

Nobelpreisträger Erwin Schrödinger (1887-1961)

Der Physiker und Nobelpreisträger *Prof. Dr. Erwin Schrödinger* postulierte, dass Elektronen nicht kugelig und materiell seien, sondern *Strukturen stehender Wellen*.

Schrödinger schlug vor, sich Elektronen als Schwingungs*abschnitte* vorzustellen, die *geknotet* seien. Materieteilchen wären nach diesem Bild stehende Wellenknoten!

Das Werk Schrödingers ist wegweisend, besonders für die spätere Molekularbiologie. Um den Weg zu verstehen, den man bis zu *Popps* sensationellen Beweisen über den Lichtkörper gehen muss, ist es notwendig, Schrödinger zu verstehen.

„Was ist Leben?“, sein kleines Büchlein mit allergrößter Sprengkraft hat Geschichte gemacht gehört zu den Klassikern der naturwissenschaftlichen Literatur.

Schrödinger war Professor für Physik in Zürich, Berlin, Oxford und Graz. Nach dem Anschluss Österreichs an das Deutsche Reich konnte er nach Dublin ausweichen, von wo er erst 1956 wieder nach Wien zurückging. Ein langer Weg eines deutschen Wissenschaftlers, der sich wie Wilhelm Reich nicht mit den Nazis einlassen wollte.

Schrödinger hat mit diesem Buch eine gewaltige Sache angestoßen und quasi als Physiker den Biologen das Heft aus der Hand genommen. Seine Idee eines genetischen Codes war revolutionär. Kurze Zeit später wurde entdeckt, dass Gene aus DNS (Desoxyribonukleinsäure) bestehen. Der Weg zur Doppelhelix war nicht mehr weit und die Molekularbiologie hatte begonnen.

Die grundlegende Frage, die sich Schrödinger stellt ist die, wie sich die Vorgänge erklären lassen, die sich in Raum und Zeit und *innerhalb eines begrenzten lebendigen Organismus abspielen*. Wenn die Materie das immer wiederkehrende Tapetenmuster ist, dann ist der lebende Organismus wie eine von einem großen Künstler entworfene Seidenstickerei von unendlicher Vielfalt.

Seine Fragestellung führt geradewegs zum Atom und eine erste Frage könnte lauten: Warum ist das Atom so klein?

Da ja das Atom der Grundbaustein ist, auf dem wir aufgebaut sind, müsste die Fragestellung lauten: Warum ist unser Körper so unendlich groß? Er ist so groß, dass wir Atome weder hören, noch sehen, noch riechen, noch fühlen können.

Denken und Sinneswahrnehmungen sind für uns Menschen die wichtigsten physiologischen Prozesse. Um dem ihm innewohnenden Denkvermögen und Wahrnehmungsvermögen zu entsprechen, muss ein Körper einen sehr hohen Grad

an Organisation besitzen. Dieser Körper muss mit hochgradiger Genauigkeit funktionieren. Dies nicht nur für sich selbst, er muss auch in Wechselwirkung mit anderen Systemen treten können.

Nur im Zusammenwirken riesengroßer Zahlen von Atomen beginnen sich Gesetzmäßigkeiten zu entwickeln. Sind an einem Geschehen nur wenige Atome beteiligt, entsteht eine ununterbrochene Wärmebewegung, die jede Art von Ordnung unmöglich macht. Unsere sämtlichen Organe wären für uns nutzlos und unbrauchbar, wenn sie zu empfindlich wären. Sie sind Instrumente, die nur ab einer gewissen Stufe der Unempfindlichkeit reagieren.

Jeder Organismus muss eine recht grobe Struktur besitzen, nach innen wie nach außen, um physikalische Gesetze anwenden zu können. Also: Unser wohldurchdachter Organismus funktioniert nur durch diese unglaubliche Menge von Atomen, aus denen unser Körper besteht!

Das charakteristische Merkmal eines lebenden Systems ist seine Energie.

Im ganz großen Maßstab ändert ein Körper seine Energie ständig. Er gliedert sich in verschiedene "Zustände", in "Energienstufen". Die Übergänge von einer Energiestufe (von einer Energieanordnung) in eine andere nennt man einen "Quantensprung".

Geht dieser Sprung nach oben, das heißt die Energie steigt, dann muss dem lebenden System von außen Energie zugeführt werden.

Die Stabilität eines Systems ist die Stabilität seiner Moleküle bei verschiedenen Temperaturen. (Ein Molekül ist eine nach bestimmten Gesichtspunkten angeordnete Gruppe von Atomen.)

Jedes lebende System muss, um in einen Energiezustand höherer Stufe zu gelangen, einen "Energiezuschuss" bekommen.

Dann wird - eben diesem Quantensprung – das System angehoben, was zu einer Neuorientierung in den Molekülen, also zu einer Neuordnung der Atome führt.

Dieser Quantensprung ist der Übergang aus *einer* stabilen molekularen Anordnung in *eine andere* stabile Anordnung.

Ein Molekül eines lebenden Systems gleicht einem Kristall, wie er uns von der nicht-lebenden Materie her bekannt ist. Die Atome, die im Molekül eines lebenden Systems wirken, sind genau an die gleichen Gesetze gebunden wie diejenigen Atome, die den Aufbau zum Beispiel eines Bergkristalls bilden.

Der Unterschied in der Struktur ist nur, dass das eine Muster, das zur Ausformung des Bergkristalls führt, immer das gleiche ist, während das andere Muster unvorstellbare Variationen entwickeln kann.

Schrödinger nennt ein Molekül "*Keim eines festen Körpers*". Von diesem Keim ausgehend, scheint es nun zwei Wege zu geben, um größere Einheiten aufzubauen: Der erste Weg ist jener der dauernden Wiederholung, wie wir ihn in der nicht lebenden Materie kennen. Es ist der dreidimensionale Weg des gitterartig wachsenden Kristalls. Ist seine Art einmal festgelegt, gibt es keine bestimmte Grenze für seine Größe. Ob ein Steinchen für die Hosentasche oder ein Felsmassiv von 1000 Meter Höhe - da gibt es keinen Unterschied.

Der zweite Weg ist der Aufbau eines Aggregatzustandes, eines Systems *ohne* Wiederholung, bei der jede Atomgruppe ihre besondere Aufgabe erfüllt. Am Ende steht ein („fester“) Körper, ein Lebewesen, ein Mensch!

Ein winziger („fester“) Körper ist schon am Ursprung eines jeden Lebens ausgebildet: das Gen.

Wie ist es aber möglich, dass in solch einem aberwitzig kleinen Stück Substanz, wie ihn zum Beispiel der Kern eines befruchteten Eies darstellt, der gesamte Code der zukünftigen Entwicklung des Organismus enthalten ist? Im allerengsten, begrenzten Raum ist eine schier unbegrenzte Zahl von möglichen Anordnungen vorhanden.

Schrödinger nennt ein Beispiel, damit unser Verstand wenigstens in die Nähe der Angelegenheit kommt: Man solle sich einen Morsecode vorstellen, meint er, bei dem man neben dem bekannten Punkt und dem Strich, aus denen das Morsealphabet besteht, noch drei weitere Zeichen zulässt. Etwa: 1. Punkt, 2. Strich, 3. Kreis, 4. Schrägstrich links, 5. Schrägstrich rechts.

Kombinieren wir diese 5 Zeichen immer in einer 25er-Gruppe, so ist jede dieser Gruppe zu 25 Zeichen eine unverwechselbare Einheit, eine eigene Identität sozusagen, ein eigener Buchstabe oder eine eigene Zahl. Die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten ist mathematisch genau zu bestimmen. Es ist die Zahl 372 529 029 846 191 405.

Im Gen sitzt also ein Miniaturcode, hochkompliziert und bis ins kleinste Detail festgeschrieben, und dieser Plan wird ausgeführt! Aber wie? Wir wissen, dass auch die „lebende“ Materie den gleichen physikalischen Gesetzen folgt, welche für die "tote" Materie gelten.

Es muss andere, bis jetzt noch unbekannte physikalische Gesetze geben, die dem genetischen Plan *übergeordnet* sind, die diesen in Gang setzen, steuern und kontrollieren.

„Ordnung, Unordnung und Entropie“, so überschreibt *Schrödinger* die Sensation, mit der er aufwartet. Auf dieser Hypothese hat sich dann die Wissenschaft von der Molekularbiologie aufgebaut, die es bis dato nicht gegeben hat.

Das *Entropie*-Prinzip beinhaltet, dass nicht lebende Materie in der Regel sehr schnell zum Stillstand kommt. Alles ist dabei auf Ausgleich aus: Elektrische oder chemische Unterschiede werden ausgeglichen, ebenso die Temperaturen. Alles, was „lebendig“ ist verliert seine Lebendigkeit durch den Ausgleich und „tote“ Materie bleibt zurück.

Diesen Dauerzustand des Ausgleichs (ein Stein bleibt Jahrtausenden Jahre lang ein Stein) ist ein *thermodynamischer Zustand des Gleichgewichts*, es ist der Zustand höchster oder maximaler *Entropie*.

Ein lebendiger Organismus nun kann sich diesem Gleichgewichtszustand entziehen. Und wie entzieht er sich diesem tödlichen Zustand der Ruhe? Durch Essen, Trinken, durch Atmen. Durch „Wechsel“, durch „Austausch“, jedenfalls nicht durch „Stillstand“.

Und dieser Wechsel – so *Schrödinger* - ist in seiner Gesamtheit nicht allein durch den Nahrungs-Stoffwechsel zu erklären, wie man dies bis jetzt dachte!

Das, wovon wir uns primär ernähren, was dem Stoffwechsel übergeordnet ist, womit unser Organismus am Leben bleibt, das ist das Aufnehmen von negativer Entropie, oder, besser ausgedrückt, *das Aufsaugen von Ordnung aus unserer Umwelt*. Die bessere Übersetzung von „negativer Entropie“ ist „hohe Ordnungsstufe“. Unser Leben ist ein ständiges Ankämpfen gegen die Entropie, gegen den tödlichen Stillstand, gegen das Erkalten, gegen das Erstarren und ein ständiges „Greifen“ nach Ordnung.

Nun ist die „Entropie“ kein irgendwie gearteter, nebulöser Begriff, denn sie ist *messbar* wie die Länge z.B. eines Bleistiftes oder die Temperatur im Zimmer. *Entropie ist messbar in Kalorien je Grad Celsius*.

Die Nahrung ist eine solch hohe Ordnung, die wir zu uns nehmen, um nicht ins Gleichgewicht, in den Tod abzurutschen. Und die Energie in der Nahrung ersetzt nicht nur die Energie, die wir zum Bewegen und zum Funktionieren unseres Körpers brauchen, sie verursacht auch die Wärme, die unser Körper ständig nach außen abgibt. (Dies ist überschüssige, sogenannte „chaotische“ Energie, die das geordnete Körpersystem nicht braucht.)

Und dieses Abgeben von überschüssiger Hitze ist ein ganz wesentlicher Punkt! Den Überschuss, den wir für unsere gesamten Lebensvorgänge nicht brauchen, geben wir umgehend nach außen ab. Diese Temperatur ist zudem noch ein Regulator der chemischen Reaktionen des Körpers, der dadurch die Lebensvorgänge in ihrer Geschwindigkeit steuern kann.

Offenbar, so gelangt *Schrödinger* zu dem Schluss, entspringt die Geordnetheit des Lebens aus einer bis jetzt nicht bekannten Quelle, die ihre Ordnung aus vorhandener Ordnung bezieht, sozusagen aus einem „nichtphysikalischen“ oder einem „überphysikalischen“ Gesetz.

Das, was unseren Organismus in einen geordneten energetischen Zustand versetzt, ist das Licht. Die Sonne ist es, das *Licht* ist es, das jene Ordnung schafft, die wir zu unserem Leben brauchen!

„Das war alles?“, ist man geneigt zu fragen, wenn man dieses einfache Prinzip verstanden hat. Es ist so einleuchtend, dass man die Aufregung der Wissenschaft darüber nicht verstehen kann. Aber wieder ist ein Stück des alten Weltbildes weggebrochen.

Schrödinger wird zum Schluss seiner Ausführungen sehr persönlich und man spürt, wie schwer er sich tut, *das* zu sagen, was er aber unbedingt sagen muss, gegen jede Konvention, gegen jede „Normalität“:

„Ich - Ich im weitesten Sinne des Wortes, d.h. jenes bewusst denkende geistige Wesen, das sich als „Ich“ bezeichnet oder empfunden hat - ist die Person, sofern es überhaupt eine gibt, welche die "Bewegung der Atome" in Übereinstimmung mit den Naturgesetzen leitet.

Wenn man einem Kulturkreis angehört, in dem gewisse Begriffe, die bei anderen Völkern einen weiteren Sinn hatten oder haben, eingeengt und spezialisiert worden sind, ist es gewagt, diesen Schluss in so einfachen Worten auszudrücken, wie es die Sache erfordert. Es klingt gotteslästerlich und wahnsinnig, wenn man sich der christlichen Ausdrucksweise bedient und erklärt: 'Also bin *ich* der Liebe Gott.' ...

An sich ist die Einsicht nicht neu. Die frühesten Aufzeichnungen datieren meines Wissens mindestens 5000 Jahre zurück. Seit den frühen großen Upanischaden betrachtet die indische Philosophie die Gleichsetzung *Atman* = *Brahman* (das persönliche Selbst ist dem allgegenwärtigen, alles umfassenden ewigen Selbst gleich) keineswegs als Gotteslästerung, sondern ganz im Gegenteil als die tiefste Einsicht in das Weltgeschehen.“ (1)

Zur „Entropie“-Entdeckung gilt es noch einige Sätze anzufügen:

Wir Menschen und unsere Brüder, die Tiere, sind offene Systeme, man nennt sie *dissipativ*, im Fließgleichgewicht, die ihre Energiezufuhr in Wärme umwandeln.

Dissipativ besagt hier, dass Energie, die an irgend einer Stelle im System zugeführt wird, sich im *gesamten* System ausbreitet.

Die Zufuhr von Energie und Materie als Nahrung (letztere ist ja lediglich eine Sonderform der nichtmateriellen Energie) bewirkt einen Ordnungszustand, der sich in ganz kurzer Zeit durch den gesamten Organismus schwingt und die bereits vorhandene Ordnung stabilisiert.

Sozusagen ein Ordnungsschub nach dem anderen hält das Lebenssystem im fließenden Gleichgewicht, das trotz ständiger Zu- und Abfuhr von Stoffen – und im Austausch von sekundlich 10 Millionen Körperzellen - seine festgelegte Struktur erhält.

Hauptträger der für uns so lebensnotwendigen Ordnungsschübe ist die Energie, die aus dem Universum kommt. Sie ist sozusagen unser primärer Stoffwechsel. Erst dann kommen die Energiequellen aus der Nahrung.

Quelle: Schrödinger, E.: „Was ist Leben? Erschienen 1944, Neuauflage 1993, Piper-Verlag, (1) ebenda S. 249

Text: Walter Häge