

Die Information	Die Information
<b>Die Information</b>	Die Information
Die Information	Die Information
Die Information	<b>James Gleick</b>
Geschichte	Die Information
Die Information	Die Information
Theorie	Die Information
Die Information	Die Information
Flut	Die Information
Die Information	Die Information
Die Information	Die Information
Die Information	Die Information

**James Gleick**

**Die Information**

**Geschichte, Theorie, Flut**

**Übersetzung aus dem  
amerikanischen Englisch  
von Almuth Braun**

**REDLINE | VERLAG**

**Bibliografische  
Information der Deutschen  
Nationalbibliothek:  
Die Deutsche  
Nationalbibliothek  
verzeichnet diese  
Publikation in der  
Deutschen  
Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische  
Daten sind im Internet  
über <http://d-nb.de>  
abrufbar.**

**Für Fragen und  
Anregungen:  
[gleich@redline-verlag.de](mailto:gleich@redline-verlag.de)**

**© 2011 by Redline Verlag,  
ein Imprint der Münchner  
Verlagsgruppe GmbH  
Nymphenburger Straße 86  
D-80636 München  
Tel.: 089 651285-0  
Fax: 089 652096**

**© der Originalausgabe  
2011 by James Gleick.**

**Die englische  
Originalausgabe erschien  
2011 bei Pantheon unter  
dem Titel *The Information*.**

**Alle Rechte, insbesondere  
das Recht der  
Vervielfältigung und**

**Verbreitung sowie der  
Übersetzung, vorbehalten.  
Kein Teil des Werkes darf  
in irgendeiner Form (durch  
Fotokopie, Mikrofilm oder  
ein anderes Verfahren)  
ohne schriftliche  
Genehmigung des  
Verlages reproduziert oder  
unter Verwendung  
elektronischer Systeme  
gespeichert, verarbeitet,  
vervielfältigt oder  
verbreitet werden.**

**Übersetzung: Almuth  
Braun  
Redaktion: Matthias**

**Michel, Wiesbaden**  
**Satz: Grafikstudio**  
**Foerster, Belgern**  
**eBook-Produktion: [GGP](#)**  
**[Media GmbH](#), Pößneck**

**ISBN 978-3-86414-225-3**

**Weitere Infos zum Thema**

**[www.redline-verlag.de](http://www.redline-verlag.de)**

**Gern übersenden wir**  
**Ihnen unser aktuelles**  
**Verlagsprogramm.**

**Für Cynthia**

**»Jedenfalls gaben diese Fahrscheine, die alten, keinen Aufschluss darüber, wohin man fuhr, geschweige, woher man kam. Er konnte sich auch nicht daran erinnern, auf irgendeinem davon ein Datum entdeckt zu haben, und ganz gewiss war keine Uhrzeit vermerkt. Heute war natürlich alles anders. All diese Information. Archie fragte sich, warum das so war.«**

**Zadie Smith**



**»Was wir als  
Vergangenheit  
bezeichnen, ist auf Bits  
aufgebaut.«**

**John Archibald Wheeler**

# Vorwort

*»Das grundlegende Problem der Kommunikation besteht darin, eine Nachricht, die an einem Punkt ausgewählt wurde, an einem anderen Punkt exakt oder annähernd exakt wiederzugeben. Häufig besitzen die Nachrichten eine Bedeutung.«*

*Claude Shannon (1948)*

Nach 1948, dem entscheidenden Jahr, war allgemein die Auffassung verbreitet, man könne den klaren Zweck erkennen, der Claude Shannons Arbeit inspiriert hatte, doch dabei handelte es sich um eine nachträgliche Sichtweise. Er betrachtete es anders: *Meine Gedanken wandern umher, und ich denke Tag und Nacht an völlig verschiedene Dinge. Wie ein Science-Fiction-Autor denke ich: »Was wäre, wenn es so und so wäre?«* > Hinweis

Wie es das Schicksal wollte, verkündete Bell Telephone Laboratories im Jahr 1948 die Erfindung eines kleinen elektronischen Halbleiters, »eines erstaunlich simplen Gerätes«, das all das konnte, was eine Vakuumröhre konnte, aber effizienter. Es war ein kristalliner Splitter - so klein, dass hundert von ihnen in einer Handfläche Platz fanden. Im Mai bildeten Wissenschaftler ein Komitee, um dieser Erfindung einen Namen zu geben, und gaben Papierstimmzettel aus an erfahrene Ingenieure in Murray Hill, New Jersey, auf denen sie einige mögliche Namen notiert hatten: *Halbleitertriode ... lotatron ... Transistor* (ein

Hybrid aus *varistor* und *transconductance*). *Transistor* setzte sich schließlich durch. »Er wird möglicherweise weitreichende Bedeutung in der Elektronik und der elektrischen Kommunikation haben«, erklärte Bell Labs in einer Pressemitteilung, und in diesem Fall übertraf die Realität die aufgeregten, erwartungsvollen Ankündigungen bei Weitem. Der Transistor löste eine Revolution in der Elektronik aus, indem er die Technologie auf den Kurs der Miniaturisierung und Allgegenwärtigkeit setzte, und brachte seinen drei hauptverantwortlichen Erfindern bald darauf den Nobelpreis ein. Für Bell Labs war der Transistor ein Kronjuwel. Dennoch war er nur die zweitwichtigste Erfindung des Jahres; der Transistor war nur die Hardware.

Eine noch tiefgreifendere und grundlegendere Innovation wurde in Form einer 79-seitigen Einzeldarstellung in der Zeitschrift *The Bell System Technical Journal* im Juli und Oktober bekannt gemacht. Niemand machte sich die Mühe, eine Pressemitteilung zu verfassen. Diese Abhandlung trug einen einfachen und zugleich hochtrabenden Titel: »A Mathematical Theory of Communication« (»Eine mathematische Theorie der Kommunikation«), deren Botschaft sich nur schwer zusammenfassen ließ. Aber sie war ein Angelpunkt, um den sich die Welt zu drehen begann. Wie der Transistor beinhaltete auch diese Entwicklung eine neue Wortschöpfung: das Wort *Bit* (aus *binary* und *digit*), das in diesem Fall nicht von einem Komitee, sondern alleine vom Autor – einem 32-jährigen Mann namens Claude Shannon – gewählt wurde. > Hinweis Das Bit wurde zu einer grundlegenden neuen Maßeinheit, wie der Inch oder der Zentimeter, das Pfund, das Quart und die Minute. Aber um was zu messen? »Eine Einheit zur Messung der Kommunikation«, schrieb Shannon, als ob es so etwas wie mess- und quantifizierbare Information gäbe.

Dem Vernehmen nach gehörte Shannon zum mathematischen Forschungsteam von Bell Labs, aber blieb meistens für sich. > Hinweis Als die Gruppe aus der Konzernzentrale in New York auszog, um in ein elegantes, neues Gebäude in einem Vorort von New Jersey zu wechseln, ging er nicht mit, sondern verschanzte sich in einem Kabuff in dem alten Gebäude, einem zwölfstöckigen Sandsteinkasten in der West Street, dessen Rückseite dem Hudson River zugewandt war und dessen Frontseite an Greenwich Village stieß. Shannon hasste es zu pendeln; ihm gefiel das Stadtzentrum, in dem er in den Nachbars Jazzklarinetten lauschen konnte. Er flirtete schüchtern mit einer jungen Frau, die in Bell Labs' Mikrowellenforschungsteam in der ehemaligen zweistöckigen Nabisco-Fabrik auf der anderen Straßenseite arbeitete. Shannon galt als intelligenter junger Mann. Als frischgebackener Absolvent des Massachusetts Institute of Technology (MIT), hatte er sich in die Kriegsarbeit des Labors gestürzt, wo er zunächst ein automatisches Feuerkontrollgerät für Flakgeschütze entwickelte und sich anschließend auf die theoretischen Untermauerungen der geheimen Kommunikation - der Kryptographie - konzentrierte und einen mathematischen Sicherheitsbeweis für das sogenannte X-System austüftelte, den heißen Draht zwischen Winston Churchill und US-Präsident Roosevelt. Seine Vorgesetzten waren nun bereit, ihn in Ruhe zu lassen, auch wenn sie nicht genau verstanden, woran er eigentlich arbeitete.

Zur Jahrhundertmitte erwartete AT&T noch keine sofortige Erfüllung von seiner Forschungsabteilung. Der Konzern erlaubte Ausflüge in die Mathematik oder Astrophysik, die keinen erkennbaren kommerziellen Zweck zu haben schienen. In jedem Fall hatte ein großer Teil der modernen

Wissenschaft direkt oder indirekt mit der Unternehmensmission zu tun, die gewaltig, monopolistisch und beinahe allumfassend war. Dennoch blieb die Kernkompetenz des Telefonunternehmens verschwommen. Im Jahr 1948 rauschten mehr als 125 Millionen Gespräche täglich durch die 138 Millionen Kabel und 31 Millionen Telefongeräte von Bell. Das US-Bureau of the Census berichtete diese Fakten unter der Überschrift »Kommunikation in den Vereinigten Staaten«, aber dabei handelte es sich um sehr grobe Maßstäbe der Kommunikation. Zudem zählte die Behörde mehrere Tausend Radiosendestationen und einige Dutzend Fernsehstationen, zusammen mit Zeitungen, Büchern, Broschüren und der Post. > Hinweis Die Post zählte ihre Briefe und Pakete, aber was genau transportierte Bell System, und in welchen Einheiten wurde das erfasst? Gewiss keine *Gespräche, Wörter* oder *Zeichen*. Vielleicht einfach nur Elektrizität. Die Ingenieure des Unternehmens waren Elektroingenieure. Jeder wusste, dass Elektrizität als Ersatz für Geräusche diente - das Geräusch der menschlichen Stimme, indem Wellen in der Luft in die Sprechmuschel des Telefonhörers eindringen und in elektrische Wellen verwandelt werden. Diese Umwandlung war die Quintessenz des Vorteils des Telefons gegenüber dem Telegrafen - der Vorgängertechnologie, die bereits so wunderbar und kurios erschien. Die Telegrafie stützte sich auf eine andere Form der Umwandlung: einen Code aus Punkten und Strichen, der nicht auf Tönen und Klängen basierte, sondern auf dem geschriebenen Alphabet, das schließlich selbst ein Chiffresystem darstellte. Bei näherer Betrachtung ließ sich eine Kette an Abstraktionen und Umwandlungen erkennen: Die Punkte und Striche standen für Buchstaben des Alphabets; die Buchstaben stellten Klänge dar und bildeten in Kombination Wörter; und Wörter repräsentierten ein

ultimatives Trägermaterial für Bedeutung, die vielleicht am besten den Philosophen überlassen wird.

Bell System hatte zwar keine Philosophen, aber seit 1897 seinen ersten Mathematiker: George Campbell aus Minnesota, der in Göttingen und Wien studiert hatte. Er machte sich sofort an die Lösung eines Problems der frühen Telefonübertragung: Die Signale wurden während der Übertragung über die Stromkreise verzerrt, und je größer die Entfernung, desto größer die Verzerrung. Campbells Lösung war zum Teil mathematisch und zum Teil elektrotechnisch. > Hinweis Seine Vorgesetzten gewöhnten sich an, sich keine Gedanken über den Unterschied zu machen. Als Student konnte sich Shannon selbst nie wirklich entscheiden, ob er Ingenieur oder Mathematiker werden sollte. Für Bell Labs war er mehr oder weniger freiwillig beides - praktisch, was Schaltkreise und Relais anging, aber überglücklich, wenn er sich mit symbolischen Abstraktionen beschäftigen konnte. Die meisten Kommunikationsingenieure konzentrierten ihr Fachwissen auf physische Probleme, Verstärkung und Regulierung, Phasenverzerrung und das Signal-Rausch-Verhältnis. Shannon liebte Spiele und Rätsel. Geheimcodes faszinierten ihn seit er als Junge Edgar Allan Poe gelesen hatte. Er führte die Fäden zusammen wie ein fanatischer Sammler. In seinem ersten Jahr als Forschungsassistent am MIT arbeitete er an einem hundert Tonnen schweren Computer-Prototypen, dem Vannevar Bush Differential Analyzer, der mit großen rotierenden Getrieben, Wellen und Räderwerken Gleichungen lösen konnte. Mit 22 Jahren verfasste er eine Dissertation, die eine Idee des 19. Jahrhunderts - George Booles Algebra der Logik - auf das Design von elektrischen Schaltkreisen anwendete. (Logik und Elektrizität - eine merkwürdige Kombination.) Später arbeitete er mit dem

Mathematiker und Logiker Hermann Weyl zusammen, der ihm beibrachte, was eine Theorie ausmachte: »Theorien erlauben dem Bewusstsein, >über seinen eigenen Schatten zu springen< und die gegebenen Fakten hinter sich zu lassen, um das Transzendente zu repräsentieren, wenn auch nur, wie sich von alleine versteht, in Symbolen.« [> Hinweis](#)

Im Jahr 1943 besuchte der Mathematiker und Kryptanalytiker Alan Turing die Bell Labs im Rahmen einer kryptographischen Mission, und traf sich mit Shannon zum Mittagessen, bei dem sie Spekulationen über die Zukunft von künstlichen Denkmaschinen austauschten. (»Shannon will ein künstliches Gehirn nicht nur mit Daten füttern, sondern mit kulturellen Dingen!«, rief Turing. »Er will ihm Musik vorspielen!« [> Hinweis](#) ) Außerdem lief Shannon Norbert Wiener über den Weg, der ihn am MIT unterrichtet hatte und 1948 dabei war, eine neue Disziplin namens »Kybernetik« vorzuschlagen, die sich mit dem Studium der Kommunikation und Kontrolle befassen sollte. Währenddessen begann sich Shannon aus einem ganz bestimmten Blickwinkel mit Fernsehsignalen zu beschäftigen: Er fragte sich, ob sich ihr Inhalt auf irgendeine Weise komprimieren ließe, um die Signalübertragung zu beschleunigen. Logik und Schaltkreise vermischten sich, um etwas Neues, Hybrides hervorzubringen. Das Gleiche taten Codes und Gene. Auf der Suche nach einem System zur Verbindung der zahlreichen Fäden, mit denen er jonglierte, fing Shannon in seiner eigenbrötlerischen Art an, eine Informationstheorie zu entwickeln.

Das Rohmaterial war im frühen 20. Jahrhundert überall und reichlich vorhanden: Buchstaben und Botschaften, Bilder und Klänge, Nachrichten und Anleitungen, Zahlen und Fakten, Signale und Zeichen - ein Sammelsurium an

verwandten Spezies. Per Post oder elektromagnetischen Wellen bewegten sie sich von einem Ort zum anderen. Allerdings existierte kein Sammelbegriff, unter dem sich all das hätte zusammenfassen lassen. »Immer wieder«, so schrieb Shannon im Jahr 1939 an Vannevar Bush, »arbeite ich an einer Analyse einiger der grundlegenden Eigenschaften allgemeiner Systeme für die Übertragung von Informationen (»intelligence« [> Hinweis](#) ). *Intelligence*: ein flexibler und sehr alter Begriff. »Heute als elegantes Wort verwendet«, notierte Sir Thomas Elyot im 16. Jahrhundert, »für gegenseitige Übereinkommen und Verabredungen in Form von Briefen oder Botschaften.« [> Hinweis](#) Dieser Begriff hatte aber noch andere Bedeutungen angenommen, etwa »Intelligenz« als Bezeichnung für die kognitive Leistungsfähigkeit. Einige Ingenieure, vor allem in den Labors der Telefonunternehmen, hatten begonnen, von *Informationen* zu sprechen. Sie verwendeten diesen Begriff auf eine Weise, der etwas Technisches an sich hatte: die Menge an Information oder Messeinheit der Information. Shannon übernahm diesen Sprachgebrauch.

Für wissenschaftliche Zwecke musste der Begriff *Information* eine spezielle Bedeutung annehmen. Drei Jahrhunderte zuvor konnte die neue Disziplin der Physik nicht fortschreiten, bis Isaac Newton alte Begriffe mit einer vagen, unbestimmten Bedeutung - *Kraft, Masse, Bewegung* und *Zeit* - verwendete und ihnen eine neue Bedeutung verlieh. Newton verwandelte sie in quantitative Maßeinheiten, die sich in mathematischen Formeln verwenden ließen. Bis dahin war zum Beispiel das Wort *Bewegung* ein ebenso weicher und undeutlicher Begriff wie *Information* gewesen. Für Aristoteliker umfasste das Wort *Bewegung* eine weitreichende Familie an Phänomenen: ein reifender Pfirsich, ein fallender Stein, ein heranwachsendes Kind, ein



Körper im Verfall. Dieses Bedeutungsspektrum war zu breit gefasst. Die meisten Bedeutungsspielarten des Wortes Bewegung mussten eliminiert werden, bevor sich Newtons Gesetze anwenden ließen und sich die wissenschaftliche Revolution durchsetzen konnte. Im 19. Jahrhundert begann das Wort Energie die gleiche Transformation zu durchlaufen: Die Naturphilosophen passten ein Wort an, das Kraft beziehungsweise Intensität bedeutete. Sie mathematisierten den Begriff Energie und gaben der Energie ihren grundlegenden Platz in der Sichtweise der Physiker über die Natur.

Das Gleiche geschah mit dem Begriff Information. Der Begriff musste bereinigt werden. Nachdem der Begriff vereinfacht, auf das Wesentliche reduziert und in Bits gezählt wurde, stellten die Menschen fest, dass Information überall zu finden war. Shannons Theorie bildete die Brücke zwischen Information und Chaos. Sie führte zu CDs und Faxgeräten, Computern und dem Cyberspace, Moores Gesetz und allen Silicon Valleys dieser Welt. Datenverarbeitung, Datenspeicherung und Datenwiedergewinnung waren geboren. Die Menschen begannen nach einem Begriff für das Zeitalter zu suchen, das auf die Eisenzeit und das Zeitalter der Dampfmaschine folgte. »Der Mensch als Nahrungssammler wird auf inkongruente Weise zum Informationssammler«, bemerkte Marshall McLuhan im Jahr 1967. > Hinweis Das schrieb er einen Augenblick zu früh, nämlich in der ersten Dämmerung der Computertechnik und des Cyberspace. > Hinweis

Heute können wir erkennen, dass Informationen unsere Welt antreiben: Sie sind das Blut und der Treibstoff, das Vitalprinzip des Lebens. Sie durchdringen die Wissenschaften von der untersten bis zur höchsten Ebene

und transformieren jeden Wissenszweig. Die Informationstheorie begann als Brücke zwischen der Mathematik und der Elektrotechnik und erstreckte sich von dort bis zur Computertechnik. Was englischsprachige Menschen als *computer science*, »Computerwissenschaften«, bezeichnen, kennt man im sonstigen Europa unter dem Begriff *Informatique*, *Informatica* und *Informatik*. Selbst die Biologie ist inzwischen eine Informationswissenschaft, ein Fach der Botschaften, Anleitungen und Schlüssel. Gene enthalten eingeschlossene Informationen und ermöglichen Verfahren, diese einzulesen und auszulesen. Das Leben breitet sich über Netzwerke aus. Der Körper selbst ist ein Organismus der Informationsverarbeitung. Nicht nur das Gehirn, sondern jede einzelne Körperzelle stellt einen Informationsspeicher dar. Kein Wunder, dass die Genetik neben der Informationstheorie floriert. Die DNS ist das grundlegende Informationsmolekül, der am höchsten entwickelte Verarbeitungsmechanismus auf Zellebene - ein Alphabet und ein Code, 6 Milliarden Bits, die den Menschen ausmachen. »Im Kern eines jedes Lebewesens befindet sich nicht das Feuer, nicht der warme Atem und kein ›Lebensfunke‹«, führt der Evolutionstheoretiker Richard Dawkins aus, »sondern Informationen, Wörter, Anleitungen ... Wenn Sie das Leben verstehen wollen, betrachten Sie Informationen nicht als vibrierende, pulsierende Gele und Schlämme, sondern als Informationstechnologie.« > Hinweis

Die Zellen eines Organismus sind Knoten in einem üppigen, ineinander verflochtenen Kommunikationsnetzwerk, das ständig Signale überträgt und empfängt, verschlüsselt und entschlüsselt. Die Evolution selbst ist ein ständiger Informationsaustausch zwischen dem Organismus und seiner Umgebung.

»Der Informationskreislauf wird zur Einheit des Lebens«, erklärt Werner Loewenstein, nachdem er 30 Jahre mit dem Studium von interzellulärer Kommunikation verbracht hat.

> Hinweis Er erinnert uns daran, dass der Begriff Information heute eine tiefere Bedeutung besitzt: »Er hat die Konnotation eines kosmischen Organisations- und Ordnungsprinzips und bietet dafür eine exakte Messgröße.« Das Gen hat auch eine kulturelle Analogie: das Mem. In der kulturellen Evolution ist ein Mem ein Replikator und ein Propagator – eine Idee, eine Mode, ein Kettenbrief oder eine konspirative Theorie. Um es negativ auszudrücken, könnte man sagen, dass ein Mem ein Virus ist.

Die Wirtschaft selbst betrachtet sich inzwischen als Informationswissenschaft, da das Geld einen Entwicklungsbogen von einem greifbaren, sächlichen Ding zu Bits vollzieht, die in einem Computerspeicher und auf Magnetstreifen abgespeichert sind, und die Weltfinanzen durch ein globales Nervensystem strömen. Wenngleich Geld stets ein materieller Schatz zu sein schien, der schwer in den Taschen, Schiffsbäuchen und Banktresoren wog, war es immer auch Information. Münzen und Banknoten, Scheck und Muschelgeld waren allesamt lediglich kurzlebige Technologien zur Verwandlung der Information über Besitzverhältnisse in Wertmarken.

Und Atome? Materie hat ihre eigene Prägung, und die härteste aller Wissenschaften, die Physik, schien ihren Reifegrad erreicht zu haben. Doch auch die Physik wird nun von einem neuen intellektuellen Modell verdrängt. In den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg, der großen Zeit der Physiker, schien die überragende Nachricht in der Physik die Kernspaltung und die Beherrschung der Nuklearenergie zu sein. Die Theoretiker fokussierten ihr Prestige und ihre

Ressourcen auf die Suche nach Elementarteilchen und die Gesetze, die ihre Interaktion bestimmen, die Konstruktion gigantischer Beschleuniger und die Entdeckung von Quarks und Gluonen. Von diesen exaltierten Vorhaben hätte die Kommunikationsforschung nicht weiter entfernt erscheinen können. Bei Bell Labs dachte Claude Shannon nicht an die Physik; Teilchenphysiker brauchten keine Bits.

Und dann brauchten sie sie auf einmal doch; die Verschmelzung von Physik und Informationstheorie schreitet voran. Ein Bit ist ein Elementarteilchen einer anderen Art: nicht nur winzig klein, sondern abstrakt, eine binäre Zahl, eine Kippschaltung, ein Ja-oder-Nein. Es ist unwirklich, substanzlos; aber als Wissenschaftler Informationen schließlich begreifen, fragen sie sich, ob sie vielleicht etwas Primäres sein könnte: elementarer als die Materie selbst. Sie vertreten die These, ein Bit sei der nicht weiter reduzierbare Kern, und die Information bilde den Kern der eigentlichen Existenz. In einem Brückenschlag zwischen der Physik des 20. und des 21. Jahrhunderts fasste John Archibald Wheeler, der letzte Physiker, der mit Einstein und Bohr zusammengearbeitet hatte, dieses Programm in orakelhafte Einsilbler: »It from Bit« - »Materie aus Bits«. Informationen lassen »jedes Es - jedes Elementarteilchen, jedes Kraftfeld und selbst das Raum-Zeit-Kontinuum selbst entstehen«.

> Hinweis Das ist eine andere Weise, das Beobachterparadox zu ergründen, welches besagt, dass das Ergebnis eines Experiments dadurch beeinflusst oder sogar bestimmt wird, wenn es beobachtet wird. Der Beobachter beobachtet nicht nur, er stellt Fragen und trifft Feststellungen, die letztlich in einzelnen Bits ausgedrückt werden müssen. »Was wir als Realität bezeichnen«, schrieb Wheeler scheu, »ist das Ergebnis der letzten Analyse von Ja-Nein-Fragen.« Und fügte hinzu: »Alle physischen Dinge sind in ihrem Ursprung

informationstheoretisch, und dies ist ein partizipatorisches Universum.« Das gesamte Universum lässt sich daher als Computer beziehungsweise als eine Art kosmische Informationsverarbeitungsmaschine betrachten.

Ein Schlüssel zu diesem Rätsel ist eine Form der Beziehung, die in der klassischen Physik keinen Platz hatte: das Phänomen der Verschränkung. Wenn Elementarteilchen oder Quantensysteme miteinander verschränkt sind, bleiben ihre Eigenschaften über große räumliche und zeitliche Entfernungen korreliert. Selbst wenn sie Lichtjahre voneinander entfernt sind, teilen sie etwas, das physisch und doch nicht ausschließlich physisch ist. Es entstehen unheimliche Paradoxe, die so lange unlösbar bleiben, bis der Mensch versteht, wie Verschränkungen Informationen verschlüsseln, die in Bits oder ihrem drollig benannten Quanten-Gegenstück, dem Quantenbit oder auch QuBit, gemessen werden. Was tun Photonen und Elektronen und andere Partikel eigentlich genau, wenn sie interagieren? Sie tauschen Bits aus, übertragen Quantenzustände und verarbeiten Informationen. Die Algorithmen sind die Gesetze der Physik. Jeder leuchtende Stern, jeder stille Nebelfleck und jedes Elementarteilchen, das seine geisterhafte Spur in einer Wolkenkammer hinterlässt, ist ein Informationsprozessor. Das Universum berechnet sein eigenes Schicksal.

Welche Mengen berechnet es? Wie schnell? Wie groß ist seine gesamte Informationskapazität, der Speicherplatz auf seiner »Festplatte«? Welches ist die Verknüpfung zwischen Energie und Information; wie viel Energie kostet es, ein Bit zu schnipsen? Das sind schwer zu beantwortende Fragen, aber sie sind nicht so mystisch oder metaphorisch, wie sie klingen. Physiker und die neuen

Quanteninformatiktheoretiker ringen gemeinsam mit diesen Fragen. Sie stellen Berechnungen an und geben vorsichtige Antworten. (»Die Zahl der Bits des Kosmos beträgt, egal wie man es betrachtet, zehn, potenziert zu einer gewaltigen Macht«, so Wheeler. > Hinweis Laut Seth Lloyd gab es seit Anbeginn nicht mehr als  $10^{120}$  OPS, das heißt Operationen pro Sekunde, auf  $10^{90}$  Bit Information. > Hinweis ) Quanteninformatiktheoretiker betrachten die Mysterien der thermodynamischen Entropie und die berühmten Informationsschlucker – die schwarzen Löcher – mit neuem Blick. »In der Zukunft«, so Wheeler, »werden wir die gesamte Physik in der Sprache der Information verstehen und ausdrücken können.« > Hinweis

Die Rolle der Information, die weit über jede Erwartung hinausreicht, wächst ins Unermessliche. »TMI«, sagt man heutzutage kurz, »too much information«. Wir leiden unter Informationsmüdigkeit, Informationsängsten und Informationsflut. Wir haben den Teufel der Informationsüberlastung und seine spitzbübischen Untergebenen – den Computervirus, das Besetztzeichen, tote Links und die Power-Point-Präsentation – kennengelernt. Auch all das geht indirekt auf Shannon zurück. Alles hat sich so schnell verändert. John Robinson Pierce (der Ingenieur von Bell Labs, der den Begriff *Transistor* erfunden hat) sinnierte anschließend: »Man kann sich eine Welt vor Shannon, wie sie denen erschien, die in ihr lebten, kaum vorstellen. Es ist schwer, die Unschuld, das Unwissen und das mangelnde Verständnis der Zeit vor Shannon wiederzuerlangen.« > Hinweis

Dennoch rückt die Vergangenheit wieder in den Fokus. *Am Anfang war das Wort*, so der Evangelist Johannes. Wir sind die Spezies, die sich selbst als *Homo sapiens* bezeichnet –

der »wissende Mensch«. Und nach einigem Nachdenken änderten wir diese Bezeichnung in *Homo sapiens sapiens*. Nicht das Feuer war das größte Geschenk, das Prometheus der Menschheit machte: »Auch Zahlen, die höchsten aller Wissenschaften, erfand ich für sie, sowie die Kombination von Buchstaben – kreative Mutter der Musenkünste, mittels derer alle Dinge in der Erinnerung bewahrt werden.«

> Hinweis Das Alphabet stellte eine Gründungstechnologie der Information dar. Das Telefon, das Faxgerät, der Taschenrechner und letztlich der Computer sind lediglich die neuesten Innovationen zum Erhalt, zur Be- und Verarbeitung sowie zur Weitergabe von Wissen. Unsere Kultur hat ein Arbeitsvokabular für diese nützlichen Erfindungen geschaffen. Wir sprechen von Datenkomprimierung, in dem Bewusstsein, dass es sich dabei um etwas ganz anderes handelt als die Gaskompression. Wir kennen uns mit der kontinuierlichen Datenübertragung – dem sogenannten Streaming –, mit Syntaxanalyse, der Sortierung, Kombination und dem Filtern von Informationen aus. Zu unserer alltäglichen Ausstattung gehören iPods und Plasmabildschirme, zu unseren Fähigkeiten gehören das Verfassen von elektronischen Textbotschaften – auf Neudeutsch »Simsen« genannt – und die elektronische Informationssuche, das »Googeln«. Wir sind gut ausgestattet, wir sind Experten, und folglich sehen wir vor allem Informationen. Diese sind jedoch schon immer da gewesen. Sie bestimmten bereits die Welt unserer Vorfahren, nahmen solide bis ätherische Formen an – von Grabsteinen aus Granit bis zum Tuscheln von Höflingen. Die Lochkarte, die Registrierkasse, der Differentialmotor des 19. Jahrhunderts und die Telegrafenkabel spielten ihre jeweilige Rolle in der Entstehung des Informationsnetzes, an dem wir kleben. Jede neue Informationstechnologie führte zu ihrer Zeit zu Neuerungen in der Speicherung und Übertragung.

Aus der Druckerpresse entstanden neue Formen der Informationsorganisation: Wörterbücher, Enzyklopädien, Almanache – Wörterkompendien, Faktenklassifizierer, Wissensbäume. Kaum irgendeine Informationstechnologie wird obsolet. Jede neue Technologie hebt ihre Vorgängerin hervor. Im 17. Jahrhundert widerstand Thomas Hobbes daher dem Neue-Medien-Hype seiner Ära: »Im Vergleich mit der Erfindung der Buchstaben ist die Erfindung des Drucks, wenngleich einfallsreich, jedoch keine große Sache.«

> Hinweis Bis zu einem gewissen Grad hatte er Recht. Jedes neue Medium transformiert die Natur des menschlichen Gedankens. Auf lange Sicht betrachtet ist Geschichte die Erzählung der Information, die sich ihrer selbst bewusst wird.

Einige Informationstechnologien wurden zu ihrer Zeit anerkannt, andere nicht. Eine, die zutiefst missverstanden wurde, war die afrikanische Sprechtrömel.



# Sprechende Trommeln

## Wenn ein Code kein Code ist

*»Über den gesamten dunklen Kontinent  
erklingen die Trommeln,  
die nie schweigen:  
die Grundlage aller Musik, das Zentrum aller Tänze;  
die Sprechtrommeln, die drahtlosen Telefone  
des nicht kartographierten Urwalds.«*

*Irma Wassall (1943)* [> Hinweis](#)

Niemand sprach auf der Trommel in kurzen, knappen Worten. Trommler sagten nicht: »Komm nach Hause«, sondern

Lass dich von deinen Füßen dahin zurücktragen, wo du herkommst, lass dich von deinen Beinen dahin zurücktragen, wo du herkommst, setz deine Füße und Beine auf dem Boden des Dorfes auf, das zu uns gehört. [> Hinweis](#)

Sie würden nicht einfach »Toter« sagen, sondern weiter ausholen: »der auf Erdklumpen auf seinem Rücken liegt«. Anstatt »Hab keine Angst« würden sie mitteilen: »Trag dein Herz von deinem Mund wieder zurück hinunter, dein Herz von deinem Mund, trag es von dort wieder zurück hinunter.« Die Trommeln erzeugten Fontänen der Redekunst. Das erschien ineffizient. War es bombastisch oder hochtrabend? Oder etwas anderes?

Für lange Zeit wussten es die Europäer, die sich in Subsahara-Afrika aufhielten, nicht. Tatsächlich hatten sie

nicht die leiseste Ahnung, dass die Trommeln Informationen übermittelten. In ihren eigenen Kulturen konnten eine Trommel, ein Waldhorn und die Glocke ein Signalinstrument für besondere Fälle sein, das zur Übermittlung bestimmter Botschaften verwendet wurde: *Angriff, Rückzug, Aufruf zur heiligen Messe*. Aber sie konnten sich keine Sprechtrommeln vorstellen. Im Jahr 1730 segelte Francis Moore ostwärts den Gambia hinauf und stellte fest, dass er über 900 Kilometer schiffbar war. Während der gesamten Reise bewunderte er die Schönheit des Landes und so eigenartige Wunder wie »Austern, die auf Bäumen wuchsen« (Mangroven). Er war kein Naturforscher, sondern kundschaftete als Agent für englische Sklavenhändler Königreiche aus, die – wie er es sah – von unterschiedlichen Menschenrassen von schwarzer oder goldbrauner Haut bewohnt wurden, wie zum Beispiel »von den Völkern der Mandinka, der Wolof, der Fulbe, außerdem von Portugiesen«. Als er auf Männer und Frauen stieß, die Trommeln schleppten, die aus einem konisch zulaufenden, bis zu einem Meter langen Holzstück geschnitzt waren, fiel ihm auf, dass die Frauen lebhaft zum Klang der Trommeln tanzten, dass die Trommeln gelegentlich »beim Herannahen von Feinden« und schließlich »zu ganz besonderen Gelegenheiten« geschlagen wurden, nämlich um mit den Trommeln Hilfe aus benachbarten Dörfern herbeizurufen. Aber das war alles, was ihm auffiel. > Hinweis

Ein Jahrhundert später, machte Kapitän William Allen während einer Expedition auf dem Niger > Hinweis eine weitere Entdeckung, als er seinem Steuermann aus dem Kamerun, den er Glasgow nannte, lauschte. Sie befanden sich in der Kabine des eisernen Raddampfers, als laut Allen Folgendes geschah:

Plötzlich war er völlig abgelenkt und schien eine Weile aufmerksam auf etwas zu lauschen. Als ich ihn wegen seiner Abgelenktheit rügte, sagte er: »Ihr nicht hören meinen Sohn sprechen?« Da wir keine Stimme hören konnten, fragten wir ihn, woher er das wusste. Er antwortete: »Trommeln zu mir sprechen, sagen mir an Deck gehen.« Das erschien sehr eigentümlich.

> Hinweis

Die Skepsis des Kapitäns wich dem Erstaunen, als Glasgow ihn davon überzeugte, dass jedes Dorf seine »eigene Weise der musikalischen Korrespondenz« besaß. Obwohl es ihm schwerfiel, das zu glauben, akzeptierte der Kapitän schließlich, dass sich ausführliche Botschaften aus vielen Sätzen über viele Meilen Entfernung übermitteln ließen. »Wir sind oft überrascht«, so schrieb er, »dass der Klang der Trompeten in unseren militärischen Entwicklungen so gut verstanden wird. Aber wie weit bleibt dies hinter dem Ergebnis zurück, das diese ungebildeten Wilden erzielen.« Dieses Ergebnis war eine Technologie, die in Europa sehr begehrt war: eine Fernkommunikation, die schneller war als jeder Bote zu Fuß oder zu Pferd. Die stille Nachtluft trug das Dröhnen der Trommel neun oder zehn Kilometer weit über den Fluss. Von Dorf zu Dorf weitergetragen, konnten Botschaften in einer knappen Stunde 150 Kilometer oder mehr überwinden.

Die Nachricht einer Geburt in Bolenge, einem Dorf in Belgisch-Kongo, klang folgendermaßen:

*Batoko fala fala, tokema bolo bolo, boseka woliana imaki tonkilingonda, ale nda bobila wa fole fole, asokoka l'isika koke koke.*

Die Matten sind aufgerollt, wir fühlen uns stark, eine Frau kam aus dem Wald, sie ist im offenen Dorf, das ist einstweilen alles.

Der Missionar Roger T. Clarke transkribierte den folgenden Aufruf zum Begräbnis eines Fischers: > Hinweis

*La nkesa laa mpombolo, tofolange benteke biesala, tolanga bonteke bolokolo bole nda elinga l'enjale baenga, basaki l'okala bopele pele. Bojende*

*bosalaki lifeta Bolenge wa kala kala, tekendake tonkilingonda, tekendake beningo la nkaka elinga l'enjale. Tolanga bonteke bolokolo bole nda elinga l'enjale, la nkesa la mpombolo.*

Am Morgen im Morgengrauen wollen wir nicht zur Arbeit zusammenkommen, wir wollen zum Spiel am Fluss zusammenkommen. Männer, die in Bolenge leben, geht nicht in den Wald, geht nicht fischen. Wir wollen zum Spiel am Fluss zusammenkommen, morgen im frühen Morgengrauen.

Clarke fielen mehrere Dinge auf. Zwar lernten nur einige Menschen mit der Trommel zu kommunizieren, aber fast alle verstanden die Botschaften der Trommeln. Einige Trommler schlugen die Trommeln schnell, andere langsam. Feststehende Sätze wurden praktisch unverändert ständig wiederholt; die verschiedenen Trommler übermittelten dieselbe Botschaft, aber mit unterschiedlichen Worten. Clarke erschien die Sprache der Trommeln formelhaft und fließend zugleich. »Die Signale repräsentieren die Töne der Silben konventioneller Sätze von traditionellem und äußerst poetischem Charakter«, schloss er. Und das war korrekt. Clarke vermochte nur nicht den letzten Schritt zu vollziehen und die Gründe dafür zu verstehen.

Diese Europäer sprachen von »Eingeborenen« und beschrieben die Afrikaner als »primitiv« und »animistisch« und erkannten dennoch, dass sie einen alten Traum jeder menschlichen Kultur verwirklicht hatten. Sie besaßen ein Kommunikationssystem, das die besten Kuriere, die schnellsten Pferde auf guten Straßen mit Raststationen und Übergabestellen übertraf. Kuriersysteme auf Basis des Fußtransports enttäuschten immer; die Armeen waren stets schneller. Julius Cäsar zum Beispiel »traf oft vor den Kurieren ein, die seine Ankunft ankündigen sollten«, wie Sueton im ersten Jahrhundert schrieb. > Hinweis Trotzdem fehlte es den Menschen der Antike nicht an Hilfsmitteln. Die Griechen benutzten zur Zeit des Trojanischen Krieges, im

12. vorchristlichen Jahrhundert, Leuchtfeuer, so berichten es die Darstellungen von Homer, Vergil und Aischylos. Ein großes Feuer auf einem Berggipfel war von den Wachtürmen in 30 Kilometer Entfernung zu sehen, und in besonderen Fällen sogar aus größerer Entfernung. In der Beschreibung des Aischylos erhält Klytaimnestra die Nachricht vom Fall Trojas in derselben Nacht, 600 Kilometer von der Stadt entfernt in Mykene. »Wer konnte so rasch die Botschaft überbringen?«, fragt der skeptische Chor. [> Hinweis](#)

Klytaimnestra schreibt dies dem Gott des Feuers, Hephaistos, zu: »Er sandte sein Signal aus; weiter und immer weiter, Leuchtfeuer um Leuchtfeuer eilte die Flamme der Botschaft dahin.« Das ist keine geringe Leistung, und der Zuschauer muss überzeugt werden, und so lässt Aischylos Klytaimnestra für mehrere Minuten mit jedem Detail der Route fortfahren: Das flammende Signal stieg vom Ida-Gebirge auf, überquerte die Ägäis bis zur Insel Lemnos, setzte sich von dort aus zum Berg Athos in Makedonien fort; anschließend Richtung Süden über die Ebenen und Seen nach Makistos; von dort nach Messapios, wo der Wächter die entfernte Flamme auf den Flutwellen der Meerenge Euripos leuchten sah und den hoch aufgeschichteten Haufen aus verdorrtem Ginster entzündete, um die Botschaft weiter nach Kithairon, den Berg Aigioplanktos bis zu ihrem eigenen Wachtposten auf dem Arachnaion zu tragen. »So eilig von Punkt zu Punkt, Flamme um Flamme lodernd«, verkündete Klytaimnestra stolz, »entlang dem vorbestimmten Verlauf.« Der deutsche Historiker Richard Hennig verfolgte und maß die Route im Jahr 1908 und bestätigte die Machbarkeit dieser Kette an Signalfeuern. [> Hinweis](#) Die Bedeutung der Botschaft musste natürlich im Vorhinein festgelegt und effektiv zu einem einzigen »Bit« komprimiert werden - eine binäre Wahl,

etwas oder nichts: Das Feuersignal bedeutete etwas, und in diesem Fall lautete die Botschaft: »Troja ist gefallen.« Die Übertragung dieses einen Bits erforderte eine ungeheure Planung, immens viel Arbeit, Sorgfalt und Feuerholz. Viele Jahre später sandten Laternen in der Old North Church dem amerikanischen Freiheitskämpfer Paul Revere auf ähnliche Weise ein einziges, kostbares Bit, das er weitertrug; eine binäre Botschaft: zu Wasser oder zu Lande.

Für weniger außerordentliche Anlässe waren mehr Kapazitäten erforderlich. Die Menschen probierten Flaggen und Hörner, Rauchzeichen und reflektierende Spiegel. Sie riefen zum Zwecke der Kommunikation Geister und Engel herbei – Engel, die per definitionem himmlische Botschafter waren. Die Entdeckung des Magnetismus war besonders vielversprechend. In einer Welt, die bereits vor Magie barst, verkörperten Magnete okkulte Mächte. Der Magnet zieht das Eisen an. Diese Macht der Anziehungskraft setzt sich auf unsichtbare Weise durch die Luft fort. Die magnetische Wirkung wird nicht von Wasser oder einem festen Körper unterbrochen. Ein Magnet, der auf der einen Seite einer Wand an diese gehalten wird, kann ein Eisenobjekt auf der anderen Seite der Wand bewegen. Am Faszinierendsten ist jedoch, dass die magnetische Kraft in der Lage zu sein scheint, Objekte zu koordinieren, die sich in sehr großen Entfernungen voneinander befinden, und zwar über die ganze Erde: die Kompassnadeln. Und wenn eine Nadel eine andere kontrollieren könnte? Diese Vorstellung verbreitete sich – eine »Einbildung«, schrieb Thomas Browne in den 1640er-Jahren,

flüsterte durch die Welt mit einiger Aufmerksamkeit. Leichtgläubige und gewöhnliche Empfänger schenkten ihr gerne Glauben, und klügere, besonnenere Köpfe schlossen sie nicht gänzlich aus. Diese Verblendung ist exzellent, und würde sich ihr Effekt einstellen, auf gewisse Weise göttlich.