

Inhaltsverzeichnis

1	Bezüge, Wirkungen und Arten von Kommunikation	1
1.1	Grundbegriffe und Relationen der Kommunikationstheorie	1
1.1.1	Zur Kommunikation und den damit verbundenen Begriffen.....	1
1.1.2	Allgemeines über Signale: Arten, Kategorien und Daten	3
1.1.3	Die verschiedenen Facetten von Nachrichten	6
1.2	Erläuterungen zur Kommunikation	8
1.2.1	Grundfunktionen der Kommunikation.....	9
1.2.2	Zur Mensch-Tier-Kommunikation.....	10
1.2.3	Zur Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Kommunikation.....	11
1.3	Instanzen, Wandler und elektrische Signale.....	12
1.3.1	Analoge und digitale Signale und deren Umwandlung.....	12
1.3.2	Nachrichtentransport mit digitalen Signalen und Informationshöhe.....	16
1.3.3	Prädiktor-Korrektor-Verfahren und Vorwissen	17
1.4	Zur herausragenden Rolle digitaler Darstellungen	21
1.4.1	Logische Verknüpfungen.....	22
1.4.2	Programm und Computer.....	26
1.5	Semantiken der Kommunikation.....	27
1.5.1	Geschlossene sinngenaue Kommunikation.....	29
1.5.2	Geschlossene sinnallgemeine Kommunikation.....	30
1.5.3	Offene sinnallgemeine Kommunikation	31
1.5.4	Zusammengesetzte Kommunikationsprozesse.....	35
1.5.5	Fehlinterpretation (Missverständnis), Fehlerfortpflanzung.....	39
1.6	Kommunikation und Rückkopplung	44
1.6.1	Allgemeines über rückgekoppelte Prozesse.....	44
1.6.2	Rückgekoppelte Kommunikationsprozesse	48
1.7	Über die Ursprünge von Kommunikation	53
1.8	Bezug zur Semiotik von Peirce	54
1.9	Zusammenfassung.....	58
2	Information: Ereignis, Wahrscheinlichkeit, Entropie und Sinngehalt	61
2.1	Erste Erläuterungen und Übersicht.....	61
2.1.1	Zur Übertragung von Bedeutungen und zum Informationsbegriff.....	64
2.1.2	Über weitere Rollen der Codebäume und Bedeutungscode	69
2.1.3	Zur Anzahl von Bedeutungen und zu Interpretationsebenen	72
2.2	Informationshöhe als quantitatives Maß für Neuigkeit	75
2.2.1	Zum Logarithmus und zur Einheit der Informationshöhe.....	76
2.2.2	Weitere Diskussion des Informationsbegriffs	78
2.2.3	Aufmerksamkeitskanal und Wahrscheinlichkeitsraum	81
2.3	Exkurs zur Wahrscheinlichkeitstheorie.....	83
2.3.1	Ereignisse, Mengen und Wahrscheinlichkeiten	83
2.3.2	Verknüpfung von Mengen, Ereignissen und Wahrscheinlichkeiten	85

2.3.3	Axiome von Kolmogorov und Folgerungen	89
2.3.4	Veranschaulichung der Mengenoperationen durch Venn-Diagramme ..	91
2.3.5	Binäre Grundverknüpfungen als Sonderfall von Mengenoperationen ...	93
2.3.6	Definition bedingter Ereignisse und bedingter Wahrscheinlichkeiten ...	95
2.3.7	Verbundereignisse und Verbundwahrscheinlichkeit	99
2.3.8	Über weitere Ereignisklassen und Lostrommeln	105
2.4	Informationshöhen von Ereignissen verschiedener Ereignisklassen	107
2.4.1	Informationshöhen von Ereignissen bei Zufallsexperimenten	108
2.4.2	Übertragung der Zusammenhänge auf menschliche Vorstellungen	109
2.4.3	Venn-Diagramm für Geschichten beim Kaffeekränzchen	113
2.5	Erwartungswert oder Entropie der Informationshöhe	115
2.5.1	Entropie einer Informationsquelle bei unabhängigen Ereignissen	116
2.5.2	Bedingte Entropie und Verbundentropie	119
2.5.3	Etwas über Anwendungen des Entropie-Begriffs und Folgerungen	122
2.5.4	Entropie und Quellencodierung	123
2.6	Algorithmische Informationstheorie zur Bestimmung von Komplexität	125
2.6.1	Definitionen wichtiger Begriffe der algorithmischen Informationstheorie	126
2.6.2	Grobe Beschreibung der Turing-Maschine als Referenz-Computer	128
2.7	Über Bedeutungen und über verschiedene Interpretationsebenen	130
2.7.1	Zur Systematisierung von Bedeutungen	130
2.7.2	Zur Hierarchie von Interpretationsebenen	132
2.7.3	Über die Informationshöhen in verschiedenen Interpretationsebenen ...	134
2.7.4	Pragmatik-Ebene und Kommunikation	134
2.8	Zusammenfassung	136
3	Zusammenhänge von Energie, Entropie und Informationshöhe	139
3.1	Grundlegendes über Energie	140
3.1.1	Über Arbeit und Energie	140
3.1.2	Mehr über Energie: Speicherung, Umformung, Einheit, Erhaltung	145
3.2	Über Wärme, Temperatur und thermodynamische Entropie	147
3.2.1	Innere Energie, Temperatur und 1. Hauptsatz der Thermodynamik	147
3.2.2	Ideale Umwandlung von Wärme in mechanische Energie	151
3.2.3	Wärmetransport und thermodynamische Entropie	153
3.2.4	Umwandlung von Wärme in mechanische Energie mit Wärmekraftmaschinen	154
3.2.5	Veranschaulichung der Entropie anhand bewegter Gasteilchen	158
3.2.6	Ergänzende Anmerkungen zur Entropie	160
3.3	Statistische Beschreibung von Entropie	162
3.3.1	Thermodynamische Entropie als Maß für Ungeordnetheit	162
3.3.2	Zur statistischen Berechnung der thermodynamischen Entropie	166
3.3.3	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und zu Statistiken	171
3.3.4	Quantitativer Bezug zwischen thermodynamischer Entropie und Informationshöhe	174
3.3.5	Erwartungswert von thermodynamischer Entropie und Informationshöhe	175
3.3.6	Entropie nach Gibbs und Shannon	177
3.4	Beziehungen zwischen Signal, Energie, Entropie und Informationshöhe	178

3.4.1	Erforderliche Energie und Zeit für eine elektrische Informationseinheit	179
3.4.2	Flächen-, Energie- und Leistungsbedarf für Logik-Operationen	181
3.4.3	Thermodynamik und Selbstorganisation versus Geist	187
3.5	Maxwell'scher Dämon, Entropien und Energie	189
3.5.1	Funktionsweise des Maxwell'schen Dämons	190
3.5.2	Untersuchungen von Brillouin	191
3.5.3	Untersuchungen von Bennett	194
3.6	Zusammenfassung	195
4	Transport von Nachrichten und Information	199
4.1	Ausblick auf die Einzelthemen dieses Kapitels	199
4.2	Technische Kommunikationsarten	201
4.3	Einige Grundlagen zur Theorie der Signale und ihrer Übertragung	204
4.3.1	Phänomene bei der Übertragung binärer digitaler Signale	205
4.3.2	Betrachtungsweisen und elementare Begriffe der Signaltheorie	209
4.3.3	Über Sinusschwingungen und ihre Verwendung als Elementarsignale	217
4.4	Transinformation und Kanalkapazität	238
4.4.1	Informationstheoretisches Übertragungsmodell und Transinformation	239
4.4.2	Kanalkapazität	248
4.4.3	Ergänzende Betrachtungen zur Übertragung von Information	262
4.5	Signalübertragung bei Telekommunikation über ein Netz	266
4.5.1	Grundstrukturen ausgedehnter Kommunikationsnetze	267
4.5.2	Zu Datenformaten, Verbindungsarten und zum Zeitmultiplex	271
4.5.3	Übertragungsparameter und Protokolle am Beispiel des Internet	273
4.5.4	Ebenen-Modelle und Instanzen von Telekommunikationssystemen	275
4.5.5	Einige Besonderheiten von Mobilfunknetzen	282
4.6	Das „Medium“ ist die „Botschaft“	284
4.6.1	Beispiele für Veränderungen durch Medien	285
4.6.2	Zur Akzeptanz neuer Medien	287
4.6.3	Über die Macht der Medien	288
4.6.4	Ökonomisch bedingte Zwangslagen von Medien und gesellschaftliche Bedürfnisse	289
4.6.5	Die menschliche Komponente bei Interviews und Reportagen	292
4.6.6	Soziale Netzwerke und ihre möglichen Konsequenzen	294
4.7	Zusammenfassung	295
5	Über Wahrnehmung, Artikulation und deren Beziehungen zueinander	299
5.1	Kommunikation bei Lebewesen und Maschinen und Meinungen dazu	301
5.2	Signalverarbeitung kommunizierender Maschinen	303
5.2.1	Realisierung eines einfachen Rechners als Mealy-Automat	305
5.2.2	Strukturen leistungsfähiger Computer und signalverarbeitender Maschinen	307
5.2.3	Über Intelligenz, Hardware, Software und Geist	309
5.2.4	Intelligenzgrenzen bei Computerberechnungen	313
5.2.5	Computer als Kommunikationspartner	316
5.3	Signalverarbeitung in Lebewesen	316
5.3.1	Zellen als Bauelemente von Lebewesen	319

5.3.2	Nervenzellen als Signalleitungen und als Elemente der Signalverarbeitung	319
5.3.3	Das biologische neuronale Netz der Großhirnrinde	327
5.4	Zur Nutzung maschineller und biologischer Methoden der Signalverarbeitung	332
5.4.1	Vergleich von Computer und neuronales Netz der Großhirnrinde.....	332
5.4.2	Künstliche neuronale Netze	333
5.4.3	Vorläufige Erläuterungen unscharfer Mengen und unscharfer Logik....	334
5.5	Wahrnehmungsorgane oder Sensoren und Artikulationsorgane oder Aktoren..	336
5.5.1	Wahrnehmung optischer Signale	337
5.5.2	Wahrnehmung akustischer Signale	345
5.5.3	Wahrnehmung chemischer Signale	349
5.5.4	Wahrnehmung durch Gefühl	352
5.5.5	Allgemeines und Seltsames über Wahrnehmungen bei Lebewesen	353
5.5.6	Artikulationsorgane.....	355
5.5.7	Technische Artikulation und Wahrnehmung durch Experiment und Messung	359
5.6	Zusammenfassung.....	362
6	Über die Entstehung von Bedeutungen und Sprache	365
6.1	Zur Theorie unscharfer Mengen und unscharfer Logik.....	366
6.1.1	Mengenoperationen bei unscharfen Mengen	367
6.1.2	Bildung des Kreuzprodukts bei unscharfen Mengen	368
6.1.3	Unschärfe Logik.....	369
6.2	Mengenoperationen und Logiken bei Denkprozessen.....	371
6.2.1	Ergänzende Betrachtungen zur zweiwertigen Logik.....	372
6.2.2	Kombination von zweiwertiger Logik und Mengenoperationen.....	373
6.2.3	Etwas über dreiwertige Logik	374
6.2.4	Zur Bildung elementarer und spezieller Begriffe.....	374
6.2.5	Über weitere Logiken und zu Denkprozessen.....	376
6.3	Die Zuordnung von Bedeutungen zu Reizmustern und Signalen.....	377
6.3.1	Zur Anzahl und zum Umfang von Reizmustern und Bedeutungen.....	378
6.3.2	Abbildung ähnlicher Reizmuster im Kohonen-Netz	379
6.4	Allgemeines über Abbildungen von Reizmustern in neuronalen Netzen.....	380
6.4.1	Abbildung unterschiedlicher Reizmusterklassen an unterschiedlichen Orten	382
6.4.2	Über Reizmusterklassen und Zugehörigkeitsmaße bei unscharfen Klassen.....	384
6.4.3	Über die Zuordnung von Bedeutungen zu Reizmusterantworten	388
6.5	Allgemeines über das Lernen eines neuronalen Netzes	390
6.5.1	Kurzer Exkurs zur Vektor-Rechnung.....	391
6.5.2	Neuron als Ähnlichkeitsdetektor und neuronales Netz als Korrelationsempfänger.....	395
6.5.3	Lernen eines einzelnen Musters gemäß der Hebb' sehen Regel	398
6.5.4	Lernen von Reizmustern der selben und anderer Reizmusterklassen	404
6.5.5	Zur Bildung von Semantik im Kohonen-Netz	409
6.5.6	Repräsentanten ähnlicher oder gleichartiger Reizmusterklassen	418
6.6	Über die Struktur des Gehirns und die Funktionen einiger Teilbereiche	420
6.6.1	Einige Erläuterungen zur immateriellen Welt des Geistes.....	423
6.6.2	Überlegungen zum Leib-Seele-Problem	425

6.7 Die Entwicklung von Kommunikation und Sprache bei Menschen..... 428

6.7.1 Frühkindliche Kommunikation 429

6.7.2 Unschärfe und Generalisierung von Wörtern zur Objektbezeichnung... 432

6.7.3 Ursprung von Wörtern und Begriffen und zu deren Benutzung 434

6.7.4 Sprachverständnis, Apobetik-Ebene und Spiegelneuronen..... 441

6.8 Vergleich der Kommunikation bei Maschinen und bei Menschen..... 443

6.8.1 Zur Zuordnung von Signal und Sinngehalt 443

6.8.2 Signalelemente, Signalstruktur und Sprache..... 444

6.8.3 Kurzer Abriss über formale Sprachen..... 444

6.8.4 Zur allgemeinen Theorie formaler Systeme..... 449

6.8.5 Die Vorzüge der Unschärfe der natürlichen Sprache und des Denkens. 454

6.9 Zusammenfassung..... 460

Epilog und Danksagung 463

Schrifttum und sonstige Quellen 467

Sachwörter und Namen 475