

Horst Völz

Das ist Information

Horst Völz

Das ist Information

Shaker Verlag
Aachen 2017

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Copyright Shaker Verlag 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5587-0

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Den Begriff Information führte 1940 Norbert Wiener fast nebensächlich mit seiner Kybernetik ein [Wie48]. Dennoch wurde er in wenigen Jahren in fast allen Wissenschaften zu einem wichtigen Begriff. Dazu trug auch wesentlich die fundamentale Arbeit von Shannon bei [Sha48]. Das gilt sogar, obwohl er in ihr nicht einmal Information, sondern stattdessen ausschließlich Kommunikation benutzte. Außerdem ist diese Arbeit immer noch zentrale Grundlage für die Nachrichten- und Speichertechnik. Mit der Entwicklung der Mikroelektronik und Rechentechnik wurde Information dann so wichtig, dass sich daraus die viel benutzte Aussage unseres heutigen Informationszeitalters ableitet. Daher gibt es seit geraumer Zeit viele Veröffentlichungen und z. T. sogar sehr umfangreiche Bücher zur Information. Dabei ist es vielfach üblich, ohne irgendeine Erklärung individuell-intuitive Vorstellungen über Information zu benutzen. In einigen Fällen wird Information mit Wissen verglichen bis gleichgesetzt. Insgesamt ist mir aber kein Beitrag mit einer wissenschaftlich akzeptablen Definition für Information bekannt geworden. Daher leite ich hier aus einem sehr kurzen aber dennoch wohl grundlegend gemeinten Zitat von Wiener eine exakte Definition der Information ab. Sie unterstütze ich zunächst mit dem anschaulichen Beispiel für die Rezeption einer historisch bedeutsamen Schallplatte. Später leite ich aus unterschiedlichen Teileigenschaften der so definierten Information fünf Varianten (Aspekte) von Information ab. Neben ihren klaren Abgrenzungen belege ich sie mit konkreten, insbesondere technischen Anwendungen und inhaltlichen Beispielen.

Der Inhalt des Buches besteht aus vier deutlich unterschiedlichen Teilen. Der Hauptteil mit den Kapiteln 1 bis 7 behandelt die inhaltlichen Aussagen zur Information mit ihren Begründungen. Er ist absichtlich recht ausführlich und soll einigermaßen vollständig und möglichst didaktisch, alle Teilaspekte der Information, einschließlich ihrer verschiedenen Anwendungen, mathematischen Zusammenhänge und Hintergründe erfassen. Dabei habe ich umfangreich von Bildern Gebrauch gemacht. Sie sollen die Zusammenhänge, Wechselwirkungen und geschichtliche Entwicklung möglichst anschaulich und einigermaßen vollständig aufzeigen.

Zur schnellen Übersicht der verschiedenen Informationsaspekte, deren Definitionen und Eigenschaften ist das Kapitel 9 entstanden. Wer keine inhaltliche Begründung und Vertiefung benötigt, kann auch hiermit beginnen. Dabei wird zusätzlich begründet, wann der Begriff Information nicht benutzt werden sollte; denn bei einer zu breiten Anwendung besteht die Gefahr, dass der Begriff Information inhaltlich leer wird.

Mit dem Kapitel 8 versuche ich zu zeigen, dass die Quantenphysik leider (noch) nicht zum Informationsbegriff kompatibel ist. Auch das QuBit bereitet Probleme. Daher bleibt abzuwarten, ob und wie sich das in der Zukunft, z. B. mit den Quanten-Computern ändern könnte.

Schließlich gibt es noch das Kapitel 10 zum „richtigen“ Umgang mit Information. Im Gegensatz zu den anderen Kapiteln ist es zumindest teilweise etwas hypothetisch und von meinem Wunschenken für die Zukunft beeinflusst. Die sehr breite Anwendung von Information macht es wohl unbedingt notwendig, über einen für die Menschheit vorteilhaften Gebrauch von Information nachzudenken und einiges neu zu regeln. Außerdem gibt es bereits heute vielfältigen Missbrauch, der von zu viel unnötiger Information über absichtliche Falschinformation bis hin zu in Geräten eingebauter Obsoleszenz (frühzeitige automatische Selbsterstörung) reicht. Auch Geheimhaltung, Urheberrecht und Privatsphäre sind kritisch zu betrachten. Viele meiner Aussagen sind dabei gewiss subjektiv oder betreffen Hoffnungen, die sich wohl kaum erfüllen werden lassen. Vor allem möchte ich hiermit ein intensives Nachdenken zu den Problemen bewirken.

Als Maßeinheit für die Information hat Shannon das Bit und zu deren Berechnung die Entropie-Formel eingeführt. Leider ist sie aber bisher inhaltlich kaum verständlich (einleuchtend) hergeleitet, definiert oder erklärt worden. Ursprünglich wurde der Begriff „Entropie“ von Clausius bezüglich

der Umwandlungsmöglichkeit von Wärmeenergie in mechanische Energie eingeführt und dann von Boltzmann statistisch abgeleitet. Diese thermodynamische Entropie unterscheidet sich jedoch inhaltlich völlig von der shannonschen. Dennoch werden – und das sogar von mehreren, z. T. auch durchaus soliden Fachexperten – seltsame bis total falsche Zusammenhänge behauptet. Deshalb sind im Abschnitt 5.4 die etwa zehn wichtigsten Entropien möglichst verständlich, aber exakt erklärt, abgeleitet und gegeneinander abgegrenzt.

Zuweilen wird Information mit Wissen verglichen und nahezu äquivalent bei Medien und Nachrichten benutzt. Um daraus folgende Fehlinterpretationen künftig zu vermeiden, werden diese Begriffe im Abschnitt 6.9.5 möglichst exakt und gegeneinander abgegrenzt eingeführt.

Ich habe mich bemüht, die vielen z. T. recht komplexen Inhalte möglichst leicht und gut verständlich darzulegen. Gleichzeitig habe ich aber auch die mathematisch-physikalischen Inhalte möglichst exakt behandelt. Das ist vor allem für die Fachexperten geschehen und kann daher zumindest teilweise mit geringem Verständnisverlust übersprungen werden.

Leider wird bei technischen Anwendungen der Begriff „analog“ immer wieder falsch benutzt. Deshalb habe ich im Abschnitt 5.2 die damit zusammenhängenden Begriffe genauer erklärt bzw. definiert. Für die Digitalisierung war es auch noch notwendig, drei unterschiedliche Inhalte für „kontinuierlich“ einzuführen.

Im Text erscheinen Personen weitgehend nur mit ihrem Nachnamen. Diese Vereinfachung ist möglich, da im Anhang ein Verzeichnis mit den vollständigen Namen und Lebensdaten vorhanden ist. Nur in Sonderfällen füge ich den Vornamen bzw. seinen ersten Buchstaben hinzu. Zur besseren Lesbarkeit habe ich bei Komposita oft zusätzliche Bindestriche eingefügt. So werden Fehldeutungen wie z. B. Blumento-Pferde und Blumentopf-Erde vermieden. Die Bilder sind wegen ihrer sehr großen Anzahl kapitelweise nummeriert. Nur beim Verweis auf das Bild eines anderen Kapitels wird daher zusätzlich das Kapitel hinzugefügt: Bild 4.3 ist dann das Bild 3 im 4. Kapitel.

An der Humboldt-Universität zu Berlin, Bereich Medienwissenschaften hielt ich in den letzten Jahren einführende Vorlesungen zur Information und Speicherung einschließlich ihrer Theorien, sowie spezielle Fachvorträge. Hierbei hatte ich umfangreiche Unterstützung durch Prof. Dr. Ernst und Dr. Höltnen. Dabei entstand schließlich die vertiefte Idee einer umfassenden Informationstheorie, wie sie nun hier vorliegt. Daher gilt mein besonderer Dank beiden Herren.

Schließlich möchte ich noch meiner Frau Ruth Roma-Völz und Herrn Stefan Pohle herzlich danken. Sie haben wieder gründlich Korrektur gelesen. Dennoch sind alle jetzt noch vorhandenen Mängel, insbesondere die inhaltlichen meine Schuld. Bei den Lesern bitte ich daher um Nachsicht und bin dankbar, wenn ich dazu Hinweise erhalte.

Berlin, im September 2017

H. Völz

Inhalt

Vorwort.....	2
Inhalt.....	4
1. Die Information wird neu eingeführt.....	1
1.1 Beispiel Schallplatte.....	2
2 Allgemeine Grundlagen.....	4
2.1 Definitionen.....	4
2.2 Zur Kybernetik.....	4
2.3 Stoff.....	10
2.4 Energie.....	11
2.5 Raum und Zeit.....	13
2.6 Was (keine) Information ist.....	17
3. W-Information.....	19
3.1 Emotion als Informat.....	23
3.2 Zum Informationsfeld.....	25
4. Z-Information.....	27
4.1 Triadische Relation und Z-Information.....	27
4.2 Kurze Geschichte der Semiotik.....	28
4.3 Zeichen.....	32
4.4 Begriff und Bedeutung.....	37
4.5 Verdichten und Komprimieren.....	38
4.6 Klassifikation.....	39
4.7 Axiomatik.....	44
5. S-Information.....	46
5.1 Die bestmögliche Übertragung.....	46
5.1.1 Der Morsecode.....	47
5.1.2 Vom Shannon zum Huffman-Code.....	47
5.1.3 Lauflänge und Takt.....	53
5.1.4 Die verschiedenen Wahrscheinlichkeiten.....	54
5.2 Begriffe von kontinuierlich bis digital.....	56
5.2.1 Analog und Analogie.....	56
5.2.2 Kontinuierlich und stetig.....	57
5.2.3 Diskret, digital, quantisiert und Bit.....	59
5.2.4 Zusammenhänge.....	60
5.3 Von kontinuierlich nach diskret (digital).....	62
5.3.1 Zur Korrektheit diskreter und digitaler Werte.....	63
5.3.2 Digitalisierung.....	64
5.3.3 Kontinuierliche Digitaltechnik.....	66
5.3.4 Kontinuierliche Entropie und Kanalkapazität.....	69
5.3.5 Logarithmische Amplitudenstufen.....	72
5.3.6 Anwendung der kontinuierlichen Entropie.....	74
5.3.7 Energie je Bit.....	76
5.3.8 Vor- und Nachteile von t-kontinuierlich sowie digital.....	77
5.4 Weitere Entropien.....	79
5.4.1 Clausius-Entropie.....	79
5.4.2 Boltzmann-Entropie.....	81

5.4.3	Thermodynamische kontra Shannon-Entropie.....	83
5.4.4	Bidirektionale Entropie.....	85
5.4.5	Bongard-Weiß-Entropie.....	86
5.5.6	Renyi-Entropie.....	87
5.4.7	Deterministische Entropie.....	88
5.4.8	Kolmogoroff-Entropie.....	89
5.4.9	Carnap-Entropie.....	89
5.4.10	Entropie-Axiomatik nach Feinstein.....	90
5.5	Fehlerbehandlung.....	91
5.5.1	Der Hamming-Abstand und seine Nutzung.....	92
5.5.2	Einfache Verfahren.....	96
5.5.3	Die Polynommethode.....	96
5.5.4	Anwendungen rückgekoppelter Schieberegister.....	97
5.5.5	Matrix-Methode.....	99
5.5.6	Systematik und Grenzen.....	100
5.5.7	Spreizung.....	101
5.5.8	Faltungs-Codes.....	102
5.6	Komprimierungen.....	104
5.6.1	Modelle für Hören und Sehen.....	106
5.6.2	Verlustbehaftete Schall-Komprimierungen.....	112
5.6.3	ASCII- und MIDI-Code.....	113
5.6.4	Verlustbehaftete Bild- und Video-Komprimierungen.....	115
5.6.5	Fehlt ein Grafikcode?.....	118
5.6.6	Verlustfreie Komprimierungen.....	120
5.7	Anwendung außerhalb der Nachrichtentechnik.....	124
5.7.1	Auffälligkeit und Goldener Schnitt.....	124
5.7.2	Texteigenschaften.....	131
5.8	Leistungen von Shannon.....	136
6.	P-Information.....	139
6.1	Grundlagen.....	143
6.1.1	Die Grenzzelle.....	144
6.1.2	Vielfalt der Speicher.....	148
6.1.3	Kenndaten.....	151
6.2	Elektronische Speicher.....	155
6.2.1	Speicherschaltungen.....	158
6.2.2	Die dRAM.....	164
6.2.3	ROM- und PROM-Speicher.....	166
6.3	Magnetische Speicher.....	170
6.3.1	Ursprung des Magnetismus.....	170
6.3.2	Von den Maßeinheiten zur Hysterese.....	172
6.3.3	Magnetbandaufzeichnungen.....	177
6.3.4	Rotierende Magnetspeicher.....	187
6.4	Speicherdaten und -grenzen.....	192
6.5	Eventuell zukünftige Speicher.....	197
6.5.1	Ferroelektrische RAM.....	199
6.5.2	PCRAM und Ovonic.....	200
6.5.3	Magnetische RAM.....	201
6.5.4	Weitere rRAMs.....	203
6.6	Räumliche Bilder.....	205
6.6.1	Holografie.....	206

6.6.2 Stereobilder.....	214
6.7 Vom Urknall bis zum Menschen.....	220
6.7.1 Abgrenzung.....	220
6.7.2 Vom Kosmos zum Leben.....	221
6.7.3 Genetik.....	223
6.7.4 Aktive Eigenschaften von Zellen.....	234
6.7.5 Die Neuronen.....	237
6.8 Das menschliches Gedächtnis.....	243
6.8.1 Quantitative Werte.....	246
6.8.2 Gedächtnisarten.....	251
6.8.3 Gedächtnis und Zeit.....	254
6.8.4 Gegenwartsgedächtnis und Musik.....	256
6.8.5 Kreativität.....	259
6.9 Gesellschaftliche Gedächtnisse.....	263
6.9.1 Vom Mem zum vereinten Gedächtnis.....	263
6.9.2 Gedächtnisse der Vergangenheit.....	264
6.9.3 Utilitares Gedächtnis.....	266
6.9.4 Die Informationsmenge aller Gedächtnisse.....	267
6.9.5 Wissen und Ähnliches.....	269
6.10 Zusammenfassung.....	271
7. V-Information.....	273
7.1 Bezüge zur realen Welt.....	273
7.1.1 Modelle.....	276
7.2 Die elementaren Funktionen.....	278
7.3 Verschiedene Zahlenarten.....	280
7.4 Möglichkeiten und Grenzen der Mathematik.....	283
7.4.1 Rekursion.....	283
7.4.2 Turing-Automat und Churchsches These.....	285
7.4.3 Zeitkomplexität.....	287
7.4.4 Nichtberechenbares.....	290
7.5 Rechentechnik.....	291
7.5.1 Der Automat als Vorläufer.....	291
7.5.2 Virtuelle Realität.....	295
7.5.3 Hard- und Software.....	297
7.5.4. Software und K-Information.....	299
7.6. Fraktale.....	301
7.6.1 Das Apfelmännchen.....	306
7.6.2 Weitere fraktale Methoden.....	309
7.6.3 Die fraktalen Methoden.....	310
7.7 Künstliche Intelligenz.....	312
7.8 Ausgewählte Anwendungen.....	319
7.8.1 Spiele für künstliches Leben.....	319
7.8.2 Erzeugung kunstähnlicher Werke.....	321
7.9. Zusammenfassung.....	325
8. Quantentheorie.....	326
8.1 Schrödinger-Gleichung.....	328
8.2 Dirac-Schreibweise.....	329
8.3 Veranschaulichung des QuBit.....	330
8.4 Verschränkung und Nichtlokalität.....	331
8.5 Quantencomputer.....	332

9. Überblick zu den Informationsarten.....	333
10. Informationskultur.....	338
10.1 Datenmenge und -rate.....	339
10.2 Für Bildung und Kultur.....	341
10.3 Datensicherheit.....	342
10.4 Absichtliche Zerstörungen.....	345
10.5 Geheimhaltung.....	346
10.6 Informationsschwelle.....	349
10.7 Rundfunk, Fernsehen, Streaming.....	352
10.8 Mensch und intelligente Roboter.....	353
11. Anhang.....	358
11.1 Literaturverzeichnis.....	358
11.2 Begriffserklärungen.....	365
11.3 Personenverzeichnis.....	366
11.4 Sachwort.....	369