

# Hans Hönl

## Bewusste Materie

### 1. Problemstellung

Manchmal zeichnen sich für seit langem gestellte Fragen Antworten aus Bereichen ab, von denen man dies auf den ersten Blick nicht erwartet hätte. So kamen seinerzeit aus der Quantentheorie Aussagen zu eher philosophischen Fragestellungen, so die These, dass die Realität eines beobachteten Vorganges von der Beobachtung selbst abhängt. Heutzutage könnte die Molekularbiologie Hilfestellung bieten, wenn es ebenfalls um Fragen philosophischer Art geht, beispielsweise wie „Materie“ und „Geist“ zueinander in Beziehung stehen oder ob das Phänomen „Leben“ problemlos vom derzeitigen Wissensstand der Naturwissenschaften abgeleitet werden kann. Hierbei beschreibt die Molekularbiologie als eine neuere Disziplin der Biologie die Lebensvorgänge auf molekularer Ebene, wobei sie in enger Beziehung zu Biochemie und Biophysik steht.

Anhand einiger weniger Beispiele aus diesem Wissensgebiet soll im Folgenden versucht werden, eine Annäherung an eine neue Sichtweise der Themen „Geist“ und „Leben“ verständlich zu machen. Um naturphilosophische Perspektiven nicht außer Acht zu lassen, werden beide Begriffe vorher noch kurz durchleuchtet.

### 2. Naturphilosophisches

„Geist“ und „Leben“ sind auch heute noch zwei problematische Begriffe, von denen man glaubt, sie zu kennen, die sich aber bei näherer Betrachtung als widersprüchlich und mehrdeutig erweisen. Hierbei geraten beide Phänomene zunehmend ins Visier der Naturwissenschaften, wodurch sie als Thema nicht mehr ausschließlich der Philosophie vorbehalten sind. Dennoch sollte die Bildung des Begriffs „Geist“ hinterfragt werden, nicht zuletzt um zu klären, inwieweit dieser die Realität widerspiegelt.

Ohne an dieser Stelle auf weit schweifende Gedankengänge detailliert einzugehen, kann gezeigt werden, dass eine solche Analyse zu dem Ergebnis führt, dass der Begriff „Geist“ lediglich ein abstrakter Begriff ist, dem keine reale Entität entspricht (1). Er ist weder ein Ding noch eine Substanz, wie es noch Descartes meinte, sondern bestenfalls eine Eigenschaft oder - besser noch - ein Aspekt, weswegen die Bezeichnung „Geistiges“ eher passen würde. Um aber auch diesen immer noch vagen Begriff abzulösen, ist die Bezeichnung „Subjektives“ treffender. Subjektives im Sinne von Ich-Bewusstsein, d. h. von Empfinden, Denken und Agieren. Was für den sinnlichen Beobachter erst bei lebender Materie erahnbar wird, dem kann sich der Wissenschaftler bereits bei der Untersuchung von komplexen Makromolekülen nur noch schwer entziehen: **Materie ist subjektiv bzw. bewusst**, zumal wenn sie die Fähigkeit für rudimentäres Empfinden und Agieren aufweist. Aber was für Makromoleküle gilt, kann für das, aus dem diese aufgebaut sind, nämlich atomare und subatomare Materie, nicht ausgeschlossen werden, wenngleich wahrscheinlich nie zweifelsfrei verifizierbar.

Mit diesem Subjektiven bzw. Bewussten hängt auch das zusammen, was gemeinhin unter „Leben“ verstanden wird. Der Begriff „Leben“ ist in verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Kulturen verschiedensten Deutungen unterworfen gewesen. Während sich die derzeitige Philosophie des Geistes eher mit einer Ob-Frage - ob es so etwas wie Geist bzw. Geistiges bzw. Nicht-Materielles gibt - abmüht, beschäftigt sich die Philosophie des Lebens mit einer Was-Frage, d. h.: Was ist Leben?



Abb. 1: Schematische Darstellung der Beziehung Geistiges - Materielles

### 3. Naturwissenschaftliches

Eine solche Auseinandersetzung mit dem Thema „Leben“ macht es zwangsläufig erforderlich, sich den aktuellen naturwissenschaftlichen Kenntnisstand bezüglich dieser Thematik vor Augen zu halten. Vor allem die Physik - hier die Bioenergetik und die Thermodynamik - und die Chemie - hier die Biochemie und die Molekularbiologie - sind gefordert darzulegen, ob sich „Leben“ zwangsläufig von den derzeitigen naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten ableitet oder ob noch etwas hinzukommen muss. Es ist die alte Frage, die schon Schrödinger Mitte des 20. Jahrhunderts in seinem Buch „Was ist Leben?“ (2) gestellt hatte: Wie kann Ordnung aus Unordnung entstehen? Er konnte keine endgültige Antwort geben und blieb vage. Heute könnten die Resultate der Molekularbiologie weiterhelfen (3).

Es ist bemerkenswert, mit welcher Raffinesse sich in lebenden Systemen komplexe Makromoleküle, d. h. Strukturen mit hohem Ordnungsgrad, bilden und Ordnung aus Unordnung entsteht. Alleine aufgrund der Gesetze von Physik und Chemie sollten Moleküle, also definitionsgemäß leblose Partikel, neue chemische Verbindungen bilden, Bindungen aufbrechen und sich auf thermodynamische Gleichgewichte zubewegen, um sich schließlich im Zustand niedrigster Energie bzw. höchster Unordnung wiederzufinden. Einen Zustand höherer Ordnung anzustreben, erscheint aus rein naturwissenschaftlicher Sichtweise kaum plausibel. Dass es dennoch geschieht, erscheint bemerkenswert. Selbstverständlich ist es nicht.

Die Wirkungsweise von Enzymen, d. h. von biologischen Katalysatoren zum Beschleunigen und Steuern von chemischen Reaktionen, wirft ebenfalls Fragen auf, beispielsweise wie es diesen gelingt, zielgenau biochemische Reaktionen in die gewünschte Richtung zu lenken.

Enzyme sind Moleküle, genauer Makromoleküle, manchmal auch Komplexe von einigen wenigen Makromolekülen, deren Zusammensetzung ihre räumliche Gestalt definiert.

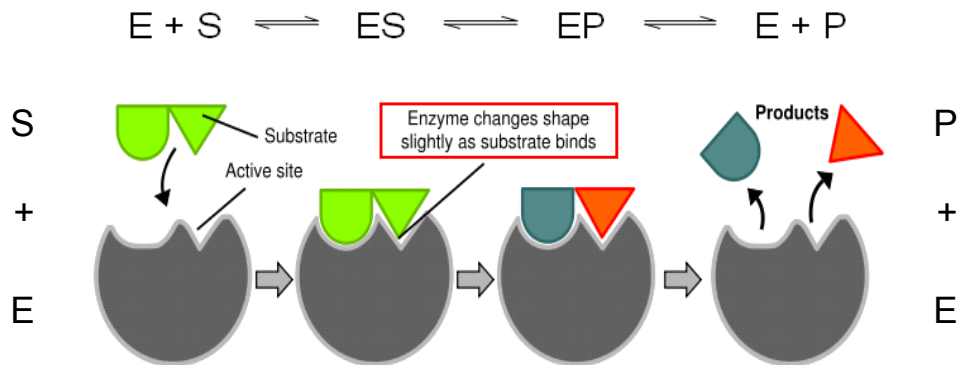


Abb. 2: Schematische Darstellung der gezielten räumlichen Wirkungsweise von Enzymen

Diese ermöglicht es, dass an der Oberfläche des Enzyms (E) Vertiefungen vorliegen, sogenannte „Enzymtaschen“, in die sich die zu reagierenden Substratmoleküle (S) einlagern können. Die an das Enzym locker gebundenen Substratmoleküle (ES) erfahren nun eine Veränderung, was bedeutet, dass neue Produkte entstehen (EP), welche immer noch an das Enzym gebunden sind. Diese werden dann von der Enzymoberfläche abgestoßen (P), womit die enzymatische Umsetzung abgeschlossen ist. Im vorliegenden Beispiel ist das Substrat (S) in zwei Bruchstücke (P) gespalten worden.

Der entscheidende Punkt bei der enzymatischen Umsetzung ist der Schritt von ES nach EP, dem eine räumliche Veränderung des aktiven Zentrums des Enzyms, d. h. eine induzierte Konformationsänderung (induced fit) entspricht. Diese, z. B. die Umorientierung spezifischer funktioneller Gruppen des Enzyms, bewirkt eine Erleichterung der Umwandlung von ES nach EP.

Hier taucht die Frage auf, ob eine solch scheinbar absichtsvolle räumliche Veränderung des Enzyms aus den bekannten Regeln der Chemie und der Physik ableitbar ist. Wären die Enzyme nur zufällig schwingende und wabernde Makromoleküle, wieso sollten sie ein angedocktes Substratmolekül in eine spezielle gewünschte neue Form umwandeln? Hier an Zufall zu glauben, fällt schwer. Und auch eine nachgeschaltete Selektion à la Neodarwinismus dürfte kaum greifen, da auf der Ebene biochemischer Reaktionen das Mutation-Selektion-Prinzip eher fraglich ist.

Aber beweisen lässt sich weder eine physikalistische bzw. materialistische noch eine nicht-physikalistische Deutung. Es soll nur angemerkt werden, dass Makromoleküle - z. B. Enzyme - agieren, als besäßen sie eine gewisse Autonomie.

Ein weiteres Beispiel für ein autonomes Verhalten von Makromolekülen offenbart die Molekularbiologie im Fall der Phänomene Fortpflanzung und Vererbung. Hierfür fungiert das wohl bekannteste in Lebewesen vorkommende Makromolekül, die DNA (Desoxyribonukleinsäure), als Informationsträger. Nachdem in den frühen 50'er Jahren des letzten Jahrhunderts klar geworden war, dass dieses Molekül das entscheidende genetische Material in den Zellen ist und nachdem Watson, Crick und Wilkins die Struktur der DNA, die Doppelhelix, entschlüsselt hatten, waren Basenpaarung und Selbstverdopplung der DNA bald Allgemeinwissen.

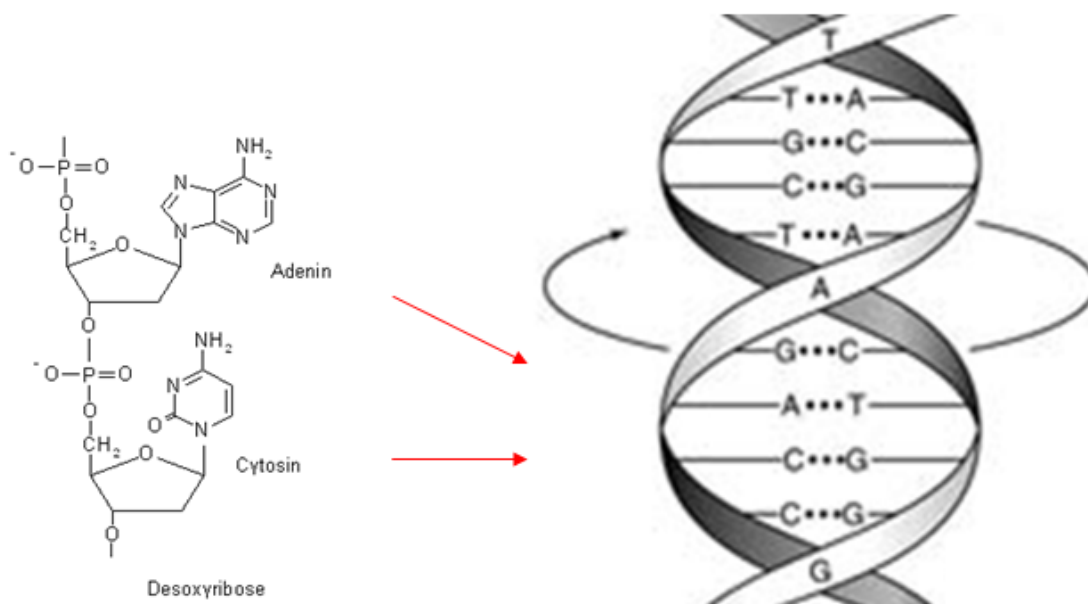


Abb. 3: Schematische Darstellung eines Strangs der DNS (linke Seite) und der verkürzten symbolischen Darstellung der Verknüpfungen in einem Doppelstrang zwischen den Basenpaaren Adenin - Thymin (A - T) und Cytosin - Guanin (C - G) (rechte Seite)

Daher braucht im Folgenden auf die entsprechenden elementaren Mechanismen nicht näher eingegangen zu werden (Doppelstrang der DNA in Form der Doppelhelix, Basenpaarung entsprechend: Adenin - Thymin (A - T) und Cytosin - Guanin (C - G), daraus abgeleitet das 4-Buchstaben-Alphabet der Nukleinsäure-Informatik,...); ansonsten siehe (3).

Die Verdopplung der DNA, d. h. die Herstellung weiterer Kopien hiervon (Replikation), ist die Basis von Fortpflanzung und Vererbung. Ein halbes Jahrhundert nach der Entdeckung der Doppelhelix weiß man allerdings, dass die Replikation der DNA wesentlich komplexer und zielgerichteter abläuft, als man es seinerzeit ahnen konnte. Es sind verschiedene Enzyme, die den Anstoß zur Replikation geben und die auch für den weiteren Fortgang derselben sorgen. Ein kleiner Ausschnitt aus diesem Szenario lässt sich verkürzt folgendermaßen darstellen:

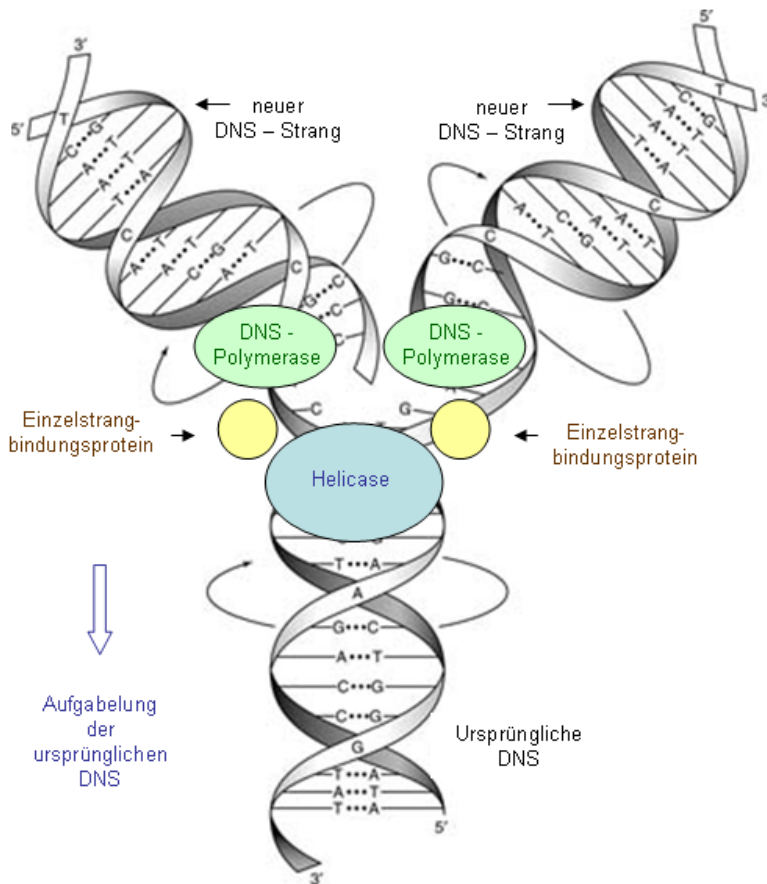


Abb. 4: Schematische Darstellung der Replikation einer DNS

1. Damit die Doppelhelix für die Replikation zugänglich werden kann, wird am sogenannten Replikationsstartpunkt der verdrehte Doppelstrang entwunden. Dafür sorgen die sogenannten Helicasen, d. h. Enzyme, welche die DNA für einen kurzen Bereich einsträngig machen.

2. Um zu vermeiden, dass sich die entstandene Einzelstrangregion nicht wieder in den ursprünglichen - energetisch bevorzugten - Doppelstrang zurückbildet, treten nun andere Enzyme in Aktion. Es sind die Einzelstrangbindungsproteine, die mit der Einzelstrangregion

einen Komplex bilden, wodurch der Einzelstrang stabilisiert wird.

3. Nun beginnt die eigentliche Herstellung der DNA-Kopie. Mittels des Enzyms DNA-Polymerase werden aktivierte Nucleotide (Desoxyribonucleosidtriphosphate) sukzessive addiert. Natürlich wird hierbei strikt die Basenpaarungsregel eingehalten (A - T und G - C).

Bemerkenswert ist noch eine weitere Eigenschaft der DNA-Polymerase, nämlich die Fähigkeit, Korrektur lesen zu können. Zusätzlich zum Einfügen von aktivierten Nucleotiden in den Replikationsstrang verfügt die DNA-Polymerase über die Fähigkeit, ein falsch eingebautes Nucleotid zu erkennen, es zu entfernen und es schließlich durch das richtige Nucleotid zu ersetzen. Enzyme, d. h. Moleküle bzw. Molekülkomplexe, sind also in der Lage, zu kontrollieren und zu reparieren. So wird verständlich, dass in lebenden Organismen die Mutationsrate erstaunlich niedrig ist und bei  $10^{-8}$  bis  $10^{-11}$  Fehlern pro eingesetztem Basenpaar liegt.

Diese und beliebig viele weitere molekulare Aktivitäten zeigen, wie komplex, zielgerichtet und raffiniert es bei der DNA-Replikation zugeht. Alles mit Hilfe der auf Zufall basierenden Wärmebewegung der Moleküle und mittels der chemischen Affinität? Und dann bleibt noch die Frage: Wie kommt ein Molekül wie die DNA dazu, sich zu verdoppeln, sich zu verbreiten, Information weiterzugeben? Ein Vorgang, der in der herkömmlichen Chemie unbekannt ist.

#### 4. Resümee

Nach diesen Darstellungen und Bemerkungen zu dem, was gemeinhin unter „Leben“ verstanden wird, ist es offensichtlich, dass sich eine Diskrepanz zwischen dem Phänomen Leben und der Ableitbarkeit der Lebensvorgänge aus den derzeit bekannten Gesetzmäßigkeiten von Chemie und Physik auftut. Gerade auf der molekularen Ebene der Lebensprozesse sollte am ehesten eine Entscheidung möglich sein, ob sich „Leben“ von den

Prinzipien der derzeitigen Naturwissenschaften als zwangsläufiges Resultat ableiten lässt oder ob noch etwas hinzukommen muss.

Es dürfte vergeblich sein, darauf zu hoffen, dass lediglich die Komplexität - sowohl die der Materie wie auch die der Lebensvorgänge - das Problem darstellt und dass nur geduldig gewartet werden müsse, bis Molekularbiologie und Biochemie die richtigen Antworten gefunden haben. Eher scheint es, dass ein prinzipielles Umdenken notwendig ist.

Es fällt auf, dass Ähnlichkeiten mit der Geist-Materie-Problematik bestehen. Daraus lässt sich ableiten, dass das Subjektive bzw. Bewusste der Materie auch das Phänomen des Lebens zur Folge hat. Geistiges und Lebendes resultieren aus der einen Grundeigenschaft der Materie, aus dem Subjektiven bzw. Bewussten. Nur dass das, was man gemeinhin unter Leben versteht, vom Subjektiven erst ab einer gewissen Komplexität der Materie hervorgebracht wird. Naheliegender für einen solchen Komplexitätsgrad dürfte der Übergang von einfachen kleinen Molekülen zu komplexen Makromolekülen wie der DNA sein.

Dieser Grad an Komplexität, der durch die Selbstverdoppelung von Makromolekülen, also letztendlich durch die Fortpflanzung gekennzeichnet ist, bedeutet für die Begriffe Geistiges und Lebendes, dass sie ab dieser Komplexität austauschbar sind. D.h. was lebend ist, ist auch geistig und umgekehrt - wohlverstanden in dem Sinn, dass Geistiges für Empfinden und/oder Agieren in rudimentärer Form steht. Alles andere, beispielsweise menschliches Empfinden hier hineinzudeuten, wäre bizarr und zu Recht der Lächerlichkeit preisgegeben.

Die Phänomene „Geist“ und „Leben“ basieren auf einer elementaren Eigenschaft der Materie, der Subjektivität bzw. Bewusstheit. Damit lässt sich das Phänomen Leben verstehen, ohne dass die Naturgesetze geändert werden müssen. Sie werden nur ergänzt.

Eine solche Sicht der Dinge kostet sicher Überwindung, zumal sie nicht zu beweisen ist, was allerdings auch für das Gegenteil dieser Sichtweise gilt. Lediglich Plausibilität kann als Richtschnur dienen. Ein Umdenken im Sinne einer subjektiven bewussten Materie ist aber notwendig, will man der Welt der Materie, des Geistigen und des Lebenden näher kommen. Damit ist Materielles nicht mehr das bzw. nicht mehr nur das, was die naturwissenschaftliche Beschreibung hergibt. Materielles und Subjektives sind miteinander verwoben.

#### **Literatur:**

- (1) Hans Hönl: Die Auflösung des Geistigen - Subjektive Materie, LIT Verlag, Berlin, 2006
- (2) Erwin Schrödinger: Was ist Leben, R.Piper GmbH & Co. KG, München, 1987
- (3) A.L.Lehninger, D.L.Nelson, M.M.Cox: Prinzipien der Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford, 1994