

Vorwort

Der Kirchenvater Aurelius Augustinus schrieb 399 in seinem 11. Buch der Confessiones: „Was also ist Zeit? Solang mich niemand fragt, ist mir's, als wüßte ich's, doch fragt man mich und soll ich es erklären, so weiß ich's nicht.“ Ähnlich dürfte es heute vielen von uns gehen, wenn Zeit gegen Information ausgetauscht wird. Denn Information wird heute fast inflationär und überall benutzt. Genannt seien nur Informatik, Informationstechnik, Informationsverarbeitung, Informationszeitalter, Informationsflut, Informationspolitik und Macht der Information; ferner Anwendungen in Wissenschaft, Technik, Kunst, Dokumentation, Medien, Archiven und Speichern sowie bei Gedächtnis, Genetik, Lehren und Lernen. Teilweise wird heute Information unerklärt, intuitiv oder gar recht individuell benutzt. Auf jeden Fall fehlt eine einheitliche Definition. Ist Information beim heutigen breiten Bezug vielleicht ein Homonym, also ein Begriff, ein Wort mit mehreren Bedeutungen? Etwa so wie Bauer einen Landarbeiter oder Vogelkäfig bedeuten kann? Dann müssten die verschiedenen Bedeutungen geklärt und durch eigenständige Definitionen abgegrenzt werden. Hier wird stattdessen eine einheitliche Definition vorgestellt, die durch vier Unterklassen vertieft wird. Die Hauptkennzeichen sind dabei die ausgelöste Wirkung (W-), die Abbildung mittels Zeichen (Z-), die Simulation mittels Rechentechnik (V-) und die klassische, betont technische Shannon-Information (S-Information). Es wird diskutiert, ob es möglicherweise auch eine quantenphysikalische Q-Information geben wird oder bereits gibt (QuBit und Quantenrechner). Ungeklärt bleibt aber, ob es künftig möglicherweise noch weitere Unterklassen geben kann.

Die Entropie wurde ursprünglich 1865 als Maß der thermischen Energie-Umwandelbarkeit von R. Clausius eingeführt und dann 1868 und 1872 von L. Boltzmann statistisch begründet (Boltzmann-Entropie). Unabhängig wurde dann um 1945 die Entropie von C. Shannon als grundlegende statistisch gemittelte Messgröße eines Symbolvorrates eingeführt (Shannon-Entropie der S-Information). Da es noch weitere Entropien gibt, wurde Entropie zu einem Homonym mit mehreren Bedeutungen. Bezüglich des Verhältnisses von Boltzmann- und Shannon-Entropie gibt es jedoch in der Literatur teilweise verworrene bis falsche Darstellungen. Der schillernde Begriff Neg-Entropie schafft nicht selten noch zusätzliche Unklarheiten. Deshalb wird am Ende dieses Buches – obwohl eigentlich nicht zur Information gehörend – die Boltzmann-Entropie gemäß der Thermodynamik etwas ausführlicher erklärt und abschließend der Shannon-Entropie gegenübergestellt.

Für einen schnellen Überblick des Buchinhaltes befindet sich am Ende eine ausführliche Zusammenfassung (Kapitel 9). Dort ist auch auf eine umfangreiche, herunterladbare Vorstudie zu diesem Buch mit über zweihundert farbigen Bildern und einigen Vertiefungen verwiesen [20].

Wegen der beachtlichen Komplexität der Inhalte und ihrer Verflechtungen habe ich versucht, eine lehrbuchartig didaktisch fortschreitende Darstellung unter häufiger Berücksichtigung der historischen Entwicklung zu erreichen. Dadurch können dann Schwierigkeiten auftreten, wenn einzelne Abschnitte nur für sich gelesen werden. Bei der Verflechtung der verschiedenen Informationsarten sind mehrere Gebiete anderer Wissenschaftszweige wichtig. Um das Buch nicht zu umfangreich werden zu lassen, sind sie nur stark verkürzt in ihren wichtigsten Grundzügen behandelt. Zu den Inhalten des Buches gehört eigentlich sehr viel Literatur. Damit das Literaturverzeichnis nicht zu umfangreich wurde, sind nur zitierte Quellen aufgenommen, die eine Vertiefung der Aussagen und Argumente ermöglichen.

Für umfangreich gewährte Hilfe und Unterstützung möchte ich hier meinen Dank aussprechen. Da ist zunächst die Humboldt-Universität zu nennen. Er geht vor allem an Professor Wolfgang Ernst (siehe auch Fußnote 12) und Dr. Stefan Höltgen. Dann hatte ich mehrere fleißige Partner zum Korrekturlesen. Besonders hervorzuheben ist Dr. Hans-Jürgen Gerdelbracht. Er hat den vollständigen Text sehr gründlich kritisch gelesen. Äußerst intensiv – wie schon bei meinen früheren Büchern – setzte sich wieder Stefan Pohle mit allen Texten und Bildern auseinander. Auch meine Frau Ruth Roma-Völz stand der umfangreichen Arbeit immer interessiert gegenüber und las fleißig Korrektur. So ist das Manuskript mehrfach überarbeitet und von Mängeln und Fehlern befreit worden. Natürlich schlichen sich dabei auch wieder neue Fehler ein. Deshalb gehen alle Mängel und vor allem inhaltliche Fehler und Schwächen letztlich auf mich zurück. Dafür bitte ich die Leser um Nachsicht. Für jeden, vor allem kritischen Hinweis bin ich sehr dankbar. Schließlich geht mein Dank auch an den Springer-Verlag. Es war mir eine besondere Freude, dass sich wieder Herr Klockenbusch für das Buch einsetzte. Er war ja auch schon Pate meines Buches zur Information [68]. Das Layout und die umfangreichen technischen Korrekturen führte Frau Angelika Schulz mit viel Fleiß und Engagement sowie Rücksicht auf meine Wünsche durch.

Berlin im Februar 2014

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		V
1	Einführung	1
1.1	Das grundlegende Modell	3
1.2	Erklärung der Begriffe	4
1.3	Zusammenhang von Stoff und Energie	6
1.4	Vom Urknall über die heutige Welt zu ihrem Ende	7
1.5	Der Zeitpfeil	8
1.6	Kybernetische Systeme	10
2	Information aus kybernetischer Sicht	13
2.1	Vom Auslöseeffekt zur Information	14
2.2	Vielfalt der Verstärker-Varianten	16
2.3	Information und ihr Träger	18
2.4	Informat einer Schallplatte	20

2.5	Das Informationsfeld	22
2.6	Erste Zusammenfassung	23
3	Z-Information	25
3.1	Erkennen der Zeichen	27
3.2	Erfahrung als unmittelbarer Weg zur Welterkenntnis	28
3.3	Der wissenschaftliche Weg	29
3.4	Zeichen als notwendige Hilfsmittel	31
3.5	Zur Geschichte der Zeichen-Theorien	32
3.6	Komplexität der Welt	34
3.7	Vereinfachungen der Weltbilder, Axiomsysteme	35
3.8	Wissen \leftrightarrow Information	37
3.9	Zweite Zusammenfassung	38
4	V-Information	39
4.1	Virtuelle Realität	40
4.2	Grenzen und Möglichkeiten	41
4.3	Einige mathematische Grundlagen	43
4.4	Der Turing-Automat	44
4.5	Die Church-These	46
4.6	Zeit-Komplexität	47
4.7	Rekursion	51
4.7.1	L-Systeme	52
4.7.2	Fraktale	54
4.7.3	Verschiedene fraktale Methoden	56
4.7.4	Fraktal-Eigenschaften	60
4.8	Künstliche Intelligenz	63
4.8.1	Androiden und Roboter	63
4.8.2	Was ist Intelligenz?	65
4.8.3	Vom Turing-Test zur KI	66
4.8.4	Wichtige Kritiken	68
4.8.5	Vergleich Mensch \leftrightarrow Computer, Roboter	70
4.9	Dritte Zusammenfassung	73
5	Shannon-Theorie	75
5.1	Shannon-Entropie	77
5.1.1	Begründung der Entropie-Formel	80
5.1.2	Konstruktion von Code-Bäumen	82
5.1.3	Möglichkeit der Redundanz Null	84
5.1.4	Decodierbarkeit	86
5.2	Zum Zufall	88
5.3	Von analog bis digital	92
5.3.1	Das Sampling-Theorem	95
5.3.2	Arten der Diskretisierung	98
5.3.3	Kontinuierliche Digitaltechnik	99
5.4	Fehlermöglichkeiten	103
5.4.1	Die Normalverteilung	106
5.4.2	Auswirkungen für digitale Werte	107
5.5	Kontinuierliche Shannon-Entropie	109
5.6	Kanalkapazität	113
5.6.1	Austauschbare Größen	115
5.6.2	Energie je Bit	116
5.6.3	Die Elementarzelle	118
5.7	Weitere Entropien	121
5.7.1	Deterministische Entropie	122
5.7.2	Bidirektionale Entropie	123
5.8	Auffälligkeit	124
5.9	Vierte Zusammenfassung	127
6	Quanten-Information	129
6.1	Abgrenzung und Einordnung	129
6.2	Spektren und Atome	132
6.3	Die drei Quanten-Theorien	135
6.3.1	Die Matrizen-Mechanik	135
6.3.2	Die Wellen-Gleichung von Schrödinger	136
6.3.3	Die Dirac-Schreibweise	139
6.4	Das QuBit	140
6.4.1	Das Modell Traumaskop	140
6.4.2	Systeme als QuBit	142

6.4.3	Dekohärenz- und Schaltzeit	143
6.4.4	Verschränkung und Nichtlokalität	143
6.5	Technische Anwendungen	144
6.5.1	Maser und Laser	144
6.5.2	Quanten-Kryptografie	147
6.5.3	Quanten-Computer	148
6.6	Fünfte Zusammenfassung	150
7	Umgang mit Information	151
7.1	Allgemeine Definition von Information	151
7.1.1	Informationsschwelle	153
7.1.2	Wahrheit	154
7.3	Informationskultur	157
7.2.1	Urheberrecht	158
7.2.2	Geheimhaltung	160
7.2.3	Informationen in der Zukunft	162
8	Zur Thermodynamik	167
8.1	Thermodynamik und Carnot-Kreisprozess	167
8.2	Die Hauptsätze der Thermodynamik	169
8.3	Statistische Thermodynamik	170
8.4	Einige Besonderheiten	173
8.4.1	Falsche Kritik an Boltzmann	173
8.4.2	Boltzmann- und Shannon-Entropie	174
8.4.3	Neg-Entropie	175
8.4.4	Landauer- Effekt	176
8.4.5	Energie/Bit, thermodynamisch abgeleitet	177
9	Zusammenfassung	179
10	Literatur	183
11	Personenverzeichnis	189
12	Sachwortverzeichnis	193