

Hartwig Mackeprang, PH Weingarten:

# Ein Begriffssystem der Grundbegriffe der Informatik

## 0 Vorbemerkung

In diesem Text werden für die Verwendung in der Allgemeinen Technologie einige Grundbegriffe der Informatik definiert. Die Definitionen beruhen auf einer bestimmten Auffassung der den Begriffen zugrunde liegenden Sache, die aus diesem Grund zuvor beschrieben wird. Diese Auffassung wird in den ersten beiden Abschnitten dargelegt. Abschnitt 3 enthält die Definitionen der Objekte (Daten, Signal etc.), in Abschnitt 4 findet man die Definitionen der Prozesse (Speichern usw.). Abschnitt 6 ist die Literaturliste.

## 1 Das System als zentrale Kategorie

Der Konstruktion eines Begriffssystems hat eine Analyse der Sache voranzugehen, in deren Rahmen die einzelnen Begriffsinhalte entwickelt werden. Da wir gedenken den Informationsbegriff auf dem Begriff des Systems zu entfalten, um so eine strukturelle Beziehung zur Allgemeinen Technologie herzustellen, muss diese Analyse vom allgemeinen Systembegriff ausgehen, auf dem auch der Systembegriff der Allgemeinen Technologie beruht:

Ein *System* ist eine Menge von *Elementen*, die untereinander durch *Relationen* in bestimmten Zusammenhängen stehen. Dem System zueigen sind *Attribute* (Inputs, Outputs und Zustände) sowie eine *Funktion* (Beschreibung des Zusammenhangs zwischen den Attributen). Die Elemente können ihrerseits *Subsysteme* sein, und das System ist seinerseits Subsystem übergeordneter *Supersysteme*.

Daraus folgt, dass jedes System eine *Systemumgebung* hat, die als Supersystem bezeichnet werden kann, das seinerseits aus vielen Systemen besteht. Die Unterscheidung zwischen System und Systemumgebung wird *Systemgrenze* genannt.

Mengentheoretisch ist die Systemgrenze die Menge aller Attribute, die mit Attributen der

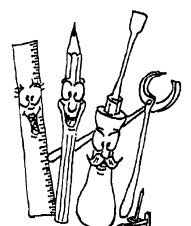
Systemumgebung Relationen bilden. Daraus folgt, dass "Systemumgebung" ein relativer Begriff ist, denn sie existiert lediglich in bezug auf ein betrachtetes System.

Auf der Objektebene sind die Eigenschaften der Systeme stofflicher oder energetischer Art. Darüber hinaus gibt es aber auch andere Wechselwirkungen der Systeme untereinander, die WIE-NER schon von "Stoff" und "Energie" abgrenzte und als "Information" bezeichnete. Damit war intuitiv die lebenspraktische Erfahrung gemeint, dass Menschen physisch interagieren und dabei Verhaltensänderungen bewirken. Die Verhaltensänderung, das Ergebnis und Ziel jeder Kommunikation, wird dabei mit der pragmatischen Dimension der "Information" in Verbindung gebracht, die sich nur dann entfalten kann, wenn in der syntaktischen Dimension stoffliche oder energetische Prozesse und in der semantischen Bedeutungen vorhanden sind. Die Verhaltensänderung aber ist eine *Aktivität* des empfangenden Systems, nicht eine Wirkung der "Information", und wenn man die pragmatische Dimension erfassen will, muss man diese Aktivität berücksichtigen. Diese der Semiotik als Zeichentheorie oder "Theorie der Information" nicht entsprechende Überlegung wird nur selten öffentlich geäußert, z.B. im Zusammenhang mit Überlegungen zur Synergetik:

"We can only attribute a meaning to a message if the response of the receiver to that message is taken into account" (HAKEN 1986, S.127).

"Response" aber ist das aktive Verhalten eines Systems aufgrund syntaktischer Gegebenheiten, und dies bedingt auf Seiten des Systems eine Verhaltensänderung.

Eine Verhaltensänderung ist, systemtheoretisch betrachtet, nur möglich, wenn die Struktur geändert wird. Um nun die einfache physische Wirkung (die Strukturänderungen bewirkt) von der Verhaltensänderung im biologischen Sinne (die das System selbst bewirkt) zu unterscheiden, wollen wir Systeme



Technik ...das Schulfach!

nach der Art der Strukturveränderung unterscheiden.

(Dabei müssen wir noch erwähnen, dass Systeme theoretische Konstrukte sind, die keinesfalls mit dem Wirklichen verwechselt werden dürfen. Sie entstehen durch Modellierung der Wirklichkeit in Kategorien von Wissenschaften. Aus diesem Grund gibt es z.B. keine physischen Systeme, sondern nur physikalische, denn physische Wirkungen werden in Kategorien der Wissenschaft Physik erfasst und führen zu physikalischen Systemen.)

Auf der Grundlage kybernetischer Überlegungen gelangen wir zu drei grundverschiedenen Klassen von Systemen. Sie unterscheiden sich durch die Art und Weise, wie Strukturänderungen stattfinden. Wir unterscheiden physikalische Systeme, signalgesteuerte Systeme und kreative/biologische Systeme (s.a. FUCHS-KITTOWSKI/WENZ-LAFF 1986a, S.2ff).

Systemtyp	Elemente	Relationen	Verhalten
Physikalische (geschlossene) Systeme	Objekte	Feldwirkungen	Physikalische Wechselwirkung
Signalgesteuerte (geschlossene) Systeme	Sachsysteme	Signale, Daten, Nachrichten	Signal- und Datenverarbeitung
kreative / biologische (offene) Systeme	Biologische und soziale Systeme (Subjekte, Personen)	Information	Biologische und soziale Kommunikation, Denken, Wissen.

## 1.1 Physikalische Systeme

Die Elemente physikalischer Systeme sind die **physikalischen Objekte**. Das Interessante daran ist, dass ein physikalisches Objekt nicht mit anderen physikalischen Objekten in Wechselwirkung tritt, wie üblicherweise in Schulbüchern gelehrt wird. Das liegt daran, dass alle physikalischen Wechselwirkungskräfte **Feldwirkungen** sind. Feldwirkungen aber lassen sich nicht im Sinne von Attributen einzelnen Elementen einer Systemumgebung zuordnen.

Nimmt man beispielsweise die Gravitation als Kraft, die auf eine Masse einwirkt, dann sind alle

anderen Massen der Systemumgebung in der Feldwirkung integriert, die unmittelbar die Masse "umspült". Die Masse kann nicht "in den Raum gucken", sondern wechselwirkt mit dieser unmittelbaren Umgebung. In dieser unmittelbaren Umgebung, in diesem Feld, ist die Wirkung aller anderen Objekte integriert, es kann gar keine Desintegration der einzelnen Elemente vornehmen. Es gibt also gar keine Element-Element-Beziehungen, wie sie etwa die kybernetischen Systemdefinitionen suggerieren. Darum fallen physikalische Systeme auch nicht unter diese Kategorie der kybernetischen Systeme, es sind keine "Element - Element - Systeme". Aus diesem Grund wird von "Feldwirkungen" gesprochen. Das Verhalten eines solchen Systems wird folglich als "Physikalische Wechselwirkung" bezeichnet.

Strukturänderungen in solchen Systemen können nur durch physikalische Wirkungen erzielt werden, und die Änderung jeder einzelnen Relation erfolgt unmittelbar durch den physikalischen Einfluss. Die zur Änderung der Relationen erforderliche Energie wird dabei vollständig aus der Energie der physikalischen Wirkungsursache bezogen. Daraus folgt, dass das System, wenn man es von physischen Wirkungen isolierte, struktural konstant wäre. Wir nennen solche Systeme "Geschlossene Systeme".

## 1.2 Signalgesteuerte Systeme

Die zweite Klasse von Systemen sind die Sachsysteme (auch Technische Systeme genannt). Sie bestehen aus **technischen Gebilden**, und ihre Relationen sind **Signale**, wenn es sich um einzelne handelt, oder **Daten** bzw. **Nachrichten**, wenn es sich um Signalbündel handelt. Hier gibt es tatsächlich eine Menge von Elementen und Relationen, und dies sind "Element - Element - Relationen". Das Verhalten soll in erster Näherung als "technische Kommunikation" (wenn das Ziel die Übertragung ist) oder als Datenverarbeitung (wenn es um die Verarbeitung geht) bezeichnet werden.

Ihr Kennzeichen ist die Eigenschaft, dass ihre Struktur sich aufgrund der physischen Außenwirkungen in Verbindung mit der Art ihrer Konstruktion ändern kann. Welche Änderungen bewirkt werden, ergibt sich aus der Struktur der

Wirkungen, nicht aus den Wirkungen selbst. Daraus folgt, dass solche Systeme immer einer Energiezufuhr von außen bedürfen. Kennzeichen solcher Systeme ist auch, dass sie, wenn man sie isolierte, zu keinen eigenständigen Veränderungen ihrer Struktur in der Lage wären, die über das konstruktiv Bedingte hinausgehen. Das dritte Kennzeichen schließlich ist, dass diese Systeme keine Möglichkeiten besitzen, den "Informationsprozess" selbst zum Gegenstand ihrer Aktivitäten zu machen und auf diese Weise zu Geschichtlichkeit ihrer Begriffe gelangen können. Das würde nämlich erfordern, dass Wirkungsmuster gebildet würden, die als Ganzheit mit anderen so gewonnenen Ganzheiten wiederum Muster bildeten, die ihrerseits in Form von Ganzheiten zu "Empfindungen" des Systems führten. Da wegen der prinzipiellen Unterschiede zwischen Menschen und Sachsystemen diese "Empfindungen" unterschiedlich sein müssten, kann der Mensch prinzipiell keine Aussage über die "Empfindungen" von Sachsystemen machen, selbst wenn es solche "Empfindungen" gäbe. Solche Aussagen sind nicht einmal dann möglich, wenn sie über andere Lebewesen gemacht werden sollen. WEIZENBAUM führte dazu aus:

"Ob Löwe oder Schimpanse oder Schoßhündchen: Jede Tierart hat eine ganz spezifische Erfahrungsgeschichte. ... Da gibt es keine Übertragungen.... Vom Philosophen Wittgenstein, glaube ich, stammt das Bonmot: "Wenn Löwen sprechen könnten, hätten sie uns nichts zu sagen"" (WEIZENBAUM 1987, S.92)

Sachsysteme nennen wir aus diesem Grund "geschlossene Systeme".

### 1.3 Kreative/biologische Systeme

Die Systeme der dritten Klasse bestehen aus biologischen und sozialen Elementen, die man eigentlich als "*Subjekte*" bezeichnen müsste. Ihr Kennzeichen ist der Erkenntnisprozess, der, als "Denken" bezeichnet, eine eigene Aktivität des Systems ist. Der Erkenntnisprozess beruht auf der schrittweisen Bildung von Ganzheiten aus invarianten, mehrfach auftretenden Strukturen, wobei das System sich auf mehrschichtigen Metaebenen über die Ebene der Empfindung erhebt. Die Relationen zwischen kreativen Systemen sind

**Informationen**, ermittelt allerdings nicht auf der Objektebene, auch nicht auf der Ebene der Beschreibung der Attribute, sondern auf der Ebene der Zeit, auf der das Verhalten der Systeme abgebildet wird. Das Verhalten dieser Systeme ist die biologische und soziale Kommunikation, die vor allem die Bildung und Bewertung von Information einschließt. Das Verhalten der Systeme ist, subjektiv und von ihnen aus betrachtet, eine Tätigkeit, und diese, das Vollziehen des Erkenntnisprozesses, ist das Denken:

"Gemäß dem kantischen Typus ist Denken eine intellektuelle Tätigkeit, die dadurch zur Erkenntnis kommt, dass sie Differenzen setzt und zugleich sukzessiv (diaretisch, diskursiv, syllogistisch, dialektisch, phenomenologisch usw.) die Teile durch Synthesis als Einheit setzt." (KRINGS 1973, S.275).

Was hier als das "Setzen der Teile als Einheit" bezeichnet wird, werden wir im nächsten Kapitel näher erläutern.

Die beschriebene Klassifizierung von Systemen koppelt die Begriffe "Information" und "Kommunikation" an einen Erkenntnisprozess. Wir haben deshalb im folgenden Kapitel einen Erkenntnisprozess zu skizzieren, nicht jedoch ohne vorher einige Bemerkungen zu Qualität und Reichweite dieser Überlegungen zu machen. Das Problem der Erkenntnis besteht darin, dass es sich um einen reflexiven Begriff handelt, weil Erkenntnis über die Erkenntnis nur über die Erkenntnis gewonnen werden kann. Reflexive Begriffe aber sind nicht Gegenstand der Naturwissenschaften, sondern der Philosophie. Wenn wir uns nun im Rahmen der Beschäftigung mit Technik auf ein philosophisches Gebiet begeben, besteht die Gefahr, partiell zu dilettieren. Gleichwohl: Nur indem man dieses Risiko eingeht und sich um Sorgfalt und Vorsicht bemüht, ist es möglich, als Techniker zu einem umfassenden Verständnis von Technik zu gelangen, denn Technik ist eine Äußerungsform menschlichen Lebens im weitesten Sinne. In diesem Sinne unternehmen wir den Versuch, einen Erkenntnisprozess zu skizzieren, tun dies aber ausdrücklich "für lokale Zwecke", nämlich zur Verwendung in der Allgemeinen Technologie und betonen dabei den vorläufigen und vorsichtigen Charakter dieser Skizze.

## 2 Zum Erkenntnisprozess

Grundlage und Bedingung der Möglichkeit der Erkenntnis sind die *Invarianz* und das *Allgemeine*, und wir wollen diese beiden Begriffe näher klären.

Die Invarianz begegnet uns bei dem Erlebnis der Tatsache, dass wir Dinge sinnlich wiedererkennen können. Wenn nämlich die sinnliche Wahrnehmung von Sekunde zu Sekunde eine andere wäre, wenn sie ein dauernder Fluss von Empfindungen wäre, könnte man die Frage, ob das sinnlich-konkrete existiert, überhaupt nicht stellen. Tatsächlich aber gibt es etwas, was den Fluss der Empfindungen überdauert, was das Individuum in die Lage versetzt, das Vergangene mit dem Gegenwärtigen vergleichen und identisch setzen zu können. Man kann sagen: "Das ist der Baum, den ich sehe, der auch vor einigen Sekunden dieser Baum war".

Bedingung dieser Invarianz ist die Eigenschaft der sinnlich wahrgenommenen Dinge, über strukturelle Gemeinsamkeiten zu verfügen, in dem Sinne, dass mehrere Einzeldinge gemeinsame strukturelle Merkmale aufweisen können:

"Nach der bekannten Definition des Aristoteles ist das Allgemeine dasjenige, was seiner Natur nach mehreren Einzeldingen zukommt." (GETHMANN 1973, S.33)

Bereits die Feststellung, dass sinnlich-konkrete Dinge existieren, zeigt, dass es Allgemeines und die Invarianz gibt in dem Sinne, dass es "im Fluss der Zeit identisch bleibt", unabhängig von den jeweiligen konkreten Dingen.

PLATON hat nun gezeigt, dass das Invariante und das Allgemeine nicht zur Welt des Sichtbaren gehören, er zählt beide zur Welt des Unsichtbaren. Diese Seinsdifferenz wird beim Gebrauch von Prädikaten offenbar:

"Der durch die Allgemeinheit des Prädikats ausgesagte "Gegenstand" kann nicht im gleichen Sinne Gegenstand sein wie die Gegenstände, über die das Prädikat aussagt." (GETHMANN 1973, S.33).

Platon hatte für diese Dinge zwei Begriffe: Eidos und Idea. In der Regel findet man in den Lexika beide Begriffe mit "Idee" übersetzt und Platon als den "Erfinder" der Welt der Ideen beschrieben.

PLATONs wichtigste Aussage war: Erkenntnis ist nicht möglich ohne Ideen. Ideen aber sind unsichtbar.

Wir wollen das anhand eines Beispiels illustrieren. Nehmen wir den Begriff "das Buch". "Das Buch" hat mindestens vier verschiedene Bedeutungen:

(1) Wenn wir sagen: "Das da ist ein Buch", benennen wir ein konkretes sinnliches Ding mit diesem Namen. Das kann man als "Benennung" oder "Namensfunktion" bezeichnen.

(2) Wenn wir einfach von einem Buch sprechen, dann meinen wir ein Element einer Menge von vielen, von allen Büchern.

(3) Wir können mit "das Buch" aber auch diese Menge bezeichnen. Das wäre dann die Menge aller Bücher.

(4) Und nun gibt es noch "das Buch" als Begriff, als atomare (unteilbare) Qualität. "Das Buch" als Idee, als Begriff, kann man nicht teilen, z.B. in der Mitte durchschneiden wie ein wirkliches Buch oder eine Menge von Büchern. "Das Buch" als Idee ist auch nicht Bestandteil des wirklichen Buches, man kann es auch nicht aus einem wirklichen Buch "heraussezieren". "Das Buch" als Idee ist nicht im Raum. (s.a. HIRSCH 1973, S.709ff, s.a. WENZLAFF 1987a und b, S.11f)

Hieraus folgt für die Allgemeine Technologie zunächst, dass man "Informationen" als Ideen, als Bedeutungen, als Semantik nicht speichern kann. Denn speicherbar sind immer nur räumliche Strukturen. Folglich ist diese simple These bereits verbunden mit der These, dass das Gedächtnis, der Umgang mit Ideen, etwas völlig anderes ist, als der Umgang mit Gespeichertem. In der Technik und in der Naturwissenschaft dreht man diese These gerne um: Alles, was nicht im Raum existiert, existiert überhaupt nicht, oder nur im Denken von "irgendwelchen Philosophen". Man begreift aber nicht, dass man selber, auch wenn man Technokrat ist, nicht in der Lage wäre, einen einzigen allgemeinen Satz zu formulieren, eine Idee, etwas Allgemeines zum Ausdruck zu bringen, ohne damit anzuerkennen, dass es Ideen, dass es Allgemeines, dass es "nicht im Raum Seiendes" gibt.

Nur der Mensch aber hat die Fähigkeit zur Bildung von Ideen. Er bildet Ideen in einem stufenweisen Prozess, dessen Stufen dadurch gekennzeichnet sind, dass invariante und aus Teilen gebildete Strukturen als Ganzheiten aufgefasst werden, und dass diese Ganzheiten wiederum mit anderen Ganzheiten als Teile Strukturen bilden können. Das Besondere daran ist, dass die Strukturen nicht nur räumlicher, sondern vor allem zeitlicher Art sind, meistens aber eine Mischform von beiden.

Der menschliche Erkenntnisprozess beruht auf der Fähigkeit, invariante Muster nicht nur in räumlicher, sondern auch in zeitlicher Dimension als Ganzheiten aufzufassen und aus diesen Ganzheiten auf neuer Ebene wieder Muster zu bilden. Dieses Prinzip des Übergangs von den Teilen zum Ganzen wird z.B. anhand des Übergangs von der Anschauung zum Begriff (Wahrnehmung) bei FLACH so erklärt:

"Die Sinnesdaten, Sinneseindrücke, Empfindungen oder, wie auch immer diese Sinneszeugnisse heißen mögen, vermitteln eine Mannigfaltigkeit von Vorstellungen, die der logischen Operation, d.h. bestimmter Ordnung unterworfenen Elemente gegenständlicher Bestimmung, Begriffsinhalte bilden. Die Begriffsinhalte bilden zusammen mit den Relationen, der logischen Ordnung, in der sie stehen, der Form des Begriffs, den Begriff, den empirischen Begriff." (FLACH 1973, S.103)

In der Erläuterung des Erkenntnisprozesses bei KULENKAMPFF heißt es kürzer und allgemeiner:

"Erkennen ist Transzendieren des Mannigfaltigen, Diversen der Anschauungsgegebenheiten zum zeitlos bestehenden Einen" (KULENKAMPFF 1973 S.400).

Es werden also immer Teile zu einer Ganzheit zusammengefasst, die nicht die Summe der Teile, sondern etwas anderes ist, was auf einer anderen Seins-Ebene liegt. Diese Ganzheit bildet mit anderen Ganzheiten wieder neue Strukturen, wird also zum Teil einer neuen Ganzheit auf wiederum anderer Ebene.

Dazu folgende Beispiele: Was ein Kreis ist, lernt man nicht durch Definition, sondern dadurch, dass man aus Invarianz mehrerer Wahrnehmungsmustern das ihnen gemeine, das Allgemeine ableitet, nämlich den Begriff. Diesem Begriff wird das

Wort "Kreis" zugeordnet und man kann insofern vom "Kreisbegriff" sprechen. Auf höherer Ebene kann man dann erkennen, dass ein Kreis eine Form ist wie andere geometrische Figuren auch und gelangt auf diese Weise zu einem "Formbegriff".

Ein weiteres Beispiel: Ein in bestimmter Weise strukturierter akustischer Reiz bestehe aus drei zeitlich nacheinander eintreffenden Teilen. Diese drei Teile werden als je eine Einheit wahrgenommen, z.B. als von einem Musikinstrument hervorgebrachte drei Töne. Diese drei "akustischen Einheiten" werden nun im Rahmen der Erkenntnis zur "Triole". Mehrere Triolen aber bilden mit anderen gewonnenen Einheiten die "Kadenz", die mit anderen Teilen ein "Musikstück" bildet. (Dieser Prozeß läßt sich möglicherweise fortsetzen bis zur Einsicht, dass "Musik" ein Teil des menschlichen Lebens ist, und darüber hinaus zum Glauben daran, dass Musik gottgegeben ist.)

Mehrfach wiederholt führt dieser Prozess der Bildung von Einheiten aus Teilen auf jeweils unterschiedliche Ebenen. Ein daraus entwickeltes Stufenmodell stellten FUCHS-KITTOWSKI und WENZLAFF (1986a) vor. Im Anschluss daran entwickelte WENZLAFF (1987a und b) unter der Bezeichnung "Schema der biologischen Erkenntnisebenen" folgende Aufstellung:

Physische Wirkung	Reiz
Reize	Empfindung
Empfindungen	Wahrnehmung
Wahrnehmungen	Vorstellung
Vorstellungen	Denken
Denken	Vernunft
Vernunft	Selbstverständnis

Wie man sieht, führt die Systematik von der Stufe der Empfindung nacheinander zur Wahrnehmung, zur Vorstellung, zum Denken, zur Vernunft und (dies als Vermutung:) zum Glauben. Auf dieser Grundlage stellen wir den Erkenntnisprozess in einem Mehrstufenmodell als Tabelle dar und erläutern dann die einzelnen Stufen.

Systemtyp	Ganzheit	Stufe	Inhalt
Reflektierter Begriff	Symbolischer Begriff	Glaube (reflektierte Vernunft)	Religiöse Interpretation
Rationaler Begriff	Reflektierter Begriff	Vernunft	Philosophische Interpretation
Sinnlicher Begriff	Rationaler Begriff	Rationales Denken	wissenschaftl. Weltbild
Wahrnehmungsmuster	Sinnlicher Begriff	Vorstellung	anschauliche momentane Außenwelt
Empfindungsmuster	Wahrnehmungsmuster	Empfindung	momentane Dinge
Wirkungsmuster	Empfindungsmuster	Empfindung	Signale, physische Wirkungen

Auf der untersten Stufe stehen die Reiz- und Wirkungsmuster. Diese Stufe der Empfindung und der Empfindungsbegriff spielen eine wichtige Rolle in der Biologie, aber auch auf allen weiteren Ebenen philosophischer Reflektion. Im Vergleich zum physikalischen Wirkungsbegriff ist der Empfindungsbegriff das subjektive Sein des Allgemeinen, nicht als Räumliches, aber Invariantes über die Zeit. Wenn wir nicht in der Lage wären, das Allgemeine subjektiv in irgendeiner Weise zu fassen, würde es uns ständig "davonlaufen", immer dann, wenn sich die physische Umwelt ändert. Die Empfindung heißt, dass das Allgemeine für das biologische System gegenständliche Existenz hat, dass das System mit dem Allgemeinen wie mit einem wirklichen Ding umgehen kann.

Insofern werden die weiteren Entwicklungsstufen auch von Entwicklungsstufen des Empfindens, als "Wahrnehmungsverläufe" (KULENKAMPPF 1973, S.399) begleitet. Solche invarianten Empfindungsmuster werden als Ganzheit wiederum logisch auf einer neuen Stufe zu Wahrnehmungsmustern und konstituieren das, was wir Wahrnehmung nennen. Ihr Inhalt sind die momentanen Dinge, die auf der untersten Ebene physisch gegeben, auf höherer Ebene aber abstrakt sind:

"Erkenntnis" ist "von seiner Genesis abgelöstes Resultat" (KULENKAMPPF 1973, S.399).

Einige Autoren benennen den Vorgang der Bildung einer Ganzheit aus Mustern von Teilen "Wahrnehmungsverlauf". In Konsequenz wird dann der Erkenntnisprozeß aufgefasst als

"komplexer, aus einer Vielzahl simultaner und sukzessiver Wahrnehmungsverläufe sich zusammensetzender Prozess" (KULENKAMPPF 1973, S.399).

"Ferner bildet die Wahrnehmung das Fundament aller höheren theoretischen Akte" (WALDENFELS 1973, S.1670)

Bis hierhin ist alles noch "biologische Entwicklung". Die Wahrnehmungsmuster als Teile gegenständiglich zu machen und zu einer Ganzheit zusammenfassen, zu einem neuen Begriff, dem ersten, den wir auch "Begriff" nennen (deshalb auch "sinnlicher Begriff"), ist verbunden mit der Fähigkeit des biologischen Systems zur Vorstellung. Dem entspricht eine anschaulich-momentane Außenwelt, d.h. eine Vielzahl momentaner Dinge, die miteinander in Beziehung stehen. Allerdings: Wenn man nicht "hinsieht", gibt es die Welt "scheinbar" nicht. Nur wenn man "hinsieht", kann man die Wahrnehmungsmuster miteinander vergleichen und das Invariante wahrnehmen. Das bedeutet für das biologische System mit anderen Worten die Fähigkeit zum individuellen Lernen bereits auf dieser Stufe.

Wenn wir jetzt in der Lage sind, diesen sinnlichen Begriff, also die Invarianz von Wahrnehmungsmustern selbst wieder zu einem Teil zu machen und das Ganze solcher sinnlichen Begriffe als einen rationalen Begriff bezeichnen, haben wir die Stufe des rationalen Denkens erreicht. Dann ist die Welt auch "da", wenn wir nicht hinsehen, dann haben wir nicht mehr momentane Dinge, sondern Objekte. Die Beziehung zwischen diesen Objekten sind selbst allgemeine Regeln und Strukturen und wir haben ein wissenschaftliches Weltbild.

Wenn man diese rationalen Begriffe selbst wieder als Teile einer neuen Ganzheit betrachtet, gelangt man zum reflexiven Begriff, zur Stufe der Vernunft, und damit zur philosophischen und erkenntniskritischen Interpretation des wissenschaftlichen Weltbildes. Dies ist das Gebiet der Philosophie, denn das Denken über das Denken kann auch nur in den Kategorien der Wissenschaft geschehen. Deshalb beschäftigt sich die Philosophie in der Regel mit dem reflexiven Begriff. Kennzeichnend für die Vernunft ist also, dass der Erkenntnisprozess selbst zum Gegenstand von Erkenntnis gemacht werden kann:

"Vernunft ist nicht selbst als ein Geschehen identifizierbar, sondern der logische Ort für die Rekonstruktion von Geschehen unter dem Aspekt begründbarer Geltung" (ANACKER 1973, S.1611).

Wenn man das gegebene Schema weiter verfolgt, verlässt man den Bereich des Begrifflichen. Das heißt, dass selbst die Beschreibung dieses Teils des Schemas in gewisser Weise spekulativ ist, jedenfalls ohne Anspruch auf Allgemeingültigkeit und eher eine Auffassung des Autors. Wenn man die reflexiven Begriffe selbst wieder als Teile betrachtet, übersteigt man in der Regel das Begriffliche und gelangt zu den symbolischen (sich selbst begreifenden) Begriffen und damit zur reflexiven Vernunft. Man stellt bestimmte Beziehungen zwischen außerbegrifflichen Realitäten und solchen reflexiven Begriffen her, daher auch die Benennung als Stufe des "Glaubens", oder der Überzeugung von der Wirklichkeit. Als Inhalt haben wir die weltanschauliche bzw. religiöse Interpretation des Weltbildes.

Ausdrücklich sei hier unter "Glaube" ein vernunftbegründeter Glaube verstanden, der auf der Grundlage von Vernunft und rationalem Denken gebildet wird, im Unterschied zum "übersinnlichen" Glauben, der direkt über der Stufe der sinnlichen Wahrnehmung angesiedelt ist und die Stufen des Denkens und der Vernunft ausschließt.

Die verschiedenen Stufen der Erkenntnis implizieren, das sei ergänzend angefügt und in folgender Tabelle illustriert, verschiedene Welten, die das System subjektiv kennt. Eine ähnliche Aufstellung findet man bei WENZLAFF (1987b, S.81) unter der Bezeichnung "Niveauebenen des Geistes", allerdings mit 7 Ebenen unten den Namen Reiz, Empfindung, Wahrnehmung, Vorstellung, Denken, Vernunft, Übervernünftiges Ich-Bewußtsein.

Stufe	Weltanschauung	Welt
Glaube	Religion	nicht - begriffliches Sein
Vernunft	Weltbild (Weisheit)	Einheit von Natur und Mensch
Rationales Denken	Naturbild (Wissen)	Einheit der Natur
Vorstellung	Erfahrung	Welt = momentane Außenwelt
Wahrnehmung	genetische Anlagen	Welt = Umwelt
Reize / Empfindungen	Physis	Welt = invariante phys. Wirkungen

Anmerkung: Unter "Welt" verstehen wir dabei

"Die Idee der Verhältniseinheit möglicher Gegenstände überhaupt. Die Welt wird nicht angeschaut und nicht erkannt, sondern gedacht. ... Welt ist die Idee der Einheit im Hinblick auf die kategoriale Synthesis." (KRINGS 1973, S.282)

Unten stehen die Reize als das Erfassen von Signalen. Die Welt ist hier unmittelbare physische Umgebung, die Umgebung invarianter physischer Wirkungen, die auf das biologische System einwirken. Die Signale "signalisieren" Invarianz von Wirkungsmustern. Wenn das System die Invarianz erfassen und in eine Empfindung umsetzen kann, steuert diese Empfindung als die geistige Tätigkeit die weiteren biologischen Aktionen und Reaktionen.

Auf der nächsten Stufe (Wahrnehmung) steht die Anschauung als Invarianz von Empfindungsmustern, das sinnliche Erfassen der Invarianz von Signalstrukturen. Unter "Anschauung" verstehen wir im Anschluss an FLACH (1973, S. 100) die Funktion der unvermittelten Gegenstandsrepräsentation. Damit ist die sinnliche Anschauung und die Welt bereits nicht länger nur unmittelbare Umgebung, sondern Umwelt, die tiefer greift. Gegenstand der sinnlichen Anschauung sind die momentanen Dinge, ihr Ergebnis ist Anschauung im Sinne von FLACHs Begriffstyp 1.2 (FLACH 1973, S.103).

Auf der dritten Stufe stehen die Vorstellungen, die sinnlichen Begriffe als Invarianz von Anschauungen. Die geistige Tätigkeit, die hier vorliegt, ist das Begreifen der momentanen Dinge. Gewissermaßen wird ein Bild der Außenwelt gefertigt, es kommt zu individueller Erfahrung, zu individuellem Lernen. Die Welt existiert für dieses System als eine momentane Außenwelt, alles muss durch das "Nadelöhr der Wahrnehmung" hindurch, und die Wahrnehmungen steuern das, was oben "Begreifen der momentanen Dinge" genannt wurde.

Auf der nächsten Stufe steht das rationale Denken. Kennzeichnend hierfür ist, dass die Dinge nicht mehr momentan sind, sondern zu Objekten werden. Mit anderen Worten: Die Dinge bleiben an ihrem Platz auch dann, wenn man nicht hinsieht, sie behalten ihre Invarianz. Wenn man diese invarianten Objekte in ihren vielfältigen regelmäßigen Beziehungen zum Gegenstand von Erkenntnis macht, erhält man ein Naturbild, ein Wissen. Aus der momentanen Außenwelt wird die Welt als eine gesetzmäßige Natur.

Das Nachdenken über das Denken markiert den Übergang zur Vernunft. Durch das Auffassen von Begriffen als Verhältnisse reflexiver Begriffe gelangt man zum Weltbild, in dem das Subjekt selbst mit seinem Erkennen bereits eingeschlossen ist. Man spricht in diesem Fall auch von

"Weisheit". Es ist das Begreifen des Begreifens, die Reflexivität der Gesetze, die Frage danach, wieviel das erkennende Subjekt von sich selbst zur Erkenntnis beisteuert. Hier entsteht die Welt als Einheit von Natur und Mensch als eine philosophisch interpretierte Natur-Welt-Einheit.

Die letzte Stufe sei hier nur unter dem Vorbehalt, weltanschaulich geprägte Meinung des Autors zu sein, erwähnt. Auf ihr steht der rationale oder irrationale Glaube.

Aus der Darstellung dieser Entwicklung geht hervor, dass Begriffe immer das Ergebnis einer Entwicklung sind und sie immer ihre Geschichtlichkeit in sich tragen. Zum Beispiel ist für einen Menschen der Begriff "Baum" deshalb nicht nur eine Ansammlung von Beschreibungsstücken wie "ein Baum hat Äste", "ein Baum hat Blätter" und "alle Bäume sind aus Holz", sondern er umfasst zum Beispiel auch alle Empfindungen subjektiver Art, die der Mensch hatte, als ihm im Kindesalter zum erstenmal ein Baum gezeigt und erklärt wurde.

Auf diese Weise sind alle Begriffe individuell und unauflöslich mit der Geschichte des Individuums verbunden. Da sich die geschichtliche Verbindung aber nicht nur auf das Ergebnis des Erkenntnisprozesses erstreckt, sondern auch auf die Art des Erkenntnisprozesses selbst, und weil diese Einwirkungen nicht nur auf dem beruhen, was das Individuum im Laufe seines Lebens erlebt hat, sondern darüberhinaus auch darauf, was es in seiner körperlichen Anlage (z.B. Vererbung, auch Archaisches und physisch-biologisch Menschliches) vom Beginn seines Lebens in sich hat, ist ein Erkenntnisprozess in der Form, wie ihn die Philosophie betrachtet, nur und ausschließlich beim Menschen denkbar.

Wir wollen diese Darstellung des Erkenntnisprozesses abschließen mit einem Hinweis auf seinen gedanklichen Vorläufer in der Nachrichtentechnik. Er geht zurück auf einen Vorschlag von SHANNON (1949), der zur Erhöhung der Sicherheit der Übertragung von Nachrichten die Einrichtung eines zweiten korrigierenden Kanals vorschlägt.

Im Zentrum des korrigierenden Systems führt SHANNON die Instanz des Observers ein, der in der Lage ist, die Struktur des Übertragungsvorgangs zu erfassen und einer weiteren Instanz, einem dem Receiver nachgeschalteten Correcting

Device, zuzuleiten. Denkt man sich Observer, Receiver und Correcting Device als ein empfangendes System, erhält man eine Modellvorstellung einer Stufe des Erkenntnisprozesses. Diese Potenz eines zunächst rein technisch gemeinten Modells wurde erst in den siebziger Jahren entdeckt. So heißt es z.B. bei OESER:

"Erst durch eine solche systemtheoretische Erweiterung, die das ursprünglich starre Schema der Shannonschen Kommunikationstheorie überschreitet, wird die Bedeutung des Shannonschen Theorems für erkenntnistheoretische Fragestellungen einsichtig." (OESER 1976, S. 57)

OESER bezieht sich dabei auf MACKAY, der wohl als erster eine solche Interpretation des Shannonschen Theorems vorschlug und zur Erläuterung einer "allgemeinen Informationstheorie" ausführte:

"Die allgemeine Informationstheorie hat es mit dem Problem, Veränderungen im Wissen zu messen, zu tun. ...Ein Kommunikationsprozess...hat das Auftauchen einer Repräsentation im "Repräsentationsraum" des Empfängers oder Beobachters zur Folge. Was aber die Kommunikation kennzeichnet, das ist...die Tatsache, dass die produzierte Repräsentation eine Nachbildung einer Repräsentation ist....Mit der Theorie der Information meinen wir allgemein die Theorie der Prozesse, durch welche Repräsentationen entstehen, zusammen mit der Theorie jener abstrakten Merkmale, die einer Repräsentation und demjenigen, was sie repräsentiert, gemeinsam sind." (MACKAY 1968 S.42)

Mit "Repräsentationen" sind aber jene Ganzheiten gemeint, die auf den einzelnen Stufen der Erkenntnis aus den Invarianten der Empfindungen gewonnen werden, und so erweist sich die Ausführung MACKAYs als die Beschreibung einer Stufe des hier verwendeten Erkenntnismodells.

Wir sehen den Erkenntnisprozess bis zur Stufe des rationalen Denkens als Informationsprozess an und das Ergebnis dieses Prozesses, das umgangssprachlich als "Wissen" oder "Kenntnis" bezeichnet wird, als "Information". Dabei wird auf jeder folgenden Stufe neue "Information" erzeugt:

"Information ist nur, wo Information entsteht" (WEIZSÄCKER 1985, S.575).

In den Kategorien der Allgemeinen Technologie sind Menschen personale Handlungssysteme. Da sie ihre Struktur selbsttätig auf dem Wege des Erkenntnisprozesses verändern können, handelt es sich um sich selbst organisierende Systeme. Da die Art des Erkenntnisprozesses bei allen Menschen gleich ist und die Menschen sich über den Prozess informieren können, sind sie offene Systeme. Wir gelangen so zur folgenden Definition des Informationsbegriffes, den wir für die Allgemeine Technologie vorschlagen:

### 3 Definitionen

#### 3.1 Information

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

Die in dieser Definition verwendeten Begriffe sollen dabei folgendermaßen verstanden werden:

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 erweist sich ein Prozess als 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 vorausgegangenen 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 aber postulieren wir als einzigartig, nämlich menschlich gegenüber den Sachsystemen und allen anderen biologischen Systemen. Wir begründen dieses Postulat im Anschluß an KRÄMER/FRIEDRICH (1983) mit drei nicht hintergehbaren typisch menschlichen Eigenschaften, die Information als Prozess und als Ergebnis dieses Prozesses erst ermöglichen:

- Die Geschichtlichkeit
- Die Körperlichkeit
- Die Selbsttätigkeit
- Die Verständigung

### **3.1.1 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 darüber hinaus 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.

### **3.1.2 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.

### **3.1.3 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 intentional 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 "Probearbeiten", 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.

### 3.1.4 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, wie sie im Kapitel zur Erkenntnis angedeutet wurden. 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.

### 3.2 Daten

Kehren wir noch einmal zu den Grundlagen der Allgemeinen Technologie zurück. Ein System ist die Bezeichnung für ein Quadrupel aus Mengen, deren eine die Menge der Attribute ist. Nun ist ein Attribut nicht etwa "objektiv vorhanden", sondern es ist ja eine Eigenschaft, und Eigenschaften lassen sich nur in einem Erkenntnisgewinnungsprozess feststellen und "existieren" dann als Abbild beim Beobachter. Attribute sind also Prädikatoren, die dem System zugesprochen werden, und diese Formulierung klingt auch bei ROPOHL an:

"Ganz allgemein ist ein Attribut ein Merkmal oder eine Eigenschaft, die sich einem System ... zusprechen lässt." (ROPOHL 1979, S.61)

Zu den Attributen zählt Ropohl auch "aus Gründen der formalen Einheitlichkeit" Raum und Zeit, obwohl sich diese sicherlich keinem System im Sinne von Eigenschaften zusprechen lassen. In den Grafiken tauchen diese Begriffe dann losgelöst ohne Beziehung auf, und sie lassen sich weder einer der drei Klassen von Attributen (Input,

Output, Zustand) noch der Umgebung zuordnen (die Umgebung ist ja ihrerseits ein System und kann deshalb nicht Zeit oder Raum als Elemente der Attributenmenge aufweisen).

In Wirklichkeit sind Zeit und Raum nicht Attribute, sondern Größen, auf deren Grundlage die Attribute gebildet werden. Darunter ist nicht nur die triviale Aussage zu verstehen, dass jedes System eine räumliche und eine zeitliche (wenn wir ein räumliches Modell der Zeit verwenden) Ausdehnung hat, sondern dass sich die Attribute nur dann erfassen lassen, wenn man sie - physikalisch gesprochen - "über den Raum" bzw. "über die Zeit" darstellt. Zeit und Raum erweisen sich demnach als Beschreibungskategorien der Attribute und können deshalb nicht zu den Attributen selbst gezählt werden.

Die Relationen zwischen den Elementen eines Sachsystems und Elementen seiner Umgebung sind zunächst vom Typ "Stoff- und Energiefluss". Die Beschreibung dieser beiden Flüsse über Zeit und Raum liefert jedoch auch Strukturen, die als Abstrakta isoliert und als Gegenstand technischer Operationen betrachtet werden können. Diesen Sachverhalt stellt das SHANNONsche Modell eines Kommunikationssystems in einer "Minimalconfiguration" dar: Es besteht aus zwei räumlich getrennten Sachsystemen, die über ein drittes Sachsystem, den Kanal, in physischer Wechselwirkung miteinander stehen. SHANNON nennt den Ausgangspunkt der Wirkung einen "Transmitter", das Objekt der Wirkung einen "Receiver". Die Aufgabe dieses Systems besteht darin, vom Transmitter ausgehend im ortsverschiedenen Receiver isomorphe Strukturen des Stoff- bzw. Energieflusses zu erzeugen. Wir wollen diesen Vorgang der isomorphen Reproduktion **Übertragung** (bzw. verbal: **übertragen**) nennen. Da es sich um einen Reproduktionsvorgang handelt, ist das "Übertragen" von "Transportieren" abzugrenzen, bei dem keine Reproduktion stattfindet. Die Reproduktion von Strukturen ist im Gegensatz zu der von Stoff und Energie deshalb möglich, weil Strukturen abstrakt sind und keinen irgendwie gearteten "Erhaltungssätzen" unterliegen.

Wir hatten eben erwähnt, dass die Strukturen als Abstrakte isoliert werden können: in der Praxis werden sie als kontinuierliche Funktionen oder als Zeichen beschrieben. Das bedeutet nicht, dass es als Bedingung ihres Vorhandenseins eines Beobachters bedürfte, und wir wollen postulieren,

dass die Strukturen als objektiver Tatbestand existent sind. Weiterhin liegt Übertragung auch dann vor, wenn der Reproduktionsvorgang im Grenzfall vom Typ  $a=b$  ist, wenn also eine direkte Relation zwischen Input und Output besteht. Dies ist zum Beispiel bei einer direkten physischen Verbindung der Fall, etwa wenn die Spannung zwischen den Leitern einer Zweidrahtleitung an beiden Leitungsenden dieselbe ist (wir betrachten Technische Systeme, wenn nicht anders erwähnt, in idealer Form ohne Verluste, im Falle dieses Beispiels als Zweileitersystem ohne Leitungskapazität, Leiterwiderstand, Leiterinduktivität usw.). Sender bzw. Empfänger sind dann hypothetische Konstrukte, in diesem Fall Punkte an den Leitenden.

Wir haben damit Sender- und Empfängerbegriffe beschrieben, die über den Horizont nachrichtentechnischer Praxis hinausreichen, wohl aber als Grenzfälle im SHANNONschen Modell enthalten sind. Dort sind mit "Transmitter" und "Receiver" Systeme gemeint, die die Kanalanpassungen vornehmen, indem sie codieren. Sie tun dies, indem sie jeder Struktur ihres Inputs eine ganz bestimmte Struktur ihres Outputs zuordnen. Der Empfänger führt diese Operation reversiv zum Sender durch. SHANNON wies mathematisch nach, dass die Komplexität einer Struktur bei ihrer Übertragung nicht zunehmen, sondern lediglich abnehmen kann, indem er ein quantitatives Maß für die übertragene Struktur einführte und mit diesem dann den Begriff der Kanalkapazität schuf. Als Ergebnis seiner Arbeit konnte er eine Anleitung zur Konstruktion eines optimalen Codes für eine bestimmte Übertragungsgeschwindigkeit vorlegen. Im Grenzfall der bilateralen Gleichheit des Codes sind allerdings Sender und Empfänger systemtheoretisch vom Typ " $a=b$ ", und sie erweisen sich dann als die oben erwähnten theoretischen Konstrukte.

Aus diesen Überlegungen folgt, dass jede systemtheoretisch beschriebene physische Ursache-Wirkungs-Relation als Kommunikation im nachrichtentechnischen Sinne bezeichnet werden müsste. Interpretierte man im Sinne der SHANNONschen "Informationstheorie" die Funktion des Systems als "Informationsübertragung", käme man bei der systemtheoretischen Abbildung eines Sachsystems zur Identität von Energie- und Informationsflussstruktur, und man könnte auf einen Informationsbegriff verzichten.

Hier muss daran erinnert werden, dass technische Systeme Modelle sind, die ganz bestimmten Zwecken dienen. Daraus folgt, dass wir die Freiheit besitzen, die Systeme so zu konzipieren, dass sie einen möglichst hohen heuristischen Wirkungsgrad besitzen. Wir dürfen deshalb auf der Grundlage der Überlegungen zum Informationsbegriff postulieren, dass eine physische Ursache-Wirkungs-Relation nicht funktional als Informationsübertragung oder ontisch als Kommunikationssystem bezeichnet werden darf. Ursache-Wirkungs-Relationen werden in der Allgemeinen Technologie durch "Stoff- und Energieflüsse" beschrieben.

Bei all diesen Überlegungen wurde davon abgesehen, zu welchem Zweck die Übertragung der Strukturen erfolgte. Auch bezogen sich die Überlegungen auf Sachsysteme, die in der Realität immer mit personalen Systemen zusammen technische Systeme bilden. Folglich könnte man meinen, dass die in Sachsystemen der Informations- und Kommunikationstechnik verwendeten Strukturen "Träger" dessen sein könnten, was diese Systeme vermeintlich "bearbeiten". Die Anführungszeichen sollen schon andeuten, dass Sachsysteme keine Informationen, sondern lediglich Strukturen im Sinne physischer Wirkungszusammenhänge verarbeiten können.

Das folgt aus dem oben dargelegten Informationsbegriff, nach dem Information lediglich in einem System ist. Will das System mit einem anderen kommunizieren, muss es die auf höherer Ebene befindlichen Strukturen in physikalische Wirkungen "umsetzen", was mit dem Wort "Darstellen" illustriert wurde. Damit aber schafft es genau jene Strukturen, die oben bei der Beschreibung der Attribute von Systemen erwähnt wurden. Umgekehrt hatten wir bei der Erläuterung des Informationsbegriffs bereits erwähnt, dass Erkenntnis auf unterster Stufe auf der Struktur physikalischer Wirkungen beruht. Wenn Strukturen im Zusammenhang mit Informationsprozessen eine Rolle spielen, wollen wir sie Daten nennen, und wir geben folgende Definition:

**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.

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 angegebenen 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 störanfälligen 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 Anwendungen 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 binäre Ziffern, nämlich die Zahlen 0000000 bis 1111111. In der EDV entspricht dies den Signalen LLLLLLLL 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 binäre Ziffern. Beispiel:

Der Z80 zum Beispiel kennt einen Befehl, der sprachlich formuliert lautet:

"Vom Inhalt des Registers E wird der Wert 1 abgezogen."

Im Befehlscode des Z80 wird diesem Befehl das als Dualzahl 00011101 bzw. Sedezimalzahl 1D dargestellte Byte zugeordnet. Das dazugehörige Datum auf dem Datenbus lautet demnach LLLHHHLH, wobei die einzelnen Bits die Zustände der einzelnen Signalleitungen darstellen.

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 gehört zu den ursprünglichsten menschlichen Erfahrungen, 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" impliziert, 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 sie 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 Verarbeitungs-klassen T eingeführt (HANSEN). Wenn man Verarbeitungs-klassen versteht als Klassen aktiv durchgeführter Prozesse, ergibt sich hier eine Besonderheit. Während nämlich für alle anderen Verarbeitungs-klassen 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 Verarbeitungs-klasse 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 Verarbeitungs-kategorie ist also eigentlich keine "Verarbeitungs-kategorie", 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 Verarbeitungs-kategorie: 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 Dublikate sind Fotokopien, wörtliche Abschriften, 1:1-Kopien von Disketten.

Damit sind die wichtigsten Verarbeitungsklassen für Daten beschrieben. Sie fügen sich in das Begriffssystem nach DIN 44300, 44300-A1 und 44300-A2 ein. Dort finden sich noch die Definitionen für folgende Verarbeitungsklassen:

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

Dieser Text ist die überarbeitete Version eines öffentlichen Vortrags am 15. Mai 1990 in der Universität Halle (Saale).

Aktuelle Version OGRUND1E für die Lehrerfortbildung im LEU vom 18.1.99, Prof. Dr. Hartwig Mackeprang, Pädagogische Hochschule Weingarten, Kirchplatz 2, 88250 Weingarten, Tel. 0751-501 324.

## 6 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". Streitgespräch 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)

Prof. Dr. Hartwig Mackeprang, Pädagogische Hochschule, Kirchplatz 2, 88250 Weingarten, Tel. 0751-501 324, Fax. 0751-501 200, priv. Pflugstraße, 88250 Weingarten, 0751-552600, mackeprang@ph-weingarten.de

## 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.

Weniger wichtige Begriffe (siehe auch DIN 44300 A1):

Laden (das Kopieren von Speicher in Register).

Schiften (Stellenverschieben).

Maskieren ("Heraustrennen" einzelner Bits).

Abschneiden (das Kürzen von Binärworten).

Ausschneiden (beidseitiges Abschneiden).

Trennen.

Mischen.