

Eines der grundlegenden Gesetze von Information in diesem Kontext besagt, dass der Informationsgehalt eines Zeichens, mit seiner Seltenheit zunimmt, wie zum Beispiel bei den Buchstaben des Alphabets. Der Biokybernetiker Bernhard Hassenstein nähert sich den so genannten Bits als Einheiten dieses letztgenannten wissenschaftlichen Informationsbegriffs über unsere sprachliche Struktur: „Einen geschriebenen Buchstaben kann man formal als eine ‚Entscheidung für eine unter 29 Möglichkeiten bezeichnen, ebenso wie ein Wurf mit dem Würfel eine von sechs Personen auswählen kann. Daraus ergibt sich auch die Anzahl der Bit, die in einem Buchstaben enthalten sind.“¹¹⁹ Um Bits als Einheit der Informationsmenge besser zu veranschaulichen, beschreibt der Biokybernetiker Hassenstein diese Erkenntnis mit einer persönlichen Geschichte, die mit dem Potenzgesetz der Netzwerkwissenschaften des vorherigen Abschnitts zusammenhängt:

„Vor einigen Jahren war ich in Buenos Aires, um dort Gastvorlesungen über biologische Kybernetik zu halten, während gleichzeitig in der Familie meines Bruders ein ‚freudiges Ereignis‘ erwartet wurde. Ich rechnete deshalb mit der Möglichkeit einer entsprechenden telegraphischen Benachrichtigung. Dabei kam mir der Gedanke, dass das Telegramm mich zwar erreichen — dass die Adresse also zutreffend übertragen werden würde — dass aber der Text bei der Übertragung von Erdteil zu Erdteil derartig verstümmelt werden könnte, dass nur noch ein einziger Buchstabe übrigbliebe. Bei diesem Gedankenspiel wurde mir klar, dass es in diesem Falle von entscheidender Bedeutung sein würde, ob dieser einzige erhaltene Buchstabe ein in der deutschen Sprache selten oder häufig vorkommender Buchstabe sein würde. Denn nur ein selten vorkommender Buchstabe hätte mir die erwünschte Information doch noch bringen können: Ein j (an 26. Stelle der Häufigkeitsskala) hätte auf alle Fälle nur bedeuten können, dass ein Junge angekommen sei. Ein ä (Nr. 24 der Häufigkeitsskala) hätte mir mit der gleichen Sicherheit die Geburt eines Mädchens angezeigt, und ein z (17. Buchstabe der Häufigkeitsreihe) hätte eindeutig die Ankunft von Zwillingen gemeldet. Wenn jedoch etwa nur ein e übrigbleiben würde — also der am häufigsten verwendete von allen 29 Buchstaben — so würde ich gar nichts erfahren, denn ein e kommt in allen drei Wörtern: Junge, Mädchen und Zwillinge, vor. Das gleiche hätte für den zweithäufigsten Buchstaben, das n, gegolten. An diesem Beispiel wurde mir anschaulich, dass seltene Zeichen tatsächlich mehr Information tragen als häufig verwendete. Natürlich lässt sich das Beispiel nicht als Beweis für diese Regel verwenden, denn die Zahl der hier in Betracht kommenden Wörter ist viel zu klein, um die Möglichkeit eines Zufalls auszuschließen. Das grundsätzliche Prinzip wird durch dieses Beispiel aber richtig wiedergegeben.“¹²⁰

Mit voranschreitender Beeinflussung und Verschmelzung von Physik und Informationstheorie stimmen mittlerweile viele Physiker, Biologen und Computerwissenschaftler darin überein, dass ein Bit ein Elementarteilchen einer anderen Art ist. „[...] nicht nur

118 Hassenstein, 1966; S. 38

119 Hassenstein, 1966; S. 38

120 Hassenstein, 1966; S. 38

winzig klein, sondern abstrakt, eine binäre Zahl, eine Schaltung, ein Ja oder Nein. Es ist (materiell) unwirklich, substanzlos; Als Wissenschaftler Informationen schließlich be- greifen, fragen sie sich, ob sie vielleicht etwas Primäres sein könnte: elementarer als die Materie selbst. Sie vertreten die These, ein Bit sei der nicht weiter reduzierbare Kern, und die Informationen bilden den Kern der eigentlichen Existenz. In einem Brückenschlag zwischen der Physik des 20. Und des 21. Jahrhunderts fasste John Archibald Wheeler, der letzte Physiker, der mit Einstein und Bohr zusammengearbeitet hatte, dieses Programm in einen orakelhaften Einsilbler: *It from Bit – Materie aus Bits*.¹²¹

Nach der Ansicht von John Archibald Wheeler basiert Materie also auf Information. Wie wir bereits an anderen Stellen gesehen haben, sollten wir diese Aussage in den entsprechenden Kontext setzen. So gesehen handelt es sich bei der Aussage *It from Bit* um einen sehr wichtigen Aspekt der Materie, der komplementär zu anderen Sichtweisen gesehen werden muss. Es geht doch letztlich darum, dass Materielles und Nichtmaterielles zwei Seiten ein und desselben sind, in unserem Fall des Lebens. Denn in jeder Materie steckt auch Information; insbesondere wenn sich diese Materie (gerichtet/gezielt) bewegt. Konkret heißt *It from Bit* für uns, dass Elektronen, Photonen und andere Elementarteilchen mit ihren Eigenbewegungen (Spin) Datenbits speichern. Das heißt auch, dass jedes Mal, wenn elementare Teilchen in Wechselwirkung miteinander treten, eine Veränderung von Bits stattfindet. Damit sind messbare physikalische Elementarteilchen (Quantität) und deren Informationsgehalt (Qualität) untrennbar miteinander verbunden, komplementär. Information ist demnach Bit und Bedeutung zugleich, Quantität und Qualität in einer „gequantelten“ Auskunft eines Senders an einen Empfänger.

In der Natur geschieht, wie wir bereits in Kapitel 1.1. gesehen haben und im folgenden Abschnitt noch sehen werden, weitaus mehr als Charles Darwin angenommen hatte. Denn was für die Materie gilt, gilt erst recht für die Evolution. Auch in der Evolution geht es um Information. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Endosymbiose, die Sie in Kapitel 1.1 kennen gelernt haben. Ein zweites Beispiel für einen dynamischen Informationsaustausch, der zu evolutionären Veränderungen führte, sind die endogenen Retroviren. Viren, die wir seit Jahrtausenden in uns tragen – als virale DNA, die einen großen Teil des menschlichen Genoms ausmacht und die Retroviren dort einbauten, als sie unsere Vor- fahren infizierten („humane endogene Retroviren / HERV“). Beide, Endosymbionten und Retroviren, erzählen eine andere, kreative, wechselwirkende, beziehungsbestimmte Geschichte der Evolution. Es ist eine Geschichte, die mit dem Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Spezies beginnt. Die Evolution selbst sei „[...] ein ständiger In- formationsaustausch zwischen dem Organismus und seiner Umgebung.“¹²² Lassen Sie uns diese Aussage genauer anschauen: Wir haben festgestellt, dass *It from Bit* konkret für uns heißt, dass Elektronen, Photonen und andere Elementarteilchen mit ihren Eigenbewegungen (Spin) Datenbits speichern und dass dies gleichzeitig heißt, dass jedes Mal, wenn elementare Teilchen in Wechselwirkung miteinander treten, eine Veränderung von Bits stattfindet. Diese Wechselwirkungen finden in Lebewesen statt, die aus Atomen, Elektronen und Photonen aufgebaut werden. Da es sich bei dem ständigen Informationsaus-

¹²¹ Gleick, 2011; S. 16-17

¹²² Gleick, 2011; S. 15

tausch zwischen dem Organismus und seiner Umgebung, wie vorher erwähnt, um eine gequantelte Auskunft eines Senders an einen Empfänger handelt, ist die Evolution eine Geschichte der Wechselwirkungen zwischen Elementarteilchen und damit auch eine Quanteninformationsgeschichte.

Damit haben wir nicht nur unsere Ausgangsfrage „Was ist Leben?“ im Sinne des Modells der Körperinformatik besser beantwortet, sondern sind auch unserem Ziel nahe gekommen, Quantenphysik zu veranschaulichen, ohne sie bis in ihre tiefsten Tiefen zu durchdringen. Unser Weg hat uns von der Kybernetik und deren Anwendung im Mitochondrium und im Stoffwechsel über die Wirkungen der Elektronen und Photonen in einem Schichtenmodell mit seiner Komplementarität und seinen Informationen zur Quantenphysik geführt. Aus dieser neuen, zusätzlichen aber auch ganz anderen Perspektive – dass Materie tatsächlich aus Information entstehe – plädiert der kanadische Physiker Christopher A. Fuchs dafür, Quantenmechanik ganz neu zu betrachten: als Quanteninformationstheorie: „Der Grund dafür ist einfach, und wie ich meine, unausweichlich. Bei der Quantenmechanik ging es schon immer um Information; die Physikergemeinde hat das nur vergessen.“¹²³

Was für die „Physikergemeinde“ zutrifft, gilt umso mehr für Biologen und Mediziner, die diese wissenschaftlichen Grundlagen in ihrer Arbeit anwenden. Es ist notwendig, sich diese Perspektive vor Augen zu führen und zu beachten, um diese dann zu berücksichtigen, zu integrieren und anzuwenden. Der Grund dafür ist denkbar einfach: Berücksichtigen Ärzte mehr als bisher die quanteninformationsrelevanten Prozesse der Informationsverarbeitung und -speicherung im Organismus bei der Diagnostik und Therapie in der täglichen Praxis, steigt die Erfolgsquote bei der Behandlung bedeutend. Der Biokybernetiker Bernhard Hassenstein erklärt uns warum: Der Informationsbegriff sei die gedankliche Klammer, „welche die technischen und biologischen Teildisziplinen der Kybernetik zusammenfasst, ihre gemeinsame Wurzel erkennen lässt und ihre Probleme in einer gemeinsamen Sprache zu formulieren gestattet.“¹²⁴

1.4.4 Zusammenfassung

Bei unserem Puzzle zu der Frage „Was ist Leben?“ hatten wir außen bei den Rändern des Puzzles begonnen und uns dann von außen nach innen bewegt. Erst haben wir die Eckpfeiler zusammengesetzt: Wir haben gesehen, wie Genetik, Biochemie und Kybernetik ineinander greifen und die Eckpfeiler des Puzzles durch die Quantenphysik vervollständigt. Davon ausgehend haben wir uns weiter vorgearbeitet: über die Ränder nach innen. Mal haben wir an unterschiedlichen Stellen ein Teil ergänzt. Wir haben festgestellt, dass Leben Wechsel zwischen Materiellem und Nichtmateriellem ist. Hervorzuheben ist dabei die Besonderheit der Kybernetik und der Netzwerkwissenschaft, die ähnlich der Komplementarität einerseits eine Ebene in diesem Schichtenmodell darstellt, aber zugleich eine Metaebene ist, die den Blick auf alle anderen Ebenen eröffnet. Sie ist sowohl eine

¹²³ arXiv:quant-ph/0205039v1 8 May 2002/ Quantum Mechanics as Quantum Information (and only a little more) Christopher A. Fuchs/ Computing Science Research Center/ Bell Labs, Lucent Technologies/ Room 2C-420, 600–700 Mountain Ave./ Murray Hill, New Jersey 07974, USA

eigene Perspektive, die neben anderen Betrachtungsweisen steht, als auch gerade die „Lesebrille“, die es uns erlaubt, die verschiedenen Betrachtungsweisen zu vernetzen, um ein Gesamtbild zu erhalten. Im Zuge dieses Ganges entwickelten wir einen Blick auf die Idee des Schichtenmodells bzw. der Komplementarität. Mit dem Puzzlestück Information haben wir zudem eine Perspektive auf unser Gesamtpuzzle hinzugewonnen. Informationsverarbeitung und Informationsspeicherung beruhen sowohl auf der Wechselwirkung zwischen Elementarteilchen wie Elektronen, Photonen und Bits innerhalb des Organismus als auch zwischen dem lebenden Organismus und der Umwelt. Dazu gehört auch, dass Sender und Empfänger durch Resonanz miteinander in Beziehung treten. Insgesamt ermöglichte uns dies wiederum einen Blick auf die Geschichte des Lebens als die Geschichte von Symbiose, Wechselwirkung und Austausch – ein Verständnis im Sinne eines dynamischen Lichts der Wechselbeziehungen und Vernetzungen.

Wichtige Bestandteile der Grundlagenwissenschaften sind heute die Dynamik von Netzwerken, sowie von Informationsaustausch und Informationsspeicherung – von Informationsverarbeitung:

„Heute können wir erkennen, dass Informationen unsere Welt antreiben: Sie sind das Blut, unser Treibstoff, das Vitalprinzip des Lebens. Sie durchdringen die Wissenschaften von der untersten bis zur höchsten Ebene und transformieren jeden Wissenszweig. Die Informationstheorie begann als Brücke zwischen der Mathematik und der Elektrotechnik und erstreckte sich von dort bis zur Computertechnik.“ Was im anglophonen Raum als computer science, Computerwissenschaften, bezeichnet wird, kennt man im sonstigen Europa unter dem Begriff Informatik. Selbst die Biologie ist inzwischen eine Informationswissenschaft, ein Fach der Botschaften, Anleitungen und Schlüssel. Gene enthalten eingeschlossene Informationen und ermöglichen Verfahren, diese einzulesen und auszulesen. Das Leben breitet sich über Netzwerke aus. „Der Körper selbst ist ein Organismus der Informationsverarbeitung. Nicht nur das Gehirn, sondern jede einzelne Körperzelle stellt einen Informationsspeicher dar.“ Kein Wunder, dass die Genetik neben der Informationstheorie floriert. Die DNS ist das grundlegende Informationsmolekül, der am höchsten entwickelte Verarbeitungsmechanismus auf Zellebene – ein Alphabet und ein Code, 6 Milliarden Bits, die den Menschen ausmacht. „Im Kern eines jedes Lebewesens befindet sich nicht das Feuer, nicht der warme Atem und kein Lebensfunke“, führte der Evolutionstheoretiker Richard Dawkins aus, „sondern Informationen, Wörter, Anleitungen (...) Wenn Sie das Leben verstehen wollen, betrachten Sie Informationen nicht als vibrierende, pulsierende Gele und Schlämme, sondern als Informationstechnologie.“ Die Zellen eines Organismus sind demnach Knoten in einem üppigen, ineinander verflochtenen Kommunikationsnetzwerk, dem NetzwerkMensch „(...) das ständig Signale überträgt und empfängt, verschlüsselt und entschlüsselt. Die Evolution selbst ist ein ständiger Informationsaustausch zwischen dem Organismus und seiner Umgebung.“¹²⁵

Diese erweiterte Perspektive von Zellen als Knotenpunkte in einem verwobenen, verlinkten Kommunikationsnetzwerk der Informationen, durch die diese Informationskreisläufe

¹²⁵ Die vorangehenden Ausführungen einschließlich entnommener Zitate sind verändert nach Gleick, 2011; S.14

zu einer selbstorganisierten ganzheitlichen „Einheit des Lebens“ werden, eröffnet uns den Weg zum folgenden Abschnitt: „Descartes Update“. In diesem Abschnitt werden wir die Informationsverarbeitung in Lebewesen als eine der grundlegenden und bisher zu wenig beachteten Eigenschaft der Organismen kennen lernen. Dass mit der erweiterten Perspektive auch eine Erweiterung des Bewusstseins einhergeht, ist die logische Konsequenz aus dem Wechselspiel zwischen Materiellem und Nichtmateriellem, zwischen klassischer und Quantenphysik. Mit dem Bewusstsein werden wir uns am Ende dieses Buches beschäftigen. Diese Schlussfolgerung ist aber jetzt schon ein notwendiges „Update“ zu dem Glaubenssatz, der seit René Descartes – trotz überwältigender wissenschaftlicher Fakten – noch immer fest in der naturwissenschaftlichen Praxis, insbesondere im medizinischen Alltag bei Diagnose und Therapie verankert ist. Dabei handelt es sich um den Glaubenssatz, dass bei der Beschreibung der Lebenswirklichkeit es ausreicht, die Welt in ihre einzelnen materiellen Objekte zu zerlegen, ohne komplementäre Sichtweisen zu berücksichtigen.

Sowohl die Ausführungen zur Kybernetik und Netzwerkwissenschaften als auch zu den mitochondrialen Funktionen und nicht zuletzt zu der übergreifenden Thematik der Quantenphysik brachten uns zu Überlegungen der Bedeutung von Information und Informationsverarbeitung. Diese Informationsebene stellt somit eine Metaebene für alle bisher angesprochenen Bereiche dar – sie verbindet sie. Informationsnetzwerke wie das Internet sind uns aus dem Alltag bekannt – wir können und werden uns unser Wissen in diesem alltäglich technischen Bereich zu Nutzen machen, um das „NetzwerkMensch“ und das „Netzwerk Leben“ zu verstehen. Um die Vorgänge in Lebewesen besser und auf neue ertragreiche Weise erfassen zu können, ist es notwendig, die Informationsebene zu berücksichtigen. Dies versetzt uns in die Lage, wissenschaftlich fundiert und faktenbasiert den Patienten besser helfen zu können. Diese Grundmotivation steht hinter meinen Bemühungen, den menschlichen Organismus im Sinne der Informationsverarbeitung zu verstehen und ein „Update der Medizin“ durchzuführen – ein Update, das ein einheitliches Gesamtbild der Wissenschaft gibt und welches den aktuellen Stand der umfassenden Menge an biologischen und medizinischen Detailkenntnissen zusammensetzen vermag. Solch ein Update stellt die wissenschaftliche Grundlage einer Medizin dar, die sich ganzheitlich nennen könnte. Erinnern wir uns: „Diagnostisches und therapeutisches Handeln kann, genau betrachtet, nur wissenschaftlich genannt werden, wenn es auf einem Verständnis der Lebensvorgänge gründet, das faktenbasiert, rational und wissenschaftlich die Vielzahl an Detailkenntnissen zu einem Ganzen vereinigt.“ Wir müssen uns mit theoretischen Umorientierungen beschäftigen: ein Beispiel für solch eine theoretische Umorientierung soll das folgende „Descartes Update“ zeigen.

Im Folgenden also werden wir die naturwissenschaftliche Geschichte unserer heutigen Wirklichkeitsauffassung rekonstruieren und kommentieren. Dabei werden wir einen Blick auf die Entwicklung der Naturwissenschaft und deren Wechselwirkungen zwischen klassischer Physik mit der Technik und Wirtschaft sowie weitere Erkenntnisse der Quantenphysik werfen. Die Ausführungen münden schließlich in den Vorschlag eines „Updates“ unseres theoretischen und praktischen Verständnisses, das uns den Weg für neue Sichtweisen eröffnet.