

Leib überliefert. Die genetische Information lieferte eine so hohe Genauigkeit in der Bewahrung der Kenntnis über die eigene Konstruktion, dass das weitere Leben fast vollständig darauf basierte. Das Verfahren war so erfolgreich, dass die erste Zelle, die ihn beschrift, vielleicht die ganze Erde mit Leben überzogen hat.

Diese Art der Informationsspeicherung erlaubte nachweisbar immer komplexere Konfigurationen, doch schon bei den einfachsten Lebensformen ist das alte Problem einer veränderlichen Umwelt die Voraussetzung für den Informationsbedarf gewesen. So wurde der Weg der Speicherung des Wissens fortentwickelt dahingehend, dass Zellen ihre Erbinformationen austauschten, um auf chemischem Weg sich die Erfahrungen fremder Individuen aneignen zu können.

Lernen durch Andere

Nach der Erfindung des Abbildes wurde das Lernen durch andere Individuen eingeführt.

### 2.3.2 Abbildungsstrategien

Doch interessanterweise endet hier die Weiterentwicklung dieser Abbildungstechnik. Bis zu uns Menschen hat die Genetik zwar eine Perfektion erreicht, die die Komplexität eines menschlichen Hirnes in der Doppelhelix der Zelle zu konservieren vermag, doch die Mittel sind immer noch dieselben wie bei der frühen Zelle: Das Abbild des Körpers, sein Bauplan sozusagen, wird separat gespeichert, zwischen den Geschlechtern vermischt und an die nächste Generation weitergegeben, bei der dieser Bauplan dann nicht nur dem Aufbau, sondern auch dem Erhalt dient.

Die nächste Stufe der Informationsverarbeitung trat also nicht als Fortentwicklung des Alten auf, sondern in Form einer neuen Abbildungsstrategie. Vielleicht, weil es grundsätzlich keine andere Strategie der Informationsverarbeitung gibt als Abbildungen, die nicht nur aus den Originalen erstellt werden können, sondern auch andere gleichartige Abbildungen verwenden? Denn genau dies findet statt beim Lernen durch andere Individuen: Fremde Abbildungen werden in die eigenen integriert, ohne dass die eigene Abbildung direkt aus der Realität erstellt oder verändert wird.

Warum aber trat diese neue Abbildungsform auf?

Der andere Informationshorizont

Aufgrund eines anderen Informationshorizontes.

Was für die einfachen, chemisch orientierten Lebewesen völlig ausreichend war, erwies sich im Laufe der Entwicklung von komplexen, gar weiträumig mobilen Organismen als zu starr, zu unflexibel. Mobile Organismen sind durch die eigene, schnelle Ortsveränderung in weit höherem Maße einer veränderlichen

Umwelt ausgesetzt als Ortsgebundene. Dies hat einleuchtende Vorzüge, um an benötigte Ressourcen zu gelangen, weist indessen auch ein erhebliches Risiko auf, in einen unerwünschten Gefahrenbereich hineinzugeraten.

Information ist also wiederum das nützlichste Mittel bei dem Versuch, am Leben zu bleiben und das möglichst lange. Doch im Gegensatz zum eigenen Körperbau, der über die Gene abgespeichert wird und die äußere Realität nur indirekt beschreibt durch seine mehr oder minder gute Überlebensfähigkeit in dieser Realität, musste diese äußere Umgebung nun direkt zugänglich gemacht werden. Die aktuelle Situation rückte in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit, der Zeitrahmen der betrachteten Information wurde kürzer.

Eine Pflanzenart kann überleben, obwohl sie sich momentanen Gefährdungen nur sehr beschränkt erwehren kann. Nur wenn die Vorgänge ihres eigenen Körpers, wenn ihre eigenen chemischen Prozesse als Gifte oder Geschmacksverderber nutzbar sind, kann sie sich gegen Schädlinge von außerhalb verteidigen. Um dies zu lernen, muss ihre Rasse den Schädlingen generationenlang gegenüber stehen, kurzfristige Angriffe freilich hat sie ansonsten wehrlos zu erdulden, notfalls bis zum eigenen Tod. Momentane Verschlechterungen des Klimas oder der Umgebung, wie Stürme oder umfallende Bäume, sind dagegen für eine Pflanze immer ein Glücksspiel, dem sie völlig wehrlos ausgeliefert ist. Andererseits ist die Wahrscheinlichkeit für solche schädigenden Vorkommen niedrig genug, dass eine Berücksichtigung dieser Vorfälle für die Art der Pflanzen nicht wichtig genug war, um sich darauf einzustellen. Wenn auch das einzelne Individuum daran starb, so war die geringe Häufigkeit dieser Extremfälle für die Masse keine Gefährdung – wieder Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit Information, wie es die moderne Informationstheorie fordert. Das wiederum deutet darauf hin, dass die Ortsansässigkeit der Pflanzen eigentlich eine recht sichere Sache war, zumindest bis auf die Schädlinge.

Pflanzen

Ein Kaninchen auf Futtersuche dagegen rennt seinem Feind möglicherweise direkt in die Falle. Viele Raubtiere haben sich auf das Lauern spezialisiert, weil es sie mit dem Hintergrund geradezu verschmelzen lässt. Sie versuchen dabei so wenig Informationen wie möglich über ihren Aufenthaltsort zu übermitteln, während das Kaninchen so viel als möglich davon aufnehmen muss, um sie wahrzunehmen. Was Generationen lang gleich bleibt, ist auch für Kaninchen bedeutsam, ganz wie bei den Pflanzen, darüber hinaus muss es sich freilich an all den verschiedenen Orten zurechtfinden können, zu denen es rasch hinlaufen kann – was eine Pflanze nie berücksichtigen muss. Umgetopft wird sie nur von Menschen, ansonsten verbringt sie ihr ganzes Leben in derselben Umgebung.

Tiere

Mobile Organismen waren also viel mehr auf äußere Reize angewiesen als Orts-

gebundene. Sie mussten deshalb lernen, aktiv solche Reize zu verarbeiten. Und der erste Schritt dabei war, diese Reize zu erkennen.

Dafür mussten Unterscheidungen getroffen werden können – wie das Raubtier, das mit dem Hintergrund verschmilzt, automatisch versucht, in seinen Formen und Farben ununterscheidbar zu werden, so musste das Kaninchen lernen, die wenn auch noch so feinen Unterschiede feststellen zu können. Und diese Feststellungen mussten möglichst zeitgenau erfolgen: „Real time“ nennt dies die moderne Informationstechnik. Darüber hinaus war es höchst günstig, wenn die Distanz zu dem Sender des Reizes ausreichend groß war, um Reaktionen zu erlauben.

Die Welt wurde größer für die Tiere, die Zeiten kürzer.

Zur Feststellung entfernter Ereignisse muss die Information übertragen werden, wie es auch die Informationstheorie hinsichtlich der Sender-Empfänger-Definition darstellt. Für jede in der Umwelt interessante Erscheinung musste also ein passender Übertragungsweg gefunden werden, mithilfe dessen diese Unterschiede in der Umgebung überhaupt entgegengenommen werden konnten. Und es musste ein Sensor gefunden werden, der diesen Übertragungsweg zuverlässig zu bearbeiten imstande war, der die Signale, die diese Übertragung übermittelten, in Art und Stärke richtig einordnen konnte. Die Messung der Stärke war zuerst wohl sehr einfach: Das Signal traf ein oder nicht, 1 oder 0, existiert oder existiert nicht, hell oder dunkel, doch im Lauf der Zeit entwickelten sich bei den Tieren sehr interessante und extrem feinfühligere Sensorsysteme.

Literaturverweis 30

Spektrum der Wissenschaft, 11/1998, „Der Himmelskompaß der Wüstennameisen“, Dr. Rüdiger Wehner, S. 58

„Mathematisch gesehen, erweist sich die Wegintegration damit als kontinuierlich laufende Vektoraddition, die das Tier jederzeit wie über einen straff gespannten Ariadnefaden – eine mentale Sicherheitsleine – mit dem Ausgangspunkt verbindet...

...dessen Besonderheit darin besteht, daß es statt des Erdmagnetfeldes das Polarisationsmuster des uns einheitlich blau erscheinenden Himmels nutzt.“

Die Vektoraddition ist demnach keine Erfindung der Menschheit, auch Goldhamster sollen sie perfekt beherrschen. Signale aufzunehmen, zu interpretieren und vor allem, sie zu bewerten, ist daher nichts, was die intelligenteren Rassen dieser Erde auszeichnet, sondern trat tatsächlich bereits bei den frühesten mobilen Lebensformen auf.

War die Konfigurationsspeicherung der Gene ein statisches Verfahren, das nicht zufällig viel Ähnlichkeit mit modernen Datenbanken hat, so wurde nun ein dynamisches Informationssystem benötigt, das den Kenntnisbedarf über die

aktuelle Situation aus zeitgenauer Beobachtung zu decken vermochte. Doch wie uns jeder Biologie-Unterricht beweist, war selbst die zeitgenaue Informationsaufnahme und –bearbeitung noch nicht der letzte Schritt der Entwicklung.

Je komplexer der Organismus war, umso gefährlicher wurden Veränderungen an der Konfigurationsspeicherung. Ein Organismus kann ein System von Milliarden Einzelzellen sein, keine alleine lebensfähig, alle mit verschiedenen Aufgaben in höchst unterschiedlichen Aufgabenbereichen. Optimiert im Laufe von Millionen Jahren durch die Methoden der Evolution, bedeutet jede Änderung eine Gefahr zur Verschlechterung. Eine solche Gefahr durfte nur in Kauf genommen werden, wenn die Umgebung sich höchst feindlich entwickelte und somit jegliches Risiko sowieso gegen die Organismen dieser Art stand. Je mehr Lernerfolg ihre Gene also vorweisen konnten, umso komplexer waren ihre Organismen aufgebaut, umso gefährlicher wurde es indessen auch, in ihren Bauplan einzugreifen, um das Erlernen weiterer Vorteile aufzunehmen.

Das Erlernen als Prinzip blieb trotz solcher Risiken von großem Gewinn, es blieb weiterhin nützlich, sich so gut als möglich an die Umgebung und ihre Veränderungen anzupassen – warum also nicht einfach das Medium wechseln, wenn man zwei zur Verfügung hat? Wenn die erste Methode bereits überfordert war und deshalb eine zweite schon verwendet wurde, warum sollte dann der Lernprozess nicht auch mithilfe dieser zweiten Methode fortgeführt werden?

Fast zwangsläufig entwickelte sich das Informationsaufnahmesystem der Organismen auch zur Informationsspeicherung. Der Charakter dieser Speicherung unterschied sich jedoch grundlegend von der statischen Konfigurationskopie, sowohl in der Gewinnung und Verwertung aktueller Information als auch in der Zielsetzung. Langfristige Umgebungseinflüsse wurden zwar immer noch statisch und damit auf einer niederen, leichter kopierbaren Ebene vermerkt, doch kurzfristige Einflüsse waren damit prinzipiell nicht erfolgreich zu behandeln. Gen-Erfahrung wirkt sich schließlich immer erst bei den nächsten Generationen aus, zu deren Lebzeiten wieder alles ganz anders aussehen mag.

Darüber hinaus weisen kurzfristige Änderungen eine unangenehme Eigenschaft auf, die bei langfristigen Verschiebungen kein Problem mehr ist – der Umfang von langfristigen Prozessen kann im Laufe ihrer langen Dauer abgesteckt, die Spreu vom Weizen getrennt werden. Bei kurzfristigen Änderungen dagegen ist oft weder der vollständige Rahmen bekannt noch die Bedeutung der jeweiligen einzelnen Elemente.

Um also die aktuellen Informationen möglichst korrekt zu bewerten, konnte nicht einfach ein Schema abgespult werden, dass im Laufe von Generationen sich

Von der Informationsaufnahme zur Informationsspeicherung

Bei kurzfristigen Änderungen oft weder der vollständige Rahmen bekannt noch die Bedeutung der einzelnen Elemente.

als besonders angepasst erwiesen hatte. Oft genug traten völlig neuartige Situationen auf, in denen der Organismus dennoch überleben wollte und die richtigen Entscheidungen dazu finden musste: Flexibilität wurde Pflicht und das erforderte Perfektion der Beobachtung.

Literaturverweis 31

Bertrands Schachtelparadoxon

Joseph Bertrand (1822-1900), "Calcul des Probabilites", 1889

Bertrands Schachtelparadoxon, das seit 1889 in vielen verschiedenen Varianten diskutiert wird, beweist mathematisch nachvollziehbar, dass die Vorhersagen über das Verhalten eines Systems verbessert werden können, wenn mehr Informationen über die Situation verwendet werden.

Im Beispiel des Hütchenspiels verbessert eine geradezu nebensächliche Information die übliche Chance von  $1/3$  auf das Doppelte. In diesem Beispiel ist ein Objekt unter einem von drei Hütchen versteckt und es soll erraten werden, unter welchem: die Wahrscheinlichkeit, das Richtige zu treffen, ist  $1/3$ . Egal, auf welches Hütchen gezeigt wird, alle weisen dieselben Eigenschaften auf und dieselbe Wahrscheinlichkeit. Weiß aber eine Person, wo es steckt und gibt den Hinweis auf ein nicht gewähltes Hütchen, unter dem freilich bestimmt nichts zu finden ist, dann genügt es, das dritte, verbliebene Hütchen zu wählen, um die Chance auf  $2/3$  zu steigern. Klingt merkwürdig, nicht wahr? Ist aber messbar.

Diese Information, wo es nicht steckt, genügt bereits, um die Vorhersage, wo es stecken wird, zu verbessern – natürlich nur, wenn sie auch verwendet wird, wenn der Spieler also seine eigentlich erste Wahl nicht durchführt, sondern sich der Kenntnis der klügeren Person anschließt.

Das Paradox zeigt damit auch den Zusammenhang zwischen Information und Wahrscheinlichkeit von Zuständen, der in der Informationstheorie seit Shannon postuliert wird: gleichwahrscheinlich sind Zustände im Falle, dass nichts bekannt ist, doch je mehr Information über ein Verhalten zur Verfügung steht, umso höher fällt die Wahrscheinlichkeit für einzelne Zustände aus.

Doch Vorsicht: das widerspricht nur auf den ersten Blick der Shannon-Formel, die von unwahrscheinlichen Zuständen als Informationsträger ausgeht, also davon, dass mehr Information in einem Zustand verborgen ist, je niedriger seine Wahrscheinlichkeit ist. Je mehr Information in einem Zustand steckt, umso höher fällt zwar die Wahrscheinlichkeit für sein Auftreten aus, die Anzahl der Zustände wird dadurch indessen nicht verändert. Sein zahlenmäßiges Verhältnis zu den übrigen Zuständen, das durch die Shannon-Formel verwertet wird, bleibt selbstverständlich gleich. Zum Nachlesen: Die formelmäßige Verbindung zwischen Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen und Zuständen und die Beziehung von Gleichverteilung und unwahrscheinlichen Zuständen ist im Buch "Erfor-

schung des Komplexen" für Markov-Ketten auf den Punkt gebracht worden.

"Die Erforschung des Komplexen", Gregoire Nicolis, Ilya Prigogine, Piper Verlag, ISBN 3-492-03075-0, S.250

Literaturverweis 32

Genau deshalb kann eine solche „Auswahl“ von Zuständen, die durch die höhere Wahrscheinlichkeit des Auftretens getroffen wird, als Rückschluss auf die Information dienen: Je mehr Zustände insgesamt vorliegen, aus denen ein einzelner durch diese „Bertrand-Wahrscheinlichkeit“ herausgesucht wird, umso mehr Information muss verwertet worden sein, um einen solchen „Wahrscheinlichkeitsschub“ hervorzurufen – oder mit anderen Worten: In unwahrscheinlichen und trotzdem aufgetretenen Zuständen steckt die meiste Information.

Dieser Zusammenhang ist es, der sich praktischerweise als Verbesserung der Chancen niederschlägt. Die Aussichten, die vorteilhafteste Entscheidung in einer gegebenen Situation zu treffen, können somit über Information tatsächlich messbar beeinflusst werden.

Verbesserung der Chancen

Und genau dies war es, was das Leben immer wollte: seine Chancen verbessern. Also lernte es, mehr und mehr Informationen über die Situation aufzunehmen.

Informationen stecken aber niemals nur in der Situation selbst. Alles hat seinen zureichenden Grund, sagt Leibniz und das wiederum heißt nichts weiter, als dass eine aktuelle Situation eine Vorgeschichte hat. Diese Vorgeschichte mag der Organismus sogar selbst erlebt haben – dies wiederum bedeutet, dass seine Sensoren die für ihn verwertbare Information dieser Vorgeschichte genauso entgegengenommen hatten, wie sie es mit den aktuellen Reizen auch tun mussten. Warum also nicht versuchen, diese Sensor-Signale aufzubewahren, um nicht nur die jeweiligen aktuellen Werte, sondern auch deren Entwicklung verfolgen zu können?

Das Prinzip „Erinnerung“ wurde deshalb vom Gehirn sehr schnell erfunden, zuerst analog, wie seinerseits bei den Konfigurationen, dann jedoch immer präziser und vollständiger. Die Abbilder der Wirklichkeit, die aus den Sensoren zur Beschreibung der Situation aufgebaut wurden, um Entscheidungen treffen zu können, dienten als gespeicherte Versionen nicht nur dem Vergleich mit einer späteren Situation, um eine Entwicklung nachzuvollziehen – sie konnten auch zur Überprüfung der eigenen Entscheidungen herangezogen werden. Eine Entscheidung, die schädlich gewesen war, versetzte einen Organismus mithilfe von Erinnerung in die Lage, den Schaden bei einem nächsten vergleichbaren Fall zu vermeiden.

Erinnerung

Dass Erinnerung ein zentraler Faktor des Überlebens wurde, zeigt das menschliche Gehirn, ein geradezu in Fleisch gegossener Beweis des Bertrandschen

Schachtelparadoxons – das aufwändigste Steuerungssystem für Organismen, das auf dieser Erde vorhanden ist und in der Lage, eine unüberschaubare Menge an Informationen aufzunehmen, zu bewerten und in Reaktionen umzusetzen.

Wie dies auf unserer Suche nach Information weiterhelfen soll?

Interessanterweise hat das Gehirn bis heute auf eine digitale Speicherung verzichtet. Neuronen arbeiten auf elektrochemischem Weg miteinander, in Hierarchien von Schaltkreisen, die ausgehend von den Empfangsorganen über verschiedene Aufbereitungsebenen bis hin zum Entscheidungsorgan des Bewusstseins Informationen aufarbeiten und vielfach miteinander in Beziehung setzen. Nirgendwo ist eine den Genen vergleichbare Struktur zu finden, in der in genau abgegrenzten Speichersystemen durch eindeutige Zuordnung von Speichermerkmale das erlernte Wissen konserviert wird.

Denn im Gegensatz zu den Genen, die den eigenen Körperbau in einer Abbildung festzuhalten haben und nicht wirklich die Prozesse selbst erinnern, die diesen Körperbau als besonders effektiv selektierten, muss das Gehirn fähig sein, Neues aufzunehmen – es muss offen sein und vor allem, sehr schnell imstande, dieses Neue zu integrieren und für sich nützlich zu machen.

So wie Bertrands Schachtelparadox in Fleisch gegossen wurde, so musste das Gehirn auch den Gödelschen Satz akzeptieren, dass ein Axiomensystem seine eigene Widerspruchsfreiheit nicht gewährleisten kann. Für eine Informationsverarbeitung heißt dies ganz pragmatisch, dass eine endliche Menge von Abbildungselementen nicht garantieren kann, alle Erscheinungen des Abgebildeten berücksichtigen zu können oder mit anderen Worten: dass das Erlernen neuer „Aussagen“ von ständiger Überprüfung begleitet sein muss. Bei den Bauplänen des eigenen Körpers, bei dem die Abbildung die Blaupause des Abgebildeten sein musste, lag der „Idealfall“ vor: Das Abgebildete war bis in jede Einzelheit bekannt, alleine aus der Notwendigkeit heraus, es nachbauen zu können. Jede kleinste Zelle mit der für ihre Aufgabe nötigen Beschaffenheit musste irgendwo in der Abbildung genau niedergeschrieben sein, weil sie bei der Erzeugung des Organismus mit berücksichtigt werden musste. Der Preis für diese exakte Blaupause war freilich eine Millionen Jahre währende Modellierung des Bauplans.

Diese Zeit hat kein Gehirn. Es konnte deshalb für seine Erinnerungsspeicher nicht die Blaupausentechnik wählen, in der jedes Detail schablonenhaft vorgeformt ist, um die benötigten Werte dann in genau festgelegten Bahnen abfragen zu können. Im Gegensatz zur Genetik nutzte das Gehirn seine Millionen Jahre der Entwicklung daher nicht, das einzig passende Schema zu finden, mit dem das Gewünschte dauerhaft abgebildet werden kann. Die Welt des eigenen Inne-

ren, des eigenen Körpers in Schubladenstrategie zu erfassen, war notwendig, um ihn korrekt reparieren oder bei der Erzeugung vollständig erbauen zu können. Die Welt des Draußen konnte jedoch kaum in einer solchen festen Form erfasst werden, denn keine einzelne Form hätte die Vollständigkeit der Abbildung gewährleisten können. Das Gehirn zog es also vor, seine Millionen Jahre in die Anzahl und Effektivität seiner Neuronen zu stecken und in ihre Fähigkeit, Informationen beliebigen Ursprungs aufzunehmen, zu katalogisieren und zu speichern.

Diese offene Methode der Informationsverarbeitung, nicht mit vorgefertigten Schablonen zu arbeiten, sondern die Schablonen dynamisch aus den gemachten Erfahrungen zu erstellen, führte dann letztendlich zu einem Fortschritt, der gerade für uns Menschen bedeutsam war.

offene Methode der Informationsverarbeitung

Eine flexible Informationsverarbeitung, die aus wahllos eintreffenden Signalen Muster herauschält und diese Muster sogar speichert, muss diese Muster nicht nur bilden, sondern auch übertragen können. Da sie keine feste Form wie bei der Schubladenstrategie verwenden kann, musste sie imstande sein, individuelle Formen für diese Muster festzulegen und aufzubewahren. Ähnlich wie bei dem modernen XML die Werte von Variablen nicht mehr in festen Datenbank-Strukturen festgehalten werden, weshalb einem Wert immer auch mitgegeben werden muss, was er eigentlich ist, musste die dynamische Informationsverarbeitung den ermittelten Mustern ihre Charakterisierung mitgeben können – und hatte sie damit ähnlich vom erstellenden System verselbständigt wie es XML in unseren modernen Zeiten tun soll.

Dass abgebildete, erlernte Muster die produzierende Abbildung sogar verlassen und zwischen verschiedenen Erzeugern ausgetauscht werden können, ist ein fast zwangsläufiges Nebenprodukt der Eigenschaft der Abbildung, identifizierbar und speicherbar zu sein. Denn damit ist sie auch immer kopierbar und kann weitergereicht werden. Eine solche Weitergabe geschah bei der Erfindung der Sexualität bereits das erste Mal auf der Ebene der Gene.

Das zweite Mal war es der Informationsaustausch zwischen den Organismen, die in der Sprache des Menschen ihre umfassendste Form gefunden hatte. Denn auch wenn Tiere bereits Kommunikation kennen, so sind sie nicht in der Lage, die ganze Bandbreite der Fähigkeiten ihres Hirns in eine Verständigung zwischen verschiedenen Individuen einfließen zu lassen. Sie können kaum flexible Muster übertragen – sie kennen nur die Muster, die ihnen die Evolution in langen Perioden der Anpassung fest einprägte.

Das menschliche Gehirn jedoch sammelte und speicherte nicht nur die Erfah-



Sprache	<p>rung des Individuums, es konnte sie nicht nur für sich selbst verselbständigen und weitergeben, es fand darüber hinaus eine Möglichkeit, die innerhalb des Hirns verwendeten flexiblen Schablonen zu separieren. Wie die ersten Moleküle lernten, das Wissen um die eigene Konfiguration abzukapseln, wie das Individuum lernte, die Erinnerung vom erzeugenden Vorgang abzutrennen und aufzubewahren, so lernte das Hirn, die Erinnerung und damit das Wissen des Individuums vom Individuum zu trennen - es erfand die Sprache.</p>
Die Arten der Erinnerung	<p>Und wie die erste Zelle erfolgreich den gesamten Globus bevölkerte mit ihrer Erfindung des exakten Informationstransfers der Gene, genauso unaufhaltsam überzogen diese sprechenden Individuen die Oberfläche der Erde.</p> <p>Zwei Arten von Erinnerungen hatten dem Leben also bisher gedient: die statische Konfigurationskopie der Rasse und die flexible Erfahrung des Individuums. Beide schrieben mit ihren Stufen der Entwicklung die Geschichte des Lebens, trennten seine Formen in solche, die Informationsverarbeitung wenig beherrschten und von uns fast selbstverständlich „primitiv“ genannt werden und solche, die sie gut beherrschen – die intelligenten Rassen.</p>

### 2.3.3 Die Gesichter der Information

Industrie	<p>Doch unabhängig davon, wie eng Leben mit der Beherrschung der Information zusammenhängt, bleibt die Frage nach Art und Umfang von Information ungewiss und vieldeutig. Jedes Leben sammelt und überträgt Informationen, jeder Mensch sammelt und überträgt Informationen und doch wird Information meist nicht eigenständig definiert, sondern über den Begriff der Nachricht und ihrer Versendung oder der Zufälligkeit, mit der ihre Spuren aufgezeichnet sind. Informationen können einfacher Natur sein wie Messwerte, die von irgendwelchen Geräten abzulesen sind, oder aber vage und nebulös wie Gerüchte, die über Kollegen verbreitet werden, sie können bedeutungslos sein oder den Lauf der Geschichte ändern.</p>
Mathematik	<p>Das Gesicht der Information ist mannigfaltig und wechselhaft und je genauer versucht wird, den Schleier zu lüften, umso größer scheint die Differenz zwischen den verschiedenen Vorstellungen in Wissenschaft und Technik zu werden.</p>
Physik	<p>Die moderne Industrie beschreibt Informationsverarbeitung über elektronische Medien und Daten und betrachtet übertragene Information in Gestalt der Nachrichten. Die Mathematik beschäftigt sich andererseits mit statistischen Methoden im Zusammenhang mit Information und die Physik wiederum spricht von der Entropie als Maß für die Information oder der Ergiebigkeit der sendenden Quelle.</p>