

Harald H. Zimmermann

E4: Information in der Sprachwissenschaft

Der Titel kann auf zweierlei Art verstanden werden: Als Beitrag von Semiotik / Sprachwissenschaft zum Bereich des Information Retrieval bzw. (allgemeiner) zu einer Theorie der Information oder als Frage zu einem Informationsbegriff in den ‚Disziplinen‘ Semiotik / Sprachwissenschaft. Im vorliegenden Zusammenhang wird aus praktischen Gründen¹⁾ auf den ersten Aspekt eingegangen²⁾.

E4.1 Die ‚Informationstheorie‘ von Shannon und Weaver

Der Elektrotechniker und Mathematiker Shannon veröffentlicht 1948 den Artikel "A Mathematical Theory of Communication", der als Ausgangspunkt der mathematisch basierten Informationstheorie angesehen werden kann³⁾. Shannons Motivation entstammte seiner Tätigkeit bei einer Telefongesellschaft, den Bell Telephone Laboratories. Die Aufgabe, die er sich stellte, kann – etwas vereinfacht –, als Optimierungsproblem in der Nachrichtenübertragung beschrieben werden, das sich etwa wie folgt formulieren lässt: Welche minimale Anzahl von Symbolen oder Signalen (heute würde man sagen: Bits) erlaubt ein Maximum an Übertragung von ‚Informationen‘? Diese ‚Informationen‘ – auch ‚Message‘, d.h. ‚Botschaft‘ genannt – werden dazu von einer Quelle (dies kann z.B. eine menschliche Sprachäußerung sein) über einen sog. Transmitter in eine Form gebracht (codiert), die über einen Kanal (etwa eine Telefonleitung) als technisches Medium zu einem Zielort transportiert (‚gesendet‘) werden kann. An dem Zielort angelangt, wird sie durch ein Empfangsgerät (einen Receiver, der den gleichen Code wie der Transmitter beherrscht) wieder in eine Ausdrucksform gebracht, die von dem vorgesehenen Empfänger ‚verstanden‘ werden kann (vgl. Shannon / Weaver 1972, S. 33 f.). Da auf dem (technischen) Übermittlungsweg äußere Einflüsse als ‚Störungen‘ die originären Informationen verändern (verfälschen) können, lassen sich z.B. an sich redundante Lösungen (Codierungen) entwickeln, die es jedoch erlauben, die Störungen zu erkennen und ggf. auch auszuschließen.

Die theoretischen Modelle und daraus abgeleiteten mathematischen Beschreibungen (Formalisierungen) waren bahnbrechend für die Entwicklung der Informationstechnik und beeinflussten zunehmend auch Bereiche außerhalb der Nachrichtentechnik. Das Prozessmodell Sender – Kanal – Empfänger bildet bis heute eine wesentliche Grundlage der Informationstechnik.

E4.2 Die ‚Theorie der Information‘ von Kunz und Rittel

Das von Shannon (und Weaver) begründete Modell wurde schon in den 60er Jahren des 20. Jh. als nicht hinreichend zur Lösung bestimmter Probleme angesehen, die sich mit der ‚Informationsvermittlung‘ befassten. Kritisiert wurde v.a., dass Fragen etwa nach der ‚Bedeutung‘ (Semantik) der übertragenen Daten ausgeklammert wurden (so Bar-Hillel 1964, MacKay 1969).

1968 argumentiert z.B. der Bibliothekswissenschaftler Ackoff: „Die klassische Informationstheorie <...> betrachtete bisher aber nicht Inhalt und Wert der Information. Vorläufig ist die Informationstheorie ein recht formalistisches <...> Werkzeug für die praktische Arbeit des Bibliothekars.“ (Ackoff 1968, S. 209). W. Kunz und H. Rittel suchen daher einen Ansatz, der

die von Ackoff angesprochenen Aspekte (Bedeutung = Inhalt; Wert = Nutzen / Wirkung) von Information berücksichtigt. Sie argumentieren: „So muss eine Theorie der Information, wie sie den Informationswissenschaften zugrundeliegt, auch die Kosten und Nutzen von Nachrichten berücksichtigen sowie auf den ‚inneren Zustand‘ von Sender und Empfänger in viel komplizierterer Weise Bezug nehmen, als es in dem System der Informationstheorie möglich ist. <...> Dennoch ist sie <d.h. die Informationstheorie nach Shannon / Weaver, Anm. d. Verf.> von großem Nutzen für den Informationswissenschaftler, wenn er die Kapazität von Übermittlungskanälen bestimmen will oder Abschätzungen für angemessene Redundanz oder eine geeignete Codierung sucht.“ (Kunz / Rittel 1972, S. 21).

Ausgangspunkt der ‚Theorie der Information‘ (so ausdrücklich der Terminus bei Kunz / Rittel 1972) wird ihr Zweck: Information dient der Wissensänderung. Daraus kann gefolgert werden: Information ist ein Prozess, der zum Zweck hat, das Wissen (den Wissenszustand) eines ‚Akteurs‘ zu verändern. Diese Zweckgerichtetheit ist in aller Regel nicht losgelöst von der Möglichkeit bzw. Fähigkeit des Empfängers zu sehen, auf der Basis dieser Wissensveränderung handeln zu können (pragmatischer Aspekt). Ob die Wissensveränderung durch den entsprechenden Informationsprozess die Handlungsfähigkeit verbessert (Reduktion von Ungewissheit⁴) oder gar verschlechtert (statt mehr Sicherheit mehr Unsicherheit) und damit ggf. auch handlungsunfähig macht, ist davon unabhängig, wenn auch nicht das gängige Ziel.

Es ist im vorliegenden Zusammenhang nützlich, die Bandbreite des informationswissenschaftlichen Wissens-Begriffs zu präzisieren. Wissen wird hier zunächst als jedes von Außen beeinflussbare / beeinflusste Wissen eines Akteurs verstanden, also auch solches, das auf (gewollter oder ungewollter) Erfahrung (Trial-and-Error und / oder systematischer empirischer Forschung) aufbaut. Dieses Wissen muss zudem nicht notwendig ‚wahr‘ sein: die Vermittlung von Meinungen oder Glauben kann – entsprechend differenziert und ggf. gekennzeichnet – mit einbezogen werden⁵).

Der Informationsprozess im (engeren) informationswissenschaftlichen Sinn stellt einen weiteren Spezialfall des Wissenserwerbs bzw. der Wissensvermittlung dar. So setzt man dabei die Intention / Motivation des ‚Wissenden‘ als sendenden Akteurs voraus, sein Wissen (seine Meinung, seinen Glauben ...) an andere weiterzugeben. Man kann zudem die Intention / Motivation des empfangenden Akteurs voraussetzen, dieses Wissen erwerben zu wollen.

Bei der Lehre (dem Lernen) geschieht die Wissensvermittlung / der Wissenserwerb in der Regel systematisch (z.B. in Schule / Hochschule). Sie hat zum Ziel, ein allgemein(er)es Wissenspotenzial auszubilden, das z.B. auf gängige bzw. notwendige, zukünftig zu erwartende Problemlösungen / Handlungen (übrigens auch sozialer Art) ausgerichtet ist. Von diesem Informationsprozess der Lehre kann ein Informationsprozess im Sinne der Wissenschaftlich-technischen Information und Dokumentation ggf. dadurch unterschieden werden, dass der Vermittlungsprozess hier (häufig) mit einem konkreten und aktuellen Problem im Zusammenhang steht, das einer raschen Lösung (Handlung) bedarf. Dabei geht der ‚Informationssuchende‘ – wenn er selbst einen solchen Wissensvermittlungsprozess anstößt – davon aus, dass das für seine Problemlösungssituation notwendige Wissen ‚extern‘ verfügbar und erreichbar ist.

Die Prozesskette eines gelungenen Wissenstransfers (= Informationsprozesses) stellt sich dabei wie folgt dar:

Ausgangspunkt: Wissen des ‚sendenden Akteurs‘ (interne Wissensrepräsentation):

-> Erzeugung einer Wissenspräsentation (Transformation, Codierung) mit Bezug zum ausgewählten Wissenssegment,

- > medialer Transfer ,
- > Empfang der Wissenspräsentation (Retransformation / Decodierung),
- > Veränderung des Wissens (der internen Wissensrepräsentation) beim ‚empfangenden Akteur‘.

Man kann sich diesen Prozess auch mehrstufig vorstellen (Beispiel ‚Artikel‘):

Ausgangspunkt: Wissen des ‚sendenden Akteurs‘ (interne Wissensrepräsentation):

- > Schreiben eines Artikels (Autor): Erzeugung einer Wissens(re)präsentation (‚intellektuelle‘ Transformation, Codierung in Schriftsprache) mit Bezug zum ausgewählten Wissenssegment,
- > Technische Umsetzung dieser Wissenspräsentation in eine ‚maschinenlesbare‘ Codierung,
- > medialer Transfer,
- > Empfang der maschinenlesbaren Wissenspräsentation durch ein Gerät,
- > Detransformation / Decodierung: Umsetzung der ‚maschinenlesbaren‘ Form in eine Druck- oder Bildschirm(re)präsentation (Schrift),
- > Lesen des Artikels (Rezipient): Intellektuelle Decodierung des Textes, ‚Verstehen‘,
- > Veränderung des Wissens (der internen Wissensrepräsentation) beim ‚empfangenden Akteur‘.

E4.3 Semiotik / Sprachwissenschaft und Wissenstransfer

Im Folgenden wird versucht, die Wissenschaftsbereiche Semiotik und Sprachwissenschaft und ihre Konzepte in das beschriebene Gesamtmodell des Wissenstransfers einzubringen. Angesichts der Vielfalt der Konzepte und Theorien (vgl. v.a. Flückiger 1995) kann auch hier nur ein Ausschnitt geboten werden.

Die Semiotik kann allgemein als die Wissenschaft von den Zeichen bzw. von Zeichensystemen charakterisiert werden. Gegenstand sind die Prozesse der Zeichen-Produktion, der Zeichen-Struktur und des Zeichen-Verstehens. In einer Definition der Deutschen Gesellschaft für Semiotik (o.J.) heißt es: „Gegenstand der semiotischen Forschung sind nicht nur Kultur und Kommunikation, sondern auch die Prozesse der Wahrnehmung, Orientierung und Interaktion bei Lebewesen überhaupt. Zeichen und Signale erforscht die Semiotik auch bei Pflanzen, im Innern biologischer Organismen und bei der maschinellen Informationsverarbeitung.“

In der Regel wird dem Zeichen eine strukturelle Komponente (Morphologie / Syntax, allgemein: das mit den Sinnesorganen Wahrnehmbare), eine Bedeutung (das Zeichen ‚steht‘ für ein Wissenssegment) und eine pragmatische Komponente (Handlungszweck) zugeordnet. Die Semiotik behandelt alle Arten von Zeichen in der verbalen und v.a. auch der nonverbalen Kommunikation. Beispiele für viele sind die Verkehrszeichen oder die Ikonen in den Statuszeilen der Informations- und Kommunikationssoftware. Alle Arten der Wahrnehmung, vermittelt über alle Sinnesorgane, können zum Objekt der semiotischen Betrachtung werden.

Im Informationsprozess haben nicht-sprachliche Zeichen – soweit sie (wieder) erkannt werden – v.a. den Vorteil, weitestgehend unabhängig von einer Lokalisierung (Regionalisierung) eines Informationssystems zu sein, der ‚Wortschatz‘ und die Regeln sind jedoch eingeschränkt. Am Beispiel des Systems der Straßenverkehrs-Zeichen soll dies kurz veranschaulicht werden: Strukturregeln (Form, Farbe) differenzieren (grob) zwischen Gebots- und Verbotssymbolen. Die (generelle) Bedeutung der Zeichen ist trotz einiger Bezüge zur ‚realen Welt‘ zunächst über eine Lernphase (‚Theorie‘ beim Fahrunterricht) zu erwerben und in Handlungswissen umzusetzen (‚Fahrstunde‘). Wird dann bei einer Autofahrt etwa das ‚Ortseingangs-

schild' (in Deutschland) erkannt, wird beim Rezipienten die Handlungsanweisung ‚ab hier sind maximal 50 Stundenkilometer erlaubt' aktiviert (mit dem Ziel, die Fahrhandlungen darauf einzustellen). Dass sich Verkehrszeichensysteme in den verschiedenen Ländern unterscheiden, ist dabei sekundär.

Der Gegenstandsbereich der Sprachwissenschaft – auch hier müsste man eher den Plural (Sprachwissenschaften) benutzen – kann im vorliegenden Zusammenhang wie folgt (gegenüber dem semiotischen Ansatz einschränkend) beschrieben werden: Die Sprachwissenschaft befasst sich als eine Art ‚spezielle Semiotik' (u.a.) mit den Möglichkeiten und Grenzen des Wissenstransfers unter Verwendung von (geschriebenen wie gesprochenen) Sprachäußerungen (Zeichen), die Bestandteil eines Sprachsystems sind. Da es sich dabei um ein gleichsam jedermann nahezu ‚natürlich' zugängliches Wissensvermittlungsinstrument handelt, besteht ein besonderes Desiderat, Erkenntnisse über das Funktionieren des Wissenstransfers mit Hilfe von (meist geschriebener) Sprache zu vertiefen.

Analog zur ‚Dreiteilung' der Komponenten in der Semiotik lassen sich auch (natürlichsprachige) Sprachsysteme in die Bereiche Sprach-Morphologie / Sprach-Syntax, Sprach-Semantik und sprachliche Pragmatik unterteilen. Man würde den Anwendungen und Funktionen, die einem System einer natürlichen Sprache innewohnen, allerdings nicht gerecht, würde man sie auf die Wissensvermittlungsfunktion (= Informationsfunktion) reduzieren, selbst wenn man den Kommunikationsvorgang (Fragen / Antworten) zum Wissenserwerb hier mit einbezieht. Sprachliche Äußerungen können etwa einfach nur ‚Zuwendung' bedeuten (Trost), man kann sich durch Sprachäußerungen etwa nur ‚Luft machen' wollen, schließlich sind Sprachäußerungen auch (direkte oder indirekte) Handlungsanweisungen („Schließe bitte das Fenster")⁶⁾.

Aus dem vorgestellten Zusammenhang wird andererseits deutlich, dass sprachwissenschaftlich basierte informationstechnische Verfahren bei der Wissensvermittlung eine besondere Rolle spielen. Wissens(re)präsentationen in Textform liegen ‚maschinenlesbar' in zunehmendem Maße vor (im WorldWideWeb sind inzwischen mehr als 1 Milliarde Texte gespeichert) bzw. lassen sich durch hochwertige OCR-Verfahren in maschinell verarbeitbare Formen umsetzen.

Die (informationswissenschaftliche) Kernfrage lautet daher: Welche Verfahren gibt es oder sind zu entwickeln, die es ermöglichen, diese in einer natürlichen Sprache⁷⁾ ‚zeichencodiert' (maschinenlesbar) vorliegenden Daten inhaltlich so aufzubereiten und einem Information-Retrieval-Prozess zugänglich zu machen, dass möglichst alle für die Problemlösung relevanten Quellen (Recall) und möglichst nur die relevanten Quellen (Precision) bereit gestellt (transferiert) werden.

Dies ist letztendlich auch eine Frage der Formalisierung bzw. auch Formalisierbarkeit natürlicher Sprache und Sprachäußerungen. Da sich natürliche Sprachäußerungen in Wörtern und Sätzen manifestieren, sind zunächst morphologisch-syntaktische Lösungen zu erarbeiten. Dazu gehört – in Verbindung mit elektronischen Wörterbüchern – die Erkennung von Flexions- und Grundformen, von Wortableitungen und Wortzusammensetzungen sowie der Satzstruktur. Hier sind inzwischen durchaus praktikable Lösungen verfügbar (v.a. im Zusammenhang mit Verfahren der maschinellen Übersetzung, die derartige Lösungen zwangsläufig voraussetzt), wenn auch die Vielfalt der Sprachen und der mit einer Implementierung und Pflege verbundene Aufwand bislang dazu geführt hat, dass die fast schon ‚traditionell' zu nennenden Verfahren des Textretrieval (Stichwörter: Wortformenindex, Trunkierung) nach wie vor die Anwendungen dominieren.

Unter den Bereich der (Sprach-)Semantik fallen traditionell die (intellektuelle) Erstellung und Anwendung von Thesauri. In jüngster Zeit werden sie wegen der Formalisierbarkeit in Form von Ontologien auf der Basis sog. ‚Ontologiesprachen‘ gestaltet (Büchel 2002, Angele 2003). Die Problematik der semantischen Mehrdeutigkeit (Polysemie), die in natürlichsprachigen Systemen und damit Texten gängig ist, und damit auch die Frage einer automatischen bedeutungsdifferenzierenden semantischen Textanalyse ist allerdings bis heute nicht befriedigend gelöst.

Lange Zeit schien es, als sei es möglich, zu Fakten-Datenbanken bzw. auch zu Expertensystemen eine natürlichsprachige Interaktions-Schnittstelle (sog. Frage-Antwort-Systeme bzw. -Komponenten) zu entwickeln bzw. einzusetzen. Obwohl die prinzipielle Machbarkeit gezeigt werden konnte (Beispiel PLIDIS: Berry-Rogghe et al. 1979), sind Anwendungen heute kaum mehr zu finden. Dies kann einen Grund darin haben, dass das Formular-gestützte Retrieval oder in neuerer Zeit auch grafische Suchmöglichkeiten hierzu weitgehend äquivalente Lösungen bieten und ein natürlichsprachig basiertes IR nach wie vor demgegenüber erheblich kosten- und aufwandsintensiver ist.

Der Eindruck – sollte er überhaupt entstanden sein – täuscht andererseits, dass mit Informationssystemen wie dem Internet (auch mit den jetzt anstehenden Entwicklungen eines ‚Semantic Web‘) und Suchinstrumenten wie Google (so nützlich und hilfreich sie sind) das Problem des Wissenstransfers auf textueller (oder auch akustischer) Sprachebene weitgehend gelöst ist. Richtig ist dabei, dass informationstechnisch betrachtet ein weitgehend freier (zumindest globaler) Zugang zu sprachlich codiertem (d.h. präsentiertem) Wissen (und vermeintlichem Wissen) möglich geworden ist.

Was im Internet, in Datenbanken, in elektronischen Bibliotheken ‚gespeichert‘ wird, sind sprachlich codierte (im weiteren Sinne vielleicht – wenn auch nicht kontextfrei ‚repräsentierte‘) Präsentationen von Wissens-elementen. Die Umsetzung dieser sprachlich codierten Wissens-elemente im Abgleich mit dem bereits vorhandenen (individuellen) Wissen zu ‚neuem Wissen‘ bleibt in aller Regel dem rezipierenden (menschlichen) Akteur vorbehalten.

Anmerkungen:

- 1) Vorgegebener Beitragsumfang.
- 2) Es gibt noch eine weitere, die hier ausgeklammert werden soll: Wissenschaftlich-technische Information und Dokumentation in Semiotik und Sprachwissenschaft. Vgl. dazu das ‚Virtuelle Informationszentrum‘ des DFKI, Saarbrücken, COLLATE - Computational Linguistics and Language Technology for Real Life Applications (<http://collate.dfki.de>)
- 3) Etwa zeitgleich erschien N. Wiener's Konzept einer wissenschaftlich begründeten Kybernetik, in der die Reaktion eines Automaten auf die empfangene Information durch Veränderung seines Zustands als Maßstab für den Informationsgehalt genommen wird (Wiener 1968 / 1948).
- 4) Würde man den Informationsprozess nur für den Bereich der Reduktion von Ungewissheit einschränken, schränkte dies die Realität zu sehr ein.
- 5) Es gibt in der Informationswissenschaft durchaus Vertreter, die hierbei das Wissen auf ‚wahres Wissen‘ einschränken (wollen). Ich halte dies für eine wenig zielführende Begrenzung.
- 6) Es muss also hier – um Missverständnisse zu vermeiden – angemerkt werden, dass unter diesem Blickwinkel ein wichtiger Bereich von Sprachäußerungen nicht erfasst wird, z.B. Aufforderungen zu Aktionen (Befehl, Bitte ...), rituelle Sprachhandlungen, aber auch Sprachäußerungen (z.B. Texte), die nicht (zumindest nicht vordergründig) dem Wissenstransfer, sondern der Unterhaltung dienen.
- 7) Auch Kunstsprachen wie Esperanto sind hier einbezogen.

Literatur in Auswahl:

- Ackoff, Russel. L.: Towards a Behavioral Theory of Communication. In: Management and Science 1958, S. 218-234.
- Ackoff, Russel L.: Towards a Behavioral Theory of Communication. In: Buckley, W. Modern Systems Research for the Behavioral Scientist. Chicago 1968.
- Angele, Jürgen: Einsatz von Ontologien zur intelligenten Verarbeitung von Informationen. In: industrie management 3/2003.
(http://www.ontoprise.de/news/intelligente_verarbeitung_von_Informationen_2003_06)
- Bar-Hillel, Yehoshua: Language and Information, Selected Essays on their Theory. In: Bar-Hillel, Yehoshua, Carnap, Rudolf: An Outline of a Theory of Semantic, 1964, S. 221 ff..
- Berry-Rogge, Godelive; Lutz, Hans Dieter; Saukko, Kaija: Das Informationssystem PLIDIS. In: Kolvenbach, Monika; Lötscher, Andreas; Lutz, Hans Dieter (Eds.): Künstliche Intelligenz und natürliche Sprache. Sprachverstehen und Problemlösen mit dem Computer. Tübingen 1979, S. 39-92.
- Büchel, Gregor: Ontologien und eine Aufgabenstellung der Computerlinguistik. In: Computerlinguistik – was geht, was kommt? (Eds. Willée, Gerd, Schröder, Bernhard, Schmitz, Hans-Christian), Sankt Augustin 2002, S. 34 – 40.
- Capurro, R. Hjørland, B.: The Concept of Information. In: B. Cronin (ed.), Annual Review of Information Science and Technology (ARIST), Band 37, Medford, NJ, 2003.
- Deutsche Gesellschaft für Semiotik (o.J.): Was ist Semiotik?
<http://www.uni-muenster.de/semiotik/semiotik.html>.
- Eco, Umberto: Semiotik, Entwurf einer Theorie der Zeichen, dt. Übersetzung von G. Memmert, 2. Auflage, München 1991
- Endres-Niggemeyer, Brigitte; Ziegert, Carsten: Ontology-supported Text Interpretation in a Specific Domain. In: In: Computerlinguistik – was geht, was kommt? (Eds. Willée, Gerd, Schröder, Bernhard, Schmitz, Hans-Christian), Sankt Augustin 2002, S. 57 – 60.

- Flückiger, Daniel Federico: Beiträge zur Entwicklung eines vereinheitlichten Informationsbegriffs. Diss. Bern 1995. (Anm. d. Verf.: Eine sehr gute Übersicht über die unterschiedlichen Ansätze der Informationstheorien mit dem Versuch einer disziplin-übergreifenden Lösung).
- Auch: <http://splendor.unibe.ch/Activities/UCI/Ctrb2uci/Preface/Preface.htm>
- Kunz, Werner; Rittel, Horst: Die Informationswissenschaften - Ihre Ansätze, Probleme, Methoden und ihr Ausbau in der Bundesrepublik Deutschland. München Wien 1972. Auch zu finden:
- URL:<http://scidok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2000/31/>; URN:urn:nbn:de:bsz:291-scidok-314
- MacKay, Donald M.: Information, Mechanism and Meaning. Cambridge, Massachusetts und London 1969.
- Michailov, A. I., Chernyi, A. I., Gilyarevskii, R. S.: Informatics: Its Scope and Methods. In: Michailov, A. I. et al. (eds.): Theoretical Problems of Informatics. All-Union Institute for Scientific and Technical Information, Moscow 1969, S. 7-24. (Anm. d. Verf.: Informatik (Ost) war damals begrifflich gleichzusetzen mit Informationswissenschaft; die heutige Informatik wurde mit ‚cybernetics‘ bezeichnet.)
- Morris, Charles W.: Signs, Language and Behavior. New York 1946.
- Morris, Charles W.: Signification and Significance. A Study of the Relations of Signs and Values. Cambridge, 1964.
- Nauta, Doede Jr.: The Meaning of Information. Den Hag, Paris 1970.
- Quine, Willard van Orman: Ontologische Relativität. In: Quine, Willard van Orman: Ontologische Relativität und andere Schriften. dt. Wolfgang Spohn, Stuttgart 1975 S. 41 ff.
- Peirce, Charles Santiago Sanders: Einige Konsequenzen aus vier Unvermögen. In: C. S. Peirce, Schriften I: zur Entstehung des Pragmatismus'. Frankfurt am Main 1967.
- Schmidt, Joachim (ed.): Denken und Denken lassen: Künstliche Intelligenz - Möglichkeiten, Grenzen, Herausforderung. Neuwied 1992.
- Seiffert, Helmut: Information über die Information, Verständigung im Alltag, Nachrichtentechnik, wissenschaftliches Verstehen, Informationssoziologie, das Wissen des Gelehrten, München 1968.
- Shannon, Claude E., Weaver, Warren: The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Chicago, London, 4. Auflage 1969 (Erstausgabe 1948).
- Shannon C.E. / Weaver W.: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie, München 1976.
- Titze, Hans: Philosophische Aspekte des Informationsbegriffes. Basel 1974.
- Weaver, Warren: Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication. In: Shannon 1969, S. 1 ff.
- Wiener, Norbert, 'Kybernetik, Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine', zweite, revidierte und ergänzte Auflage, Düsseldorf, Wien, 1963 (Originalauflage MIT, Boston 1948).