

# Kleine Einführung in die Grundbegriffe

Obwohl viele Grundbegriffe und Auffassungen der Informatik in die Alltagssprache eingedrungen sind, sind die Bedeutungen dieser Begriffe oft unscharf oder gar unbekannt. Daher hier ein paar Erklärungen:

## *1 Information*

**Information** ist der Prozess oder das Ergebnis des Prozesses, bei dem ein sich selbst organisierendes offenes System seine Struktur aufgrund gegebener Syntax ändert.

Ein **Prozess** ist ein Sonderfall der Struktur eines Systems, das aus Ereignissen besteht. Der Sonderfall besteht darin, dass die Ereignisse in zeitlicher Relation stehen. Da Zeit eindimensional ist, ist die Struktur eine Reihenkopplung. Folglich ist ein Prozess eine Folge einzelner Ereignisse.

Innerhalb des Systems sind die einzelnen Ereignisse die nicht mehr teilbaren Veränderungen der Struktur, deren Ergebnis in Form von Zuständen sichtbar wird. Der jeweils erreichte Zustand ist damit nicht das Ergebnis eines einzelnen Ereignisses, sondern das Ergebnis eines Prozesses (einschließlich der eventuell vorausgegangen Prozesse). Die Struktur des Gesamtprozesses der Selbstorganisation, der aus mehreren Einzelprozessen besteht, die jeweils aus vielen elementaren Ereignissen bestehen, ist Gegenstand der Erkenntnistheorie.

Damit ist Information sowohl der Prozess der **Zustandsänderung** als auch der neue **Zustand** selbst, der dadurch, dass er dynamisch entwickelt worden ist, seine Geschichtlichkeit in sich trägt.

**Sich selbst organisierend** ist ein System, wenn es seine Struktur aufgrund eines Erkenntnisprozesses ändern kann.

**Offen** ist ein System, wenn es für Menschen möglich ist, auf Metaebene Einblick in einzelne Stufen und in die Art und Weise des Erkenntnisprozesses zu gewinnen. Daraus folgt, dass für Menschen nur Menschen offene Systeme sind, alle anderen Wesen sind als geschlossene Systeme zu betrachten, denn ihr Erkenntnisprozess und damit ihr Wissen ist dem Menschen "verschlossen". ("Offen" und "geschlossen" sind relative Begriffe. Z.B. ist es möglich, dass Tiere sich untereinander informieren können, sie selbst sind untereinander "offene" Systeme.)

**Gegebene Syntax** sind die wahrgenommenen Strukturen physikalischer Wirkungen auf das System, die die unterste Stufe des Erkenntnisprozesses bilden. "Gegeben" soll ausdrücken, dass die Strukturen nicht von einem anderen System (Sender) willentlich initiiert sein müssen; es ist auch möglich, dass das System sich selbst informiert und sich dabei vorfindlicher Strukturen bedient (zum Beispiel, wenn sich jemand darüber informiert, ob die Sonne scheint. Näheres dazu bei den Ausführungen zu "Daten").

Aus dieser Definition folgt, dass Information nur innerhalb eines Menschen sein kann. Das, was sonst als "Informationsübertragung" bezeichnet wurde, erweist sich nun als Prozess, bei dem der Empfänger aus seiner physischen Umgebung im Wege des Erkenntnisprozesses Wissen ableitet. Information umfasst dabei sowohl die Struktur physikalischer Wirkungen,

auf deren Grundlage der Erkenntnisprozess beginnt, das Ergebnis des Erkenntnisprozesses, das wir "Wissen" oder auch "Bedeutung" nennen, und schließlich auch die Tatsache, dass das System aufgrund des Vorhandenseins der physikalischen Wirkungen den Erkenntnisprozess durchgeführt hat. Wir erkennen hier die Dimensionen der Semiotik wieder, die diese aber dem Zeichen (im Sinne der Struktur physikalischer Wirkungen) zuspricht. Wir hingegen sehen die semiotischen Dimensionen nur in einer Einheit aus Zeichen, Empfänger und Erkenntnisprozess.

Empfänger und Erkenntnisprozess postulieren wir als einzigartig, nämlich menschlich gegenüber den Sachsystemen und allen anderen biologischen Systemen. Wir begründen dieses Postulat mit drei nicht hintergehbaren typisch menschlichen Eigenschaften, die Information als Prozess und als Ergebnis dieses Prozesses erst ermöglichen: Die Geschichtlichkeit, die Körperlichkeit, die Selbsttätigkeit und die Verständigung.

## ***1.1 Die Geschichtlichkeit***

Die Bildung von Begriffen wie auch anderer geistiger Entitäten vollzieht sich nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern über einen Zeitraum, der von der ersten Erfahrung bis zum aktuellen Zeitpunkt währt. Aus diesem Grund ist der Inhalt eines Begriffes nie abgeschlossen und zu einem bestimmten Zeitpunkt immer die Summe der bislang aufgelaufenen Veränderungen. Ein Beispiel: Das Wort Mauer kann zunächst einen durch kindliche Erfahrung geprägten Mauerbegriff bezeichnen, in den jungen Erwachsenenjahren während einer Ausbildung zum Bauarbeiter eine ganz bestimmte Bedeutung bekommen, die sich z.B. aus Anlass einer Besichtigung des Potsdamer Platzes im November 1989 mit ganz anderen Bedeutungszusammenhängen verbindet. Der so entstandene Mauerbegriff ist nun nicht nur die Summe der Erfahrungen, sondern darüberhinaus auch noch geprägt durch die Situation bei der Überprüfung des Begriffs. So können z.B. durch Verdrängung bestimmte Erfahrungen ins Unterbewusste verlagert worden sein oder durch aktuelle Situationen gewisse Trübungen eintreten.

Das individuelle Gedächtnis ist keine einfache Aufbewahrungsstätte, in der Kopien des Vergangenen fixiert sind. Das Gedächtnis des Menschen existiert nur in Gestalt beständiger Rekonstruktion, die durch gegenwärtige Problem- und Handlungszusammenhänge bestimmt ist. Daher verändert sich die Bedeutung dessen, was gewesen ist, ständig. Geschichtlichkeit in diesem Zusammenhang heißt also nicht nur, dass Informationen ihre Geschichte in sich tragen, sondern auch, dass sie einer ständigen Bedeutungsverschiebung unterliegen.

Die Geschichtlichkeit der Information ergibt sich daraus, dass im Laufe des Erkenntnisprozesses, auf jeder einzelnen Stufe, Muster von Strukturen gebildet werden müssen. Dies aber ist nur möglich, wenn mehrere Strukturen gespeichert werden. Ist dann das Muster einmal gebildet, braucht dieser Vorgang nicht wiederholt zu werden, wenn die entsprechenden Strukturen erneut auftreten. Daraus folgt erstens, dass beim Auftreten von Strukturen, die nur geringe Abweichungen vom Muster aufweisen, das Muster nicht geändert wird - so entstehen z.B. "Fachidioten" - und zweitens, dass ein Mensch nicht eine Erfahrung zweimal machen kann. Die wichtigste Folgerung aber ist, dass Erkenntnisprozesse immer geprägt sind durch die individuelle Erfahrung, dass immer die Möglichkeit (oder Gefahr) der Fehlinterpretation besteht, wenn ein System aus gegebener Syntax bestimmte Information ableiten soll.

## ***1.2 Die Körperlichkeit***

Alle menschliche Erfahrung basiert auf Sinneswahrnehmungen. Daher sind alle Ergebnisse von Sinneswahrnehmungen, also z.B. auch Wissen oder Begriffe, abhängig von den körperlichen Sinnen. Die gemeinsame Körperlichkeit ist Bedingung für die Verständigung durch Kommunikation. Jemandem, der nicht sehen kann, kann man z.B. nicht erklären, was "weiß" ist. Und um sich über die Bedeutung von "Händchenhalten" zu verständigen, bedarf es einer Hand, um das mindeste zu nennen. Dies gilt auch für viele metaphorische Begriffe. Wenn man zum Beispiel "Dies Problem liegt mir auf dem Magen" sagt, so ist Kommunikation darüber nur mit jemandem möglich, der auch einen Magen hat, ansonsten wird es sehr schwierig.

## ***1.3 Die Selbsttätigkeit***

Die Selbsttätigkeit eines Systems ist die Voraussetzung des Erkenntnisprozesses und damit die Voraussetzung für das Ableiten von Information aus Strukturen. Diese Selbsttätigkeit beruht auf der biologischen menschlichen Eigenschaft, zum Zwecke der Erhaltung und des Überlebens intensional zu agieren, d.h. "von außen nach innen" zweckgerichtet die Umwelt zu beobachten und die Beobachtungen auszuwerten. Dem liegt die Vorstellung zugrunde, dass das menschliche Bewußtsein keine tabula rasa ist, in die sich die Umweltwirkungen einprägen, sondern das Ergebnis handlungsorientierter und zweckgerichteter Erkenntnisprozesse. Immer dann, wenn das System unter Handlungsalternativen zu wählen hat, muss es sich informieren. Die dabei entstehenden symbolischen Repräsentationen - die aus den Strukturen abgeleiteten Ganzheiten - erlauben dem System darüber hinaus das symbolische Handeln als eine Art "Probehandeln", das ihm die Möglichkeit eröffnet, fiktive Situationen "durchzuspielen" und sich dabei der realen Umwelt entziehen zu können. Auf dieser Überlegung beruht auch die Erkenntnis KANTs, dass die Welt für den Menschen zum Tatbestand werde: Die Welt enthülle sich durch die Tat.

## ***1.4 Die Verständigung***

Die Verständigung ist die dem Menschen eigene Fähigkeit, durch Kommunikation die auf verschiedenen Ebenen des Bewusstseins gebildeten Informationen intersubjektiv einander angleichen zu können, um soziale Interaktion als Beitrag zur Erhaltung des Lebens zu ermöglichen (z.B. um Frieden zu halten). Dieser Sachverhalt wird in der Literatur oft mit "gemeinsamer Zeichenvorrat" angedeutet. Dass aber der Zeichenvorrat gemeinsam ist, ist das Ergebnis von Verständigung:

"Verständigung ist zwar möglich nur, wo Gleichheit des benutzten Symbolvorrats existiert, doch nötig nur, wo zugleich unterschiedliche Interpretationsweisen von Zeichen gegeben sind." (BÖHME 1974, S.19)

Mit "Interpretationsweisen" sind die Erkenntnisprozesse gemeint, die bei verschiedenen Individuen unterschiedlich sind und die deshalb zu einer gegebenen gleichen Syntax verschiedene Informationen liefern. Dies wird in der Literatur häufig mit "Pluralität der Bedeutungen" oder "semantische Unschärfe" bezeichnet. Darum heißt es bei KRÄMER-FRIEDRICH (1986):

"Wenn die Bedeutungen von Zeichen weniger in den abgebildeten Sachverhalten, sondern in den Handlungsmöglichkeiten von Menschen in bezug auf diese Sachverhalte gegeben sind,

so korrespondiert der prinzipiellen Unabgeschlossenheit der gesellschaftlichen Praxis die Unabgeschlossenheit der Symbolbedeutungen." (KRÄMER-FRIEDRICH 1986, S.91f). Bedingung für die Verständigung ist die Kommunikation, die weiter unter erläutert wird.

In den bisherigen Überlegungen wurde Information als einseitig - ohne Bedarf an einem Partner - entfaltet: Für den Informationsprozess und für die Information ist es gleichgültig, ob die gegebenen physikalischen Wirkungen, auf deren Grundlage das System seinen Erkenntnisprozess durchführt, von einem Sender willentlich hervorgerufen wurden, oder ob es seine physische Umgebung ohne weiteres heranzieht. Wie ist es aber, wenn sich Menschen miteinander "unterhalten", wenn sie "Informationen austauschen"?

Kehren wir noch einmal zu dem oben erwähnten Vorschlag SHANNONS zurück, zusätzlich zum System physikalischer Interaktion die Instanz des Beobachters einzuführen. Stellen wir uns ein System vor, das aus zwei derartigen Systemen besteht. Dann eröffnet sich die Möglichkeit, durch wechselseitige Kontrolle auch jene Strukturen isomorph zu repräsentieren, die auf den Ebenen oberhalb der physikalischen Wirkungen entstanden sind. Dabei erzeugt der Sender Strukturen physikalischer Wirkungen, von denen er meint, dass der Empfänger aus ihnen jene Struktur ableitet, die der Sender auf höherer Ebene hat. Dazu muss der Empfänger seinerseits Auskunft darüber geben, welche Strukturen auf höherer Ebene er abgeleitet hat, kann das aber auch nur auf dem gleichen Wege tun, auf dem auch der Sender sich geäußert hat. Findet dieser Prozess mehrmals hintereinander und wechselseitig statt, kann es zu einer Anpassung der auf höherer Ebene befindlichen Strukturen der beiden Systeme kommen.

Für zwei der Erkenntnis fähige Systeme bedeutet dies, dass sie durch wechselseitiges Interagieren "gemeinsame" Strukturen herstellen können, zum Beispiel "gemeinsames" Wissen. Wir nennen diesen Vorgang Kommunikation.

**Kommunikation** setzt nicht nur zwei Systeme voraus, die der Erkenntnis fähig sind, sondern darüber hinaus auch, dass beide Systeme die syntaktische Repräsentation dessen, was auf höherer Ebene vorhanden ist, auf die gleiche Weise vornehmen. Das geht aber nur, wenn beide Systeme einen ähnlichen geschichtlichen Hintergrund haben, wobei sich diese Aussage nicht nur auf den individuellen geschichtlichen, sondern dadurch, dass die Systeme in ihrem Sein das Ergebnis biologisch-evolutionärer Entwicklung sind, auch auf den entwicklungsgeschichtlichen Hintergrund bezieht. Aus diesem Grund können nur Menschen miteinander kommunizieren oder andere biologische Systeme mit gleichartigen. "Miteinander kommunizieren heißt, sich Welten teilen", kann man formulieren, und damit soll ausgedrückt werden, dass nur Systeme miteinander kommunizieren können, die über gleiche Welten verfügen. Alles andere ist lediglich **Interaktion**.

Damit erhebt sich die Frage, was denn in Sachsystemen der "Informationsverarbeitung" oder der "Informations- und Kommunikationstechnik" Wirkungsgegenstand ist, wenn Information nur innerhalb personaler Systeme sein kann. Sie führt uns zu den Daten.

## 2 Daten

**Daten** sind Strukturen physikalischer Wirkungen, die zur Ableitung von Information dienen oder die Informationen darstellen.

Unter **Struktur** verstehen wir die Anordnung in Zeit und Raum. Sie wird üblicherweise mathematisch durch Funktionen beschrieben, kann aber auch, wenn die Menge möglicher Funktionen endlich ist, aus Zeichen bestehen. Auf diese beiden Möglichkeiten bezieht sich die DIN Norm 44300: "Daten sind Zeichen oder kontinuierliche Funktionen..." (DIN 44300). DIN ist hier ungenau, weil "Zeichen" und "Funktionen" mit dem, was die Zeichen bzw. Funktionen beschreiben, gleichgesetzt werden. In Wirklichkeit sind Zeichen bzw. Funktionen nur die Beschreibungen von Strukturen.

Unter **Ableiten** und **Darstellen** verstehen wir das gerichtete Verhalten eines Systems (= Tätigkeit) im Sinne und zum Zwecke der Zuordnung von Informationen und Daten. Dabei gibt es zwei Richtungen: Erstens ("Ableiten") die Ableitung von Information aus vorfindlichen Daten im Sinne des oben beschriebenen Erkenntnisprozesses und zweitens ("Darstellen") die Darstellung von Information durch Konstruktion von Strukturen physikalischer Wirkungen (einschließlich des Hervorrufens der Wirkungen) zum Zwecke der Kommunikation. Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass zwar Theorien zum Erkenntnisprozess existieren, dass aber eine Theorie zum umgekehrten Vorgang, die man als "Darstellungs-" oder "Äußerungstheorie" bezeichnen könnte, noch entwickelt werden muss - vielleicht bildet die Rhetorik einen möglichen Ausgangspunkt dazu.

Aus der Definition folgt, dass Strukturen physikalischer Wirkungen Daten sein können - aber nicht müssen. Auch können Daten ihre Eigenschaft, Daten zu sein, verlieren, wenn sich nicht zur Ableitung von Information verwendet werden. Es kommt also auf die Tätigkeit des Empfängers an, ob die Strukturen der physischen Umwelt Daten sind oder nicht. Darauf weist auch der Ursprung des Wortes hin: "Daten" sind "das Gegebene", und "Gegebenes" existiert als solches nur einem Empfänger:

"Das sinnlich Gegebene als Fundament der Erkenntnis ist nicht einfach da, sondern es ist Gegebenes nur insofern, als es jemandem gegeben ist, als ein Erkenntnissubjekt in gleichsam aktiver Passivität es sich gegeben sein lässt." (KULENKAMPFF 1973, S.397)

Weiter folgt aus der Definition, dass alles, was im täglichen unreflektierten Sprachgebrauch im Zusammenhang mit Sachsystemen "Information" genannt wird, in Wirklichkeit Daten sind. Der Begriff "Informationsverarbeitung" ist, sofern er sich auf Sachsysteme bezieht, abwegig. In Verbindung mit dem Missverständnis, die SHANNONSche "Informationstheorie" liefere einen exakten Informationsbegriff, sehen wir die Gefahr, daß Datenverarbeitung mit "Informationsverarbeitung" gleichgesetzt wird, doch dazu im nächsten Kapitel mehr.

Hingewiesen sei noch auf DIN 44300, nach der zwischen "Daten" und "Nachrichten" unterschieden wird. Zwar sind beides Daten im Sinne unserer Definition, sie unterscheiden sich aber nach dem Zweck, zu dem sie von einem System geschaffen wurden: Geht es um die Übertragung von Daten, also um die Überbrückung einer räumlichen Distanz, nennt man sie "Nachrichten" Geht es um "Verarbeitung" (allgemein), nennt man sie "Daten". Wir können den Nachrichtenbegriff in unser Verständnis von Daten so einführen:

### 3.3 Nachrichten

Als **Nachrichten** kann man Daten bezeichnen, die übertragen werden.

Mit "kann" soll ausgedrückt werden, dass man die Bezeichnung wählen kann, zum Beispiel dann, wenn es um eine Unterscheidung zu heuristischen Zwecken geht oder wenn es darum geht, die Nähe zum ingenieurwissenschaftlichen Bereich "Nachrichtentechnik" auszudrücken.

Daten bzw. Nachrichten sind zwar abstrakt, können jedoch dadurch, dass sie immer Struktur physikalischer Größen sind, verarbeitet (im Sinne der Allgemeinen Technologie) werden. Bevor wir auf die verschiedenen Grundfunktionen der Datenverarbeitung kommen, noch einige wenige Begriffsexplikationen:

### 3.4 Andere Begriffe

**Datenträger:** Ein Stoff mit physikalischen Eigenschaften, deren Struktur Daten sind.

Datenträger werden zum Speichern verwendet. Beim Schreiben werden bestimmte physikalische Eigenschaften (z.B. die magnetische Feldstärke an bestimmten Stellen) so strukturiert, dass die Struktur mit der der zugeführten Nachrichten übereinstimmt. Der Begriff "Träger" ist bei unbedachter Verwendung irreführend, denn das Material trägt die Daten nicht in dem Sinne, dass man das Material entfernen und so zu Daten "an sich" kommen könnte. Der Begriff "Träger" hat in der Nachrichtentechnik noch eine besondere Bedeutung, die von der hier gemeinten abweicht: Eine Wechselspannung, die mit Nachrichten moduliert wird.

Mit "Träger" soll im Zusammenhang mit Daten oder Nachrichten zum Ausdruck gebracht werden, dass man Daten nur an Stoffen oder Energien wahrnehmen kann.

Ein **Signal** ist eine physikalische Größe, deren Struktur (Werteverlauf) Daten sind.

Ein **Träger** ist eine physikalische Größe, deren Struktur Nachrichten sind.

Der Signalbegriff stammt hauptsächlich aus der Nachrichtentechnik und bezeichnet dort sowohl eine einzelne physikalische Größe als auch den Werteverlauf dieser Größe. Für die parallele Übertragung von Daten besteht die Datenleitung aus mehreren Signalleitungen. Eine einzige Signalleitung ist damit die kleinste mögliche Kanalbreite bezogen auf die Breite der zu übertragenden Zeichen. In DIN 44300 heißt es zum Signalbegriff:

"Die physikalische Darstellung von Nachrichten oder Daten...Anmerkung: Bei abstrakten Betrachtungen kann die Bezugnahme auf eine bestimmte physikalische Größe entfallen, falls die physikalische Verwirklichung nicht interessiert oder noch nicht festgelegt ist."  
(DIN 44300)

An dieser Stelle ist die Norm insofern etwas unscharf, als nicht klar ist, ob "Darstellung" der Prozess des Darstellens oder das Ergebnis dieses Prozesses ist. Die oben angegebene Definition vermeidet diese Unklarheit.

Beispiele für Signale sind: Spannung, Frequenz, Lichtstärke, Länge, Druck, Geschwindigkeit. Geht es zum Beispiel darum, in einem Mikrocomputer das ASCII-Zeichen "#" zu übertragen, kann dies parallel oder seriell geschehen. Bei der parallelen Übertragung auf

dem Datenbus ist es vor allem die räumliche Struktur der physikalischen Größe "Spannung": Auf D0 liegt H, auf D1 liegt H, auf D2 liegt L usw. "H" und "L" sind Angaben über den Betrag der Spannung, gemessen gegen GND. Bei der seriellen Übertragung ist es vor allem die zeitliche Struktur der physikalischen Größe Spannung.

Der Unterschied zwischen der physikalischen Größe und ihrem Werteverlauf kann an folgendem Beispiel erläutert werden: Eine Person A spreche zu einer Person B. Das Signal zwischen beiden ist der Luftdruck, aber es kommt zur Datenübertragung nicht auf den Luftdruck an, sondern auf den Verlauf des Luftdrucks über die Zeit, auf die Luftdruckänderungen.

Wir hatten eben schon von einem ASCII-Zeichen gesprochen, hatten schon vorher erwähnt, dass ein Zeichen eine Struktur sei, und in dem Beispiel gesehen, wie eine Spannung räumlich oder zeitlich derart strukturiert werden kann. Der Begriff "Zeichen" ist in DIN 44300 definiert und wir schließen uns dieser Definition an:

Ein **Zeichen** ist ein Element aus einer zur Darstellung von Informationen vereinbarten endlichen Menge von verschiedenen Elementen. Die Menge wird Zeichenvorrat genannt. Daten oder Nachrichten können Zeichen sein.

Zum Begriff "Darstellung" gilt das zur Definition des Datenbegriffs gesagte. Der Begriff "Element" soll hier ausdrücken, dass es sich um einen nicht teilbaren elementaren "Baustein" handelt; Daten bzw. Nachrichten können aus solchen "Bausteinen" zusammengesetzt sein.

Zur Ontologie des Zeichens heißt es in DIN 44300:

"Erläuterung: Das Zeichen soll nach dieser Norm nicht nur als konkretes Ideogramm verstanden werden, sondern auch als abstrakter Inhalt eines Ideogramms oder seiner technische Realisierung, wobei es lediglich auf Unterscheidungsmerkmale ankommt. (...) Auf den Unterschied zu "Symbol" wird hingewiesen. Zum Beispiel wird das Zeichen x üblicherweise als Symbol für Multiplikation verstanden, aber auch das Zeichen \* oder auch das Zeichen . (Punkt auf halber Höhe). Oft werden Zeichen gebraucht, ohne daß sie Symbolcharakter haben; manchmal dient das gleiche Zeichen in unterschiedlichen Zusammenhängen zur Darstellung verschiedener Symbole."

Beispiele für Zeichen sind die abstrakten Inhalte von Buchstaben des gewöhnlichen Schriftalphabets, Ziffern, Interpunktionszeichen, Steuerzeichen (z.B. Wagenrücklauf) und andere Ideogramme. Zeichen werden üblicherweise durch Schrift wiedergegeben oder technisch verwirklicht durch Lochkombinationen, Impulsfolgen und dergleichen. "Zeichen" ist nicht gleichbedeutend mit "Symbol".

In der Definition wird gesagt, dass ein Zeichen Information darstellt. Ein Zeichen ist also immer ein Datum oder eine Nachricht. Der Unterschied zur kontinuierlichen Funktion liegt darin, dass die Darstellung von Information durch die Kombination verschiedener Zeichen erfolgt und die Daten bzw. die Nachricht aus einem begrenzten Vorrat einzelner Bausteine aufgebaut ist. Auch die Ableitung von Information geschieht nicht aus den einzelnen Zeichen selbst, sondern aus der Kombination der Zeichen. Allerdings ist der Grenzfall eingeschlossen, dass Nachrichten oder Daten aus einem einzigen Zeichen bestehen.

Leider kennt der deutsche Sprachgebrauch die deutliche Unterscheidung zwischen "Zeichen", "Symbol" und "Ideogramm" nicht, was einige Autoren zu dem Vorschlag veranlasste,

zwischen "Zeichen" und "Anzeichen" zu unterscheiden. Die englische Sprache unterscheidet klarer zwischen "sign", "symbol" und "character".

Wichtig ist, dass ein Zeichen Element eines Zeichenvorrats ist. Die Zeichen, aus denen unsere gesprochene Sprache besteht, sind die Phoneme. Die Zeichen unserer Schriftsprache sind die Buchstaben des Alphabetes, wobei die Buchstaben die Zeichen sind und das Alphabet der Zeichenvorrat.

Ein Nadeldrucker zum Beispiel hat mehrere umschaltbare Zeichenvorräte. Der "german character-set" beispielsweise umfasst neben den Buchstaben des Alphabetes und den Steuerzeichen (z.B. Zeilenvorschub usw.) auch die Umlaute ö, ä und ü sowie das ß. Schaltet man auf den amerikanischen Zeichenvorrat um, kann man auch #, \*, \$, <> und andere drucken. Für den Zeichenvorrat ist es gleichgültig, in welcher Schriftart er gedruckt wird; die Zeichen sind immer dieselben.

Einer der wesentlichsten Verarbeitungsprozesse in der EDV besteht darin, Daten oder Nachrichten von einem Zeichenvorrat in einen anderen ohne Bedeutungsverlust zu "übersetzen", um zum Beispiel auf einer stör anfälligen Übertragungsstrecke fehlertolerante Zeichen zu übertragen. Dieser Vorgang wird "Codieren" genannt und geschieht auf Grund einer Abmachung darüber, welchem Zeichen des einen Vorrats ein bestimmtes Zeichen des anderen Vorrats zugeordnet wird:

Ein **Code** ist eine Vorschrift über die eindeutige Zuordnung der Zeichen eines Zeichenvorrats zu den Zeichen eines anderen Zeichenvorrats. Der Vorgang wird "Codieren" genannt.

Auf eine Besonderheit sei hingewiesen: Im amerikanischen Sprachgebrauch wird der Ausdruck "Code" auch für Quelltexte oder als Binärzeichen codierte Daten verwendet, zum Beispiel in Wendungen wie "Object-Code" (für Assemblerprogramme) oder "Source-Code" für noch nicht assemblierte oder compilierte Programme. Hier sollte man sich lieber an DIN 44300 halten.

Ein bekanntes Beispiel für einen Code ist das "Morsealphabet". Er besteht aus dem Zeichenvorrat "Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen", aus dem Zeichenvorrat "Morsezeichen" und einer Vorschrift darüber, welcher Buchstabe zu welchem Morsezeichen gehört. Die Vorschrift ergibt sich aus der Tabellenform, in der die beiden Zeichenvorräte einander gegenübergestellt werden.

Ein anderer, in der EDV höchst wichtiger Code, ist der ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Er umfasst auf der einen Seite die Buchstaben des Alphabetes, einige Sonderzeichen wie Umlaute usw. und eine Menge von Steuerzeichen für die Ansteuerung von Druckern, Datenübertragungseinrichtungen, Modems usw. Auf der anderen Seite stehen die Dualzahlen 0000000 bis 1111111. In der EDV entspricht dies den Signalen LLLLLLL bis HHHHHHH. Das Signal LLLHLLL beispielsweise bedeutet "Rückwärtsschritt", dem Zeichen "?" ist das Signal LHHHHHH zugeordnet.

Eine andere wichtige Gruppe von Codes in der EDV sind die Befehlscodes. Auf der einen Seite hat man dabei einen Vorrat von Befehlen. Ein solcher Befehl ist in der Regel sprachlich formuliert und schriftsprachlich festgelegt. Er gilt als ein Zeichen, obwohl er selbst in der schriftsprachlichen Darstellung wieder aus einzelnen Zeichen besteht. Auf der anderen Seite stehen wieder Binärzeichen, z.B. Bytes.

Damit sind die wichtigsten Grundbegriffe definiert. Die vorgestellten Definitionen fügen sich in das Begriffssystem DIN 44300 ein, so dass wir auf weitere Definitionen unter Hinweis auf DIN 44300 verzichten können.

## ***4 Daten und ihre Verarbeitung***

Datenverarbeitung gibt es innerhalb von Sachsystemen und damit außerhalb biologischer Systeme, aber auch als Teil menschlicher Tätigkeit. Da Daten abstrakt sind, gelten jedoch Verarbeitungsklassen, die von denen der Stoff- bzw. Energieverarbeitung abweichen. Diese Verarbeitungsklassen sollen nun vorgestellt werden, doch zuvor noch eine grundsätzliche Überlegung:

Fast in der gesamten Literatur der Allgemeinen Technologie, der Konstruktionswissenschaften und der Technikdidaktik werden die Funktionsklassen (auch genannt "Elementarfunktionen" oder "Grundfunktionen") gemeinsam für Stoff, Energie und "Information" (richtig: Daten) angegeben. Dieses Vorgehen ist problematisch, denn Daten sind abstrakt, und für Abstrakta gelten nicht unbedingt die Gesetze der Naturwissenschaften, die für Stoff und Energie gelten. Wir sehen die Ursache für die missverständliche Gleichbehandlung in mechanistischen Modellvorstellungen von Daten und ihrer Verarbeitung und wollen das Problem am Beispiel der Funktionsklasse "Transport" zeigen.

Was Transport ist, weiß eigentlich jeder. Es ist ursprünglichste menschliche Erfahrung, dass man einen Gegenstand von hier nach da bringen kann und dass er danach nicht mehr da ist, wo er war, sondern da, wo man ihn hingetan hat. Natürlich lernt ein Kleinkind nicht das Wort Transport, aber es lernt in täglicher Praxis den durch das Wort bezeichneten Vorgang kennen, nicht zuletzt dadurch, dass es als massebehaftetes Wesen selbst Gegenstand von Transport sein kann. Später wird das Kind lernen, dass und wie man zum Transport technische Mittel einsetzen kann (z.B. einen Transporter), und langsam wird der Vorgang des "von einem Ort an einen anderen Bringens" auf den Begriff "Transport" gebracht.

Dahinter steckt die Erfahrung, dass alle materiellen Gegenstände einen Ort haben, an dem sie sind, und als Transport bezeichnet man den Vorgang, bei dem man den Ort eines Gegenstandes verändert.

Wie schon erwähnt, ist uns dieser Vorgang durch tägliche Praxis sehr geläufig, und es liegt nahe, diese Vorstellung auch dann anzuwenden, wenn es nicht mehr um Gegenstände im materiellen Sinne geht, zum Beispiel bei Energie. Auch das ist kindliche Erfahrung, aber noch viel mehr das Ergebnis forschender Untersuchung etwa im Sachunterricht oder im Physikunterricht: Energie lässt sich transportieren, man kann zeigen, dass sie erst an einem Ort und dann an einem anderen Ort sein kann. Die Erfahrungen, die wir mit materiellen Gegenständen gemacht haben, helfen uns dabei, unsichtbare und nicht-materielle "Dinge" (wie z.B. Energie) zu "begreifen": Wir wenden unsere Vorstellungen von Transport, die wir im Umgang mit materiellen Gegenständen gewonnen haben, auf Energie an und machen uns so ein Bild vom Umgang mit ihr.

Es liegt nun nahe, auch bei der Verarbeitung von Daten oder Nachrichten auf die Vorstellungen zurückzugreifen, die wir uns im Umgang mit materiellen Gegenständen angewöhnt haben. Man könnte z.B. denken, dass Daten oder Nachrichten genauso transportiert werden können wie Materie oder Energie, aber leider ist das nicht so. Die Definition von Daten als "Strukturen" implizieren, dass sie abstrakt und immateriell sind, und es ergeben sich

wesentliche Unterschiede zwischen Daten oder Nachrichten einerseits und Materie oder Energie andererseits. Diese Unterschiede sind verantwortlich dafür, dass das, was auf den ersten Blick wie ein Transport aussieht, in Wirklichkeit keiner ist. In Kapitel 2.2 wurde das bereits angedeutet, und wir wollen dies mit einem weiteren Beispiel illustrieren.

Stellen wir uns vor, an einer Tafel stünde ein Wort. Uns fällt ein, daß das Wort eigentlich einen Meter weiter rechts stehen sollte, und was liegt näher als es einfach dorthin zu transportieren? Also schreiben wir das Wort ab, und dann wischen wir das zuerst geschriebene einfach weg. Und dann sieht es tatsächlich so aus, als hätten wir das Wort transportiert! In Wirklichkeit haben wir das Wort kopiert, und für kurze Zeit stand dasselbe Wort zweimal an der Tafel. Das ist eine Sache, die für Materie oder Energie nicht möglich ist: Materie und Energie sind Erhaltungsgrößen, man kann nicht kopieren. Es gibt noch einen Unterschied: Als wir das zuerst geschriebene Wort weggewischt haben, haben wir etwas gemacht, was bei Materie oder Energie auch undenkbar ist, nämlich gelöscht.

Bereits im ersten Satz dieser Geschichte liegt der Fehler: Auf der Tafel ist kein Wort! Selbst bei intensiver Beobachtung werden wir außer Kreide, Staub, vielleicht etwas Fett, Rußbestandteilen und Wasserrückständen nichts finden. Ein Wort nämlich ist abstrakt, es ist als Struktur von Empfindungsmustern immateriell und lediglich ein Zustand unseres Gehirns (die Formulierung, das Wort sei "in unserem Gehirn", ist abwegig, weil dadurch eine Assoziation auf räumliche Eigenschaften hervorgerufen würde). In Wirklichkeit haben wir eine isomorphe Reproduktion von Strukturen vorgenommen, indem wir die Tafel neu beschrieben. Die Kreide war neu und an anderem Ort, die Strukturen die gleichen und unsere Erkenntnis auch.

Man sieht, dass das klassische Verständnis von Transport auf Daten oder Nachrichten nicht anwendbar ist. Das wird auch verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass man nur dann von einem Transportvorgang sprechen kann, wenn man zwei verschiedene Orte identifizieren kann. Da Daten oder Nachrichten als Struktur aber immateriell sind, also keine räumliche Ausdehnung, auch nicht die eines Punktes, haben, kann man keine Orte feststellen, und damit ist klar, dass sie sich nicht transportieren lassen. In Wirklichkeit wird immer im Sinne der isomorphen Reproduktion von Strukturen übertragen, kopiert oder dupliziert, und das sind Verarbeitungsklassen, für die es keine Entsprechungen beim Umsatz von Materie oder Energie gibt (Masse und Energie gelten als Erhaltungsgrößen).

An diesem Beispiel wurde das Problem der Verschiedenartigkeit von Daten gegenüber Stoff oder Energie gezeigt. Folglich müssen wir nun eine Übersicht über die spezifischen Funktionsklassen der Datenverarbeitung geben.

**Löschen:** Daten so ändern, dass sie nicht rekonstruierbar sind.

Bereits diese Verarbeitungsklasse ist für Stoff oder Energie nicht denkbar, denn es gilt der Energieerhaltungssatz und das Massenerhaltungstheorem. Daten aber kann man so ändern, dass sie als ursprüngliche nicht mehr wahrgenommen werden können, und insofern sind sie dann auch nicht mehr existent. DIN 44300 A1 definiert "löschen" daher auch deutlich:

"Daten ... vernichten." (DIN 44300 A1).

Physisch werden Daten gelöscht, indem sie mit neuen Daten überschrieben werden, oder, indem man dem Stoff bzw. der Energie, die durch die Daten strukturiert sind, eine einheitliche physikalische Grundstruktur gibt. Eine Besonderheit stellt das "selbständige" Löschen von Daten dar. Da Daten Strukturen physikalischer Wirkungen sind, und da physikalische

Wirkungen nie in reiner und verlustfreier Form vorliegen, sondern immer Einwirkungen der Umwelt und inhärenten Einwirkungen unterliegen, werden sie im Laufe der Zeit verändert und damit gelöscht. Ein EPROM zum Beispiel wird mit dem Lauf der Jahre gelöscht, weil in den Kondensatoren Ladungsausgleich stattfindet, und Bücher können unlesbar werden, weil sie zerfallen. Ein "selbständiger" Löschvorgang findet aber auch z.B. am Ende einer Leitung statt, über die Nachrichten übertragen werden, wenn diese dort nicht gelesen werden. Ein "Musterbeispiel" selbständiger Löschung findet man beim "Sprecher in der Wüste": Zwar produziert er Nachrichten, aber in einiger Entfernung ist der Schall nicht mehr wahrzunehmen (es herrscht der oben erwähnte Grundzustand).

Aus dieser Überlegung ergibt sich auch die Einsicht in die Vergänglichkeit aller Daten. Da es keine physischen Entitäten gibt, die ewig und deren Strukturen damit unvergänglich wären, gibt es auch keine Daten, die ewig existent sein könnten: Alle Daten werden irgendwann gelöscht.

Beispiele aus technischer Praxis für das Löschen von Daten ist das Formatieren einer Diskette, wobei die vorher gespeicherten Daten mit neuen Daten überschrieben werden. Bulk-Eraser hingegen löschen magnetische Aufzeichnungen, indem die magnetisierbaren Schichten entmagnetisiert werden. Sie setzen also das Medium in einen physikalischen Grundzustand. Ebenso verhält es sich mit EPROMs, bei denen die Bestrahlung mit UV-Licht eine Entladung aller Speicherkondensatoren bewirkt. Einen Extremfall des "Versetzens in einen Grundzustand" stellt das chemische Umwandeln des Mediums dar, etwa beim Verbrennen von Schriftstücken. Auch die Änderung der Struktur des Mediums ist in der Regel mit der Löschung der Daten verbunden, etwa bei Aktenvernichtern.

Was in Übersichten üblicherweise als "Transport" bezeichnet wird und wegen der oben genannten Überlegungen anders als der Transport von Stoff oder Energie ist, heißt "Übertragen". Damit ist gemeint, dass sich physikalische Wirkungen und damit auch die Strukturen dieser Wirkungen in einem physischen Medium ausbreiten können und dass sie dabei isomorph reproduziert werden. Daraus folgt, dass die Übertragung immer eines physischen Mediums bedarf, das nachrichtentechnisch als Kanal bezeichnet wird. Daten, die übertragen werden, nennt man "Nachrichten". Beispiel: Bei einer optischen Nachrichtenübertragung mit Morsezeichen breitet sich das Licht aus. Durch die Ausbreitung kann man die Strukturen des Helligkeitsverlaufs (die Zeichen) an voneinander verschiedenen Orten wahrnehmen. Beim Telefon breiten sich die Stromschwankungen über die Leitung aus, und man kann diese Strukturen erst am einen, dann am anderen Ende der Leitung wahrnehmen.

Bei Übertragung einer Nachricht ist es gleichgültig, ob sie am Empfangsort gelöscht oder verarbeitet wird; so werden die Nachrichten auch dann übertragen, wenn bei einem Telefonat der angerufene Teilnehmer zwischenzeitlich auflegt, der Anrufer aber weiterspricht. Es ist auch gleichgültig, ob nach der Übertragung die Daten oder Nachrichten sowohl beim Sender als auch beim Empfänger sind oder nur beim Empfänger. Entscheidend ist, dass die Nachrichten im Abstand möglichst kurzer Zeit an zwei voneinander entfernten Plätzen wahrgenommen werden können.

Ein Beispiel für Übertragung: Die parallele Datenübertragung über einen Datenbus innerhalb eines Computers reproduziert am Empfängerende die gleichen Strukturen, wie sie am Senderende initiiert worden sind.

**Speichern** ist die isomorphe Reproduktion von Daten an Stoffen oder Energien an einem Platz mit dem Zweck, sie dort zu konservieren.

Mit dem Begriff "Speichern" bezeichnet man in der Technik allgemein einen Vorgang, bei dem etwas für eine gewisse Zeit räumlich oder hinsichtlich anderer Parameter konstant gehalten wird. In der Konstruktionssystematik hat man als mathematische Kennzeichnung dieser Verarbeitungsklasse  $\Delta T$  eingeführt (HANSEN). Wenn man Verarbeitungsklassen versteht als Klassen aktiv durchgeführter Prozesse, ergibt sich hier eine Besonderheit. Während nämlich für alle anderen Verarbeitungsklassen aktive Tätigkeit und damit der Umsatz von Energie nötig ist, ist die Änderung der Zeit etwas, was "von selbst" abläuft. Wir wollen an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen, was Zeit ist und wodurch ihr Ablauf bewirkt wird; sie ist einfach da und läuft. Bei näherem Hinsehen entpuppt sich deshalb der Vorgang des Speicherns als einer, bei dem das zu Speichernde in einen Zustand überführt wird, dessen hervorragende Eigenschaft in der Abwesenheit anderer Verarbeitungsprozesse besteht. Jeder Stoff, jede Energie, jede Datenmenge, die gerade nicht verarbeitet wird, wird gespeichert. Aus diesen Überlegungen folgt, dass das Gegenteil von Verarbeitung, also die Nichtverarbeitung, Speichern ist, und es erhebt sich die Frage, ob Speichern überhaupt eine Verarbeitungsklasse sein kann, wenn das Gegenteil, nämlich die Nichtverarbeitung, gerade dieses "Speichern" ist.

Dieser Überlegung widerspricht die technische Praxis, die eine Fülle von Sachsystemen mit der Bezeichnung "Speicher" aufweist. Das gilt besonders für die Datenverarbeitung, wo sich der Verarbeitungscharakter in der Notwendigkeit des Energieumsatzes äußert. Mit dem Gedanken, dass die Speicherung eine fortlaufende isomorphe Reproduktion von Strukturen ist, wird nicht nur der Verarbeitungscharakter unterstrichen, sondern es wird auch ein struktureller Zusammenhang zwischen "Übertragen" und "Speichern" sichtbar. Bei "Übertragen" geht es teleologisch um die Überbrückung einer Ortsdifferenz, bei "Speichern" um die Überbrückung einer Zeitdifferenz. Während beim Übertragen die Zeit möglichst kurz und die Ausbreitungsgeschwindigkeit möglichst hoch sein soll, soll beim "Speichern" die räumliche Ausdehnung möglichst klein sein, die Zeit (maximale Speicherzeit) möglichst lang. Der Vorgang der "isomorphen Reproduktion" ist also sowohl im Raum- als auch im Zeitkontinuum denkbar.

### **Lesen:** Gespeicherte Daten in Nachrichten umwandeln.

Nachrichten und Daten sind nach den o.a. Definitionen gleich und unterscheiden sich lediglich in ihrer Zweckbestimmung: Von Nachrichten spricht man, wenn es um die Übertragung geht. Von Daten spricht man, wenn es allgemein um Verarbeitung geht. Die Verarbeitungsklasse ist also eigentlich keine "Verarbeitungsklasse", sondern ein Begriff zur Beschreibung des Sachverhalts, dass Daten nunmehr übertragen werden sollen und deshalb als Nachrichten bezeichnet werden. Dass es in der technischen Praxis "Lesegeräte" gibt, liegt daran, dass dabei in der Regel umcodiert wird. Eigentlich müßten sie "Codiergeräte" genannt werden.

Der Hinweis darauf, dass die Daten "gespeichert" sein müssen, soll deutlich machen, dass es einen Lesevorgang nur bei der Umwandlung von Daten gibt, die sich im Zustand örtlicher Ruhe befinden. In der Praxis wird also aus einem Speicher gelesen. Beispiele sind der Laserscanner automatischer Kassen, bei denen die Daten vom "Barcode" gelesen werden, die Schreib-/Leseköpfe in Diskettenlaufwerken, wo die Daten von Diskette gelesen werden, und Lochstreifenleser, wo die Daten vom Lochstreifen gelesen werden.

**Schreiben:** Nachrichten in gespeicherte Daten umwandeln.

Dem Sinne nach das "Gegenteil" von "Lesen" ist diese Verarbeitungsklasse: Geschrieben wird, wenn man einem Speicher Nachrichten zur Speicherung übergibt. Der Sprachgebrauch ist hier nicht einheitlich, denn auch bei Daten spricht man von "Lesen" und "Schreiben", obwohl die Daten immer vom oder zum Speicher übertragen werden müssen und dann als Nachrichten bezeichnet werden müssten. Darin liegt aber kein gravierendes Problem, denn Daten und Nachrichten sind lediglich in der Betrachtung verschieden.

**Kopieren:** An einem Platz lesen und an einen anderen Platz schreiben, wobei die Ursprungsdaten an ihrem Platz erhalten bleiben und die Zieldaten mit ihnen übereinstimmen.

Es handelt sich also um eine Kombination von Lesen und Schreiben mit dem Zweck, die gelesene Struktur anschließend sowohl am Platz des Lesens als auch am Platz des Schreibens, also zweimal, zur Verfügung zu haben.

Man spricht auch dann von Kopieren, wenn die absoluten räumlichen oder zeitlichen Eigenschaften der Daten geändert werden, solange die Struktur als solche erhalten bleibt, z.B. wenn man einen Text in einem Fotokopierer verkleinert hat oder ihn in einer anderen Zeilenbreite abgeschrieben hat. Auch ist es zulässig, die Art des Datenträgers zu wechseln, zum Beispiel, wenn ein Programm von der Festplatte in das RAM kopiert wird. Wichtig ist, dass nach dem Kopiervorgang sowohl die Zieldaten als auch die Ursprungsdaten vorhanden sind.

**Duplizieren:** Ohne jede Änderung von einem Datenträger auf einen anderen gleichartigen Datenträger kopieren.

Das Duplizieren ist ein Sonderfall des Kopierens. Er besteht darin, dass nach dem Lese-Schreib-Vorgang die Daten auf gleichartigen Datenträgern vorliegen und dass dabei nicht umgruppiert oder umgeblockt worden ist. Beispiele für Duplikate sind Photokopien, wörtliche Abschriften, 1:1-Kopien von Disketten.

Damit sind die wichtigsten Verarbeitungsklassen für Daten beschrieben. Sie fügen sich in das Begriffssystem nach DIN ein. Dort finden sich noch die Definitionen für:

Laden (das Kopieren von Speicher in Register),  
Schiften (Stellenverschieben),  
Maskieren (das "Heraustrennen" einzelner Bits),  
Abschneiden,  
Ausschneiden,  
Trennen, Mischen.

## 5 Literatur

- ANACKER, Ulrich: Vernunft. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.) (1973), S.1597. Muenchen: Koesel, 1973.
- FLACH, Werner: Anschauung. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.) (1973), S.99. Muenchen: Koesel, 1973.
- FUCHS-KITTOWSKI, Klaus; WENZLAFF, Bodo: Systems and Form, Content and Effects of Information. Beitrag zum IFIP Kongress 1986, Arbeitsgruppe 9.1. Berlin (DDR), 1986 (a)
- GETHMANN, Carl Friedrich: Allgemeinheit. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (1973), S.32. Muenchen: Koesel Verlag, 1973.
- HAKEN, Hermann: How we can implant Semantics into Information Theory. In: FOLBERTH/HACKL. Muenchen: R. Oldenbourg, 1986.
- HIRSCH, Walter: Idee. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.) (1973), S.709. Muenchen: Koesel, 1973.
- KRAEMER-FRIEDRICH, Sybille: Informationsmessung und Informationstechnologie: oder ueber einen Mythos des Zwanzigsten Jahrhunderts. In: HUNING/MITCHAM (1985). Braunschweig: Vieweg, 1983.
- KRINGS, Hermann: Denken. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.) (1973), S.274. Muenchen: Koesel, 1973.
- KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.): Handbuch philosophischer Grundbegriffe. Muenchen: Koesel Verlag, 1973.
- KULENKAMPFF, AREND: Erkennen. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.) (1973), S.397. Muenchen: Koesel, 1973.
- MACKAY, D.M.: Quantal Aspects of Scientific Information. In: Phil. Mag. Vol.41, Ser.7, No. 314, March 1950, S. 289 - 311. Ohne Ortsangabe: 1950.
- OESER, Erhard: Erkenntnis als Informationsprozess. In: Wissenschaft und Information, Bd.2, S.16. Wien: Oldenbourg, 1976.
- ROPOHL, Guenter: Eine Systemtheorie der Technik. Muenchen: Carl Hanser Verlag, 1979.
- SHANNON, Claude E.: The Mathematical Theory Of Communication. Illinois: Univ.of Illinois Press, 1949.
- WALDENFELS, Bernhard: Wahrnehmung. In: KRINGS, BAUMGARTNER, WILD (Hrsg.), S.1669. Muenchen: Koesel, 1973.
- WEIZENBAUM, J.: "Es ist eine Explosion des Quatsches". Streitgesprach zwischen J.WEIZENBAUM und K.HAEFNER. In: DER SPIEGEL Heft 10/1987, S.92. Hamburg: 1987.
- WEIZSAECKER, Carl Friedrich v.: Aufbau der Physik. Muenchen, Wien: Carl Hanser, 1985.
- WENZLAFF, Bodo: Was ist Information? Vortrag vom 20.5.87 im Kolloquium des Fachber. Informatik der TU Berlin. Berlin: 1987 (a)
- WENZLAFF, Bodo: Erkenntnis, Freiheit, Selbstverwirklichung. Manuskript für eine Vorlesungsreihe an der TU Berlin Berlin: 1987 (b)

## Definitionen der wichtigsten Grundbegriffe:

**Daten** sind Strukturen physikalischer Wirkungen, die zur Ableitung von Information dienen oder die Informationen darstellen.

**Information** ist der Prozess oder das Ergebnis des Prozesses, bei dem ein sich selbst organisierendes offenes System seine Struktur aufgrund gegebener Syntax ändert.

Als **Nachrichten** kann man Daten bezeichnen, die übertragen werden.

**Datenträger:** Ein Stoff mit physikalischen Eigenschaften, deren Struktur Daten sind.

**Träger:** Eine physikalische Größe, deren Verlauf Nachrichten sind.

Ein **Signal** ist eine physikalische Größe, deren Struktur (Werteverlauf) Daten sind.

Ein **Zeichen** ist ein Element aus einer zur Darstellung von Informationen vereinbarten endlichen Menge von verschiedenen Elementen. Die Menge wird Zeichenvorrat genannt. Daten oder Nachrichten können Zeichen sein.

Ein **Code** ist eine Vorschrift über die eindeutige Zuordnung der Zeichen eines Zeichenvorrats zu den Zeichen eines anderen Zeichenvorrats. Der Vorgang wird "Codieren" genannt.

**Löschen:** Daten so ändern, dass sie nicht rekonstruierbar sind.

**Übertragen** ist die isomorphe Reproduktion von Nachrichten an Stoffen oder Energien, die an verschiedenen Plätzen sind.

**Speichern** ist die isomorphe Reproduktion von Daten an Stoffen oder Energien an einem Platz mit dem Zweck sie dort zu konservieren.

**Lesen:** Gespeicherte Daten in Nachrichten umwandeln.

**Schreiben:** Nachrichten in gespeicherte Daten umwandeln.

**Kopieren:** An einem Platz lesen und an einen anderen Platz schreiben, wobei die Ursprungsdaten an ihrem Platz erhalten bleiben und die Zieldaten mit ihnen übereinstimmen.

**Duplizieren:** Ohne jede Änderung von einem Datenträger auf einen anderen gleichartigen Datenträger kopieren.