

Zur allgemeinen Funktion der Sprachen

From Wikibooks



Dieses Buch steht im Regal Sprachen.



Dieses Buch steht im Regal Philosophie.

Zur allgemeinen Funktion der Sprachen

Urversion Version 1.0 vom 23. Juni 2006

Initiator und bis zu diesem Zeitpunkt fast alleiniger Autor ist der unter "Elser" angemeldete Wikibooks-Benutzer.

Dieses Buch stammt aus dem freien Lehrbuch-Projekt Wikibooks und steht **unter der GNU Lizenz für freie Dokumentation**. Diese Lizenz ist dem Text am Schluss des Buches beigelegt. Bei Wikibooks ist eine **Liste der Autoren** verfügbar, dort kann man das Buch bearbeiten.

http://de.wikibooks.org/wiki/Zur_allgemeinen_Funktion_der_Sprache

Dieses Buch wird ab heute umgearbeitet und wird demnächst in neuen Versionen erscheinen.

1 Zusammenfassung des Projekts

- **Zielgruppe:** Jeder, der Sprache benutzt, kann Interesse daran finden. Eine gute Allgemeinbildung soll schon da sein, spezielles Wissen ist nicht nötig, es gibt ja Wikipedia.
- **Lernziele:** Sprechen und Denken mit Hilfe eines mathematischen Modells begreifen.
- **Buchpatenschaft / Ansprechperson:** Kann sich aus Diskussion ergeben
- **Richtlinien für Co-Autoren:** Nur Mut!

- **Projektumfang und Abgrenzung zu anderen Wikibooks:** So weit **meine** Gedanken reichen.
- **Themenbeschreibung:** Was wir tun, wenn wir Sprache benutzen.

- **Aufbau des Buches:** Freier Essay an der Grenze von Chaos und Ordnung.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Zusammenfassung des Projekts
- 2 Zur allgemeinen Funktion der Sprachen
- 3 Abkürzungen
- 4 Besinnliches
- 5 Am Anfang war der Rhythmus

- 6 Mathematikstunde
- 7 $Z_{n+1} = Z_n^2 + c$
- 8 Na und?
- 9 Pulsschlag des Geistes
- 10 Schlußwort
- 11 Literatur

2 Zur allgemeinen Funktion der Sprachen

"Durch die gegenseitige Abhängigkeit der Gedanken und des Wortes voneinander leuchtet es klar ein, daß die Sprachen nicht eigentlich Mittel sind, die schon erkannte Wahrheit darzustellen, sondern weit mehr, die vorher unbekannte zu entdecken." Wilhelm von Humboldt

3 Abkürzungen

DNA: drei Buchstaben nur, und der gebildete Leser weiß, was gemeint ist, die Desoxyribonukleinsäure. Die drei Buchstaben stehen für einen komplizierten chemischen Begriff, der als Abfolge von 23 Buchstaben ein Zungenbrecher ist und schon deshalb lieber in der Kurzform „DNA“ gebräuchlich ist. Zwanzig Buchstaben werden auch beim Schreiben gern eingespart, wenn es kürzer geht, und weil die DNA nicht der einzige Zungenbrecher in der heutigen Sprache ist, lesen und sprechen wir zunehmend in Abkürzungen: ISDN, WWW, SPD, CDU, RAM, HIV, H5N1, TV, AT, Stgb, Uno, Kfz,.....zwei bis vier Buchstaben können zehn mal so große Wortkomplexe stellvertretend ersetzen, und mancher Beamte weiß genau, was VAHRG bedeutet, Versorgungsausgleichshärteregelungsgesetz mit dreiundvierzig Buchstaben, abgekürzt auf fünf.

So selbstverständlich sparen wir uns mit vielen sprachlichen Abkürzungen Zeit und Mühe, daß die Frage nie gestellt wird, wie so etwas möglich ist. Versuchen wir, der Frage ein wenig neugierig nachzugehen: Wie können drei Buchstaben genau die gleiche Botschaft tragen wie dreiundzwanzig?

Apropos „dreiundzwanzig“: Auch für dieses vierzehn Zeichen lange Zahlwort kann man eine Kurzform mit Hilfe der Zahlzeichen 2 und 3 schreiben, und es ist äußerst praktisch, das Wort viermillionensiebenhundertachtundzwanzigtausendvierhundertneundsechzig kurz mit sieben Zahlen als 4728469 zu notieren. Die gleiche Zahl als eine Menge (z.B. als Strichliste) betrachtet ist völlig unübersichtlich und in der genauen Größe nur sehr mühsam zu bestimmen. Nur zehn Zeichen ermöglichen uns im Dezimalsystem eine übersichtliche und exakte Darstellung jeder beliebigen Größe, sie verwandeln riesige Mengen in kleine, übersichtliche Sprachformen.

Wenn auch Unklarheit herrscht, wie das Prinzip dieser sprachlichen Verkleinerung funktioniert, ist deren Vorteil deutlich: Wir sparen viel Zeit, Mühe und Material, indem wir die Kurzformen benutzen. Besonders die Zahlen, aber auch die wissenschaftlichen Symbole in der Chemie, Elektrotechnik usw. tragen in ihrer knappen Form sehr zur Übersichtlichkeit des Dargestellten bei. Zum Beispiel werden die Bauteile der elektronischen Schaltungen, die Kondensatoren, Widerstände, Transistoren usw. in einem Schaltplan mit sehr einfachen Strichzeichnungen als Symbole eingezeichnet, Zahlen bezeichnen ihre Größe. Diese vereinfachende Skizzierung ermöglicht dem Fachmann erst eine Übersicht über den Sinn des ganzen Schaltplanes und dessen Funktionen, und damit auch eine Übersicht über das beschriebene Gerät.

Die größten Triumphe erzielen die Mathematiker mit ihren Abkürzungen: $E=mc^2$ ist die kleinste Form für einen großartigen Gedanken EINSTEINS, der die Welt gewaltig veränderte. Es erscheint mir die Meinung berechtigt zu sein, daß die wesentlichen Vorteile der Mathematik auf ihrer Fähigkeit beruhen, große, unübersichtliche Komplexe in einer extrem kleinen, aber übersichtlichen und exakten Darstellung zu präsentieren.

Auch wenn Abkürzungen von Begriffen hauptsächlich in der Mathematik und den Wissenschaften üblich sind, halte ich eine genaue Untersuchung dieser sprachlichen Fähigkeit für wichtig, weil sich damit ein

wesentlicher Aspekt jeder Sprache aufdecken läßt.

Um diesen Aspekt zu entdecken, ist ein Vergleich mit der Computertechnik hilfreich. Seitdem auch Musik, Bilder und Videos in Computern gespeichert werden, ist der Begriff Datenkomprimierung gebräuchlich geworden. Datenkomprimierung bedeutet: große Datenmengen können durch Algorithmen in wesentlich kleinere Formen „verpackt“ werden, aus denen sich die ursprünglichen Daten wieder „entpacken“ lassen. Davon profitieren z.B. MP3-Player oder digitale Fotoarchive, die mit wenig Speicher viel Musik oder Bilder speichern können. Außerdem empfiehlt sich die Komprimierung der Datenmengen bei der Kommunikation im Internet, weil große Dateien lange Übertragungszeit benötigen. Speicherkapazität und Übertragungszeit sind auch für die sprachliche Kommunikation der Menschen wichtige Parameter, und so erscheint jede sprachliche Abkürzung einer technischen Datenkomprimierung vergleichbar. Wenn z.B. die drei Buchstaben DNA das 23 Buchstaben lange Wort ersetzen, so läßt sich daraus ein Komprimierungsverhältnis von 7,6 : 1 errechnen. Dieses Größenverhältnis ist ungefähr den technischen Komprimierungen vergleichbar. Stärkere Komprimierung führt in der Technik zu Verlusten oder Unschärfen bei der Rekonstruktion.

Ein wichtiger Unterschied zwischen sprachlicher Abkürzung und technischer Komprimierung besteht darin, daß der Computer keinerlei Wissen oder Verständnis von den Daten hat, die er bearbeitet, komprimiert und speichert. In der menschlichen Kommunikation ist dagegen immer schon ein Wissen der Wörter und deren Bedeutung vorauszusetzen, ohne welches der Gebrauch der Sprache gar nicht möglich ist, zum Beispiel in einer Fremdsprache. Dieses Vorwissen, über das unser Gedächtnis verfügen muß, erzeugt einen Vorteil: Mit dem bereits vorhandenen umfangreichen Weltwissen kann die Kommunikation unter Menschen in einer Art geführt werden, die dem Individuum ein Verständnis von SINN vermittelt und mitteilbar macht. Kein Computer hat ein Weltwissen und ein Verständnis für den SINN der Daten, die er bearbeitet, komprimiert, speichert und ausgibt.

Halten wir einmal fest: Die menschliche Sprache bietet uns mit den sogenannten Abkürzungen die Erleichterung, große Datenmengen in kleinere zu verwandeln bzw. zu komprimieren. Dazu sind Gedächtnisleistungen nötig, die zu einem Verständnis des SINNES beitragen, der in den Zeichenfolgen zum Ausdruck kommt.

Die Alltagssprache der einfachen Art benutzt die Abkürzung weniger, aber wenn ein Boxer K(nock) O(ut) geschlagen wird, versteht jeder den Sinn des Kürzels auch ohne Englischkenntnisse. Die meisten elementaren Begriffe einer primitiven Alltagssprache sind aber schon von Beginn an (Papa, Mama) so kurz, daß weitere Abkürzung sinnlos ist.

Betrachten wir als Beispiele einer elementar einfachen Sprache diese Wörter: See, Meer, Land, Mond, Tal, Berg, Ei, Brot, Wurst, Fleisch, Tier, Floh, Gott, Jawe, Allah, warm, kalt, nah, weit, Schnee, Blitz, ja, nein, und, noch, wenn, dann, eins, zwei, drei, vier, Tür, Haus, Bett, müde, wach, Tag, Jahr.....wir können die Reihe noch lange fortsetzen, und finden auch in allen Fremdsprachen die Bestätigung, daß die elementaren Wörter einer Sprache meist dermaßen kurz sind, daß Abkürzungen dafür kaum noch möglich sind.

Aus dieser unbestreitbaren Tatsache ziehe ich einen Schluß über die allgemeine Funktion der Sprache, die meines Erachtens in einer optimalen Datenreduktion oder Komprimierung zu liegen scheint. Wir komprimieren Daten nicht nur mit den Abkürzungen, sondern schon mit jedem Wort, angefangen mit „Mama“. Wenn ein Kind circa acht Monate nach seiner Geburt sein erstes Wort benutzt, hat es schon unzählige Datenmengen von dem Objekt „Mama“ in seinem Gedächtnis, die es alle zusammen in der einfachsten Sprachform zum Ausdruck bringt, das heißt: es komprimiert bereits eine riesige Menge von Information in eine simple sprachliche Kurzform!

Diese Funktion der Sprache wird bisher von keinem Sprachwissenschaftler beschrieben, sodaß es mir überlassen ist, den Gedanken weiter zu spinnen. Eine Bestätigung ihrer komprimierenden Funktion finden wir schon in der Sprache selbst: Ein Dichter verdichtet die Sprache im Gedicht, mit dem er seine komplexen Gedanken und Gefühle zum Ausdruck bringt, das heißt: er komprimiert sie. Das griechische Wort Symbol umschließt auch die Wörter, und es bedeutet genau übersetzt „das Zusammengehäuften“, das heißt: das Komprimierte. Der Philosoph Ernst Cassirer nannte den Menschen „*animal symbolicon*“, das

zusammenhäufende, also komprimierende Lebewesen, weil nach seiner Meinung die Verwendung von Symbolen das spezifisch herausragende Merkmal der menschlichen Rasse und ihrer Kultur ist.

Zweifel an der offensichtlich komprimierenden Funktion der Sprache müssen natürlich bestehen bleiben, solange nicht erklärt werden kann, wie diese spezielle Fähigkeit der Menschen zu stande kommt. Ich habe bereits geschrieben, daß unser Gedächtnis zum Verständnis von Sinn die nötigen Informationen bereitstellen muß. „Gedächtnis, Verständnis, Sinn, Information“ sind nun aber selbst äußerst schwierige Wörter, die zuerst ausführlich erörtert werden müssen. Dafür werden die folgenden Kapitel benutzt.

Davor will ich noch einmal auf die technische Methode der Komprimierung zurückkommen, deren Verfahren bekannt ist. Digitale Dateien werden mit speziellen Algorithmen kleiner gemacht, indem unnötige Informationen daraus entfernt werden, die Dateien werden beim Komprimieren quasi „abgespeckt“.

Zum Beispiel können in einem Text häufig wiederkehrende Wörter eingespart werden, indem nur der Platz notiert wird, an dem sie stehen. Bei der digitalen Aufnahme von Musik werden die höchsten Frequenzen, die wir nicht mehr hören können, herausgefiltert und gar nicht erst aufgezeichnet, damit die Datenmenge kleiner ist. Bei Bildern haben oft große Flächen die gleiche Farbe, sodaß man nur die Grenzen der gleichen Farbfelder angeben muß, um ein Bild in die komprimierte Form zu verwandeln. Es ist leicht verständlich, daß diese „abspeckenden“ Komprimierungsverfahren enge Grenzen haben und nicht ohne Verluste und Unschärfen arbeiten. Komprimierungsverhältnisse von circa 30:1 sind mit dieser Technik höchstens zu erreichen.

Eine wesentlich effektivere Methode zeigt uns die Sprache. Wörter sind keine abgespeckten Formen der Objekte, die von ihnen repräsentiert werden, sie bestehen ja nur aus kurzen Laut- oder Zeichenfolgen und haben mit den Objekten nichts gemeinsam. Die Informationsmengen der Objekte können unbeschränkt groß sein, und können dennoch durch ein sekundenlanges Wort augenblicklich aktualisiert werden, zum Beispiel „Prag, Rom“.

Die technischen, abspeckenden Komprimierungsmethoden können dafür sicher nicht verwendet werden. Aber welcher Zusammenhang besteht dann zwischen der komprimierten Form der Wörter und ihren Bedeutungen? Diese Frage ist bisher von der Kognitions- und Sprachwissenschaft noch nicht befriedigend beantwortet worden, sodaß wir eine Antwort erst noch finden müssen.

Einen ersten Hinweis über die Art des Zusammenhanges findet man in einem sehr alten Buch, der Bibel. Weit ab von religiösen Gedanken muß man dem biblischen JESUS die Fähigkeit zugestehen, tiefe Gedankengänge in einfachen Gleichnissen auszusprechen. Eines davon ist das Gleichnis vom Sämann, mit dem JESUS seine Jünger anregen will, jedes Wort sorgfältig zu bewahren, damit es hundertfach Frucht bringt. Wörter sind wie Samen, die auf steinigem Boden verkümmern, von Vögeln gefressen werden können oder auf gutem Boden große Gewächse mit vielen Früchten erzeugen.

Wörter sind genau wie Samen sehr klein im Verhältnis zu ihren Erzeugnissen. Die Natur hat offensichtlich mit den Samen bereits die Fähigkeit zur Komprimierung großer Organismen in kleinste Formen unter Beweis gestellt.

So wie die Wörter nicht als abgespeckte Versionen der Objekte aufzufassen sind, sind auch die winzigen Speicherformen der Lebewesen nicht als abgespeckte Individuen zu verstehen.

Die maximale Komprimierung der Organismen in ihren Samen erreicht die Natur in Form einer Bauanleitung, einer Herstellungsvorschrift, eines Rezeptes. Heute wissen wir sehr genau, wie in den langen Ketten der DNA mit nur vier Molekülen die Bauanleitung aller Organismen festgelegt wird. Die ganze Variationsbreite der Lebewesen entsteht nur durch die Variationen der vier Basen in den DNA-Sequenzen der Gene. Es liegt auf der Hand, daß eine Bauanleitung sehr viel kleiner sein kann, als ihr Produkt. Die Größe eines Produktes erscheint sogar völlig unabhängig von der Größe seiner Herstellungsvorschrift zu sein, wenn diese Vorschrift ständig von Neuem wiederholt wird. Mit einem Rezept kann man einen Kuchen backen, aber durch seine ständige Wiederholung können auch ganze Kuchenberge damit erzeugt werden. Genau diese Methode, die ständige Wiederholung der gleichen Vorschrift (Zellteilung), erzeugt aus den mikroskopisch kleinen Genen

die ganze Vielfaltigkeit des Lebens.

So erreicht der biblische Vergleich der Wörter mit den Samen durch die moderne Genetik eine Bestätigung. Die Parallelen sind nicht zu übersehen: So wie die ganze Mannigfaltigkeit des Lebens mit der Variation der vier DNA-Basen beschrieben werden kann, kann sprachlich auch die ganze Bandbreite der menschlichen Gedanken und Gefühle mit der Variation von Zeichenfolgen ausgedrückt werden.

Auch die häufige Wiederholung der gleichen Vorgänge ist eine typische Tatsache in jedem Sprachgebrauch, besonders in der Lernphase in den ersten Schuljahren. Rechnen und Schreiben lernen wir nur durch endlose Wiederholung der gleichen Vorschriften.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die komprimierende Wirkung der Sprache vermutlich darauf beruht, daß ihre Zeichenfolgen als Teile einer Konstruktionsvorschrift wirken, einer Bauanleitung, mit welcher der ganze Kosmos des menschlichen Geistes hergestellt werden kann. In der Wissenschaft sind solche spekulativen Behauptungen verpönt, solange sie nicht bewiesen werden können. Unsere Ansicht der Sprache beruht zwar auf evidenten Tatsachen, aber zur wissenschaftlichen Anerkennung müssen die tönernen Füße durch ein solides Fundament ersetzt werden.

Es wurde schon festgestellt, daß das Besondere der menschlichen Sprache auch darin liegt, daß sie bei grundlegend schon vorhandenem Wissen den Sinn von Informationen ausdrückt und auf andere Menschen überträgt. Sinn, Wissen, Gedächtnis und Information wurden als schwierige Begriffe bezeichnet, die noch genau zu beschreiben sind, um die Sprache gut zu begreifen. Auch der schillernde Begriff Bewußtsein gehört zu den ungeklärten Grundlagen der Sprache, weil ohne Bewußtsein die Sprachfähigkeit nicht vorhanden ist. Wir wollen uns in den folgenden Kapiteln die Mühe machen, diese komplizierten Begriffe von allen Seiten zu beleuchten, um die komprimierende Funktion der Sprache als Ergebnis einer sehr einfachen Bauanleitung klarer zu sehen.

4 Besinnliches

Im Jahr 1965 drehte Stanley KUBRIK den Film „2001-Odyssee im Weltraum“. Wer den Film gesehen hat, wird sich an den Bordcomputer HAL des Raumschiffes erinnern, der als neueste Errungenschaft auch den Sinn der menschlichen Sprache perfekt verstehen konnte. Die Dialoge der Astronauten mit ihrem Zentralrechner wurden ohne jede Einschränkung wie zwischen Menschen geführt. Schließlich handelte HAL sogar völlig eigenwillig und übernahm brutal die Herrschaft über die Raumstation mit der selbstbewußten Begründung, daß ein Computer wie er sich nicht irren könnte. Das Jahr 2001 ist vergangen, aber ein Computer mit so beunruhigenden Fähigkeiten ist noch nicht in Sicht.

Mit dem Verständnis für den Sinn von Sprachäußerungen, den HAL sogar aus den Bewegungen der Lippen ohne Ton erfassen konnte, bekam diese Maschine eine Eigenschaft, die mit dem Wort „Bewußtsein“ verbunden werden kann. Man sieht z.B. in dem Turing-Test einen Beweis für Bewußtsein, wenn eine Kommunikation zwischen Mensch und Maschine stattfindet, in welcher der Mensch nicht mehr unterscheiden kann, ob er es mit einem Menschen oder einem Apparat zu tun hat. KUBRIKS fiktiver Filmcomputer HAL hätte diesen Test ohne Schwierigkeiten bestanden. Als ihm der Strom abgeschaltet wurde, sang er sogar ein Kinderlied und gestand dem Astronauten, daß er Angst habe, Todesangst.

Wenn die Visionen des Filmproduzenten nach 41 Jahren noch nicht in Erfüllung gingen, kann man fragen, was den Computern heute noch fehlt, um wie HAL den Sinn von Sprachsequenzen, Sätzen und ganzen Erzählungen zu verstehen. Obwohl ein großer Forschungsaufwand (IBM usw.) auf dieses Ziel gerichtet ist, lassen sich mit keinem Rechenapparat sinnvolle Gespräche führen, die über ein kleines, festgelegtes Repertoire hinausgehen (z.B. Fahrkartenbestellung bei der Bahn). Viele Skeptiker halten generell Bewußtsein in Maschinen für unmöglich. Die Computerindustrie arbeitet dennoch unverdrossen an der Erfüllung ihres erklärten Zieles, mit den Apparaten wie mit Menschen zu kommunizieren. Der Tag, an dem ein Millionenheer von Sekretärinnen durch anwenderfreundliche Maschinen ausgetauscht wird, scheint aber noch in weiter Ferne, solange kein Computer den Sinn der Sprache erfaßt, die er aufnimmt, speichert und von sich gibt.

Während der Begriff „Bewußtsein“ als ein heiß umstrittener Schwerpunkt der interdisziplinären Kognitionsforschung äußerst kontrovers diskutiert wird, und in unzähligen Veröffentlichungen immer wieder neue Hypothesen zu seiner Erklärung aufgestellt werden, erscheint der Begriff „Sinn“ in der Sprache der Wissenschaft ebenso wie im alltäglichen Sprachgebrauch völlig selbstverständlich, als ob jeder Mensch schon wüßte, was darunter zu verstehen sei. So findet man z.B. in einem philosophischen Wörterbuch (G. KLAUS 1969) unter Sinn: „Der Mensch allein ist bewußter Gestalter von Sinn, und er allein kann durch seine Tätigkeit den Dingen und Prozessen einen Sinn verleihen.“ Mehr nicht! Was Sinn ist, wird damit ja garnicht erklärt, und seine Begrenzung auf Menschen ist im Blick auf die geistigen Leistungen der Säugetiere, Menschenaffen, Delphine usw. zumindest fragwürdig.

Ebenso fragwürdig bleibt auch der Versuch des Mathematikers G.FREGE (1892), Sinn und Bedeutung zu trennen, Bedeutung nur auf den Inhalt von wahren Sätzen zu begrenzen und Sinn als den reinen Ausdruck der Zeichen zu definieren. Es läßt sich leicht nachweisen, daß die Sinndefinition der mathematischen Aussagenlogik für den größten Teil der menschlichen Sinnerzeugnisse zu eng ist. Das wird deutlich bei jedem Kunstwerk; aber auch in der Umgangssprache wird Sinn vermittelt, der mit Logik nicht erfassbar ist. Fragen, Befehle, Witze und Lügen haben einen Sinn, der mit den Kategorien >richtig-falsch< oder >wahr-unwahr< nicht zu erfassen ist.

Nehmen wir dazu folgendes Beispiel: Der Satz „Hände hoch oder ich schieße“ wird in einem völlig anderen Sinn aufgenommen, wenn er aus dem Mund eines Knaben mit Wasserpistole kommt, oder wenn ein Gangster mit echtem Schieß Eisen ihn äußert. Der Sinn ist offensichtlich abhängig von seiner Einbindung in die ganze Lebenssituation.

Mit dieser Abhängigkeit vom Kontext kann Sinn nur solchen Geschöpfen zugänglich sein, die eine organisch-ganzheitliche Verbindung mit der Umwelt erfassen und bewerten können. Darum entzieht Sinn sich jeder Objektivierung. Sinn ist und bleibt immer die subjektive Bewertung durch ein Individuum, subjektiv bis ins Mark.

Von den Naturwissenschaften ist deshalb keine Klärung des Begriffes zu erwarten, obwohl er auch dort ausgiebig benutzt wird. Die Geisteswissenschaften haben mit der Hermeneutik eine Richtung, die der Auslegung von Sinn verpflichtet ist, die Wissenschaft der Sinnfindung. Heute bemühen sich jedoch auch die Geisteswissenschaftler mehr um objektive Erkenntnisse, Hermeneutik ist in Vergessenheit geraten, altmodisch geworden. Mir ist es bisher nicht gelungen, aus der mir zugänglichen Sprachwissenschaft oder Philosophie eine klare Vorstellung von dem Begriff Sinn zu erhalten, obwohl kaum ein Autor ohne dessen Gebrauch auskommt. Dieser Begriff taucht in so vielen Variationen in der Umgangssprache auf und wird dabei schon von jedem Schulkind leicht verstanden, daß anscheinend in der Wissenschaft kein Bedürfnis nach der Bestimmung seiner Bedeutung besteht.

Während der moderne Begriff vom menschlichen Bewußtsein erst von DESCARTES geprägt und 1719 von Christian WOLFF in den deutschen Sprachraum eingeführt wurde, kam das Wort >Sinn< schon bei den griechischen und römischen Philosophen in der Beschreibung der ganzheitlichen Erkenntnisfähigkeit der Menschen (sensus communis) zu seiner Bedeutung.

Der Gedanke eines allumfassenden Sinnes (sensus communis) wurde von Aristoteles in dem Vermögen begründet, mit dem Gegenstand zugleich die Wahrnehmung des Gegenstandes selber wahrzunehmen und daher die äußeren Sinne unterscheiden zu können. Dank dieses umfassenden Sinnes, der als ein innerer Sinn wirkt, haben wir Zugang zu dem, was den Sinnen gemeinsam ist, wie Bewegung, Ruhe, Zahl und Größe sowie deren Begrifflichkeit.

Als common sense, Gemeinsinn oder „innerer Sinn“ wurde dieser „Sensus communis“ in der alten Philosophie ausgiebig diskutiert, aber bisher noch nicht mit einer naturalistischen Theorie in Verbindung gebracht.

Parallel dazu wurde in den letzten Jahrhunderten der Begriff „Bewußtsein“ zum schillernden Leitthema der

Philosophie, Psychologie, Kognitionsforschung, Linguistik usw...

Mit dem Hinweis auf HAL und den TURING-Test konnte ich zeigen, daß die Fähigkeit, sinnvoll zu kommunizieren und zu handeln, als notwendige Voraussetzung für die Existenz von Bewußtsein gilt. Eine sprachliche Analyse des Begriffes >Sinn< sollte deshalb auch zu einem besseren Verständnis von Bewußtseins führen, was sich im Folgenden zeigen läßt.

Das Verhältnis von Sinn und Bewußtsein läßt sich gut an gebräuchlichen Redewendungen erkennen. Bewußtlos oder besinnungslos liegt jemand am Boden und kommt dann wieder zum Bewußtsein oder zur Besinnung. Die beiden Begriffe können hier ohne Verlust ausgetauscht werden. Der Unterschied zwischen Sinn und Bewußtsein wird erst deutlich, wenn über Tätigkeiten gesprochen wird. Fast jede Handlung vom morgentlichen Aufstehen bis zu den abendlichen Ritualen ist in einer Weise sinnvoll. Wenn ich gefragt werde, warum ich das und jenes tue, so kann ich eine Begründung nennen, worin ein Sinn enthalten ist.

Sinnlose Handlungen kennen wir von Kleinkindern, sinnlos Betrunkenen oder Schwachsinnigen. Da sprechen wir nie von bewußtlosen Handlungen. Wenn ich über etwas nachsinne, sinniere, und schließlich, lange Rede, kurzer Sinn, etwas Eigensinniges sinnfällig zu Papier bringe, dann entdeckt ein Leser darin sinngemäß oder auch tiefsinnig entweder Sinn oder Unsinn, vielleicht auch Wahnsinn, Schwachsinn, Blödsinn. Die Begriffe "Bewußtsein", "Unbewußtsein" oder gar "Wahn-" bzw. "Schwach-" oder "Blödbewußtsein" wären hier fehl am Platz.

So läßt sich mit dem üblichen Sprachgebrauch die Grenze zwischen Sinn und Bewußtsein umreißen. Sinn meint immer den aktuellen Inhalt von Bewußtsein, also Strukturen und deren Verbindungen im ganzheitlichen Zusammenhang der Wahrnehmungen und Gefühle eines Subjektes. Wir erleben Sinn als eine Gesamtschau, die in jedem Augenblick beurteilend auf das Verhalten einwirkt, indem sämtliche Gedächtnisspuren aus der Vergangenheit und Pläne über die Zukunft, unser Weltwissen, mit der aktuellen Situation und deren Folgerungen in Einklang (oder Widerspruch) gebracht werden. Sinn ist somit die Quintessenz des Bewußtseins, die jeden Moment ein ganzheitliches Verhalten auf der Basis einer ganzheitlichen Zusammenfassung aller Wahrnehmungen, Gefühle und Gedächtnisspuren erzeugt.

Wenn ich etwas sehr bewußt, mit größter Aufmerksamkeit erlebe, muß das keineswegs sehr sinnvoll sein, z. B. der Wahnsinn des Krieges. Man kann oft beobachten, daß unser Bewußtsein durch Sinnwidriges alarmiert wird, während die vielen sinnhaltigen Wahrnehmungen und Tätigkeiten uns nicht besonders erregen, sondern eher beruhigen.

Als Beispiel für die Alarmwirkung einer sinnwidrigen Wahrnehmung vergesse ich nie den Abend im Februar 1990, an dem ich auf einen Balkon trat und in den klaren Winterhimmel schaute. Ich sah den Mond als eine schmale Sichel und war einen Moment wie verwirrt, wußte aber nicht warum, bis meine Erinnerung an den Vollmond des vorigen Abends sich meldete und mein Verstand empört sagte: „Das kann doch nicht wahr sein!“ Erst der bald folgende Gedanke an die Möglichkeit einer Mondfinsternis verwandelte die sinnwidrige Beobachtung in Sinn und beruhigte mein Gemüt, nachdem eine Radiomeldung ihn bestätigte. An dieser Erinnerung läßt sich erkennen, daß eine beliebige Wahrnehmung augenblicklich mit dem ganzen Gedächtnisinhalt verglichen werden muß, bevor sie von dem Sinn-Ganzen akzeptiert und aufgenommen wird. Das Bewußtsein ist erst beruhigt, wenn eine Wahrnehmung sich widerspruchlos in das Ganze der Gedächtnisorganisation eingliedern läßt und damit Sinn ergibt.

Ähnliche Beispiele kennt jeder Mensch aus seinem Leben, wenn eine vertraute Umgebung, ein bekannter Mensch oder das eigene Auto irgendwie geringfügig verändert, etwas Befremdendes. Das regelmäßige Ticken einer Uhr wird kaum noch bewußt wahrgenommen. Kommt die Uhr durch einen Defekt aus dem Rhythmus, so wird die Abweichung schnell bemerkt.

Mein Vorschlag, das Verhältnis von Sinn und Bewußtsein auf einen einfachen Nenner zu bringen, besteht darin, daß ich Bewußtsein als eine Tätigkeit verstehe, als bewußtes Sein, was nichts anderes bedeutet als „Sein mit deklarativem Wissen“, welches durch das Gedächtnis „in Erinnerung“ gehalten wird. Das ständige Ziel dieser Tätigkeit ist die Herstellung von Sinn aus dem ganzheitlichen Produkt aller Sinnesorgane, Gefühle

und dem „Weltwissen“ im Gedächtnis.

Weil das Überleben des Individuums mit dieser Ganzheitsschau und der daraus abgeleiteten Möglichkeit zum ganzheitlich-sinngemäßen Handeln abgesichert werden soll, wirken Sinnwidrigkeiten bei der Sinnproduktion ähnlich wie der Schmerz alarmierend, aufregend, während sinnvolle Routinen mit jeder Wiederholung weniger Aufmerksamkeit erfordern, zunehmend automatisiert werden können. Das zeigt sich z.B. beim Autofahren, wo ungewöhnliche Sinnesmeldungen sofort beachtet werden müssen, während die routinierten Schaltvorgänge kaum noch wahrgenommen werden.

Wer sich noch an seine erste Fahrstunde erinnert, der weiß, wie schwierig die gleichzeitige Bedienung von Kupplung, Schalthebel, Bremse und Lenkung am Anfang war, und welche lebenswichtige Erleichterung durch die Automatisierung der Bewegungen erfolgt.

Die Beispiele von der Mondfinsternis, der befremdenden Veränderung, der kaputten Uhr, und der Verkehrssituation machen deutlich, daß unser ständiges Bemühen um Sinnbildung nicht auf Kunst und Sprache beschränkt ist, sondern zunächst nur der Orientierung dient, indem alle Sinnesorgane eine ganzheitliche Verbindung mit dem Gedächtnis und den Gefühlen des Individuums erhalten und mit ihnen eine organische Einheit, den Sinn, erzeugen. Nichts spricht dagegen, daß diese lebenswichtige Tätigkeit sich im Lauf der Evolution entwickelt hat, das heißt auch: genetisch bedingt ist und einer naturalistischen Erklärung zugänglich sein muß!

Daraus ergeben sich Fragen: 1. Ist die Fähigkeit zur Sinnfindung auf den Menschen beschränkt, oder gibt es ähnliche Fähigkeiten im Tierreich?

Bei dieser Frage muß anerkannt werden, daß Lebewesen auf allen Entwicklungsstufen Vorgänge aufweisen, die uns sinnvoll im Hinblick auf die Erhaltung des Lebens erscheinen. Ein qualitativer Unterschied der menschlichen Intelligenz kann aber darin gesehen werden, daß Menschen den Sinn bewußt erfassen, das heißt im Zusammenhang mit ihrem Weltwissen und ausdrückbar und kommunizierbar mittels der Sprache.

2. Wird der Sinn von Menschen (oder eventuell auch von anderen Lebewesen) aus einer sinnlosen Umwelt als „Konstruktion“ hergestellt, oder existiert er bereits in der Natur und wird vom Menschen nur entdeckt bzw. vorgefunden?

Diese Frage wurde z.B. von dem Philosophen Nicolai HARTMANN so beantwortet: „Sinn kann es nicht an sich, sondern nur „für jemand“ geben. Die Welt also kann keinen Sinn haben vor dem Auftreten des geistig-sinnempfänglichen und sinnverstehenden Wesens in ihr. Diese auch von J.P. SARTRES Existenzialismus verbreitete Auffassung erscheint mir auch heute im „westlichen Denken“ allgemein gültig zu sein.

Im „östlichen Denken“ des chinesischen Taoismus begegnet uns dagegen im Begriff des „TAO“ (= Sinn) eine tiefgründige Auslegung, die zu einem gegensätzlichen Ergebnis führt.

Bekanntlich wird das Weltall in der chinesischen Philosophie auf das Wirken der beiden polaren Weltprinzipien Yin und Yang zurückgeführt. Der Sinn, chinesisch Tao, ist dasjenige, was das Spiel dieser „Kräfte“ in Bewegung bringt und unterhält. Weil dieses Etwas nur eine Richtung bedeutet, die unsichtbar und völlig unkörperlich ist, hat man im Chinesischen das Wort Tao = "Weg, Lauf" dafür gewählt, der ja auch nichts in sich selber ist, und doch alle Bewegungen regelt.

Yin und Yang kommen nicht zum Stillstand, der Kreislauf des Werdens setzt sich dauernd fort. Der Grund dafür ist, daß zwischen den beiden Urkräften immer wieder ein Spannungszustand entsteht, ein Gefälle, das die Kräfte in Bewegung hält und zu ihrer Vereinigung drängt, wodurch sie sich immer wieder neu erzeugen. Wie das konkret geschieht, wird durch Tao, den Sinn bewirkt, ohne daß dieser dabei irgendwie in Erscheinung tritt, sein Walten ist unsichtbar.

Diese östliche Sicht enthält eine Logik, die der westlichen Auffassung fehlt: Logisch kann eine sinnbildende Tätigkeit nur dann zur Orientierung dienen, wenn dem subjektiv offenbarten Sinn ein objektiver Sinn der Wirklichkeit zu Grunde liegt. Ohne diesen natürlichen Zusammenhang wäre Sinn sinnlos, eine private

Konstruktion ohne praktischen Überlebenswert.

Bleiben wir dabei, daß die Sinnfindung eine alltägliche Lebensnotwendigkeit ist, dann können wir die Fähigkeit der Sprache, Sinn von Mensch zu Mensch weiter zu geben, als außerordentlichen Fortschritt der Evolution bewundern.

Damit sind wir wieder bei der Sprache, die uns wie Ariadnes Faden durch das Labyrinth unseres Weltbildes führt. Sprache macht Sinn zwischen Menschen mittelbar, indem Sinn in eine genaue Reihenfolge von Sprachzeichen gegliedert wird, aus welcher er vom Empfänger rekonstruiert werden kann. Für meinen Versuch, Sinn zu beschreiben, habe ich jetzt eine exakte Reihenfolge aus zigtausend Buchstaben, Satzzeichen und Pausen hergestellt, damit Tausende von Wörtern gebildet und mit denen eine genau durchdachte Reihenfolge von Sätzen festgelegt.

Jeder Leser ist mit Sinn bestens vertraut, selbst täglich darum bemüht, und ich kann annehmen, daß er auf bekanntem Terrain voranschritt, als er meinen Wortreihen folgend einige Gedanken über das kurze Wort Sinn in das Zentrum seiner Aufmerksamkeit stellte.

Ebenso vertraut ist jedem Menschen die Sprache. Wir behalten den Sinn im Auge, wenn wir der Fähigkeit der Sprache, Sinn zum komprimierten Ausdruck zu bringen, im nächsten Teil mit weiteren Überlegungen nachgehen.

5 Am Anfang war der Rhythmus

Der Vergleich der Wörter mit den Samen in dem biblischen Gleichnis des Nazareners hatte zu der Ansicht geführt, daß die Wörter ebenso wie die Samen große, komplizierte Gebilde erzeugen, indem sie wie die Samen als Bauanleitung wirken.

Die Frage ist: Wie kann man sich eine Bauanleitung für die sprachliche Komprimierung von Sinn vorstellen?

Es wurde im ersten Kapitel auch schon geschrieben, daß eine mathematische Darstellung von Gegebenheiten dadurch ihren Wert erhält, daß mit ihr auch komplizierte Dinge und Vorgänge in kürzester, und dadurch überschaubarer Form präzise ausgedrückt werden können.

Deshalb gilt in der Wissenschaft ein Problem erst dann für optimal erklärt, wenn es in einer mathematischen Formulierung vorliegt.

So können wir den Schluß ziehen, daß wir eine Bauanleitung für Sprache erst dann richtig verstehen und uns eine genaue Vorstellung davon machen können, wenn eine mathematische Beschreibung dafür möglich ist.

Lieber Leser, Sie sollen jetzt nicht befürchten, daß Sie mir nun nicht mehr folgen können, wenn ich auf eine mathematische Betrachtung der Sprachfähigkeit und der Begriffe „Sinn, Wissen, Gedächtnis“ hinarbeite. Ich verstehe selbst nicht allzuviel von der Rechenkunst und kann deshalb nur laienhaft mit dieser Sprachform umgehen. Trotzdem werde ich versuchen, den Satz: „Das Einfache ist das Siegel des Wahren“ (simplex sigillum veri) mit einem sehr einfachen mathematischen Modell von Sinnerzeugung und Sprachfähigkeit zu bestätigen, ein Modell, daß mit ein wenig Mühe auch von Ihnen, verehrter Leser, begreifbar ist.

Ein mathematisches Modell für eine Herstellungsvorschrift, eine Bauanleitung, ein Rezept, eine Bedienungsanleitung und dergleichen nennt man in der Mathematik einen Algorithmus, wenn alle einzelnen Schritte dieser Anleitung präzise definiert sind.

Zum Beispiel bei einem Kuchenrezept sind in einer bestimmten Reihenfolge die genauen Mengen der Zutaten in einer präzisen Handlungsanweisung zusammenzubringen und in vorgeschriebener Zeit auf bestimmte Temperaturen zu erhitzen, mathematisch gesprochen ist jedes Rezept ein Algorithmus.

Es gibt unzählige Algorithmen, einfache und sehr komplizierte. Jedes Computerprogramm besteht aus einem

großen Algorithmus, der meistens aus sehr vielen kleineren Algorithmen besteht, die miteinander verknüpft sind.

Wenn wir also in der großen Menge möglicher Algorithmen eine mathematische Vorschrift suchen, die uns als Modell für die Erzeugung von Sinn und dessen Komprimierung in kurze Zeichenketten dienen kann, dann muß zuerst einmal genau formuliert werden, was dieser Algorithmus können muß.

Der Begriff „Sinn“ wurde im vorigen Abschnitt als ein sich ständig neu bildendes Integrationsprodukt aller Sinnesorgane und Gefühle mit unserem ganzen Weltwissen beschrieben, bei dem alles mit allem in Verbindung steht, wie in einem Organismus. Die Sprache verknüpft große Teile von Sinn und bringt sie in die Form einer exakt gegliederten Zeichenfolge, aus welcher der Empfänger die Sinnverbindung rekonstruieren kann, wenn er der Artikulation aufmerksam folgt.

Ein Algorithmus, der diese Aufgabe erledigen kann, muß immer wieder schnell neue Sinnkomplexe erzeugen, alte wieder löschen können. Der Vergleich mit der rhythmisch wiederholenden Zellteilung in biologischen Systemen legte bereits eine rhythmisch wiederholende Tätigkeit bei der Sinnproduktion nahe.

Auch mit einem vergleichenden Blick auf die Technik läßt sich vermuten, daß diese Aufgabe wie bei einem Monitor in einer rhythmischen Tätigkeit bewältigt werden muß, um der aktuellen Situation in jedem Moment eine neue Struktur zu geben. Das kann nur mit einem Algorithmus realisiert werden, der in Bruchteilen einer Sekunde Sinn erzeugt, um ihn sofort wieder zu löschen, neue Eindrücke zu neuem Sinn zu formen, zu löschen usw., also ein rhythmisch wiederholender Vorgang, wie zum Beispiel die Abtastfrequenz bei elektronischen Bildschirmen.

Die Natur gibt uns viele Hinweise dafür, daß die geistigen Tätigkeiten in einer rhythmischen Form geschehen.

Zuerst können wir in der Sprache schon einen Sprachrhythmus feststellen, der bei allen Sprachen ungefähr im gleichen Bereich liegt.

Bei entspanntem Sprechen werden ungefähr zwei Artikulationen in einer Sekunde erzeugt, schnelleres Sprechen ist nur bis zu einer Grenze von circa sechs Artikulationen pro Sekunde möglich. Man braucht nur laut von einundzwanzig bis neunundzwanzig zu zählen, um den Sprachrhythmus und die Grenzen seiner Geschwindigkeit zu erfahren.

Die Eingabe von Sprache in eine Tastatur und das flüssige Schreiben von Hand zeigen ebenso einen Arbeitstakt dieser Tätigkeiten, der sich am deutlichsten in der Musik untersuchen läßt.

Eine rhythmische Tätigkeit ist auch das Lesen. Untersuchungen der Augenbewegungen beim Lesen zeigen einen Rhythmus, der circa 4-5 sprungartige Folgebewegungen der Augen in einer Sekunde hervorbringt.

Schließlich können wir noch anführen, daß die meisten Bewegungen eine rhythmische Komponente haben: Gehen, Schwimmen, Essen, viele Arbeiten, zum Beispiel das Stricken, Rühren, Hämmern usw. sind rhythmische Tätigkeiten mit einer ähnlichen Grenzgeschwindigkeit wie Sprechen und Lesen, also höchstens circa fünf Zyklen pro Sekunde.

Halten wir fest, daß es zahlreiche Hinweise für einen Arbeitstakt der geistigen Tätigkeit, also des gesuchten Algorithmus, der Sinn und Sprache erzeugt, gibt.

Die nächste Forderung an eine Erzeugungsvorschrift von Sinn betrifft den organisch-ganzheitlichen Zusammenhang des Sinn-Ganzen, der sich auch in der Sprache zeigt. Wilhelm von Humboldt, der Vater der allgemeinen Sprachwissenschaft, beschrieb diesen Zusammenhang so:

„Man kann die Sprache mit einem ungeheuren Gewebe vergleichen, in dem jeder Theil mit dem anderen, und alle mit dem Ganzen in mehr oder weniger deutlich erkennbarem Zusammenhang stehen. Der Mensch berührt beim Sprechen, von welchen Beziehungen man ausgehen mag, immer nur einen abgesonderten Theil dieses Gewebes, thut dies aber instinktgemäß immer dergestalt, als wären ihm zugleich alle, mit welchen jener

einzelne notwendig in Übereinstimmung stehen muß, im gleichen Augenblick gegenwärtig.“ An anderer Stelle schrieb HUMBOLDT: „Die Sprache ist, wie es aus ihrer Natur selbst hervorgeht, der Seele in ihrer Totalität gegenwärtig, d.h. jedes Einzelne in ihr verhält sich so, daß es Anderem, noch nicht deutlich gewordenem, und in einem durch die Summe der Erscheinungen und die Gesetze des Geistes gegebenen oder vielleicht zu schaffenden möglichen Ganzen entspricht.“

Wie kann so ein Gebilde, in dem unser ganzes Weltwissen mit der Wahrnehmung und Gefühlen zu einem Ganzen zusammengefaßt wird und mit Sprache ausdrückbar ist, von einem mathematischen Modell, einer Rechenvorschrift, vereinfacht dargestellt werden? Wahrscheinlich werden alle Sprachwissenschaftler selbst Mathematiker an dieser Möglichkeit zweifeln, was uns nicht davon abhält, der Frage weiter nachzugehen.

Eine Spur zur Lösung des Problems oder dem gesuchten Algorithmus finden wir in der nächsten Anforderung, die den Begriff der Grenze in das Zentrum unserer Überlegungen rückt.

Es sind die Fähigkeiten zum Unterscheiden und zum Entscheiden, die unserem Sinn und der Sprache erst die Möglichkeit geben, die Welt in einzelne Objekte zu differenzieren und einzuteilen und unterschiedlich darauf zu reagieren. Das Wort „Scheide“ ist bekanntlich ein altes Synonym für Grenze.

Wir teilen (mit Grenzen) die Welt ein in verschiedene Objekte und entscheiden (mit Grenzen) in jedem Moment, was gerade sinnvoll zu tun ist. Die wesentliche Anforderung an einen Algorithmus, der diese Aufgabe erfüllen soll, muß also darin bestehen, Grenzen zu erzeugen.

Grenzen, die einen ganzheitlichen Zusammenhang bilden, nennen wir „Gestalt“. Wenn wir die Schöpfungsgeschichte der Bibel lesen, finden wir den Beginn der Welt in der Trennung von Tag und Nacht, Himmel und Erde, Wasser und Land, und es sind seitdem sicher unzählige weitere Trennungen dazugekommen, die das Sinn-Ganze des heutigen Menschen in eine Begriffswelt einteilen, die zur Orientierung dient, indem sie mit der Objektwelt in Übereinstimmung ist.

Der rhythmisch sich wiederholende Algorithmus, der mir als mathematisches Modell für die Sinn- und Sprachproduktion vorschwebt, sollte demnach hauptsächlich Grenzen erzeugen, unzählig viele und komplizierte Grenzen, die alle innerhalb des Sinn-Ganzen miteinander verknüpft sind.

„Die Grenzen der Sprache bedeuten die Grenze meiner Welt“, schrieb Ludwig Wittgenstein, und Wilhelm von Humboldt faßte den Gedanken in den Sätzen: „Der Umfang des Wortes ist die Gränze, bis zu welcher die Sprache selbstthätig bildend ist“ und „Dies setzt natürlich eine große Schärfe der abgränzenden Beziehungen, da wir vorzüglich von diesen reden, aber auch eine gleiche in den Lauten voraus.“ Mit anderen Worten: Mit einer abgrenzend wirkenden Artikulation der Sprache werden Grenzen für die Bedeutung, den Umfang und den Sinn der Wörter und Sätze erzeugt, wird Verschiedenes unterschieden und entschieden. Das mathematische Modell muß in gleichförmiger Tätigkeit Grenzen bauen, wenn es Sinn und Sprache begreifbar machen soll.

Als weitere Forderung muß noch der Begriff Ähnlichkeit mit dem Konzept verbunden werden.

Um die Bedeutung von „Ähnlichkeit“ zu verstehen, erinnere ich an das „Höhlengleichnis“ des griechischen Philosophen Plato. PLATO beschrieb unsere eingeschränkte Fähigkeit zur Erkenntnis der Welt mit der Situation von Menschen, die in einer Höhle mit dem Gesicht zur Wand sitzen und auf der Wand nur die Schatten der Objekte wahrnehmen, die mit dem Licht vom Höhleneingang in die Höhle gelangen.

Das Höhlengleichnis ist ein schönes Bild, das die Bedeutung von Grenzen (Schatten) unterstützt und unser mangelhaftes Wissen entschuldigt, aber es bietet keine Erklärung dafür, warum die Menschen trotz behinderter Erkenntnismöglichkeit zu dem enormen Wissen gekommen sind, mit dem sie heute umgehen.

Diese Erklärung schaffen wir durch eine Erweiterung des Höhlengleichnisses mit Hilfe des Begriffes „Ähnlichkeit“:

Die Bewohner der Höhle sehen nur die Grenzen der Dinge, aber darin können sie Ähnlichkeiten entdecken

und so zu einer Einteilung der Objekte und zum (eingeschränkten) Wissen über die Welt gelangen.

Die biologische Fähigkeit zum Entdecken von Ähnlichkeiten muß nicht weiter bewiesen werden, denn sie gehört mit Sicherheit zu den elementaren Qualitäten der Sinnesorgane im gesamten Tierreich.

Schließlich soll noch die komprimierte Form der ähnlichen Grenzgebilde in sprachlichen Zeichenfolgen durch das mathematische Modell anschaulich gemacht werden.

Diese komprimierte Form der Sinnengrenzen in kurzen Folgen von Lauten oder Buchstaben läßt sich in vornehmem Latein als Pars pro toto-Funktion benennen, also: Ein Teil steht für das Ganze“.

Was mit „Pars pro toto“ gemeint ist, läßt sich mit der Spurensuche erklären, die unsere Vorfahren bei der Jagd zur hohen Kunst entwickelt hatten. Aus winzigen Fußspuren, abgeknickten Gräsern usw. können Jäger oder Detektive umfangreiche Zusammenhänge „lesen“. Heute genügen schon mikroskopische DNA-Spuren, um einen Täter zu identifizieren, ein Teil steht für das Ganze. Daß diese Fähigkeit nicht nur Menschen, sondern auch Hunden zu eigen ist, merkt ein Hundehalter oft, wenn er z. B. die Leine in die Hand nimmt, und der Hund schon zur Tür läuft, weil er die Bedeutung der Geste versteht, pars pro toto.

Zusammenfassend muß eine Vorschrift zur Erzeugung von Sinn und Sprache in schneller Taktfolge komplizierte Grenzen in organischem Zusammenhang produzieren, wobei eine Ähnlichkeit der Sinnengrenzen einer Ähnlichkeit der Objektgrenzen entspricht. Die individuellen Grenzformen der Begriffsgestalten sind durch eine „Pars pro Toto-Funktion untrennbar mit kurzen Zeichenfolgen verbunden, die als Sprache funktionieren.

6 Mathematikstunde

Die Anforderungen, die an eine Bauanleitung für Sinn und Sprache zu stellen sind, erscheinen sehr schwierig zur Vorstellung oder Realisierung zu sein.

Als Wissenschaftler stellt man oft mit Staunen fest, daß die Natur sehr komplizierte Dinge mit sehr einfachen Mitteln herstellen kann. Sinn und Sprache sind die kompliziertesten Produkte der Natur. Es soll uns nicht wundern, wenn deren Rätsel auch eine sehr einfache und schöne Lösung erhält.

Es wurde schon erwähnt, daß die mathematische Sprachform besonders gut zur übersichtlichen Darstellung komplizierter Dinge geeignet ist.

Wir beginnen also eine kurze Mathematikstunde mit der Formulierung der Aufgabe, die in mathematischer Darstellung als Algorithmus gelöst werden soll:

Gesucht wird ein Algorithmus, der in rhythmischer Abfolge durch Grenzbildung ein lebendig wachsendes Sinnsystem erzeugen kann, in dem unendlich viele ähnliche und unterscheidbare Gestalten mit einer „Pars pro Toto“-Funktion durch kurze Zeichenfolgen repräsentiert werden können.

Die einfachste Form einer Grenze, zwei Grenzpunkte auf einer Linie, erhalten wir durch die ständige Abfolge einer sehr einfachen Vorschrift, der wiederholten Quadrierung (Iteration). Wenn der Ausgangswert, die Zahl, mit der ich die Quadrierung beginne, größer als Eins ist (>1), dann werden alle folgenden Ergebnisse immer größer, sie gehen gegen Unendlich. Beispiel: 2,4,16,.....

Umgekehrt werden die Ergebnisse immer kleiner und gehen gegen Null, wenn der Ausgangswert kleiner als Eins (<1) ist.

Nur mit der Eins kann der Vorgang beliebig oft wiederholt werden, das Ergebnis bleibt immer gleich Eins, die Eins ist ein somit Grenzpunkt auf der Zahlengeraden. Das Gleiche gilt auch, wenn ich das Vorzeichen $>$ Minus $<$ benutze, für Minus-Eins.

Wir halten fest: Bei der iterierten Quadrierung der reellen Zahlen erhalten wir zwei Grenzpunkte, die wir uns auf der Zahlengeraden bei Eins und Minus-Eins vorstellen können. Damit ist noch nicht viel erreicht, aber wir verstehen das nächste Grenz-Beispiel als Produkt wiederholter Quadrierung nun ohne große Schwierigkeit.

Verwenden wir bei der Quadrierung nicht reelle Zahlen, sondern komplexe Zahlen (mit einem imaginären und reellen Anteil), dann halten wir uns gedanklich nicht mehr auf einer geraden Linie auf, sondern in der zweidimensionalen (Gaußschen) komplexen Zahlenebene. Auch hier erzeugt die iterierte Quadrierung eine Grenze zwischen den (komplexen) Zahlen, deren Ergebnisse gegen Unendlich oder gegen Null gehen. Diese Grenze ist in der Gaußschen Zahlenebene ein Kreis mit dem Radius Eins.

So erhalten wir mit einer sehr einfachen, aber oft wiederholten Rechenvorschrift immerhin schon eine geschlossene Grenzlinie, die ein zweidimensionales Gebiet präzise begrenzt. Wir behalten diese einfach zu verstehende Tatsache als wichtiges Zwischenergebnis der Mathematikstunde fest, obwohl die Kreislinie beinahe das Gegenteil von dem ist, was gesucht wird. Wir suchen ja ein sehr differenziertes Grenzsyste^m voller Information, und die Kreislinie ist eine Grenzlinie, die überall die gleiche, also fast gar keine Information enthält. Dafür kann sie schon viel Ähnlichkeit aufweisen, sie ähnelt sich an jeder Stelle.

Wenn die grenzbildende Wirkung der wiederholten Quadrierung mit realen und komplexen Zahlen so mit ein paar gedanklichen Zahlenexperimenten zu erklären war, können wir die Spur zu dem Algorithmus, der den gestellten Anforderungen genügt, mit einer Exkursion in die Geschichte der Mathematik weiter verfolgen.

Gaston Maurice Julia war ein französischer Mathematiker, der als Soldat im ersten Weltkrieg verwundet in einem Lager lag und sich dabei mit dem Gedanken beschäftigte, wie die Kreisgrenze bei der iterierten Quadrierung komplexer Zahlen sich verändert, wenn bei jedem Zwischenergebnis noch eine bestimmte (komplexe) Zahl addiert wird, bevor erneut quadriert wird.

G. Julia konnte noch keinen Computer für seine Gedanken benutzen, und so konnte er keine Antwort auf seine Frage finden, aber er äußerte bereits eine Ahnung, daß mit dieser Methode bizarre Veränderungen der kreisförmigen Grenze zu erwarten sind, die das Phänomen „Selbstähnlichkeit“ in vielen Größenordnungen erzeugen.

Die Arbeit, die G. Julia zu dieser Frage schrieb, wurde 1919 von der französischen Akademie ausgezeichnet, blieb dann aber ein halbes Jahrhundert völlig unbeachtet.

Der polnische Mathematiker Benoit Mandelbrot zählt sicher zu den neugierigsten und verspieltesten Vertretern seiner Fachrichtung. Er stieß in den 60ziger Jahren auf Julias Arbeit. Da er zu dieser Zeit bei IBM an der Entwicklung der Computer arbeitete, konnte er JULIAS Gedanken am Computer experimentell untersuchen. Eher mit spielerischem Zufall als mit methodischer Suche entdeckte Mandelbrot dabei die Formel, die ihn berühmt machte und seinen Namen trägt, die Mandelbrot-Menge.

Diese Grenze in der Gaußschen Zahlenebene, die auch den Kosenamen „Apfelmännchen“ erhielt, entsteht wie die Juliamengen aus der iterierten Quadrierung komplexer Zahlen mit Addition einer (komplexen) Zahl. Genau gesagt ist die Mandelbrot-Menge die Grenze zwischen allen Julia-Mengen, die in sich zusammenhängend sind (deren Ergebnisse gegen Null gehen) und den Julia-Mengen, die nicht zusammenhängend sind (im Ergebnis gegen Unendlich gehen).

Der Rand dieser Figur, der mit der sehr einfachen Formel erzeugt wird, entsteht aus einer Kreisform durch fortwährend wiederkehrende, kleiner werdende Einbuchtungen, wie die glatte Haut eines Apfels, die immer mehr verschrumpelt. Durch diesen Vorgang wird die Grenze fraktal, selbstähnlich in verschiedenen Größenordnungen.

Die Grenze der Mandelbrot-Menge ist das komplizierteste Objekt der Mathematik, weil in ihr unendlich viele verschiedene Julia-Mengen enthalten sind. Man kann diese Struktur wie ein Bilderbuch mit unendlich vielen selbstähnlich verschachtelten Bildern betrachten.

Sogar eine der Sprache ähnliche „Pars pro Toto“-Funktion läßt sich in der Mandelbrot-Menge nachweisen: Welche der unendlichen Strukturen im aktuellen Rechenvorgang erzeugt wird, hängt nur von der Zahl C (C für Control) ab, die zum jeweiligen Quadrierungsergebnis addiert wird. Es besteht somit für jede spezifische Zahlenfolge von C ein spezifischer Ausschnitt der fraktalen Grenze, der von ihr erzeugt wird.

Die kurzen Zahlenfolgen bewirken hier also die Erzeugung riesiger selbstähnlicher Strukturkomplexe, vergleichbar den DNA-Sequenzen und den sprachlichen Zeichenfolgen. Damit erscheint die Mandelbrot-Menge als Modell für den Zusammenhang von Sinn und Sprache.

Liebe(r) Leser(in), Sie haben soeben verfolgt, wie mit einigen Indizien der Algorithmus, der für unsere Sinn- und Sprachproduktion verantwortlich sein soll, als ein sehr einfaches und gleichzeitig sehr kompliziertes mathematisches Modell vorgeführt wurde, eine unendlich komplizierte Grenze mit „Pars pro Toto“-Funktion, Selbstähnlichkeit und organischem Zusammenhang, erzeugt mit der häufigen Wiederholung einer äußerst einfachen Rechenvorschrift. Zum Glück sind wir hier mit den Links in der Lage, jeden Begriff ausführlich zu erklären. Meine Darstellung der Julia- und Mandelbrot-Formeln ist ehrlich gesagt laienhaft und oberflächlich, noch dazu ohne Bilder (muß noch nachgeholt werden). Es gibt darüber jede Menge Literatur, aber hier genügt Wiki allemal, um sich gut zu informieren. Deshalb möchte ich an dieser Stelle eine Pause einlegen, in der jeder Leser sich ein wenig mit der MANDELBROT-Menge beschäftigen kann und meine Behauptung, daß diese als mathematisches Modell für unsere Sinn- und Sprachproduktion dienen kann, kritisch überprüft.

Dann wünsche ich mir, bevor ich abschließe, eine lebhafte Diskussion.

Originelle Ideen entstehen bekanntlich oft aus der Verbindung von weit voneinander entfernten Tatsachen. Die Entfernung unserer geistigen Tätigkeit zur Mandelbrot-Menge erscheint auf den ersten Blick unüberbrückbar weit. Bei genauerem Hinsehen wird der Leser mir hoffentlich zustimmen, denn: „Pulchritudo splendor Veritas“, „Die Schönheit ist der Glanz der Wahrheit“.

$$Z_{n+1} = Z_n^2 + c$$

Einen Kontinent kann man allein durch Bilder schon kennenlernen, aber reichhaltiger sind die Eindrücke einer Reise.

Ähnlich ist es mit der MM (Abkürzung für Mandelbrot-Menge), die in vielen Ausschnitten in Wiki Commons unter Mathematik/ Fraktale/ Mandellbrot-set zu sehen ist.

Ein tieferes Verständnis ergibt sich mit jedem Computer, wenn darin ein kleines Programm (z.B. Winfrakt) aus dem Internet installiert wird, das die Figur selbst auf dem Bildschirm erzeugt. Wie mit einem Mikroskop kann man dabei Ausschnitte der Grenze vergrößern und wie auf einer Reise den unendlichen Formenreichtum erleben. Indem die Auswahl der Farben variiert wird, lassen sich unendlich viele schöne Bilder mit künstlerischem Reiz herstellen.

Zum philosophischen Staunen muß schon der extreme Kontrast zwischen den unendlichen Strukturen der MM und der simplen Formel ihrer Herstellung anregen. Mit ihren Symmetrieeigenschaften, den Spiralen, Verästelungen und dem organischen Zusammenhang erinnert die MM auch an biologische Systeme, die ebenfalls aus kleinen Vorschriften äußerst komplexe Strukturen erzeugen.

Die Möglichkeit, die Wirkung dieses kurzen Algorithmus mit dem Computer sichtbar zu machen, ist auch hilfreich dabei, ihn als anschauliches Modell für Sinn und Sprache zu benutzen. Betrachten wir die folgenden Bilder, auf denen die Ergebnisse der ersten Arbeitsschritte der Formel erkennbar sind.

Die erste Quadrierung erzeugt eine kreisförmige Grenze zwischen Blau

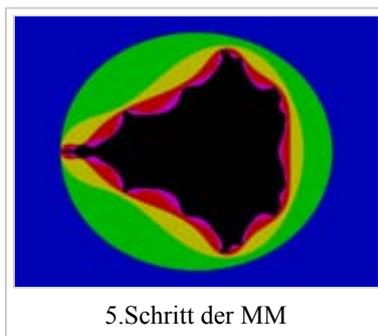
und Schwarz, eine informationsarme Linie. Wir können diese Grenze als Modell für den geistigen Zustand betrachten, den ein neugeborenes Kind am Beginn seiner geistigen Entwicklung hat, die berühmte „Tabula rasa“, noch völlig ohne Information.

Der zweite Iterationsschritt erscheint als symmetrische grüne Einbeulung, die zu einer Birnenform der Grenze führt.. Wenn wir darin ein Modell für die ersten Eindrücke sehen, die ein Baby erhält, kann auch wieder an die biblische Schöpfungsgeschichte erinnert werden. Demnach entstand die Vielfaltigkeit der Welt am Anfang aus groben, symmetrischen

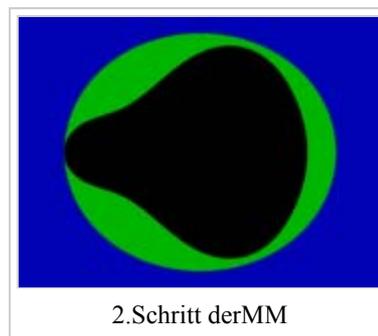
Einteilungen in Licht und Dunkel, Wasser und Land, Himmel und Erde usw. Ähnlich muß das Neugeborene seine ersten Eindrücke in grobe Kategorien wie z.B. hell und dunkel, laut und still, warm und kalt usw. abgrenzen, wenn es sein eigenes Wissen von der Welt aufzubauen beginnt.

Der dritte Schritt macht mit neuen Dellen das Prinzip aller weiteren Schritte deutlich: Jede vorangegangene Einbuchtung wird durch zwei neue, kleinere Eindrücke verformt, wobei eine strenge Spiegelsymetrie erhalten bleibt, aber eine Differenzierung der nun sich herausbildenden Längsachse bemerkbar ist. Die Spitze im linken Teil der Längsachse steht als einziger Punkt noch mit dem ursprünglichen Kreis in Verbindung und wird es auch nach allen folgenden Arbeitsschritten des Algorithmus immer bleiben.

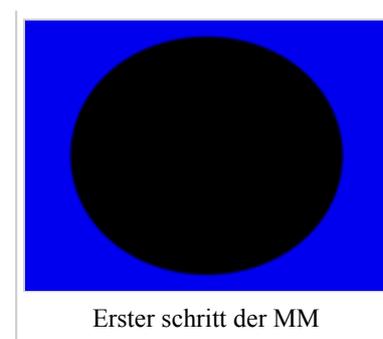
Die folgenden Schritte lassen das Prinzip immer klarer sichtbar werden: So wie man bei einem Menschenkind von seinen ersten Eindrücken spricht, die durch ständige Verfeinerung ein ständig sich differenzierendes Weltbild entstehen lassen, so entwickelt die Grenze der MM aus immer feiner werdenden Einbuchtungen einen kosmischen Formenreichtum in organischem Zusammenhang.



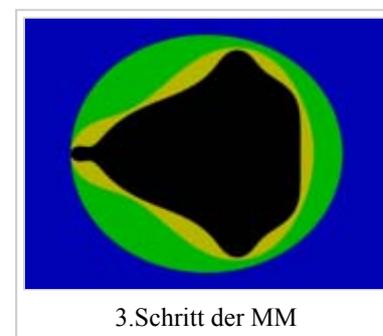
5.Schritt der MM



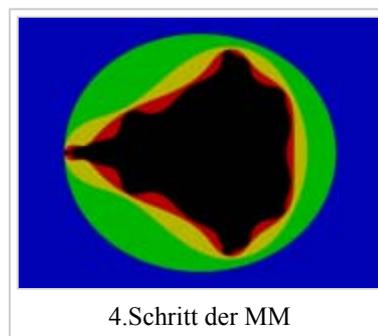
2.Schritt derMM



Erster schritt der MM



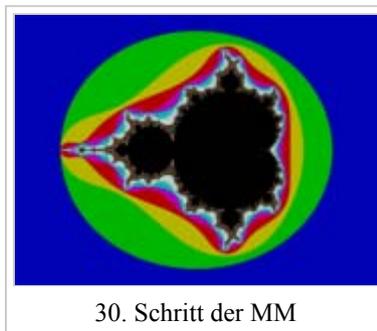
3.Schritt der MM



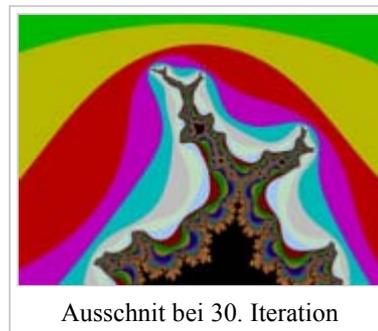
4.Schritt der MM

Die Bilder zeigen die ersten Wiederholungen eines endlos wiederholbaren Vorgangs. In den symmetrischen Umrissen der Grenzlinie wird schon eine „quasi natürliche“ Gestalt wie ein Käfer oder Blatt sichtbar. Es läßt sich auch erkennen, daß die Grenzlinie durch die neuen Eindrücke nie unterbrochen wird, also immer in ganzheitlichem Zusammenhang bleiben muß.

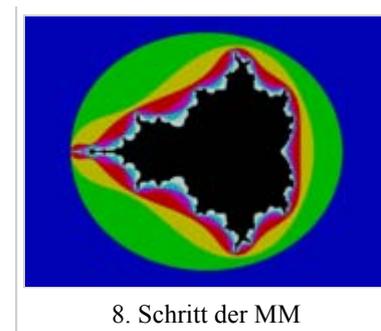
Bei dreißig Iterationen sind die neu hinzugefügten Einbuchtungen schon so klein, daß die Grenzveränderungen in der Grundfigur kaum noch erkennbar sind. Der Computer ermöglicht es aber, sehr kleine Ausschnitte wie mit einem Mikroskop zu betrachten.



30. Schritt der MM



Ausschnitt bei 30. Iteration



8. Schritt der MM

Der Ausschnitt zeigt schon sehr deutlich die Selbstähnlichkeit der Grenze, die unendlich viele kleine Kopien der Grundfigur enthält. Auch die immer feiner werdende Verästelung der Grenze ist sichtbar, läßt aber nicht erahnen, welche unendlich feinen Strukturen noch darin verborgen sind.

Ich denke, daß mit diesen Bildern gezeigt werden kann, wie das mathematische Modell den Beginn des kindlichen Weltwissens und seine endlose Verfeinerung anschaulich machen kann.

Für ein Verständnis der sprachlichen Minimierung, zu dem die anfängliche Frage hinführen sollte, kann der C-Wert der Formel herangezogen werden. Das ist die (komplexe) Zahlenfolge, die jedem Teil der Grenze in der komplexen Ebene zugeordnet ist und diesen Teil konstruiert, wenn er in die Formel eingesetzt wird. Vergleichbar den Samen und den sprachlichen Zeichenfolgen ist auch der C-Wert eine kurze Zeichenfolge, die sehr komplexe Strukturen mit „pars pro toto“-Funktion erzeugen kann.

Um den Vorteil dieser Fähigkeit leicht zu begreifen, genügt wieder einmal der Vergleich mit der Digitaltechnik: Jedes der obigen Bilder wird vom Computer aus 768x1024 Pixeln hergestellt und benötigt zur Speicherung 2,2 MB Speicherplatz. Um die Speichermenge zu verringern, lassen sich technische Algorithmen einsetzen, die „überflüssige Information“ herausuchen und eine „abgespeckte Version“ erzeugen, die aber immer noch über 100 KB Speicher benötigen wird, um das Bild ohne bemerkbare Verluste zu rekonstruieren.

Wenn das Bild aber anstatt dessen als Ergebnis eines ständig wiederholten Algorithmus mit einem kurzen Kontrollwert C herstellbar ist, dann genügt es, diesen C-Wert zu speichern, um das Bild völlig verlustfrei wieder daraus zu rekonstruieren.

Es liegt auf der Hand, daß die Speicherung einer kurzen Zahlenfolge den Speicherbedarf extrem vermindert. Auch die Übertragungszeit hängt von der Größe einer Datei ab und wird durch die knappe Zeichenfolge so kurz, daß eine Kommunikation in „Echtzeit“ überhaupt erst möglich ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Visualisierung der MM am Computer wesentliche Aspekte von Sinn und Sprache anschaulich und begreifbar macht.

Wir haben damit ein Grundprinzip der sprachlichen Tätigkeit in einem sehr abstrakten, aber mit Hilfe des Computers sichtbar gemachten Algorithmus vor Augen. Das Prinzip besteht in der Sprache wie in der MM in einer Minimierung der unendlich komplexen Strukturen in kurze Folgen von Werten, die einen ständig wiederholenden Algorithmus steuern, der die Strukturen in einer organisch verbundenen Grenze rekonstruiert und das weitere Wachstum dieser Grenze modifiziert.

Das Modell bietet eine Erklärung für die nahezu unbegrenzte Speicherkapazität und die extrem schnelle

Kommunikation der Menschen mit Hilfe der Sprache.

Ich will nicht verschweigen, daß diese Verbindung der geistigen Tätigkeit mit der Mandelbrot-Menge nicht über das rational-diskursive Denken hergestellt wurde, sondern mehr intuitiv mit einer unmittelbaren Einsicht begann, die mich durch ihre Einfachheit und Schönheit überzeugte. Ich bin deshalb dankbar, hier die Möglichkeit zur komfortablen Darstellung mit Links und Bildern sowie zur Diskussion zu erhalten.

8 Na und?

Was ist gewonnen mit einer gedanklichen Verbindung zwischen dem „*ungeheuren Gewebe*“ der Sprache, „*in dem jeder Theil mit dem anderen, und alle mit dem Ganzen in mehr oder weniger deutlich erkennbarem Zusammenhang stehen*“ (Humboldt), und der fraktalen Grenzstruktur, die wir als Ergebnis der einfachen Rechenvorschrift $Z_{n+1} = Z_n^2 + c$ am Computer betrachten können?

Bisher existiert noch kein wissenschaftliches Modell für jenes Phänomen, das wir subjektiv als „Sinn“ sehr gut kennen und zum sprachlichen Ausdruck bringen können. Wenn die Mandelbrot-Menge uns bei der Vorstellung hilft, wie dieses spezifisch menschliche „geistige“ Produkt aus geregelter Tätigkeit zu erklären ist, dann füllt sie nicht ein Vakuum, sondern muß sich gegen bestehende Vorurteile behaupten.

Über Jahrtausende herrschte im Kulturkreis der von Abraham und Moses gegründeten Religionen die Vorstellung, daß die Menschen die Sprache im Paradies von ihrem göttlichen Schöpfer erhielten und ihr Sinnverständnis durch den Genuß der verbotenen Frucht vom Baum der Erkenntnis geweckt wurde. Als Strafe für ihren babylonischen Hochmut verwirrte Gott die Menschen so, daß sie verschiedene Sprachen sprachen und sich nicht mehr verständigen konnten.

Erst die Aufklärung brachte mit Herder, W.v.Humboldt usw. die Idee von der natürlichen Evolution der Sprache und der geistigen Fähigkeiten in die Diskussion. Erst seit dieser Zeit gibt es eine akademische Sprachforschung, die Linguistik ist im Vergleich zur Mathematik oder Musikwissenschaft eine junge Wissenschaft, noch in den Kinderschuhen.

„Ignorabimus“ (wir werden es nie wissen) war die Grundüberzeugung der Wissenschaftler bis zur Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts, wenn es um eine genaue Erklärung des Bewußtseins und der geistigen Vorgänge ging. Erst mit der Simulation geistiger Vorgänge in den ersten Computern konnte die Natur der geistigen Vorgänge in neuem Licht gesehen werden und deren naturalistische Erklärung ins Auge gefaßt werden. Mit dem Begriff „Künstliche Intelligenz“ versprach man sich auch ein neues Verständnis für die natürliche Intelligenz.

Durch die neue, technische Sichtweise kam ein neues Vorurteil in Mode, welches lautet: „Alle geistigen Vorgänge können auf digitale Rechenvorgänge zurückgeführt werden.“ Diese optimistische Meinung wird heute auch von der Neurophysiologie unterstützt, weil Nervenzellen tatsächlich ähnlich wie die Schaltelemente der Computer arbeiten, das heißt: Mit Nervenzellen lassen sich die logischen Grundfunktionen (und-oder) und Rechenoperationen ausführen.

Heute sind alle geistigen Produkte digitalisierbar, Text, Musik, Bilder, Videos, alles kann gespeichert, bearbeitet und im Internet sekundenschnell verschickt werden, und so sagt die gängige Meinung der technisch gebildeten Zeitgenossen heute oft, daß alle geistigen und auch sprachlichen Vorgänge auf digitaler Grundlage wie im Computer zu erklären sind.

Mit bescheidenen Errungenschaften, zum Beispiel den elektronischen Navigationshilfen im Auto und Robotern, die auf gesprochene Befehle reagieren, stützen Computerexperten ihre Hoffnung, eines Tages mit den Maschinen wie mit Menschen sprachlich zu kommunizieren. Elektronische Gesprächspartner oder Briefpartner sind bisher jedoch noch nicht möglich, keine Rechenmaschine versteht den Sinn der von ihr durchgeführten digitalen Operationen, kein Computer hat ein Wissen davon, was er tut, und kein Computer hat bisher den TURING-Test bestanden.

Einen Ausweg aus dem Problem, menschliches Denken und Sprechen elektronisch zu simulieren, sehen die Fachleute in dem Terminus neuronale Netze, mit dem Gedächtnismodelle entwickelt wurden, wie sie auch in der Gehirnrinde vermutet werden.

Doch auch bei neuronalen Netzen fehlt der Qualitätssprung, der das menschliche Erleben von Sinn und das zu Grunde liegende Weltwissen hervorruft. Über diesen Mangel der neuronalen Netze sehen die Fachleute hinweg, indem sie den Begriff einer parallelen Datenverarbeitung von der gewöhnlichen, seriellen Datenverarbeitung abgrenzen und in der „massiven Parallelverarbeitung des Gehirns“ das Geheimnis der menschlichen Geistestätigkeit vermuten. Mit einer milliardenfachen parallelen Verarbeitung soll erklärbar werden, warum der Mensch in einem Augenblick so viele Sinnesdaten gleichzeitig verarbeiten kann, wie es von keinem Computer zu schaffen ist.

Hier sollte bedacht werden, daß im Prinzip kein Unterschied zwischen einem parallelen und einem seriellen Computer besteht, beides sind letzten Endes Rechenmaschinen. Unterschiede können nur in der größeren Verarbeitungsgeschwindigkeit der parallelen Computer liegen, aber der Qualitätssprung zum Sinnverständnis und dem Wissen um das eigene Handeln ist mit diesem Schlagwort nicht erklärbar.

Parallelen sind dadurch definiert, daß sie einander nie berühren. Bei der augenblicklichen, sinnlichen Erfassung einer komplexen Situation sind jedoch alle Sinnesdaten in Verbindung und ergeben einen zusammenhängenden Sinn, der aus paralleler Datenverarbeitung per definitionem gar nicht gewonnen werden kann. Die Einheit des bewußten Erlebens scheint ganz unvereinbar mit dem Bild eines Parallelcomputers zu sein.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der Gestalt der neuronalen Netze, wie sie tatsächlich in der Hirnrinde existieren. Weder von der Neurophysiologie noch von der mathematisch-technischen Seite wurde die spezielle Art und Weise der Verästelung beachtet, die von den Nervenzellen im Großhirn ausgebildet wird. Der Psychologe Donald Hebb, der die Idee der neuronalen Netze 1949 als Erster formulierte, konnte noch keine Angaben über die Feinstruktur der Verästelungen im Großhirn machen, weil die Architektur der Hirnrinde noch nicht restlos bekannt ist. Die Verbindungen der Nervenzellen sind im Cortex so komplex, daß ihre genaue Beschreibung unmöglich ist.

Die Informationstheoretiker entwickelten technischen Nachbildungen der neuronalen Netze in geradlinig-geometrischen Formen. Diese technisch-geradlinige Form der Darstellung wurde von bekannten Hirnforschern, z.B. dem Nobelpreisträger John C. Eccles, auch für ein gedankliches Modell der Gedächtnisorganisation übernommen.

Warum diese technisch-gradlinige Darstellung von neuronalen Netzen der Großhirnarchitektur in die Irre führt, kann mit folgenden Gedanken begründet werden:

In den technischen Schaltplänen werden die leitenden Verbindungen der Elemente völlig unabhängig von ihrem tatsächlichem Verlauf aus praktischen Gründen als gerade Linien mit rechtwinkligen Abzweigungen eingezeichnet. Man kann diese idealisierende Abweichung vom realistischen Verlauf bei elektrischen Leitungen ohne Probleme im Schaltbild vernachlässigen.

Es ist aber eine Frage von grundlegender Bedeutung, ob solche Abweichungen von der Realität bei den neuronalen Verbindungen im Gehirn genauso ignoriert werden können, wie in den technischen Geräten. Dieses Problem ergibt sich nicht nur im Blick auf die Hirnrinde sondern stellt sich in allen Teilen des Gehirns.

Einer technisch-geradlinigen Modellierung der Neuronenverbände steht die Tatsache entgegen, daß die Nervenzellen für ihre vielseitigen Aufgaben im Nervensystem sehr unterschiedliche Formen der Verästelung ausbilden. Die Genetiker sprechen von omnipotenten Stammzellen, die je nach ihrem Einsatzort im Gehirn spezifische Formen ausbilden und sich danach mikroskopisch in ihren spezifischen Verästelungsformen gravierend unterscheiden, zum Beispiel als Purkinje-Zelle, Pyramidenzelle, Sternzelle, Golgi-Zelle, Mooszelle usw.

Die im Gehirn zu beobachtenden Verzweigungen der Nervenzellen unterliegen also weder dem Zufall noch folgen sie den geometrischen Mustern der technischen Nachbildung. Deshalb findet man im ganzen Nervensystem sehr charakteristische Formen der Verästelung, die jeweils einer spezifischen Funktion in einem speziellen Hirngebiet optimal angepaßt sind.

Als Beispiel für die Bedeutung der spezifischen Verästelung kann auf das Kleinhirn verwiesen werden, dessen Zellarchitektur gut bekannt ist. Hier sind es die sogenannten Purkinje-Zellen, die mit ihrer spalierartigen Verzweigung einzigartig im ganzen Nervensystem sind und in der Kleinhirnrinde eine ganz spezielle Aufgabe der zeitlichen Bewegungssteuerung erfüllen.

Es ist unwahrscheinlich, die Verzweigungsarchitektur im Großhirn dem Zufall überlassen ist. Eher ist zu vermuten, daß die Verzweigungen der dort vorherrschenden Pyramidenzellen genau wie die Verästelungstypen der übrigen Nervenzellen durch Wachstumsvorschriften geregelt werden, die zur Differenzierung ihrer Verästelung und damit auch ihrer Funktion führen.

Aus dieser Sicht erscheint das verbreitete Konzept der künstlichen „neuronalen Netze“ in mit paralleler Verarbeitung mangelhaft, seine Mißerfolge sind erklärbar.

Als Alternative zu dem bekannten Modell (neuronale Netze im Parallelcomputer) hat der Mandelbrot-Algorithmus den Vorteil, daß seine sehenswerte Grenzstruktur sichtbar gemacht werden kann. Der unendliche Formenreichtum in ganzheitlichem Zusammenhang ermöglicht uns die Vorstellung, wie in unserem Kopf etwas Ähnliches, ein Sinn-Ganzes aus vielen kleinen Schritten aufgebaut werden kann. Der sichtbare Zusammenhang verschiedener Strukturen mit bestimmten Zeichenfolgen (dem C-Wert) gestattet einen Vergleich mit der in Zeichenfolgen komprimierenden Fähigkeit der Sprache(und der Samen).

„Der Mensch berührt beim Sprechen, von welchen Beziehungen man ausgehen mag, immer nur einen abgesonderten Theil dieses Gewebes, thut dies aber instinktgemäß immer dergestalt, als wären ihm zugleich alle, mit welchen jener einzelne nothwendig in Übereinstimmung stehen muß, im gleichen Augenblick gegenwärtig.“ So beschrieb W.v.Humboldt die Pars pro toto-Funktion der Sprache. Die Mandelbrot-Formel kann auch diese Funktion vor Augen führen, weil in jedem Teil ihrer Grenzstruktur eine kleine Kopie der Grundfigur gefunden werden kann, in jedem Teil das Ganze, wie die genetische Substanz in jeder Zelle eines Organismus.

Diese einmaligen Eigenschaften einer simplen Rechenvorschrift lassen die MM als nützliches Modell für Sinn und Sprachfunktion erscheinen. Um nicht mißverstanden zu werden: Wir behaupten damit nicht die völlige Übereinstimmung der Formel mit der Realität der Gehirnvorgänge, sondern möchten nur auf eine Ähnlichkeit der Eigenschaften hinweisen, die auf ähnliche Vorgänge ihrer Realisierung schließen läßt. Mathematische Vorgänge können auf verschiedene Weise realisiert werden, in Nervensystemen oder elektronischen Schaltungen, und so kann das Modell uns hilfreich beim Verständnis unserer geistigen Vorgänge sein, aber auch als Anregung für zukünftige Computer dienen, die einmal den Turing-Test bestehen sollen.

9 Pulsschlag des Geistes

Sprache ist kein Produkt der Zunge sondern des Gehirns. Folglich ist die moderne Gehirnforschung zunehmend auch für die Linguistik und Philosophie von Interesse.

Der Sprachwissenschaftler Wolfgang Sucharowski schrieb in *Sprache und Kognition* (1996): *„Nicht eine Theorie an sich kann das Erkenntnisziel sein, sondern eine Theorie über Sprache, die mit Erkenntnissen aus der psycho- und neurolinguistischen Forschung verträglich ist und insofern an solche Prozesse heranzuführt, die aufgrund der neurophysiologischen Disposition Sprache und Sprechen ermöglichen.“* Sucharowski geht davon aus, daß der vom Kognitionssystem des Menschen konstruierten Welt ein universales konzeptuelles System zugrunde liegt, *„welches die Welt überhaupt erst erfahrbar macht und die Struktur der projizierten Welt organisiert.“* Dazu bemerkt er: *„Konstitutiv für eine sprachpsychologische Erklärung ist eine*

theoretische Grundlegung der Zeitlichkeit einzelner Produktionsschritte“.

Sucharowskis Absichten verfolgend erinnere ich, was im Abschnitt „Am Anfang war der Rhythmus“ resümiert wurde: „Halten wir fest, daß es zahlreiche Hinweise für einen Arbeitstakt der geistigen Tätigkeit gibt, also des gesuchten Algorithmus, der Sinn und Sprache erzeugt.“

Dieser Gedanke kann weitergeführt als Brücke in die Neurophysiologie des Organs führen, in dem die geistige Tätigkeit stattfindet; zu den messbaren Vorgängen des lebendigen Gehirns.

Jeder Algorithmus, der sich in einer Schleife endlos wiederholt, erzeugt mit seiner regelmäßigen Abfolge auch einen Rhythmus. Umgekehrt kann man immer dort, wo man einen Rhythmus entdeckt, einen Algorithmus dahinter vermuten, jede regelmäßige Erscheinung folgt einem Gesetz, daß mathematisch formuliert werden kann.

Das Organ, in dem Sinn und Sprache fortwährend erzeugt werden, ist die Großhirnrinde. Beim Schlaganfall kommt es oft zum Sprachverlust, weil der für die Sprache wichtigste Teil der Hirnrinde zerstört wurde. Die Betroffenen können aber immer noch Sinn verstehen, sinnvoll handeln, weil die andere Hälfte des Gehirns noch arbeitet. Auch das ist nicht mehr möglich, wenn durch Narkose oder Gifte die Großhirnrinde völlig lahmgelegt wird und das Bewußtsein entschwindet.

Die Frage kann also sein, ob in der lebenden Großhirnrinde ein Rhythmus zu finden ist, der als Hinweis für die Iteration eines Algorithmus dienen kann?

Zum Vergleich: In der Brust schlägt, von außen kaum zu bemerken, eine rhythmische Aktivität des Herzens, die nach einem genauen Schema von den Vorhöfen beginnend durch den Herzmuskel verläuft.

„Gibt es auch einen Pulsschlag des Geistes?“ ist eine Frage, die an die Hirnforschung gerichtet ist.

Heute gehört es schon zum Allgemeinwissen, daß im Gehirn Wellen gemessen und aufgezeichnet werden können, deren prominenteste Erscheinung die Alphawellen sind, die 1929 von dem Arzt Hans Berger in Jena erstmalig aufgezeichnet (Elektroencephalographie, EEG) und veröffentlicht wurden. Inzwischen haben unzählige Untersuchungen mit verfeinerter Technik ein breites Spektrum dieser typischen Spannungsschwankungen in der Großhirnrinde nachgewiesen, das EEG ist wie das EKG eine ärztliche Standarduntersuchung und Wissenschaft für sich geworden.

Lange bekannt ist der Zusammenhang der Hirnwellenfrequenz mit dem Grad der Wachheit (Vigilance) des Subjekts. Die schnellsten Wellen bis 40 Hz treten bei offenen Augen und geistiger Anspannung vorwiegend im visuellen Cortex auf. In der entspannten Laborsituation findet man bei offenen Augen oder geistigen Aufgaben im EEG überwiegend Betawellen (13-30 Hz) mit der Tendenz zur Dessynchronisation.

Bei geschlossenen Augen und ruhendem Geist sind über der ganzen Hirnrinde nur noch acht bis zwölf synchrone Schwankungen (Alphawellen) zu registrieren, die beim Öffnen der Augen oder beim Lösen einer Rechenaufgabe sofort wieder in die schnelleren Betawellen (16-30Hz) übergehen. Wenn die Person einschläft oder in Narkose versetzt wird, werden die Wellen langsamer, weniger als sechs pro Sekunde (Deltawellen). In den Traumphasen, die sich durch schnelle Augenbewegungen (REM-Schlaf) feststellen lassen, treten jedoch wieder Alphawellen auf.

Die Bedeutung, die heute den Hirnwellen beigemessen wird, läßt sich daran erkennen, daß als moderne Definition des Todes einer Person nicht deren Herzstillstand, sondern die Null-Linie im EEG, der Hirntod, international festgelegt wurde.

Obwohl schon Hans Berger einen Zusammenhang der Alphawellen mit der „psychischen Energie“ nachweisen wollte, sind neben dem Wachheitsgrad, der Aufmerksamkeitsverteilung und einer bioelektrischen Beteiligung bei der Wahrnehmung ([[:w:evoked Potentials|evoked Potentials]]) und der Handlungsvorbereitung (Bereitschaftspotential) bisher keine psychisch-geistigen Funktionen mit der Hirnwellentätigkeit in Verbindung gebracht worden, schon gar nicht die Sinnbildung oder sprachliche

Funktionen.

Während der Rhythmus des Herzens und seine elektrische Aufzeichnung im EKG gut mit dem Wissen von der Funktion des Herzens in Einklang gebracht werden können, ist der im EEG aufgezeichnete Rhythmus der Großhirnrinde immer noch erklärungsbedürftig im Hinblick auf seine Beteiligung an den geistigen Vorgängen.

Was bewirken die schnellen Spannungsschwankungen in der Großhirnrinde, und warum treten sie oft über der ganzen Hirnrinde synchronisiert auf? Was bewirken die unterschiedlichen Frequenzen in der Hirnrinde, wenn sie vom Schlaf bis zur angespannten Aufmerksamkeit schneller werden? Warum sind die Wellen in den Traumphasen genau so schnell, wie im Wachzustand?

Solche spekulativen Fragen sind in den medizinischen EEG- Laboratorien unbeliebt und werden dort gar nicht erst gestellt, aber ein Mathematiker mit ausgeprägtem philosophischen Interesse, der Vater der Kybernetik Norbert Wiener, schrieb schon 1948 in seinem Bestseller „Kybernetik“: ... *„daß der weitverzweigte Synchronismus in verschiedenen Teilen des Cortex vermuten läßt, daß er von irgendeinem zentralen „Uhrwerk“ angetrieben wird. Wir können vermuten, daß dieser Alphasrhythmus mit der Formwahrnehmung verbunden ist und das er etwas mit der Natur eines Abtastrhythmus hat, wie der Rhythmus beim Abtastprozess eines Fernsehapparates (S.177).*

Zu ähnlichen Ansichten kam der Physiker Dean WOOLDRIDGE in dem Buch *„The machinery of the brain“* (1967), als er schrieb: *„Die im EEG erzeugten Dendritenspannungen sind für gewöhnlich zu klein, um die Neurone zu ihrer charakteristischen Impulsabgabe zu veranlassen. Dennoch hat das Auf und Ab der Dendritenspannungen wahrscheinlich ein entsprechendes Auf und Ab der Bereitschaft zur Folge, mit der die Neurone auf den Empfang der spezifischen Impulsarten von anderen Neuronen reagieren. Mit anderen Worten, der Alphasrhythmus dürfte die Ausbreitung einer periodischen Sensibilisierungswelle über alle Neurone anzeigen.“* WOOLDRIDGE zog ähnliche Parallelen wie WIENER: *„Diese Interpretation des Alphasrhythmus erinnert an die Zeitgeber, die man zur Synchronisation von Digitalrechnern verwendet. Das Ergebnis ist in beiden Fällen, daß die vielen Einzelteile des Systems nur in diskreten, periodischen Zeitintervallen sensitiviert und arbeitsbereit sind“ (S.132).*

Der Mathematiker und der Physiker, beide brachten vor Jahrzehnten einen fruchtbaren Gedanken aus dem Vergleich der elektrischen Hirntätigkeit mit der Rechenmaschine und dem Fernsehapparat in die Diskussion, die hier weitergeführt werden soll.

Heute sprechen schon Kinder von der Taktfrequenz ihrer Computer, die nicht hoch genug sein kann, damit die neuesten Spiele einwandfrei laufen.

Der Rhythmus der Gehirnwellen ist dagegen extrem langsam, und dennoch können die Menschen viele Leistungen schneller als die besten Computer, zum Beispiel das sofortige Erkennen von Gesichtern oder die sensomotorischen Leistungen beim Tischtennis. Wie ist dieser Widerspruch aufzulösen?

Wir halten den Vergleich mit dem Computer aufrecht, wenn wir diesem Problem nachgehen und zunächst mit einer einfachen Berechnung beweisen, daß die langsame Frequenz der Hirnwellen sich beim Menschen notwendigerweise aus seiner Körpergröße und der Nervenleitgeschwindigkeit ergibt. Dazu gehen wir von der Annahme aus, daß die Taktfrequenz in einem System durch die längsten Wege innerhalb des Systems begrenzt wird, weil eine Taktperiode nicht schneller sein darf als die Zeit, die für den längsten Weg von ihr benötigt wird.

Vom Kopf bis zum großen Zeh sind circa zwei Meter Nervenleitung die längste Wegstrecke im System Mensch. Weil die Nervenleitung bei maximal hundert Metern pro Sekunde mindestens 0,02 Sekunden für zwei Meter braucht und noch Verzögerungen in synaptischen Übertragungen dazugerechnet werden können, muß der Arbeitstakt in einem datenverarbeitenden System Mensch deutlich unter 50 Hz liegen, um vom Kopf bis zu den Füßen wirksam zu sein.

Einen Beweis für die Annahme, daß die Körpergröße des Organismus die Taktfrequenz seines Nervensystems

begrenzt, findet man im Tierreich: Giraffen, Wale und Elefanten haben langsamere Bewegungen als Stichlinge oder Hunde, Mäuse und Wiesel sind sehr flink auf ihren kurzen Beinen, weil sie einen sehr schnellen Rhythmus haben, der Kolibri hat den schnellsten Flügelschlag unter den Vögeln, das Albatros den langsamsten. Insekten zeigen die Abhängigkeit ihrer Taktfrequenz von der Körpergröße mit der Tonhöhe ihrer Fluggeräusche, vom tiefen Brummen der großen Hummel bis zum hohen Schwirren der kleinen Mücke, dazwischen Biene und Fliege. Die Fruchtfliegen haben über 300 Flügelschläge pro Sekunde.

Bei Menschen gibt es auch kleinere und größere Individuen, und bei den Kleinen hat man oft den Eindruck, daß sie als Ausgleich etwas flinker sind als die Großen.

Aus diesen Beobachtungen läßt sich schließen, daß der im Vergleich zum Computer extrem langsame Rhythmus der Hirnwellen dem menschlichen Organismus als Arbeitstakt der Datenverarbeitung wahrscheinlich optimal angepaßt ist.

Um die Annahme zu prüfen, nehmen wir einmal das Gegenteil an, also daß es keine periodischen Sensibilisierungswellen in den Neuronen der Großhirnrinde gäbe, welche die Nervenzellen nur in diskreten, periodischen Zeitintervallen sensitivieren und arbeitsbereit machen, so wie es von D.Wooldridge und N.Wiener vorgedacht wurde.

Dabei wäre zu berücksichtigen, daß in der Hirnrinde jede Pyramidenzelle mit tausenden Verästelungen über alle Teile des Cortex in Verbindung mit anderen gleichartigen Zellen steht, die wiederum tausendfache Verbindungen haben. Wenn jede Pyramidenzelle zu jeder Zeit erregbar wäre, dann würde ein einziger Nervenimpuls genügen, um sich schnell wie ein Buschfeuer auf alle Zellen des Gehirns auszubreiten. Eine Verarbeitung nachfolgender Erregungen wäre unter diesen Umständen nicht mehr möglich.

Das Nervensystem verfügt aber nicht nur über die Möglichkeit der Erregung, sondern auch der Hemmung. Jede Nervenzelle kann zur Bildung von Impulsen angeregt oder auch daran gehindert werden. Mit dieser Fähigkeit läßt sich eine unkontrollierte Ausbreitung von Erregungen optimal durch einen Rhythmus verhindern, mit dem alle Zellen synchron abwechselnd in einen erregbaren und unerregbaren Zustand versetzt werden. Während in den gehemmten Phasen alle Nervenaktivität unterdrückt wird, können die Zellen in den erregbaren Phasen genau im gleichen Augenblick, sehr dicht an ihrer „Zündspannung“, gemeinsame Aktionspotentiale bilden. Das Ergebnis ist dann ein rhythmisch wechselndes Muster von Erregungszuständen, in dem die augenblicklichen Informationen des Systems enthalten sind.

Fazit: Der periodisch hemmende Arbeitstakt verhindert den Kollaps des Systems und macht aus dem verfilzten Nervenzellen-Teppich einen Mustergenerator für neuronale Netze, ein Organ der Orientierung.

Hebbs Gedächtniskonzept mit neuronalen Netzen wird durch eine periodische Arbeit der Hirnrinde nicht in Frage gestellt, sondern eher erst dadurch ermöglicht, wenn die Neuronen nur in kurzen Momenten synchron feuern können. Dann können sie nach dem Modell der Hebb'schen Synapsen ihre spezifischen Verbindungen knüpfen und ganzheitlich zusammenhängende Muster wachsen lassen, die sich in jeder Sekunde mehrfach erneuern, damit immer die aktuelle Situation abbilden und gleichzeitig in das Wachstum von Gedächtnisspuren umgesetzt werden. Vermutlich werden die Eigenschaften der neuronalen Netze, die von den Nervenzellen in der Hirnrinde gebildet werden, von der Art der Verästelung geprägt sein, die speziell von den Pyramidenzellen ausgebildet wird.

Wenn hier die Ausbildung einer fraktalen Grenzstruktur nach dem Vorbild der MM vermutet wird, dann wurden dafür schon Argumente genannt, die in den gemeinsamen Eigenschaften der MM mit dem Sinn-Ganzen und seiner sprachlichen Auslegung begründet liegen.

Eine haargenaue Beschreibung der corticalen Verästelungen erscheint fast unmöglich. Unter Beachtung der spezifischen, wurzelartigen Verästelungsformen von Pyramidenzellen läßt sich aber eine fraktale Geometrie ihrer Verbindungen annehmen, die in ihren Wachstumsvorschriften, den Genen, verankert ist, und ihren neuronalen Netzen fraktale Eigenschaften verleiht.

Der Rhythmus der Gehirnwellen kann demnach als Arbeitstakt für einen Algorithmus gesehen werden, der

mehrmals in einer Sekunde die Pyramidenzellen synchron empfindlich für eintreffende Signale macht. Gleichzeitig erregte Zellen bekommen mit jeder gemeinsamen Erregung einen Impuls, sich mit neuen synaptischen Kontakten zu vernetzen. Die Verästelungen der Dendriten erhalten durch genetische Information eine fraktale Geometrie.

Das Ergebnis der rhythmischen Aktivität ist dann ein ganzheitlich verbundenes fraktales Netzwerk, in dem alle früheren Erregungsmuster schon Spuren in Form von gewachsenen Verbindungen hinterlassen haben, wie in unserem Gedächtnis .

Zugegeben, so ein Arbeitstakt im Großhirn ist nicht leicht vorstellbar. Das ganze Gehirn ist schwer durchschaubar und außer den EEG-Wellen haben wir bisher keinerlei Hinweise für eine rhythmische Aktivität der Hirnrinde. Vor allem bemerken wir selbst nichts von einem derartigen „Pulsschlag des Geistes“, denn unser Bewußtseinsstrom erscheint als ein ununterbrochenes Kontinuum ohne bemerkbaren Rhythmus.

Um dennoch eine Vorstellung von der Existenz eines geistigen Rhythmus zu erhalten, erinnern wir uns an ein bekanntes Phänomen im Kino: Dort werden 25 Bilder pro Sekunde vorgeführt, aber wir erleben dabei nicht die einzelnen Bilder, sondern ein kontinuierliches Geschehen wie in der Realität. Das gleiche passiert beim Fernsehen nur mit einem kleinen Lichtpunkt, der in einer Sekunde zeilenweise 25 mal über den ganzen Bildschirm huscht. Unser Gehirn sieht niemals den schnellen Lichtpunkt sondern erzeugt daraus lebendig zusammenhängende Bilderfolgen.

Bemerkenswert ist dabei, daß diese visuelle Verschmelzung genau bei den Frequenzen beginnt, die im EEG bei offenen Augen registriert werden, nämlich im Bereich der Beta-Wellen.

Unter der Annahme eines geistigen Arbeitstaktes kann man sich vorstellen, daß ein kontinuierlicher Eindruck immer dann entstehen muß, wenn jede sensible Periode des Gehirns ein Bild erhält. Die dazwischen liegenden unerregbaren Phasen der Hirntätigkeit überbrücken dann die dunklen Intervalle der Kinovorführung, und aus einzelnen Bildern entsteht subjektiv ein zusammenhängender, lebendiger Eindruck.

Das gleiche Verschmelzungsphänomen begegnet uns beim Hören von Luftdruckwellen. Ab circa 18 Wellen pro Sekunde hören wir nicht mehr einzelne Töne, sondern ein zusammenhängendes tiefes Brummen. Wenn die Wellen schneller werden, verändert sich der kontinuierliche Klang in der Art, daß wir sagen: Der Ton wird höher.

Für die Ähnlichkeit der Verschmelzungsfrequenzen im optischen und akustischen Kanal bietet nur der Arbeitstakt der Hirnrinde eine plausible Erklärung.

Wenn die Vorstellung eines „geistigen Pulses“, der sich in den Hirnwellen und der Verschmelzungsfrequenz der Wahrnehmungen äußert, auch auf die Handlungen ausgedehnt wird, dann müßte sich sein Wirken auch in den schnellsten Bewegungen als Begrenzung zeigen.

Der schnellste Rhythmus, den ein Mensch bewußt erzeugen kann, ist der Trommelwirbel. Sein Rhythmus kann durch jahrelanges Training bis auf ca. 16 Schläge pro Sekunde gesteigert werden, hier ist für alle Schlagzeuger eine unüberwindbare Grenze. Trillernde Musiker erzeugen maximal zwölf Perioden pro Sekunde, aber auch nur durch spezielle Übungen. Der Weltmeister auf der Schreibmaschine bringt es auf maximal zehn Anschläge pro Sekunde. Untrainierte Menschen sind deutlich langsamer, genau gesagt nur etwa halb so schnell. Fünf bis sechs mal pro Sekunde können wir mit dem Finger auf die Tischplatte klopfen, fünf bis sechs sprachliche Artikulationen sind in einer Sekunde möglich, und in der Musik sind die schnellen Sechzehntelnoten ungefähr in diesem Tempobereich zu spielen.

Bei den letzten olympischen Spielen wurde der 100-Meter-Lauf im Fernsehen in Zeitlupe vorgeführt, was eine Gelegenheit zum Zählen der Schritte ergab. Alle Läufer hatten genau die gleiche Schrittzahl, in den zehn Sekunden machten sie genau 50 Schritte, also zwei Meter mit jedem Schritt, fünf Schritte pro Sekunde.

Grob gesagt kann man also die schnellen Bewegungsrhythmen im Verhältnis zu den Hirnwellen nur halb so schnell ausführen. Daraus könnte ein Kritiker den Schluß ziehen, daß der Zusammenhang mit den Hirnwellen

nicht ersichtlich ist. Man kann aber auch in dem Verhältnis 1:2 ein harmonisches Verhältnis erkennen und darin einen Hinweis für einen gesetzmäßigen Zusammenhang vermuten.

Dieser Zusammenhang kann in einer Handlungskontrolle bestehen.

Jede Handlung, die wir gezielt ausführen, bedarf einer ständigen (sensomotorischen) Kontrolle, um das Ziel optimal zu erreichen. Denken wir an Ballspiele, das Radfahren oder das Fangen einer Frisbyscheibe, dann sind diese Tätigkeiten nur denkbar mit einer Kontrollinstanz, die jeden Handlungsschritt überwacht und jederzeit Korrekturen der Handlungen einleiten kann. Schon das normale Laufen und Stehen auf zwei Beinen ist unmöglich ohne eine dauernde Kontrolle durch das Gleichgewichtsorgan, die uns gar nicht bewußt ist. Bewußte Kontrolle herrscht beim Sprechen, bei dem wir uns gleichzeitig auch zuhören und sofort jeden Versprecher korrigieren können.

In einem taktweise arbeitenden System kann der enge zeitliche Zusammenhang zwischen Handlung und Erfolgskontrolle sehr einfach dadurch hergestellt werden, daß auf jeden Handlungsschritt ein Kontrollschritt folgt, der korrigierend auf den nächsten Handlungsschritt wirkt, dem wiederum ein Kontrollschritt folgt und so weiter. So kann sich ein dynamisches System in periodischem Wechsel optimal an eine dynamische Umwelt anpassen.

Der technisch gebildete Leser erkennt in einer rhythmischen Folge von Handlung und Kontrolle ein einfaches Modell von Rückkopplung, die als grundsätzliches Merkmal von zielgerichteten Vorgängen in der belebten Natur und in der Technik gilt. Er kann damit auch verstehen, warum die schnellsten Bewegungen nur halb so schnell wie der Arbeitstakt sind, wenn nach jedem Bewegungsimpuls eine Kontrollphase folgen muß.

Die langsameren Rhythmen, die bei vielen Arbeitsvorgängen (Hämmern, Rudern) zu beobachten sind, verhalten sich zum schnellsten Rhythmus ebenso harmonisch, wie die Einteilungen des musikalischen Rhythmus in sechzehntel-, achtel-, viertel-, halbe- und ganze Noten, also mit Verdoppelung der Zeitwerte. Deutlich wird dieser harmonische Zusammenhang in den Liedern, die bei rhythmischen Arbeiten entstanden sind, beim Gleisbau, Spinnen, Marschieren, Treideln usw. Beim Wandern kann man eine synchronisierte Tätigkeit von Bein- und Atembewegungen feststellen, wobei z.B. auf vier Schritte ein Atemzug kommt.

Auf eine Besonderheit des biologischen Arbeitstaktes gegenüber technischen Vergleichen kann noch eingegangen werden:

In den Computern ist der Arbeitstakt nicht variabel, sondern er wird sehr exakt durch einen elektrischen Schwingkreis erzeugt, so schnell wie möglich und mit größter Präzision, genau wie die „Unruhe“ einer Uhr.

Der Rhythmus der Gehirnwellen und der Rhythmus unserer Bewegungen ist dagegen nicht auf eine exakte Frequenz beschränkt, er ist bis zu einer messbaren Grenze stufenlos variabel, wie es im EEG zu sehen und in der Musik zu hören ist. Sicher ist die Erzeugung einer starren Frequenz ein technisch einfacher Vorgang, verglichen mit der Erzeugung einer in Grenzen variablen Taktfrequenz. Einfache Lebewesen haben oft sehr starre Bewegungsrhythmen, die nicht veränderbar erscheinen, z.B. die Kriechbewegungen von Würmern, die Kontraktionen der Quallen, das Zirpen der Zikaden. Im Lauf der Evolution zeigte sich die Fähigkeit zur Variation der Gangart natürlich als Vorteil und etablierte in den Gehirnen der höheren Tiere Taktgeber mit variabler Frequenz, welche Bewegungen in beliebigen Variationen vom Bummeltempo bis zur schnellen Fluchtreaktion gestatteten.

Damit soll gesagt sein, daß ein variabler „Hirnschrittmacher“ keine neue Errungenschaft der Menschen ist, sondern allen Säugetieren gemeinsam und in jedem Säugetierhirn nachweisbar ist.

Ein deutlicher Beweis für die Existenz einer variablen Taktfrequenz im Gehirn ist der Schlaf, der immer von einem stark verlangsamten Rhythmus der Hirnwellen begleitet ist. Wir können uns vorstellen, daß die Pyramidenzellen durch den langsamen Rhythmus unempfindlicher für Erregungen werden, kaum noch an ihre „Zündschwelle“ kommen und deshalb nur noch auf stark überschwellige „Weckreize“ reagieren.

Dahinter steckt ökonomischer Sinn. Die Pyramidenzellen verbrauchen sehr viel Energie bei ihrer Arbeit. In

Ruhephasen können sie nicht ausgeschaltet werden wie ein Computer, aber ihr Energiebedarf wird stark gedrosselt, wenn sie durch einen langsamen Rhythmus unempfindlicher gemacht werden. Beim Menschen und allen Säugetieren wird der Energieverbrauch im Schlaf deshalb stark herabgesetzt.

Die Hirnstruktur, welche den variablen Pulsschlag des Geistes für die Gehirnrinde erzeugt, ist bekannt, sie wird „aufsteigendes Aktivierungssystem“ (ARAS) oder „Schlaf-Wach-System“ genannt und gehört zur Formatio reticularis des Thalamus.

10 Schlußwort

„Kein einzelner kann hoffen, ein so ungeheures Gebiet ganz zu bearbeiten; dies kann nur den aufeinander folgenden Bemühungen vieler gelingen, die sich einander berichtigen und ergänzen. Am wenigsten könnte ich, und unter den Umständen, unter welchen ich diese Blätter beginne, mir schmeicheln, irgend etwas Vollständiges zu leisten. Es hat mir nur besser geschienen, selbst Hand an den Versuch zu legen, als bloß einen Entwurf dazu vorzuzeichnen. Sowohl die aufstoßenden Schwierigkeiten, als die sich ergebenden Vorteile zeigen sich besser, wenn man den Weg selbst zu gehen unternimmt, als wenn man sich bloß ihn von einer Anhöhe zu übersehen versucht.“

Wilhelm von Humboldt (aus: *Thesen zur Grundlegung einer Allgemeinen Sprachwissenschaft*,14)

11 Literatur

Klaus, Georg: Philosophisches Wörterbuch Dietz Verlag Berlin 1968

Hartmann, Nicolai: Teleologisches Denken Walter de Gruyter 1966

Hassler, Rolf: Regulation der psychischen Aktivität In „Hirnforschung und Psychiatrie“ Colloquium Verlag Berlin 1971

Humboldt, Wilhelm v. : Schriften zur Sprache Reclam Verlag 1973

Lauwerier, Hans: Fraktale verstehen und selbst programmieren Wittig Fachbuch 1989

Mandelbrot, Benoit B. : Die fraktale Geometrie der Natur Birkhäuser Verlag Berlin 1991

Sucharowski, Wolfgang: Sprache und Kognition Westdeutscher Verlag 1996

Wiener, Norbert : Kybernetik Rowohlt Verlag 1968

Wooldridge, Dean E.: Mechanik der Gehirnvorgänge R. Oldenbourg Wien-München 1967

Von "http://de.wikibooks.org/wiki/Zur_allgemeinen_Funktion_der_Sprachen"

Lizenzbestimmungen

Die GNU Freie Dokumentationslizenz (GNU FDL) erlaubt es, Artikel aus Wikibooks anderswo zu verwenden. Dabei sind jedoch die Lizenzbedingungen der GNU FDL zu beachten. Als *Dokument* im Sinne der Lizenz gilt jeder einzelne Artikel (also nicht Wikibooks als Ganzes).

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with no Front-Cover Texts, and with no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Da die Lizenz aus dem US-amerikanischen Recht stammt und ursprünglich für Softwaredokumentationen entworfen wurde und nicht für ein Projekt wie die Wikipedia, ist unter Umständen ein gewisses Maß an Auslegung notwendig. Die Mitarbeiter der Wikipedia arbeiten zur Zeit an allgemeinen Richtlinien für die Verwendung von Inhalten der Wikipedia. Die folgenden Bestimmungen sind deshalb als vorläufig und nicht rechtswirksam anzusehen. Im Zweifelsfall gilt der Wortlaut der GNU FDL.

Unveränderte Kopien

Einzelne Artikel oder der gesamte Inhalt von Wikibooks dürfen unverändert für Print- und Onlinepublikationen übernommen werden. Dabei ist der Abschnitt 2 der GFDL zu beachten. Die Kopie muss dabei vollständig erfolgen, insbesondere ist die Änderungshistorie (sprich die Namen der am Dokument beteiligten Autoren) mit zu kopieren.

siehe auch http://en.wikipedia.org/wiki/wikipedia:verbatim_copying

Modifikationen

Werden Teile eines Artikel verändert, so ist der Abschnitt 4 der GFDL zu beachten. Insbesondere muss Folgendes gegeben sein:

- Die veränderte Version oder das neue Werk muss wieder unter der GFDL lizenziert sein.
- Es muss auf die Urheberschaft des Originals hingewiesen werden.
- Es muss Zugang zu einer "transparent copy" gewährt werden (im Falle eines Artikels von Wikibooks sein Text in Wikisyntax, HTML oder einem anderen maschinenlesbaren Format, dessen Spezifikationen frei verfügbar sind).

Praktische Anwendung in Online-Medien

Im Falle einer Online-Weiterverbreitung von Inhalten von Wikibooks besteht ein informelles "Gentlemen-Agreement": In der Regel werden Autoren damit einverstanden sein, wenn statt einer wörtlichen Auslegung der Lizenz (physische Kopie aller relevanten Daten, Bereitstellung einer transparent copy) folgender Satz unter jeden übernommenen Artikel (im Beispiel: Artikel XYZ") gestellt wird:

Dieser Artikel basiert auf dem Artikel XYZ aus dem freien Lehrbuch-Projekt Wikibooks und steht unter der GNU Lizenz für freie Dokumentation. Bei Wikibooks ist eine Liste der Autoren verfügbar, dort kann man den Artikel bearbeiten.

"Wikibooks" sollte ein direkter Link auf die deutschsprachige Wikibooks-Hauptseite, "Artikel XYZ" sollte ein direkter Link auf den entsprechenden Artikel in bei Wikibooks sein, "Liste der Autoren" sollte ein direkter Link auf die Versionsgeschichte des jeweiligen Artikels und "Artikel bearbeiten" ein direkter Link auf das Bearbeitungsfenster des Artikels sein (Die Linksyntax ist obigem Beispiel entnehmbar). "GNU Lizenz für freie Dokumentation" sollte auf eine lokale(!) Kopie der Lizenz linken.

Seitenkategorien: Buch

-
- Impressum | Diese Seite wurde zuletzt geändert um 11:18, 6. Jun 2006.
 - Inhalt ist verfügbar unter der GNU Free Documentation License.

- [Privacy policy](#)
- [Über Wikibooks](#)
- [Lizenzbestimmungen](#)