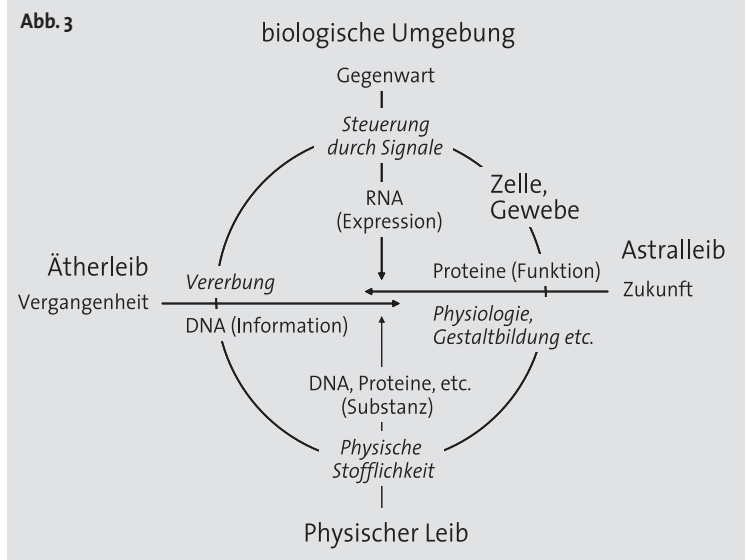
Die Genexpression ist eine Aktualisierung, eine Vergegenwärtigung eines bestimmten Ausschnitts aus der Gesamtheit der genetischen Information. Man könnte die Expression auch als ein „Erinnern“ im molekularen Sinn bezeichnen. Oben wurde beschrieben, dass die Erinnerung dadurch zustande kommt, dass ein bestimmter Teil des unbewusst dahinfließenden Vorstellungstromes gespiegelt wird. Und in der Tat ist die Transkription, d.h. die Abschrift der DNA-Sequenz in RNA-Sequenz im wörtlichen Sinn eine selektive *Spiegelung*. Rudolf Steiner erläuterte in dem oben zitierten Vortrag, dass die Erinnerungs-Spiegelung durch das Ich unter Zuhilfenahme des Begehrensstromes zustande kommt. Im molekularen Geschehen geschieht die Aktualisierung bestimmter Teile der DNA-Information unter Zuhilfenahme von regulatorischen Proteinen und der RNA-Polymerase. Die steuernden Signale, die auf die regulatorischen Proteine wirken, entsprechen im Seelenkreuz dem senkrechten Einschlag des Ich. Allerdings müssen wir sie hier sachgemäß nicht als geistiges Ich bezeichnen, sondern als „biologische Umgebung“ aus der die genregulatorischen Signale einwirken. Es ist die Umgebung der Zelle bzw. des Gewebes, in dem bestimmte Signale zur Expression bestimmter Gene führen?

Ergänzen wir nun *Abb. 2* zum vollständigen Bild (*Abb. 3*). Zunächst vollzieht sich das beschriebene Geschehen innerhalb der Einheit einer lebenden Zelle bzw. eines Gewebes. Insofern kann – wie Rudolf Steiner es für die Einheit der menschlichen Seele zeichnete – ein Kreis um die sich begegnenden Strömungen gezogen werden.

Die vierte Richtung, von unten nach oben, stellt die tatsächliche *physische Substantialität* von DNA, RNA, Proteinen und allen weiteren organischen Stoffen dar. Es ist das, was der Biochemiker aus dem Lebenszusammenhang eines Organismus als abgestorbene Überreste isoliert und im Reagenzglas physikalisch und chemisch weiter untersucht.

Tab. 1 fasst die gewonnenen Ergebnisse noch einmal zusammen. Die molekularen Vorgänge, die im Zusammenhang mit der Proteinbiosynthese stehen, entsprechen *en detail* denjenigen Vorgängen, die Rudolf Steiner in seinen Vorträgen zur Psychosophie als den inneren Aufbau der menschlichen Seele oder Psyche im engeren Sinne beschrieb.

Die obigen Ausführungen versuchen die materialistische Illusion zu überwinden, dass stoffliche Moleküle die Ursache der Lebenserscheinungen seien, *ohne* auf der anderen Seite in ein unberechtigtes Verleugnen der



Tab. 1

	Strom aus der Vergangenheit	Strom aus der Zukunft	„Senkrechter Einschlag“ von oben	Gegenrichtung von unten
Wesensglied	Ätherleib	Astralleib	Ich	Physischer Leib
Seele	Gesamtheit aller bisher erworbenen Vorstellungen	Begehren (Wünsche, Hoffnungen etc.)	Ich-Tätigkeit (Erinnern und Urteilen)	Sinnliche Wahrnehmung
Molekulare Prozesse	Gesamte Erbinformation (Genom)	Zielgerichtete Funktionen der Proteine	Signale zur Genexpression	Physische Stofflichkeit

Erkenntnisse der molekularen Biologie zu verfallen. Dazu ist es wichtig, den Begriff des biologischen Moleküls klar zu fassen. Entscheidend ist die Tatsache, dass stofflich fassbare Substanzen ja immer nur gegenwärtig beobachtet und isoliert werden können. Diese Substanzen haben aber nicht nur stoffliche Eigenschaften wie Größe, Gewicht, Ladung und Struktur, sondern, *solange sie im lebendigen Zusammenhang des Organismus existieren*, immer eine spezifische funktionelle Vergangenheit und Zukunft. Als isolierte Stoffe sind sie deshalb nur „festgehaltene Prozesse“ (12). Der Begriff des biologischen Moleküls umfasst *beides*, Substantialität und Prozessualität. Wenn der Biochemiker von Proteinen im Organismus spricht, so meint er nicht nur eine materielle Struktur, sondern zugleich eine biochemische Funktion. Spricht der Genetiker von DNA, so impliziert er zusätzlich zur materiellen Struktur immer die Vererbungsfunktion.

Ordnet man nun die an der Proteinbiosynthese beteiligten molekularen Komponenten nach ihrem prozessualen Charakter, so erhält man das *biochemische Kreuz des Lebens*, das dem Seelenkreuz Rudolf Steiners zwanglos entspricht. Denn *in den molekularen Prozessen sind dieselben Kräfte der vier Welt-Wesensschichten wirksam, die auch in der menschlichen Seele wirken*. Die geistigen Kraftwirkungen der Wesensschichten wirken nicht *auf* die Stoffe, sondern *in* ihnen. Die organischen Stoffe selbst sind nur eine aus dem zeitlichen Zusammenhang isolierte Erscheinungsform des geordneten Zusammen-

Abb. 3
Das vollständige biochemische Kreuz des Lebens. Erläuterungen siehe Text.

Tab. 1
Zusammenfassung der Wesensglieder, Seelen- und molekularen Funktionen nach Zeitrichtung.

Anmerkung
7) Auch das Ich wirkt auf die Seele aus einer geistigen Umgebung ein.

spiels der Kraftwirkungen der vier Wesensschichten. Auf diese Weise lassen sich der Materialismus und der Dualismus in der biologischen Erkenntnis überwinden⁸.

Die organische und die zelluläre Ebene

Äußert sich der beschriebene Zusammenhang (Vorstellen – DNA, Wollen – Protein) auch auf der organischen und auf der zellulären Ebene des Organismus? Die organische Grundlage des bewussten Vorstellens liegt im Nervensystem, diejenige der aktiven Willensentfaltung durch Stoffwechsel im Blut (13). Wie erscheinen Nerv und Blut unter dem Gesichtspunkt DNA – Vergangenheit, Protein – Zukunft?

Im Organismus herrscht ein realer Lebenszusammenhang zwischen biologischer Vergangenheit und Zukunft, ja der lebendige Organismus *ist* dieser Zusammenhang selbst. Er *entwickelt* sich aus der Vergangenheit und wird aus der Zukunft *gestaltet*, organisiert. Im aktuellen physiologischen und biochemischen Geschehen und in der Proteinbiosynthese sind, wie oben gezeigt, die biologische Vergangenheit und Zukunft miteinander verwoben. Für die Nerven ist diese Einbettung in die biologische Zeit unterbrochen: Nerven sind abgeschlossene, *fertige* Bildungen; sie sind rein aus der Vergangenheit bestimmt. Das Nervengewebe hat zwar noch eine geringfügige, periphere Wachstums-, aber keine Vermehrungs- und Regenerationsfähigkeit mehr. Die Verbindung des Nervens zur biologischen Zukunft ist abgeschnitten. Nerven, vor allem die des zentralen Systems, dienen als *Spiegelungsapparate* des bewussten Seelenlebens. All diese Aspekte stimmen mit der oben gegebenen Charakteristik der DNA überein.

Im Gegensatz zu den Nerven, die einen Zellkern mit genetischer Information enthalten, sind die roten Blutkörperchen *kernelos*. Auch sie haben ihre Regenerationsfähigkeit verloren, aber aus einem gegenüber dem Nervengewebe entgegen gesetzten Grund: Für das Blut ist die Verbindung zur biologischen Vergangenheit gekappt, die Blutzellen sind nicht mehr im lebendigen Entwicklungsstrom verankert. Blut wird immer neu gebildet, es ist in ständigem *Werden* begriffen. Mit dem Blut ist es wie mit den Proteinen: Es wird gebildet, erfüllt für einige Zeit seine funktionalen Aufgaben, vor allem im *Stoffwechsel*, und wird dann abgebaut. Nerv und Blut gliedern sich also zwischen Vorstellen und DNA bzw. Wollen und Proteinen ein. Die genannten Entsprechungen veranschaulichen und untermauern die oben dargestellten Zusammenhänge.

Auch in der Gestalt der *Zelle* sind die übergeordneten Grundprinzipien der organischen Gestaltung sichtbar. Grob gesprochen entspricht der Zellkern dem Kopfpol, das Zellplasma dem Gliedmaßenpol des Menschen. Der Zusammenhang mit dem hier besprochenen Thema liegt auf der Hand: Im Kern befindet sich die DNA, die Zelle „denkt“ mit dem Kern. Im umgebenden Zellplasma werden die Proteine synthetisiert, und dort sind sie auch vornehmlich aktiv. Die mRNA vermittelt die Proteinbiosynthese in einer Art von *rhythmischem* Wechselspiel. (mRNA Moleküle wandern nach der Transkription aus

dem Kern ins Plasma. Nach der Translation werden die mRNA-Stränge bis zu Nukleotiden abgebaut und wandern dann zurück in den Kern. tRNAs werden mit Aminosäuren beladen und geben diese an die wachsende Proteinkette ab, um wiederum neu beladen zu werden.)

Wir finden: Sowohl in den zellulären, als auch in den molekularen Strukturen und Prozessen äußern sich übergeordnete Ordnungsprinzipien, die die makroskopisch-organische und auch die seelisch-geistige Welt durchdringen. Zusammenfassend ergeben sich die folgenden Reihen:

Vorstellen – Kopf – (Sinn) / Nerv – Zellkern – DNA
Wollen – Gliedmaßen / Stoffwechsel – Blut –
Zellplasma – Proteine

Und wir können andeutungsweise ergänzen:

Fühlen – Brust – Atmung / Kreislauf – Kern- und andere zelluläre Membranen – RNA

Dasselbe Grundprinzip der vergangenheitsbestimmten, inhaltlichen Spiegelung tritt seelisch als Vorstellen, makroskopisch als Kopf, organisch als Nerv, mikroskopisch als Zellkern und submikroskopisch als DNA auf. Wie im Vorstellen immer die Summe aller Vorstellungen mitschwingt, wie sich im Kopf und im Nervensystem der ganze Kosmos spiegelt, so ist im Kern jeder Zelle immer die ganze Erbinformation der DNA vorhanden.

Das Grundprinzip zukunftsbestimmter Gestaltungstätigkeit findet sich im Wollen, in den Gliedmaßen bzw. im Stoffwechsel, im Blut, im Zellplasma und in den Proteinen. Zwischen beiden Polaritäten vermittelt ein aktualisierender, rhythmischer Prozess. Man kann auch im Buch der Moleküle lesen⁹.

Dr. Christoph Hueck

Endorfer-Au-Straße 13, D-83026 Rosenheim
c.hueck@yahoo.de

Anmerkungen

8) Der Materialismus versucht, die biologischen Erscheinungen auf die Ebene der Moleküle zu reduzieren und von dorthier die Verursachung der ersteren zu denken. Der Dualismus, der häufig auch (ungewollt) von anthroposophischer Seite vertreten wird, sieht die geistige Ebene der Wirklichkeit getrennt von den materiellen bzw. molekularen Erscheinungen und muss dann die Brücke suchen, über die das Geistige auf das Materielle wirken soll. Dabei wird das Geistige durchaus analog dem Gegenständlich-Materiellen gedacht. Schon die Frage: „Wie wirkt das Geistige auf die Materie?“, ist, in diesem Sinne, falsch gestellt.

9) Ich danke Herrn Dr. Armin J. Husemann für wertvolle Anregungen und Kommentare.

Literatur

- Steiner R. Über das Wesen und die Bedeutung von Goethes Schriften über organische Bildung. In: Steiner R. Goethes naturwissenschaftliche Schriften. Stuttgart: Freies Geistesleben, 1962: 50–82
- Marti E. Das Ätherische. Basel: Die Pforte, 1989
- Bockemühl J. (Hrsg.) Erscheinungsformen des Ätherischen. Stuttgart: Freies Geistesleben, 1977
- Schad W. (Hrsg.) Goetheanistische Naturwissenschaft, Band 1 bis 4, Stuttgart: Freies Geistesleben 1982–85
- Husemann AJ. Der musikalische Bau des Menschen, Stuttgart: Freies Geistesleben, 2003
- Kranich E-M. Urpflanze und Pflanzenreich. Stuttgart: Freies Geistesleben, 2007
- C. Der vergessene Kontext, Entwurf einer ganzheitlichen Genetik. Stuttgart: Freies Geistesleben, 1999
- Heusser P. Das zentrale Dogma nach Watson und Crick und seine

- Widerlegung durch die moderne Genetik. Der Merkurstab 1990; 43 (3): 141–154
- Hueck C. Molekularbiologie und Leben. Die Vereinbarkeit molekularbiologischer Ergebnisse mit einer wesensgemäßen Auffassung des Lebendigen. Der Merkurstab 1993; 46 (6): 591–598
 - Steiner R. Über das Wesen und die Bedeutung von Goethes Schriften über organische Bildung. In: Steiner R. Goethes naturwissenschaftlichen Schriften, Stuttgart: Freies Geistesleben, 1962: 50–82.
 - Steiner R. Anthroposophie, Psychosophie, Pneumatosophie. Vortrag vom 4.11.1910 in Berlin, GA 115. 4. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 2001: 179–213
 - Zurumek M. Stoffe sind festgehaltene Prozesse. Elemente der Naturwissenschaft 2003; 78 (1): 74–93
 - Steiner R. Allgemeine Menschenkunde als Grundlage der Pädagogik. Vortrag vom 22.8.1919 in Stuttgart, GA 293. 9. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1990: 17–29