

Einheitliche Datenstrukturierung für deren automatische Verarbeitung

Beginn 4/97
Erste Reinschrift 9/99
Formelle Ergänzungen 19. Juni 2007

DI Franz PLOCHBERGER
Huebwiesenstrasse 36/11
CH-8954 Geroldswil

Handy 0786 73 19 89
Email : f.plochberger@tele2.ch
Home <http://home.tele2.ch/plbg/wissenschaft.html>

Kopierrechte ausschließlich beim Autor persönlich !

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Persönliche Vorstellung	5
3	Was ist neu durch diese Arbeit?	6
4	Eigentliches Thema	7
5	Der Begriff "Daten"	9
5.1	Das Wort	9
5.2	Beschreibung des Begriffes	9
5.2.1	"lebende" Daten (Informationen)	10
5.2.2	„Tote" Daten	10
5.3	Zusammenfassung Begriff "Daten"	12
6	Das Umfeld des Kernthemas	13
6.1	Bedeutung der Nützlichkeit	13
6.1.1	Einige kritische Bemerkungen	14
6.1.2	Positive Argumente	14
6.2	Der Wert der Daten	16
6.2.1	Materieller Wert	16
6.2.2	Inhaltlicher Wert	16
6.2.3	Mögliche Bewertungsgrößen und -hilfen	16
6.3	Zusammenfassung zu Umfeld des Kernthemas	18
7	Die Umschreibung der Forschungsarbeit	19
7.1	Umschreibung nach Art der Daten	19
7.1.1	Lebende Daten (Informationen)	19
7.1.2	Aufgezeichnete oder tote Daten	19
7.1.2.1	Erfassen in gegebener Form	19
7.1.2.2	Strukturieren in möglichst wandelbare Strukturen	19
7.1.2.3	Speichern in möglichst effektiver und dauerhaften Form	19
7.1.2.4	Schnelles Zugreifen und Verarbeiten dieser Daten	19
7.2	Gruppierung innerhalb der Informatik	20
7.2.1	Hardware-Software-Daten	20
7.2.2	Die Ein- Ausgabedaten eines Verarbeitungssystems	20
7.3	Gruppierung nach Marktbedürfnissen	21
7.4	Zusammenfassung Gruppierung IT	22
8	Einfache Datenstrukturen	23
8.1	Verwendete Fachausdrücke	23
8.1.1	Die Menge (set)	23
8.1.2	Folge und n-Tupel	23
8.1.3	Relation	23
8.1.4	Vektor	23
8.1.5	Struktur (structure)	24
8.1.6	Automatendaten	24
8.2	Die einfachen Datenstrukturen im Einzelnen	25
8.2.1	Das (Daten-)Feld (field)	25
8.2.1.1	Übliche Arten eines (Daten-)Feldes	25
8.2.1.1.1	Ein Bit	25
8.2.1.1.2	Ein Byte	25

Gelöscht

8.2.1.1.3	Das (Daten-)Wort (word)	25
8.2.1.1.4	Feld beliebiger Länge	26
8.2.2	Strukturen durch Aneinanderreihung von Feldern	26
8.2.2.1	Statische Struktur	26
8.2.2.1.1	Die Datenstruktur schlechthin (structure)	26
8.2.2.1.2	Der Datensatz (record)	26
8.2.2.1.3	Die Anzahl Bytes dieses Satzes wird als wichtige Größe Satzlänge als Strukturparameter mitgespeichert. Sie ist fix, kann aber auch variabel innerhalb einer maximalen Länge sein.	26
8.2.2.1.4	Die Tabelle (array)	26
8.2.2.1.5	Die Matrix (matrix)	27
8.2.2.1.6	Der Würfel (cube) und komplexere Formen	27
8.2.2.2	Die Menge (set)	27
8.2.2.3	Dynamische Struktur	28
8.2.2.3.1	Dynamisierung	28
8.2.2.3.2	Der flache Zeiger, Flachzeiger (flat pointer)	29
8.2.2.3.2.1	Name des Zeigers	30
8.2.2.3.2.2	zwei Relationsfelder	30
8.2.2.3.2.3	Kontext Zeiger-Flachzeiger	30
8.2.2.3.3	Der Stapel (stack)	30
8.2.2.3.4	Die Kette (chain)	31
8.2.3	Strukturen mit Mehrfachverbindungen	31
8.2.3.1	Der Haufen (heap)	31
8.2.3.2	Der Graph	31
8.2.3.3	Das Netzwerk (net)	32
8.2.3.4	Der Baum (tree)	32
8.2.3.5	Kardinalität bei mehreren Feldern des gleichen Typs	32
8.2.3.5.1	(0,1;0,1)	32
8.2.3.5.2	(1:1)	32
8.2.3.5.3	(1:n) oder (n:1)	32
8.2.3.5.4	(m:n)	33
8.2.3.6	Das "Routing"-Problem allgemein	33
9	Strukturen in mehreren Ebenen	34
10	Strukturumwandlungen von Dateien und Datenbanken	35
10.1	Die Datei	35
10.2	Die hierarchische Datenbank	35
10.3	Die relationale Datenbank	36
10.3.1	Das Schlüsselfeld	37
10.4	Die Umwandlung nicht OO-Strukturen	38
10.5	Objektorientierte Datenbank	39
10.6	Zusammenfassung Strukturumwandlungen	40
11	Welche Strukturen verlangt der Mensch?	41
11.1	Die "Strukturen" des Menschen selbst	41
11.1.1	Die gesamte Körperhaltung	42
11.1.2	Die Füße, Zehen	43
11.1.3	Die Hände, Finger, das Tasten	43
11.1.4	Der Gesichtsausdruck, die Mimik	43
11.1.5	Die Augen	44
11.1.6	Die Ohren	44
11.1.7	Die Nase	44
11.1.7.1	Der Mund und die menschliche Stimme	44
11.2	Strukturen der Maschinenoberfläche	45
11.2.1	Die Tastatur, die Maus, die Tastkörper	45
11.2.2	Der Bildschirm	45

Gelöscht

11.2.3	Die Bildaufzeichnung	47
11.2.4	Das Mikrofon, der Kopfhörer	47
11.2.5	Scanner und Drucker	47
12	<i>Datenstrukturen der Natur</i>	48
12.1	"Natürlicher Daten" als eigene Datengruppe	48
12.2	Speicherung und Wiedergabe "natürlicher Daten"	49
13	<i>Suchwörter</i>	50
14	<i>Literaturverzeichnis</i>	52

2 Persönliche Vorstellung

Als ich im Jahre 1978 die Technische Universität Wien verließ, hatte ich eine damals sehr schwierigen Studiengang der Nachrichtentechnik abgeschlossen.

Ein eigener Studiengang Informatik wurde gerade auf akademischem Boden installiert. Es herrschte damals die allgemeine Meinung unter meinen Kollegen: Wenn wir dieses Studium absolviert haben, werden wir die Informatik durch „learning by doing“ erwerben.

Das hat sich in der Praxis auch bewährt. Erst nach ca. 10 Jahren, war ich dann soweit, mich als akademischer „Software-Ingenieur“ zu fühlen.

Heute stehe ich an einem neuen Entscheidungspunkt. Die Softwareentwicklung ist für mich im Wesentlichen kein Problem. Die verschiedenen Strömungen in der IT (Informationstechnologie) der Gegenwart kommen und gehen. Ich habe den Ehrgeiz entwickelt, durch Privatstudium schneller als durch offizielle Kursausbildung zum Ziel zu kommen.

Diese Denkweise ist durch die Business-Strategie des „Zertifizierens“, der mit großen Kosten verbunden ist, eindeutig gefährdet.

Nebenbei hat sich eine neue Business-Philosophie des „Gratisanbietens“ etabliert, die meiner Meinung nach ebenfalls gute Marktchancen hat.

Der Erwerb des jeweils neuen Fachwissens durch persönliches Lernen kann in beiden Fällen nicht abgenommen werden. Das ist aber sicherlich kein Problem.

Bei mir hat sich in den fast 3 Jahrzehnten meiner IT-Tätigkeit keine Frustration eingestellt. Ich bin heute noch immer an der Front mit dabei. Vielleicht ist meine Tätigkeit ein wenig weggerückt von der Spezialistentätigkeit des Softwareentwicklens und mehr in Richtung Personalführung und theoretische Planungsarbeit gewandert.

Neu etabliert hat sich bei mir, vielleicht auf Grund meiner 3 Jahre wissenschaftlichen Arbeit während des Studiums, eine rein wissenschaftliche Ader. Ich betrachte heute die Beschäftigung mit der Informationswissenschaft als eine privilegierte Gnade und nütze jede Gelegenheit um diese Fähigkeit zu verbessern.

3 Was ist neu durch diese Arbeit?

Ich will es schlagwortartig festhalten:

- **Die (neuerliche) Hervorhebung des Begriffes „Daten“**
- **Die Gruppierung „lebende“ und „tote“ Daten**
- **Der Flachzeiger**
- **Die Untersuchungen über Strukturumwandlungen**

4 Eigentliches Thema

Für aufmerksame Beobachter der technisch-wissenschaftlichen Entwicklungen der Gegenwart scheint sich abzuzeichnen, dass die Informatik die Faszination des Neuen zu verlieren scheint. Neue Zweige erobern den Nimbus des Neuen in der Öffentlichkeit: wie etwa die Genforschung, Nano-Technik oder Neurosciences.

Es wird zusehends leichter mit Hilfe von "TOOLS", die selbst wieder Software sind, neue Software zu erzeugen. Diese "LAYER"- oder "Schichten-Denkweise kann theoretisch beliebig fortgesetzt werden. Das IT-Fachwissen ist weltweit schnell bündel- und weiter-verbreitbar.

Der Wert der einzelnen Anwendungen fällt, das Knowhow, diese zu erzeugen ist einem schnellen Wandel unterworfen, ist aber nur eine Frage der Zuwendungszeit und nicht so sehr der Intelligenz.

Ein Computer ist eine Selbstverständlichkeit im Alltag des Menschen geworden. Das "Informationszeitalter" scheint wirklich begonnen zu haben.

Nun was bleibt bei dieser rasanten Entwicklung der Hard- und Software für den geistig Schaffenden in diesem Gebiet?

Ich würde behaupten, es ist für die erfahrenen Fachleute (etwa 20 Jahre) eine Überlebensfrage sich loszulösen vom alltäglichen Neuerungsstress und sich bleibenden Werten zuzuwenden. Dazu ist es notwendig, sich bewusst ein abstrahierendes Prinzipienwissen, das in den einzelnen Anwendungen immer wieder kehrt anzueignen und dieses laufend auf gutem theoretischem Niveau zu ergänzen.

Weiters scheint es mir persönlich derzeit am allerwichtigsten, die **Kontinuität in der fachlichen Entwicklung** zu betonen und bewusst zu fördern. In der praktischen Anwendung der Informatik ist bewusst auf die mögliche Anpassungsfähigkeit und nachvollziehbare Wandelbarkeit eines Anwendungssystems zu achten.

Es wird eine wirtschaftliche Überlebensfrage, wenn Software und Hardware zu sprunghaft erneuert werden. Der Wertverlust "des Vorigen" fehlt dann in der Gegenwart und Zukunft. Rein philosophisch ausgedrückt, bin ich für mehr **Evolution statt Revolution unserer IT-Welt**.

In den letzten Jahren ist mir ein Teilgebiet der Informatik als eigenes erforschungswürdiges Gut ans Herz gewachsen. Es ist dies die möglichst **abstrakte und theoretische Betrachtung der "Daten"**, die automatisch verarbeitet werden sollen.

Es scheint mir an der Zeit den beiden großen Kapiteln der Informatik "Hardware" und "Software" ebenbürtig und in Zukunft vielleicht sogar vorrangiger **"die Daten"** zuzugesellen.

Diese Denkweise wird keinen in der Branche befremden. Das für mich Interessante daran ist, dass dieses Kapitel in den letzten Jahren zu wenig separiert wurde, es wurden die Daten eher integriert.

Meine eher noch bescheidenen Bestrebungen gehen dahin, die Daten als eigenes Forschungsobjekt nicht als trivial beiseite zu legen, sondern als Kern der gesamten IT neu in den Mittelpunkt zu stellen. In der reinen Programmspezifikation gab es ja bisher einen bewährten Vorläufer - M.A.JACKSON mit seinem datenorientierten Ansatz. Dieser Denkansatz darf nicht verloren gehen!

Mein Bestreben ist, die Daten neu möglichst „abstrahiert“ von IT-Systemen mit unseren heutigen Erfahrungen (Objektorientierung etwa) neu zu erforschen.

Für mich ist es an der Zeit, die "Rechenaufgabe Systementwicklung" als gelöst zu betrachten und sich nur zu überlegen: Warum habe ich sie durchzuführen? Was läuft durch ein neues System Gefahr, verloren zu gehen?

5 Der Begriff "Daten"

5.1 Das Wort

Es ist lateinischen Ursprungs. Das ursprüngliche Zeitwort dürfte sein:

do, das, dare geben, setzen

Das dazugehörige Hauptwort

datum ist wörtlich mit **das Gegebene, das Gesetzte**

zu übersetzen.

Im Deutschen ist mit "das Datum" vor allem **das Kalenderdatum** – in Europa des Gregorianischen Kalenders etwa - gemeint.

In der heutigen Informatik meint man mit Daten eine umfangreichere Menge. Es sind damit **alle Zeichen und Ziffern** gemeint, die in "Datenverarbeitenden Maschinen" verwendet werden. Dabei werden bestimmte **Codes** (EBCDIC, ASCII usw.) verwendet.

Die gegenwärtige Bedeutung des Wortes ist noch weiter geworden. Es sind alle **Informationen** jeglicher Art gemeint, die im Umgang mit Geräten der Informationsverarbeitung entstehen. Das kann sein: Bilder, Töne, Graphiken und deren Aufzeichnungen. Allen gemeinsam ist, dass sie in einer bestimmten Form (meist "digital") gespeichert werden. Dabei entstanden und entstehen laufend umfangreiche **Aufzeichnungs- und Wiedergabeverfahren**.

Die abstrakteste Auslegung ist es, diesen Begriff Daten in einer noch wesentlicheren Form der bisherigen menschlichen Denkweise der Philosophie und Naturwissenschaft einzuordnen, die Daten in etwa als **Mittel zur Bewahrung und Weitergabe von Wissen und Information** und konkret als **Übergangsform der menschlichen Sinneseindrücke zu den Daten verarbeitenden Maschinen und Geräten** zu sehen.

5.2 Beschreibung des Begriffes

Es ist vergeudete Zeit, einen gängigen Begriff der Gegenwart mit neuer Bedeutung zu versehen. Es müssen nur in ihm bereits innewohnende deutlicher und ursächlicher hervorgehoben werden.

Dazu will ich bei einem eindeutigen Begriff beginnen:

die "**Fakten**".

Darunter kann man jene Tatsachen, Gegenstände, Gegebenheiten oder Zustände sehen, die mittels Daten beschrieben und dargestellt werden können.

Allgemein philosophisch kann man Fakten zu "**alle Objekte unserer Wahrnehmung**" erweitern.

Damit kommt ein weiterer Wesenszug hinzu: das ist die **Wahrnehmung durch den Menschen**. Dadurch werden Fakten zu "Daten in unseren Köpfen". Die können dann von uns aufgezeichnet werden("Gedächtnis") und anderen Menschen mitgeteilt werden.

Die materielle Form dieser Aufzeichnungen ist hier zunächst nicht wichtig. Sie ändert sich ja laufend.

Generell will ich alle vorhandenen Daten oder Informationen ganz groß aufspalten in

5.2.1 "lebende" Daten (Informationen)

Damit ist vor allem die Daten im Menschen, das "Wissen" gemeint. Als Ort sehe ich das menschliche "Gedächtnis" in seiner tradierten Form. Die Hirnforschung (Neuroscience) befasst sich intensiv damit.

Es gehören aber auch sonstige, in Lebewesen gespeicherte Daten - wie Erbinformationen in den Zellkernen oder Informationen jeglicher Art in Nervenzellen und Nervverbindungen zu dieser Gruppe.

Dabei ist die Informatik ein zielführendes Instrument geworden. Das will ich getrost hervorheben und mich darüber freuen können. Die Informationswissenschaft mit ihren neuen Prinzipien macht es möglich neue Wissensgebiete systematisch zu erforschen. Darauf können wir durchaus stolz sein.

5.2.2 „Tote" Daten

Darunter will ich jene physisch vorhandenen, materialisierten Aufzeichnungen jedweder Struktur und Form zusammenfassen, die seit Beginn der Menschheit bestehen.

Das ist natürlich eine nicht überschaubare Menge.

Wir sind heute zum ersten Mal in der Geschichte geistig in der Lage, diesen Begriff sinnvoll zu verwenden. Wir können es uns zumindest theoretisch vorstellen, alle Aufzeichnungen der Menschheit allen Menschen, die sie benutzen wollen, zugänglich zu machen.

Dabei will ich festhalten, dass es notwendig bleibt, die bisherigen und zukünftigen Objekte und Fakten aufzubewahren. Das "**Museum**" wird auch in der Informationsgesellschaft wichtig und interessant bleiben.

Die **Formen der Aufzeichnungen** werden sich aber möglicherweise vereinheitlichen. Es wird eine gewisse einheitliche Datenstrukturierung sinnvoll sein, um sie z.B. auf der ganzen Welt maschinell benützen zu können.

Diese Beziehung „**Objekt - Aufzeichnungen darüber**“ kann auch wiederholt werden, also Daten und Datenträger selbst wieder Objekte oder Fakten werden.

Das jeweilige Objekt ist auch das Thema dieser Daten und rein logisch eine eindeutige Benennungsmöglichkeit dieser Menge von Daten.

Um Daten auch zu verstehen, wird es notwendig, diese maschinell aufbereitete Menge dem Menschen leicht erfassbar zu gestalten, also möglichst menschengerecht aufzuarbeiten oder umzuformen. Da ist eine große Aufgabe für die Wissenschaft des Lernens und Lehrens (=Pädagogik).

Ein mit toten Daten ursächlich zusammenhängender Begriff ist der des **Datenträgers**. Er ist in den letzten Jahrzehnten durch seine Vielfalt ein sehr faszinierender Teil der Hardware geworden. Laufenden Verbesserungen und Änderungen sind in der Tagesordnung.

Die **Speicherbarkeit von Daten** ist also kein Problem, leider ist sie derzeit aber mit einer permanenten technischen Entwicklung verbunden.

Dies bringt aber ein Problem, das es bisher nicht gab: **eine riesige Menge von Daten**. Mit der Automatisierung der Verarbeitung ist die Menge der auf Datenträgern vorhandenen Daten immens gestiegen.

Eine mögliche Grenze mag hier langfristig die **globale Verfügbarkeit** aller Daten sein, die es nicht notwendig macht, vielfache Speicherungen derselben Daten durchzuführen. Die **einmalige Speicherung an einem zentralen Ort** wird sich irgendwann durchsetzen, ebenso die **Nivellierung des Datennetzes** nach allen bisherigen sozialen und ethischen Rangordnungen.

Die Auswirkungen der IT auf die Gesellschaft sind derzeit ein interessantes Forschungsgebiet.

Die Faszination der technischen Möglichkeit erdrückt ist dem nüchternen Einordnen der IT in die menschliche Werteordnung gewichen.

Der Inhalt der Daten wird für die rein technische Strukturierung und Versendung zweitrangig. Im heutigen Internet können sie weltweit mit der Geschwindigkeit von Elektronen verschickt werden.

Die Informatik selbst ist derzeit als wissenschaftliches Objekt für den Menschen verstehbar und anwendbar. Noch nicht aber ist ihre Wirkung auf den Menschen ausreichend erforscht. Es ist auch in Zukunft notwendig, die gesellschaftlichen Auswirkungen zu beobachten und mögliche Gefahren (z.B. Moralische Aspekte, Auswirkungen auf die Arbeitswelt und die Fluktuation der menschlichen Arbeitsmöglichkeiten) rechtzeitig zu erkennen.

Der Mensch hat sich nicht geändert, er hat nur ein neues Werkzeug bekommen. Der verantwortungsvolle Umgang damit muss permanent erlernt und weitergegeben werden.

Die neuen partiellen physischen Belastungen des Menschen (z.B. Augen) oder das Nicht-Gebrauchen von Körperteilen (z.B. Muskeln des Bewegungsapparates oder Energieausgleich) müssen in ihren Langzeitfolgen (=Jahrzehnte) beobachtet werden.

Generell ist die neue geistige Herausforderung im **Umgang mit Daten**, diese riesige Menge sinnvoll zu ordnen und daraus zu **selektieren**. Dazu ist wieder die reine **Intelligenz des Menschen** gebraucht, die von Automaten nicht ablösbar ist.

5.3 Zusammenfassung Begriff "Daten"

Es sind mir folgende Begriffe besonders wichtig:

⇒ **Fakten, Gegenstände, Tatsachen, Vorkommnisse** sind die "Objekte" der Daten.

⇒ Daten sind **Aufzeichnungen von Objekten** der menschlichen Wahrnehmung.

⇒ Daten bedürfen eines **Datenträgers**

⇒ Ganz groß wird zwischen **"lebenden" Daten (= Informationen)** und Datenträgern und **"toten" oder materialisierten** unterschieden.

⇒ **Der Mensch** bleibt ein ursächlich mit dem Begriff Daten (= Informationen) verbunden.

⇒ Die **Unmenge von vorhandenen Daten** ist derzeit ein Problem: Strukturierung, Ordnung dieser Menge ist notwendig.

⇒ Die **Bewertung der Daten** geschieht durch gezielte Selektion durch den Menschen.

⇒ Aufgezeichnete Daten sind die **Basis für weiteres Lernen** und neue Erkenntnisstufen des menschlichen Geistes.

⇒ Neben der physischen Datenstrukturierung muss zunehmend auch auf die **gesellschaftliche Wirkung der Daten** im Sinne von Informationen geachtet werden.

⇒ Als Inhalt der Daten kann man **die Information** sehen.

6 Das Umfeld des Kernthemas

6.1 Bedeutung der Nützlichkeit

Es ist ein klares Ziel dieser Arbeit, möglichst umfassend – bewusst nicht detailliert – alle wichtigen Bereiche, die von diesem Thema betroffen sind, zusammenzutragen und aufzuzeichnen.

Dabei kann wirklich nur ein Überblick über betroffene Wissensgebiete entstehen. Die Details mögen den einzelnen Wissenschaftszweigen vorbehalten bleiben.

Das Thema ist so gesehen gewaltig und für mich eine persönliche Herausforderung seit Jahren. Anknüpfungspunkte zu möglichst wissenschaftlichen Kontakten weltweit mögen entstehen und sind ausdrücklich erwünscht.

Die Nützlichkeit der Daten ist zunächst **durch seine Existenz** anzunehmen. Sie würden nicht existieren, hätte sie nicht irgendjemand zu irgendeinem Zweck irgendwann gebraucht.

Es ist aber dem Umfang des Themas angemessen die Nützlichkeit für die Menschheit oder definitiver die Menschen als solchen zu betrachten.

Wie bisher bestimmt diese in seinem jeweiligen Anwendungsgebiet der Mensch selbst. Durch seine Instinkte, Triebe, Bildung, Wissensbasis und seinen Gemeinschaftsgeist hat der Mensch ausreichende Mechanismen, die das Gegenteil – den Schaden für ihn – abwenden können.

Hier ist auch der "Freie Wille" des Menschen zu erwähnen, der ihn möglicherweise auch zu bewusst falschen Entscheidungen befähigt. Er muss also die Folgen seines Tuns bedenken können.

Aber gehen wir im edelsten Sinne der "Religio", also der bewussten Bindung an das Gute und Nützliche (in höchster Form = Gott), davon aus, dass der Mensch oder der gewissenhaft denkende Teil der Menschen die nützlichen Daten aus reinem Selbsterhaltungstrieb selektiert.

Nicht zu leugnen ist die immer bestehende Gefahr von schädlichen Daten, die wie die nützlichen bestehen und auch bestehen werden.

Es gelten dieselben Wertmaßstäbe wie für alle technischen Errungenschaften bisher: Hilfsmittel und Werkzeuge an sich sind nicht mit ethischen Werten versehen, nur der Benutzer dieser Medien muss die ethischen Maßstäbe kennen und einhalten, also verantwortungsvoll mit diesen (hier Daten) umgehen können.

Der Mensch mit all seinen bisherigen wirtschaftlichen, moralischen und ethischen Maßstäben bleibt also gefordert. Daten allein werden den Menschen nicht besser machen. Es wird nur entscheidend sein, wer und aus welchen Motiven Zugang zu diesen bekommt.

6.1.1 Einige kritische Bemerkungen

- ◆ Daten bedeuten nur zusätzlichen Ballast, der laufend gepflegt werden muss.
- ◆ Sie haben ohne Objekt keine langfristige Existenzberechtigung.
- ◆ Die Menge ist dem Gutdünken der ausgeliefert, die mit ihnen zu tun haben.
- ◆ Die Beurteilung des Wertes setzt einen gewissen "Einarbeitungsaufwand" voraus.
- ◆ Bisherige Daten (z.B. Ausgrabungen) wurden oft nur zufällig entdeckt und sind oft nur bruchstückhaft.
- ◆ Das "Weltkulturerbe" ist erst im Entstehen. Wer schützt dieses dann tatsächlich?
- ◆ Zu viele unverantwortliche Menschen haben Zugang zu schützenswerten Daten.
- ◆ Alle "toten" Daten sind unabhängig von ihrem Inhalt erhaltbar.
- ◆ Verantwortungsloser, kurzsichtiger Umgang mit Daten kann schaden.
- ◆ Die öffentliche Meinungsbildung (=Propaganda) ist mit Hilfe der Medien (= Datenmaschinen) von einzelnen Menschen absolut und pragmatisch steuerbar.
- ◆ Virtuelle Welten können ohne Bezug zur tatsächlichen Welt erzeugt werden (= Lügen, Täuschungen). Die technischen Hilfsmittel sind so ausgereift, dass sie Daten erzeugen können, die den menschlichen Wahrnehmungsorganen Scheinwelten vorspielen.
- ◆ Das kann vor allem für die noch nicht dafür reife Jugend schädliche Folgen haben.
- ◆ Die Gewinnsucht und Effekthascherei kann überbewertet sein, wenn die aufgenommenen Daten in ihrer Bedeutung nicht voll verarbeitet werden können.
- ◆ Nicht immer wird auf die künstliche Veränderung hingewiesen. Dies könnte in Form von ergänzenden, erklärenden Kommentaren geschehen, die die Freude am Machbaren betonen, aber auch erklären, dass die virtuell erzeugten Bilder in der realen Welt für keinen Menschen möglich sind, sondern echte Sinnestäuschung sind. Der "Zaubertrick" muss also jeweils erklärt werden.

6.1.2 Positive Argumente

- * Das Vorhandensein von Daten erspart die Beschaffung des Objektes.

- * Daten erlauben eine ausführliche geistige Beschäftigung mit dem jeweiligen Objekt.
- * Der physische Gegenstand selbst muss nicht im Besitz des Dateneigentümers sein.
- * Der Umgang mit einem Objekt selbst wird umso verantwortungsvoller, je mehr Daten vorhanden sind und gelernt werden können.
- * Daten machen es möglich, Erfahrungswerte zu erwerben, ohne diese selbst mit allen Rückschlägen und Umwegen mühevoll erleiden zu müssen.
- * Daten machen objektiven, emotionslosen und gerechten Vergleich mehrerer Objekte möglich.
- * Der Besitz und der Zugang zu Daten ist ein neues Ordnungsschema für die soziale Struktur der Informationsgesellschaft.
- * Daten ermöglichen Gesetze, Kultur, Wissen und damit Frieden.

6.2 Der Wert der Daten

6.2.1 Materieller Wert

Dieser wird durch die Qualität und Dauerhaftigkeit des Datenträgers beeinflusst. Ein markantes Beispiel: Alte ägyptische Papyrusrollen. Dabei ist der Wert der Daten selbst oft nicht so groß wie der des Trägermaterials durch seinen Altertumswert, Sammlerwert oder Seltenheitswert.

Der größte materielle Wert neuer Daten (Informationen) wird durch seinen Informationsgehalt (genauere Definition siehe später) oder künstlerischen Wert bestimmt.

Dafür gibt es einen eigenen Markt, der nach eigenen Regeln funktioniert. Der Marktwert von Daten kann zu- oder abnehmen.

6.2.2 Inhaltlicher Wert

Ganz scharf formuliert kann z.B. das menschliche Wissen so bewertet werden. Es ist dabei wichtig, welche Qualität die Daten (das Lehrgut) haben, denn davon ist der Wert der darauf basierenden Aktionen des Menschen abhängig.

Oder ein konkretes Beispiel: der Wert dieser meiner Arbeit. Er wird sicher nur gering durch den Wert des Papiers bestimmt werden, sondern hauptsächlich durch den Wert des Inhaltes, also der wissenschaftlichen Wert oder den Bildungswert für meine Mitmenschen.

Ein wichtiger Wert ist auch der künstlerische Wert von CD-ROMs oder DVDs etwa, die ein Kunstwerk beschreiben und abbilden oder Musik speichern.

6.2.3 Mögliche Bewertungsgrößen und –hilfen

- * **Der Umfang der Daten** oder die Menge der Daten. Er ist allerdings noch eine sehr oberflächliche Bewertungsgrundlage. Er nimmt mit der Lebensdauer zu oder ab, je nach Objekt.

Das rapide Zunehmen dieser Menge ist d e r Anstoß zu dieser Arbeit.

- * **Die Semantik oder der Inhalt der Daten**

ist eine eher wichtigste Größe. Darunter kann man z.B. den Stoffinhalt eines Skriptums oder den künstlerischen Wert einer DVD usw. sehen.

- * **Die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit** der Daten ist vor allem bei nicht maschinell weiterverarbeiteten Daten wichtig.

- * **Die formale Datenstrukturierung**

ist für maschinell zu verarbeitende Daten eine notwendige Voraussetzung.

* **Die Umwandlungsfähigkeit der verschiedenen Strukturen**

ist gerade heute eine immer wichtiger werdende Eigenschaft. Deren Erhöhung ist ein Ziel dieser Arbeit.

Damit meine ich z.B.

- sequentielle Files in hierarchische, relationale oder objektorientierte Datenbanken und vice versa
- alle Varianten von Transaktionen, Frames in Screens und Pages oder
- alle Multimedia-Objekte in wahrnehmbare Signale und umgekehrt

All dies soll möglichst einheitlich umwandelbar sein. Dies ist derzeit noch nicht der Fall. Es gibt viele einzelne firmenbezogene Systeme. Eine gewisse Standardisierung hat derzeit aber weltweit schon begonnen.

* **Der Informationsgehalt**

Darunter kann man vor allem den "journalistischen" Sensationswert, Marktwert oder - rein wissenschaftlich- den Grad der Neuheit einer Information oder Datenmenge sehen. Auf der Uni habe ich ihn als berechenbare Größe der Übertragungstechnik (CHANNON) gelernt, die ich hier anführen will:

$$I(x) := \log 1/p(x) = -\log p(x)$$

$I(x)$ der Informationsgehalt eines Ereignisses x

\log ist der Logarithmus der Basis 2 oder 10

p ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Ereignisses

Das Ergebnis hat die Einheit 1 Hartley bei Basis 10 und 1 bit bei Verwendung der Basis 2.

1 Hartley = 3,32 bit bzw. 1 bit = 0,301 Hartley .

1 bit ist per Definitionem jener Informationsgehalt des Ereignisses x , das mit der Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{2}$ erwartet wird.

Nicht glücklich ist dieselbe Bezeichnung für Bit als BINARY DIGIT (binäre Zahl) die nur annähernd dasselbe Gebiet berührt.

Der Informationsgehalt (= die Information) ist also reziprok der Wahrscheinlichkeit seines Auftretens, also umso größer, je unwahrscheinlicher (sensationeller) der Inhalt ist.

Der Logarithmus ist bestens geeignet bei der Berechnung mehreren stochastisch unabhängiger Ereignisse. Deren Wahrscheinlichkeiten wird multipliziert, deren Informationsgehalt wird einfach addiert.

* Der Durchschnittswert des Informationsgehaltes vieler Ereignisse führt dann zu dem Begriff "**Entropie**". Dazu siehe einschlägige Fachliteratur.

6.3 Zusammenfassung zu Umfeld des Kernthemas

Schon einiges hat sich für das Kernthema herauskristallisiert:

- ⇒ Die Daten selbst werden - je wertvoller sie sind - oft selbst zu Objekten.
- ⇒ Sie stellen einen materiellen und inhaltlichen **Wert** dar.
- ⇒ Die **Beurteilung** nimmt immer der Mensch vor. Der Wert der Daten wird durch dessen intelligente Selektion bestimmt.
- ⇒ **Daten sind ein Hilfsmittel** zur Speicherung, Erhaltung und Weitergabe von Information und Wissen.
- ⇒ Die **Nützlichkeit der Daten** wird nicht nur durch die technische Zweckmäßigkeit, sondern auch durch gesellschaftliche, ethische Werte bestimmt.
- ⇒ Die weltweit **rasant steigende Menge** und leichtere Austauschbarkeit ist ein Anlass zu dieser Arbeit.
- ⇒ Die heutzutage **vorhandenen Strukturen** lassen sich oft schwer ineinander überführen. Die Daten selbst verlieren ihre Kontinuität. Das ist ein weiterer Anlass zu diesem Forschungsansatz.
- ⇒ Die **Erlernbarkeit** bestehender Daten verlangt eine Aufbereitung und Strukturierung nach didaktischen Prinzipien.

7 Die Umschreibung der Forschungsarbeit

7.1 Umschreibung nach Art der Daten

Die bisherige Einteilung der Daten ermöglicht nun eine eindeutige Gruppierung.

7.1.1 Lebende Daten (Informationen)

Gerade diese Gruppe ist derzeit stark in öffentlicher Diskussion. Ich denke da nur etwa an die Informationen die in den Zellkernen gespeichert sind. Die Manipulation dieser Daten ist auf Grund der noch nicht abschätzbaren Folgen ein heißes Thema.

Auch das menschliche Wissen ist ein Dauerbrenner seit dem biblischen "Augenblick der Erkenntnis".

7.1.2 Aufgezeichnete oder tote Daten

Damit kommen wir dem eigentlichen Thema schon näher. Auch ist es mir hier in meinem bescheidenem Rahmen nicht möglich, die riesige Menge des bis jetzt in Büchern oder allen übrigen Datenträgern aufgezeichneten Daten zu betrachten.

Als zunächst in Überschriften erreichbares Ziel dieser Arbeit soll die Menge der

Aufgezeichneten (toten) Daten für die automatische Verarbeitung

die zu durchforstende Menge sein.

Diese ist in der Zwischenzeit immens groß und die möglichst einheitliche Strukturierung und systematische Umwandelbarkeit der einzelnen Strukturen ineinander ist derzeit notwendiger denn je.

Ein möglicher Vorschlag - er ist ja bereits Usus in der Fachwelt:

7.1.2.1 Erfassen in gegebener Form

7.1.2.2 Strukturieren in möglichst wandelbare Strukturen

7.1.2.3 Speichern in möglichst effektiver und dauerhaften Form

7.1.2.4 Schnelles Zugreifen und Verarbeiten dieser Daten

7.2 Gruppierung innerhalb der Informatik

Die Informatik ist bereits eine umfangreiche und weit verzweigte Wissenschaft geworden. Es ist also notwendig dieses große Thema weiter zu unterteilen.

7.2.1 Hardware-Software-Daten

Aus der Vergangenheit sind die großen Themenkreise "Hardware" und "Software" einigermaßen klar. Sie sind permanent einem immensen Wandel unterworfen und für eine langfristige Erforschung auf hohem theoretischem Niveau für mich hier nicht interessant.

Neben diesen beiden großen Gebieten der Informatik will ich hier das der "Daten" bewusst hervorheben. Nur dieses Gebiet will ich zum Objekt meiner Untersuchungen machen.

Das ist zunächst nichts Faszinierendes. Aus persönlicher jahrzehntelanger Erfahrung im Umgang mit Daten scheint es mir, ein Gebot der Zeit zu sein, dieses Thema nicht verwässern zu lassen. Der praktische Wert der in Verarbeitung stehenden Daten ist zu groß.

Es klingt noch trivial, aber die Daten eigenständig zu untersuchen, scheint mir die Lösung für viele Probleme der Gegenwart zu sein. Dabei denke ich vor allem an die zunehmende Menge, Komplexität und globale Vernetzung von Daten. Weiters meine ich, dass sie der eigentliche "Schatz" oder "Wert" der gesamten Informatik sind.

Ich sehe Hardware und Software als die großen Teile eines Systems, das ich als Werkzeug benutze, um meine Informationen (Daten) einfach und sicher zu transportieren oder nach bestimmten Regeln zu bearbeiten.

Es interessieren mich also die "informationsspeichernden" Daten in all ihren Facetten und nicht sosehr das System, das sie verarbeitet.

Das ist eine gedanklich eindeutige Trennung, von der ich mir eine gesamtheitlichere Sicht der IT-Welt erhoffe.

7.2.2 Die Ein- Ausgabedaten eines Verarbeitungssystems

Gedanklich ist jede Daten verarbeitende Maschine als eine geschlossene Einheit vorstellbar.

Für mich als Benützer dieser Einheit("Box") ist es wichtig, zu wissen, wozu ich diese benutzen will und was diese tatsächlich mit meinen Daten macht.

Meine Daten sind der Ausgangspunkt eines Verarbeitungsprozesses.

Nun möchte ich bewusst jene Daten, die **intern in diesem System benötigt werden und entstehen als Teil dieses Systems sehen** und als solche aus meinen weiteren Untersuchungen ausklammern.

Das Ergebnis des Prozesses ist für mich wieder bedeutend. Dieses ist ja im neuen Zustand mit neuem Dateninhalt, der ausgegeben wird, neu vorhanden.

Der Vergleich mit den ursprünglichen Daten stellt sogar ganz eindeutig sichtbar das Ergebnis des Datenverarbeitungsprozesses dar.

7.3 Gruppierung nach Marktbedürfnissen

Die marktmäßige Auftrennung des gesamten IT-Bereiches ist für mich als Ingenieur nur schwer sichtbar.

Der Markt für Daten und Information in reinster Form wird in Zukunft sicherlich bedeutender werden. Ansätze im E-Business, E-Commerce oder etwa Online Shopping beweisen das.

Er ist aber tatsächlich noch untrennbar verbunden mit dem für Hardware und Software.

Dabei denke ich vor allem an die große Vielfalt und Wandelbarkeit von Datenträgern, Vorführgeräten, Computersystemen und Datenübertragungsnetzwerken. Diese sind und bleiben zu faszinierend, um vom Markt zu verschwinden.

Die Anzahl der Softwaresysteme ist stark steigend. Neben tradierten Großrechnersystemen, die besonders stabil und leistungsfähig sind, bildet sich eine Vielzahl von mittleren und kleinen Systemen, die mit der Anzahl einem starken Preisdruck ausgesetzt sind.

Daraus kann sich bei konsequenter Denkweise sicherlich eine Marktchance für reine Daten dann ergeben, wenn es gelingt **nahtlos ineinander überführbare Strukturen** zu schaffen. Ein möglicher Ansatzpunkt in diese Richtung ist in den derzeitigen "Dataware Houses" und "Data Mining" -Systemen zu sehen.

7.4 Zusammenfassung Gruppierung IT

- ⇒ Das große Thema "lebende" Informationen und „lebende“ und „tote“ Daten wird als Ansatzpunkt gesehen.
- ⇒ Aufgezeichnete, "tote" Daten werden insoweit miteinbezogen, als sie für eine automatische Verarbeitung nützlich erscheinen.
- ⇒ Hardware ist nicht Objekt dieser Arbeit.
- ⇒ Software ebenfalls nicht. Das ist eigentlich sehr wesentlich.
- ⇒ Hardware und Software zusammen werden in einer einheitlichen "Box" abgekapselt und keinen weiteren Erforschungen unterworfen.
- ⇒ Die in dieser Box verwendeten Daten werden ebenfalls ausgeklammert.
- ⇒ Damit bleibt die **Menge der Daten, die in eine solche "Box" fließen und von ihr ausgegeben werden.**
- ⇒ Das große Ziel für die nächste Zukunft ist, die Strukturen aller Daten für die automatische Verarbeitung so zu gestalten, dass sie leicht umgewandelt werden können und weltweit verwendet werden können.

8 Einfache Datenstrukturen

Die derzeitige unüberschaubare Menge an Daten hat eine bereits unübersichtliche Menge verschiedenster Strukturierungen zur Folge.

Unter **einfachen** Strukturen verstehe ich eine Sammlung von Daten-Feldern. Diese Menge wird unter einem einheitlichen Namen zusammengefasst.

Mit einer Sammlung bisher eindeutiger Begriffe will ich nach der Denkweise "Back to the Roots" ein neuerliches Überdenken der derzeitigen Situation anregen.

Das Ergebnis dieses "Nach-Denkens" soll es erleichtern, eine **Umwandelbarkeit der einzelnen Strukturen** in einander zu ermöglichen.

8.1 *Verwendete Fachausdrücke*

Um auch eindeutige Begriffe zu verwenden, will ich die festhalten, die mir geläufig sind. Wer genaueres darüber wissen will, möge in den einschlägigen wissenschaftlichen Publikationen nachschlagen.

8.1.1 Die Menge (set)

ist die Zusammenfassung von Elementen. Jede Menge hat einen Namen, der dann für alle diese Elemente gilt.

Die Zuordnung zu dieser Menge kann entweder durch bloße Aufzählung oder durch Festlegen von bestimmten Eigenschaften der Elemente dieser Menge erfolgen.

Ein beliebiges Objekt kann zu einer Menge gehören (= ein Element einer Menge sein) oder nicht.

8.1.2 Folge und n-Tupel

Rein mathematisch ist eine Folge eine bloße Aneinanderreihung von Objekten. Jedes Objekt hat eine bestimmte Position in dieser Folge, es gibt ein erstes und ein letztes Objekt, usw.

Ein n-Tupel ist eine Anordnung von n Objekten, zwischen denen zusätzlich ein oder mehrere "Relationen" bestehen können.

8.1.3 Relation

Darunter verstehe ich eine definierte Beziehung zwischen zwei Elementen der gleichen Menge oder mehrerer verschiedener Mengen.

Das wesentliche ist, ob und welche definierte Beziehung besteht.

8.1.4 Vektor

Ist eine Zusammenfassung mehrerer Teile zu einer Größe. Diese Teile werden Vektorkomponenten genannt. Durch Verwendung aller dieser kann ein nach festen mathematischen Regeln definiertes System (=Vektorraum) gebildet werden.

8.1.5 Struktur (structure)

Damit meine ich eine Zusammenfassung von Datenfeldern verschiedenen Typs unter einem Namen. Diese Strukturelemente werden einzeln festgelegt. Die Reihenfolge ist von Bedeutung.

8.1.6 Automatendaten

Hier ist vor allem ein Datenautomat im Sinne einer Datenmaschine oder noch eindeutiger eine Daten verarbeitende "Box" gemeint. Die Daten haben die Struktur, die der Automat verarbeiten kann.

Das Wort Automat kommt aus dem Griechischen und kann mit "sich selbst bewegendes etwas" übersetzt werden.

Michael Angelo verstand darunter ein "Feinadriges Gebilde, das Tätigkeiten von Tieren und Menschen nachahmte". Diese Definition hat heute mehr Gültigkeit denn je.

Hier konkret verstehe ich darunter, ein Objekt, das definierte Leistungen erbringt und dies ohne Mithilfe des Menschen. Der Mensch kann die Leistungen dieser Box mit Hilfe definierter Parameter variieren. Für ihn ist es ein Werkzeug oder Hilfsmittel, um bestimmte einzelne Aufgaben zu lösen.

8.2 Die einfachen Datenstrukturen im Einzelnen

8.2.1 Das (Daten-)Feld (field)

Darunter verstehe ich einen eindimensionalen Datenbereich eines Datentyps. Dieser hat einen Namen und hat eine bestimmte Länge (=Anzahl Zeichen) in Bits oder Bytes.

8.2.1.1 Übliche Arten eines (Daten-)Feldes

8.2.1.1.1 Ein Bit

Ist bekannterweise ursprünglich ein rein mathematischer Ausdruck, der eine Ziffer (=Stelle) im binären Zahlensystem darstellt.

Es ist die kleinste logische Einheit und die Basis für die gesamte derzeitige zweiwertige (=binäre, digitale) Zahlendarstellung und kann die BOOL'sche Algebra eindeutig umsetzen.

Ein Bit stellt eine Stelle dar, die den Wert 0 oder 1 haben kann.

8.2.1.1.2 Ein Byte

Ist heute per Definition die Zusammenfassung von 8 Bits.

Diese Anzahl 8 hat sich im Laufe der Zeit in der Praxis als am zweckmäßigsten durchgesetzt und gilt heute allgemein.

Es kann in zwei Halbbytes von je 4 Bit Länge unterteilt werden, in Assembler spricht man vom Zonenteil und Ziffernteil.

Ein Byte gilt auch als Zählinheit bei der Speicherung. Auf einem Speicherplatz von 1 Byte wird allgemein 1 Zeichen (char, Buchstabe, Zahl) gespeichert.

Es wird auch als Längenangabe (=Anzahl Zeichen) für größere Einheiten verwendet.

Bei großen Mengen spricht man von Kilobyte kByte = 1024 Byte, Megabyte MByte = 1024 x 1024 Byte, Gigabyte GByte = 1024 x 1024 x 1024 ,.....entsprechend den Bezeichnungen Tera

Wesentlich dabei ist, dass nicht die dekadische 10 mit $10^3 = 1000$ die Basis ist, sondern eben die binäre 2 mit $2^{10} = 1024$. Dieses binären Zahlensystem durchzieht die gesamte IT.

8.2.1.1.3 Das (Daten-)Wort (word)

Es soll hier bewusst selektiv als 4 Bytes (= 32 bit) definiert sein. Andere Festlegungen werden hier nicht erwähnt.

Dieses Wort besteht nun wieder aus zwei **Halbwörtern** von je 2 Byte (= 16 Bit) Länge.

Zwei Wörter werden zu einem **Doppelwort** von 8 Byte (=64 Bit) Länge zusammengefasst.

8.2.1.1.4 Feld beliebiger Länge

Die Länge eines beliebigen Datenfeldes muss nicht genormt sein, wie oben. Theoretisch ist jede jeweils zweckmäßige Länge möglich. Die jeweilige Hardware ist auf Standardlängen fixiert. Die notwendige Anpassung an Standardlängen wird großteils automatisch durchgeführt. Man spricht dann von **Wortgrenzen, Bündigkeit, Datenausrichtung oder Alignement**.

8.2.2 Strukturen durch Aneinanderreihung von Feldern

8.2.2.1 Statische Struktur

Diese wird eindeutig definiert.

Durch eine **fixe Strukturbildung** kann die jeweilige Datenmenge mit Hilfe von Maschinen, die per se darauf angewiesen sind, automatisch bearbeitet werden.

Jeder Automat verlangt eine statische Struktur seiner Eingabedaten und gibt wieder eine statische Struktur aus.

Daraus erkennt man, dass diese Strukturform eine Basisform für eine automatische Verarbeitung ist.

Diese Reihung der einzelnen Strukturelemente wird durch den programmierenden Menschen vorgenommen. Sie stellt neben der Zusammengehörigkeit auch **eine feste Ordnung** unter den Segmenten her.

8.2.2.1.1 Die Datenstruktur schlechthin (structure)

Damit ist genau eine solche Reihung verschiedener Felder festgelegt.

Der Vorteil dieser Zusammenfassung ist die Verarbeitungsmöglichkeit der gesamten Struktur unter einem Namen, dem Strukturnamen.

8.2.2.1.2 Der Datensatz (record)

ist von seinem Aufbau genau gleich einer Datenstruktur nur wird diese Datenstruktur speziell zum Lesen und Schreiben einer Datei verwendet.

8.2.2.1.3 Die Anzahl Bytes dieses Satzes wird als wichtige Größe **Satzlänge** als Strukturparameter mitgespeichert. Sie ist fix, kann aber auch variabel innerhalb einer maximalen Länge sein.

8.2.2.1.4 Die Tabelle (array)

Wenn die einzelnen Felder denselben Namen und Datentyp haben, nennt man diese Spezialform eine Tabelle.

Um diese gleichartigen Felder unterscheiden zu können wird eine laufende Nummerierung durchgeführt und diese als **Index** bezeichnet. Dieser wird dann als ein Teil des Namens den einzelnen Feldern hinzugefügt: Feldname(Index).

Weitere wichtige Größen einer Tabelle sind dann der **Aktuelle Index**, für das Feld, das gerade bearbeitet wird, der **Maximale Index** für die größte Anzahl der Felder,

die eine Tabelle haben kann, und die **Tabellengröße**, die die Länge der gesamten Tabelle in Byte festlegt.

Man kann die gesamte Tabelle sortieren, was die Verarbeitung (suchen, löschen, einfügen) der einzelnen Tabellenelemente erleichtert.

8.2.2.1.5 Die Matrix (matrix)

ist die ideale Struktur, um die Beziehung zweier Vektoren (n-Tupel) übersichtlich darzustellen.

Bsp. 2 Vektoren A und B lassen sich in die einzelnen Komponenten zerlegen

$A=(a_1,a_2,a_3,\dots,a_n)$ und

$B=(b_1,b_2,\dots,b_m)$

Die Matrix bildet sich wie folgt:

A	a1	a2	a3an	
	r11	r12	r13r1n	b1
	r21	r22	r23r2n	b2
			
	rm1	rm2	rm3rmn	bm
					B

Die einzelnen Elemente r11 bis rmn definieren mir die Beziehung in der **Relationenmatrix** genau.

Sie werden dabei übersichtlich in Zeilen und Spalten gegliedert.

8.2.2.1.6 Der Würfel (cube) und komplexere Formen

Dieselbe Bildungsregel lässt sich konsequent auch auf n Vektoren erweitern. Es entstehen dann die drei oder der n-dimensionale Würfel für 3 bis n Vektoren.

Das sich vorzustellen wird natürlich ab 4 Vektoren schon schwierig. Man muss aber nur die Bildungsregeln konsequent erweitern.

8.2.2.2 Die Menge (set)

Damit meine ich obige Definition. Entscheidend für die Menge ist, welche Objekte ich als Elemente dieser Menge zusammenfasse. Die Menge ist also ein logisches Instrument.

Die einfachste Form ist die **Aufzählung** gemäß seinem natürlichen Vorkommen oder seinem physischen Auftreten.

Schon selektiver ist es, die Elemente genauer zu untersuchen. Die Objekte haben **Eigenschaften**. Alle Elemente einer Menge haben eine **gemeinsame** Eigenschaft (=der Grund für die Zusammenfassung). Ein Synonym ist auch **Attribut**.

Eine Eigenschaft eines Elementes ist rein mathematisch-logisch **eine Aussage**.

Eine Aussage ist ein Satz, von dem es sinnvoll ist zu behaupten, dass er wahr oder falsch ist.

Um beliebige Objekte zu einer Menge zusammenfassen zu können, muss ich etwas über diese Objekte aussagen können, ich muss etwas mehr als ihr Vorhandensein wissen.

Ein etabliertes Instrument der IT-Systemanalyse verwendet genau diesen Gedankengang: das **Entity-Relationship-Modell nach CHEN**. Es kommt allerdings noch der Begriff der Kardinalität der Relationen hinzu.

8.2.2.3 Dynamische Struktur

Wenn das zu erfassende Objekt aus verschiedenen Gesichtswinkeln betrachtet werden soll, also die Größe oder Ordnung der Segmente sich ändern kann, wird eine dynamische (=bewegliche) Ordnung unter den Segmenten definiert.

Dabei wird **gedanklich eine Zwischenstufe** verwendet. In dieser Zwischenstufe stehen zusätzliche Datenfelder, die nicht die eigentlichen Daten selbst sondern reine **Strukturdaten oder Ordnungsdaten** enthalten.

Bisher sind dabei Felder

- für die **zeitliche Gültigkeitsdauer**(= reine Datumsfelder),
- für die **Länge** (= Längfelder für variable Länge) oder
- für die **Reihenfolge** der einzelnen Segmente(= Adressfelder oder Zeiger) gebräuchlich.

Halten wir also fest:

Wir erhalten zu den vorhandenen Daten, die wir verarbeiten wollen **zusätzliche Datenmengen**, die die Struktur der Daten festlegen. Damit ist es möglich diese Struktur zu ändern, zu **dynamisieren**.

Diese

8.2.2.3.1 Dynamisierung

wollen wir noch genauer untersuchen:

In der gegenwärtigen IT-Welt (ab JAVA) gibt es Tendenzen, z.B. die Zeiger im Sourcecode von Programmen nicht mehr zu verwenden. Sie erfordern eine zu komplexe Denkweise in der Wartung und werden in der Praxis für einen programmfremden Bearbeiter mit den Jahren zu aufwendig.

Was steckt dahinter? Warum entsteht dieser Aufwand?

Meiner Meinung nach beinhalten die Zeiger zuviel, sie inkludieren auch Aufgaben, die eigentlich erst im Parser des Compilers erledigt werden sollten.

Erst auf der Assembler-Ebene sollte die Adressrechnung und Beachtung der Speicherung der Programmteile in den Sourcecode miteinfließen. Auf der Ebene des Programmes, das eigentlich Daten verarbeiten soll, interessiert nur deren Struktur und die logischen Regeln der Verarbeitung - der Algorithmus. Wie die Daten

physisch gespeichert werden ist dort nicht wichtig, sie sollen nur alle vollständig und nach gleicher Weise (Algorithmus) verarbeitet werden. Die explizite Allokierung und Speicherung aller externen Daten sollen auch außerhalb des Kern-Programmes geschehen.

Die oben erwähnten Strukturdaten sollen die Strukturform eines Einlesebereiches festlegen, die Speicherung soll einheitlich und einmalig für den gesamten Verarbeitungsbestand im so genannten Definitionsteil am Beginn des Verarbeitungsteiles definiert sein. Was im Programm interessiert ist nur noch das Einlesen und Ausgeben entsprechend diesen Datenstrukturen.

Der Umweg über Speicheradressen der Daten zur Festlegung einer Beziehung ist nicht glücklich. Es musste sich eine einfachere aber universalere Form finden lassen.

Der Zweck ist ja die Form der Struktur festzulegen, dann muss man also Parameter finden die dies können, man könnte sie z.B. **Strukturparameter oder Dynamisierungsparameter** nennen.

Dieser Ausdruck ist verständlich und auch in der Fachsprache mit **structure parameters** oder **dynamic structure parameters** keine Zweideutigkeit.

Im Sinne der Kontinuität der Daten musste sich die bisherige Aufgabe der Zeiger weniger knifflig lösen lassen.

Die Funktion des Zeigers sollte ja nicht verloren gehen. Sie war bisher: Hinweisen auf ein weiteres Feld, das woanders gespeichert ist, aber eigentlich zu meiner Verarbeitungsstruktur gehört. Das soll also erhalten bleiben.

Nur der Bezug auf die Speicherung im Verarbeitungsteil des Programmes soll verschwinden. Er verursacht den "Wickel", wie es echt wienerisch heißt.

Also wie können wir dieses Problem lösen?

Was haben wir vom nachfolgenden Feld ?

Es bleibt konsequenterweise **die Relation und der Name**.

Eine meiner Meinung nach mögliche Lösung wäre bereits **den Namen** zu nehmen, weil er ja per se eindeutig sein soll, und ihn im Teil für die Strukturdaten abspeichern. Das muss sich ja realisieren lassen.

Die Eindeutigkeit des Namens muss natürlich gegeben sein.

8.2.2.3.2 Der flache Zeiger, Flachzeiger (flat pointer)

Er wäre die konsequente Ersetzung des bisherigen Zeigers.
Seine wesentlichen Elemente sind der **mathematischen Definition der Relation** entnommen.

Eine Relation legt ja bekanntlich eine **Beziehung zwischen zwei Elementen** fest.

Die Beziehung ist bei der Struktur die **Verknüpfung von zwei Elementen**. Es wird die Zusammengehörigkeit zweier Elemente festgelegt.

So kann man den "Flachzeiger" (flat pointer) definieren:

8.2.2.3.2.1 Name des Zeigers

Er wird im Definitionsteil fixiert und

8.2.2.3.2.2 zwei Relationsfelder

die die zwei Namen der in Relation stehenden Felder beinhalten, also einfache Textfelder.

8.2.2.3.2.3 Kontext Zeiger-Flachzeiger

Die anfangs von mir geforderte Kontinuität will ich hier auch gleich mit herstellen.

Der bisherige Zeiger beinhaltete eine Adresse, jetzt beinhaltet er einen Namen. Die Adressierung dieses Namens wird verschoben auf die Parser-Assemblerebene, wie bei allen anderen Feldern bisher auch.

Alle Adressierungsbefehle müssen dann überflüssig werden. In der Syntax müssen sie durch die Zuweisung der Namen in die Relationsfelder ersetzt werden.

Der Flachzeiger muss durch eine **deutliche Typkennzeichnung** von den übrigen Feldern hervorgehoben sein.

In Strukturen ist der Flachzeiger ein Teil der Strukturparameter.

8.2.2.3.3 Der Stapel (stack)

ist den amerikanischen Großküchen entnommen, in denen die Esstabletts zur ebenen Entnahme in einem nach unten gefederten Stapel vorbereitet wurden und heute noch werden.

Er hat ein Beginnfeld und ein Endefeld. Die Dynamische Strukturierung ist insofern eingeschränkt, als nur die Anzahl der Felder geändert werden kann.

Es darf auch nur am oberen Ende des Stapels hinzugefügt und entnommen werden.

Diese Vorgänge sind sogar mit eigenen Namen versehen worden:

-**push** für oben hinzufügen, also wörtlich "von oben stoßen" und
-**pop** für "auftauchen, (nach oben) knallen lassen" beim Entnehmen.

Eine wichtige Größe dabei ist die maximale Anzahl der aufnehmbaren Felder, die Stack-Tiefe oder Stack-Größe.

Die Umsetzung in einem Programm kann also mit einem Flachzeiger oder einer Tabelle mit Maximaler Index = Stack-Tiefe geschehen.

Eine "auf den Kopf gestellte Tabelle" ist durchaus ausreichend, eine Tabelle also, bei der immer nur das höchste Tabellenelement hinzugefügt oder entfernt wird.

8.2.2.3.4 Die Kette (chain)

Die Verbindung e i n e s Feldes mit e i n e m weiteren. Dabei entsteht, wie der Name schon sagt, eine Kette mit den einzelnen Feldern die wie Glieder einer Kette mit einander verbunden sind. Eine Kette hat also ein Beginnfeld, beliebig viele "Glieder"-Felder und ein Endefeld. Die einzelnen Elemente können durch die dynamische Strukturbildung mit Flachzeigern beliebig umgereiht werden.

8.2.3 Strukturen mit Mehrfachverbindungen

8.2.3.1 Der Haufen (heap)

ist durch seinen Namen schon fast erklärt. Er ist also die Verbindung mehrerer Felder zu einer Einheit. Es können Einfach- oder Mehrfachverbindungen zwischen den dazugehörigen Feldern bestehen. Mathematisch ist er eine Menge von Feldern mit festgelegten Relationen der einzelnen Felder untereinander.

Für den Haufen typisch ist, dass diese Felder ganz beliebig miteinander verbunden werden können. Es gibt keine durchgehende Ordnung, außer der, dass eine Verbindung besteht oder nicht.

Er hat also ein Beginnfeld, viele mögliche **Verzweigungen** und mehrere Endfelder. Beginn und Endefeld kann auch zusammenfallen.

8.2.3.2 Der Graph

legt auch **eine Ordnung der einzelnen Felder untereinander** fest.

Kennzeichen eines Graphen sind ebenfalls ein Beginnfeld, ein Endefeld und mögliche Mehrfachverbindungen.

Dazu können **mehrere** Flachzeiger als Strukturparameter einem Datenfeld hinzugefügt werden.

Jenes Feld, das keine Strukturdaten dabei hat, ist dann eindeutig ein Endefeld.

Sich wiederholende Schleifen werden zugelassen.

Eine Ähnlichkeit zum Haufen ist gegeben, die Darstellung ist aber graphisch, daher der Name.

8.2.3.5.4 (m:n)

ist ebenfalls sehr häufig. Dazu will ich anmerken, dass diese Beziehung vor der Umsetzung in eine reelle Strukturform möglichst in mehrere 1:n- Formen umgewandelt werden soll, weil sie sonst sehr aufwendig wird.

Wenn dies nicht möglich ist, schlage ich vor **eine Relationsebene mit einer Relationsmatrix** zu definieren, in der jede einzelne Relation festgelegt ist.

8.2.3.6 Das "Routing"-Problem allgemein

Es ist derzeit in der Hardware sehr dominant. Die Geräte, die es lösen, heißen "Router".

Die Aufgaben dieser Geräte sind:

- Herausfinden der optimalen Verbindung vom Sender zum Empfänger einer Nachricht.
- Übertragen einer Nachricht.

Zum Strukturproblem, das die **algorithmische Verarbeitbarkeit** zum Ziel hat, kommt dabei noch **die Zeit**, in der dies geschehen soll, und die **Nachvollziehbarkeit** im Falle einer Unterbrechung einer Verbindung (=Fehlerfall).

9 Strukturen in mehreren Ebenen

Alle oben angeführten einfachen Strukturen lassen sich nach dem "Layer"- oder Schichtenprinzip stufenweise auf tiefere Ebenen verfeinern.

Ein nicht ganz treffendes Synonym ist die Bezeichnung "**mehrdimensional**" in mehrdimensionale Tabelle oder mehrdimensionale Struktur. Damit ist eine in mehreren Ebenen verschachtelte Struktur von Unterstrukturen **gleicher Art** gemeint.

Der Algorithmus der Erweiterung ist gedanklich einfach:

Jedes Feld einer einfachen Struktur kann als Name einer weiteren einfachen Struktur betrachtet werden.

Die höchste Ebene ist also eine einfache Struktur beliebiger Form wie bisher. Jedes Feld dieser obersten Struktur wird als Textfeld verwendet, das den Namen der nächsten Ebene einer einfachen Struktur beinhaltet. Die Form der jeweiligen Struktur wird jeweils nach Bedarf festgelegt. So kann eine Einheit vielfältigster Form entstehen.

Markant dabei ist, dass Strukturen auf mehreren Ebenen erst auf der letzten (=untersten, tiefsten) Stufe die echten Daten beinhalten können. Alle Stufen davor sind dann vor allem Textfelder mit Namen, Textfelder mit eventuellen Beschreibungen oder Kommentaren – also echte Strukturparameter.

In der Denkweise der Flachzeiger würde ein solcher Strukturparameter dann eben aus 1 Feldnamen und einem Flachzeigernamen bestehen, der in diesem Fall nur den Namen des folgenden Feldes eine Stufe tiefer beinhalten müsste. Die Strukturform auf mehreren Ebenen wäre damit sehr einfach dynamisierbar.

Ein Praktisches Anwendungsbeispiel für diese Strukturform wäre

die Liste bzw die Stückliste aus der Leiterplattentechnik der Hardware.

10 Strukturumwandlungen von Dateien und Datenbanken

Aus gegebenem Anlass versuche ich, ein abstraktes Konzept zu entwickeln, nach dem man **Dateien, Hierarchische, Relationale und Objektorientierte Datenbank** ineinander überführen kann.

10.1 Die Datei

Hat sich historisch aus den **Lochkartenstapeln** entwickelt. Mit Erfindung der bistabilen Speichermedien wurden die Daten, die bis dahin in Lochkarten gestanzt waren, Zeichen für Zeichen auf einen elektronischen Datenträger geschrieben.

Die wichtigste Unterstruktur einer Lochkarte ist **die Zeile**. Die Länge dieser Zeile war anfangs fixiert auf 80 Zeichen oder Byte. Es konnten 9 Zeilen auf eine Karte gestanzt werden.

Mit der neuen Form Datei war es möglich diese Länge zu variieren.

Die neue Struktur wurde **Satz (record)** genannt(siehe oben).

Die Strukturformen **Datensatz - Druckzeile** können also längenmäßig differieren.

Eine Datei lässt sich als eine Aneinanderreihung mehrerer Datensätze gleicher Strukturform definieren.

Die Satzlänge, Anzahl Sätze, Größe einer Datei, die Speicherorganisation und die Organisation des Zugriffes auf einzelne Sätze sind fixe Strukturparameter jeder Datei.

Je nach der Zusammensetzung dieser Parameter haben sich bestimmte Dateitypen etabliert:

- **Sequentielle Datei:** Aneinanderreihung der Datensätze, der Zugriff ist auch so
- **Indizierte Datei:** Durch das Führen einer separaten Adress-Index-Tabelle ist ein direkter Zugriff auf einzelne Datensätze möglich.

10.2 Die hierarchische Datenbank

Eine **Datenbank** im Allgemeinen ist straffer und Platz sparender gegliedert als eine Datei.

In einer Datei haben alle Sätze gleiche Bauart.

Wenn nun nur ein einzelnes Feld in einem Satz geändert werden muss, ist zunächst der einzelne Satz zu finden. Dann wird der ganze Satz gelesen, das oder die Felder geändert und der ganze Satz wieder zurückgeschrieben.

Es können auch viele Datensätze bestehen, die sich nur geringfügig (z.B. in einem einzelnen Feld) unterscheiden. Der Informationsgehalt mancher Datensätze ist dann also sehr gering.

Man begann daher die starre Satzstruktur in einzelne Segmente (=Datenbanksegmente) zu zerlegen. Um einen gezielten Zugang zu diesen zu bekommen, setzte sich eine **hierarchische Anordnung** dieser einzelnen Segmente durch.

Die starre Form des Datensatzes wird aufgelöst. Jeder Satz wird in mehrere solcher Segmente zerlegt.

Die Sätze mit nur kleinen Unterschieden werden dabei rationeller gespeichert.

Gleichbleibende Daten eines Satzes werden nur einmal gespeichert. Die Segmente mit verschiedenem Inhalt werden separat gespeichert.

Ein so genannter **Datenbanksatz** ergibt sich in der Form einer Segmenthierarchie mit Root, Parent, Child, und ev. Twin. Aus obigen Überlegungen ist das eine klassische Baumstruktur von **Datenbanksegmenten**.

Das Root kennzeichnet den gesamten Datensatz und ist einmalig.

Darunter hängen ein oder mehrere CHILDS. Diese CHILD wird zum PARENT, wenn es wieder CHILDS unter sich hat. Wenn ein PARENT mehrere CHILDS hat, heißen diese TWINS.

Auf diese Weise werden alle Segmente, die zu einem Root gehören hintereinander gereiht werden. Die Hierarchie kann sich direkt in der Datenstruktur abbilden.

Die einzelnen Segmente sind klassische Datenstrukturen (structures) von oben.

10.3 Die relationale Datenbank

geht von der hierarchischen Organisationsform ab.

Eine bloße Aneinanderreihung einzelnen Felder zu einfachen Satzstrukturen (=Tupeln) reicht. Diese Tupeln werden dann als Tabellenelemente zu einer Tabelle (=Relation) zusammengefasst.

Das wesentliche ist nicht mehr die Hierarchie der einzelnen Segmente und Felder, sondern die mengenmäßige Gruppierung dieser Felder.

Die starre Hierarchie wird also durch anwendungsnähere logische Bildungsregeln ersetzt. Zum Auffinden der einzelnen Feldinhalte werden Namen und Operanden nach der BOOL'schen Algebra verwendet.

Für den Entwurf dieser Tabellenstrukturen und der einzelnen Felder werden eigene Regeln vorgegebenen, **die Normalformen von CODD** heißen:

1.Normalform: Eine Relation = Tabelle darf nicht in einer anderen Relation vorkommen.

Eine flache Hierarchie wird angestrebt oder die Schachtelungstiefe wird wieder durch breite mengenmäßige Verbindungen ersetzt.

2.Normalform: Ist eine Verschärfung der 1. Die 1.Normalform gilt weiter, erhält aber den Zusatz:

Jede Zeile (Tupel, row) einer Tabelle = Relation hat einen Schlüssel, der zu jedem Feld der Tupelstruktur in Relation steht. Er ist "zeilen-, row-, tupel-identifizierend".

Dieser Schlüssel soll also ermöglichen, dass jedes einmalige Tupel selektiv aufgefunden werden kann. Das lässt einen Vergleich mit unserem bisherigen Dateisatz und DB-Segment zu.

3.Normalform: 1. und 2. gelten wieder weiter. Zusätzlich wird verlangt:
Nicht-Schlüssel-Attribute eines Tupels sind wechselseitig unabhängig (disjunkt). Es besteht keine hierarchische Abhängigkeit dieser einzelnen Felder untereinander.

Einzelne Felder können aber Schlüsselattribute haben. Dann sind es Schlüsselfelder auf andere Relationen(=Tabellen).

Das ist die klare Aufforderung eine flache, aber breite und eindeutige Baum-Struktur Tabelle - Tupel - Feld zu bilden.

Es muss erwähnt werden, dass die reine 3.Normalform in der Praxis selten erreicht werden kann.

10.3.1 Das Schlüsselfeld

Eine besondere Bedeutung haben hier die **Schlüssel (Keys)**. Dies sind besondere Datenfelder, deren Inhalt ein ganzes Tupel repräsentiert. Die Auswahl dieses Schlüssel-Feldes ist also für die Effizienz einer relationalen Datenbank sehr entscheidend.

Zu jeder Relation = Tabelle gehört auch **der Index dieser Tabelle**. Dies ist eine Tabelle, die die zwei Felder **Tupel-Nummer** eines Tupels in der Relationentabelle und **Schlüssel-Feld** des tatsächlich vorhandenen Tupels mit einander in Beziehung bringt.

Es gibt **Primär- und Sekundär- oder Fremdschlüssel** und die jeweiligen **Indextabellen** dazu.

Die **Primärschlüssel** ermöglichen mit Hilfe des Primärindex den gezielten Zugriff auf ein bestimmtes Tupel.

Der **Sekundärschlüssel** ermöglicht eine zweite Zugriffsmöglichkeit mit Hilfe des Sekundärindex.

Der **Fremdschlüssel** ermöglicht mittels seiner Indextabelle den Zugriff auf Tupel von fremden Tabellen. Das führt also zu einer **Tabellenverknüpfung**.

10.4 Die Umwandlung nicht OO-Strukturen

Die Umwandlung einer Relation in einen hierarchischen DB-Satz und in Sätze einer Datei und umgekehrt ist auf der Strukturstufe Tupel (Zeile, Row) der Relationalen Datenbank, Segment einer Hierarchischen Datenbank und Teilstruktur eines Satzes einer Datei eindeutig durchführbar.

Das **Problem der Mehrfachspeicherung** von sich nicht verändernden Datenfeldern der jeweiligen Strukturen ist besonders bei einer Datei vorhanden. Bei hierarchischen und relationalen Datenbanken ist sie manchmal notwendig, um den Aufwand an Segmenten oder Tupel zu verringern.

Die **Segment-Hierarchie** Hierarchischer Datenbanken wird in Relationalen DBen bewusst abgebaut. Sie wird durch logische Zusammenhänge (Relationen, Tupel, Felder) ersetzt.

Die **Mengenbildung der relationalen DB-Felder** ist dabei ein wichtiger Entwicklungsschritt. Diese soll den Informationsgehalt der Tupel heben, erfordert aber eine **Umreihung der einzelnen Felder** bei einer eventuellen Umspeicherung von einer Datei oder Hierarchischen Datenbank auf eine Relationentabelle.

Jede einzelne Umwandlung verlangt einen speziellen **Umwandlungsalgorithmus**. Es ist also notwendig, dass ein Mensch diesen Algorithmus von Fall zu Fall **neu entwickelt**. Aus allgemeinen einfachen Bildungsregeln einer Datei muss dann jeweils die Segment- oder Tupelstruktur entwickelt werden und umgekehrt.

Die bewährte Hilfsmittel bei Dateien ist das **Sortieren nach und Sortierfelder-Gruppenstrukturen**.

Bei der Hierarchischen DB sind diese bereits durchgeführt.

Bei Relationalen DBen kommt es auf die jeweils zweckmäßige **Gruppierung der einzelnen Felder** in Tabellen und Tupel an.

10.5 Objektorientierte Datenbank

Es gilt derzeit in der OO (Objektorientierten) Fachwelt eine Maxime, die scheint von den Pfadfindern übernommen zu sein: "Einmal objektorientiert - immer objektorientiert".

Dies hat menschlich sicherlich seine Berechtigung. In der systematischen und möglichst kontinuierlichen IT-Welt kann ich mich nicht damit zufrieden geben.

Dazu will ich ehrlicherweise festhalten, dass ich derzeit noch keine praktischen Erfahrungen mit Objektorientierter Entwicklung habe, mich aber schon einige Jahre mit der Theorie beschäftigt habe.

Zunächst zu den wichtigsten Objektorientierten Prinzipien aus meiner Sicht.

Die Grundidee ist, Daten und Software, die die immer wieder vorkommende Bearbeitungen dieser Daten durchführt, (=Funktion, Methode) in eine "**Kapsel**" (= **Objekt**) zu verschließen.

Damit will man der menschlichen Denkweise folgen. Das Vorhandensein eines Objektes soll kundtun, dass man kann auch alles damit machen können muss. Alles ist unter einem Ordnungsbegriff (Objekt) zusammengefasst.

Der Zugriff auf Objekte geschieht mit "**Botschaften**"(messages). Jede Botschaft wird mit einer "**Antwort**" reflektiert.

Der innere Aufbau eines Objektes ist bei der Verarbeitung nicht interessant (=Prinzip der Verkapselung, encapsulation).

Objekte gleichen Typs haben dieselbe **Klasse**. Der Typ eines Objektes ist also seine Klasse. Diese wird bei der Entwicklung eines Objektes erstellt, ist also ein wichtiges Element.

Alle Klassen werden in einer Klassenbibliothek gespeichert.

Für unsere Zwecke ist diese Klasse ein wichtiges Verbindungselement. Wir müssen mehr über seine Struktur erfahren.

Jetzt kommen wir in Konflikt mit dem Verkapselungsprinzip, das hat ja die Absicht, nicht in das Objekt hineinschauen zu lassen.

Es wird nur eine Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Für den effizienten Einsatz unseres Objektes brauchen wir aber **eine detaillierte Beschreibung der Daten und Funktionen unseres Objektes d.h. eine vollständige "Bedienungsanleitung"**.

Die reinen Daten aus Dateien, hierarchischen und relationalen Datenbanken müssen **in die Objekte hinein** kommen, bzw. **aus den Objekten heraus** kommen.

Da sagt der OO-Denker: das ist nicht notwendig, das macht allein der Aufruf des Objektes – die Botschaft.

Dazu meine ich, dass das der Fall wäre, wenn nur OO-Systeme vorhanden wären.

Es wird derzeit aber notwendig sein, von Fall zu Fall zu den jeweiligen reinen Datenmengen ein Datenumwandlungssystem zu entwickeln, das dies bewerkstelligt. Dies muss bei allen Änderungen der Objekte, die ja in der „Vererbungstechnik“ sehr leicht geworden ist entsprechend mit geändert werden.

Festhalten will ich:

Die kontinuierliche Anpassung der reinen Datenmengenstrukturen an eine Objektorientierte Datenbank ist theoretisch möglich, erfordert aber möglichst genaue und tiefgehende Kenntnisse der jeweiligen Strukturen und zu jeder Datenmengeanpassung speziell geschriebene Umwandlungssoftware. Die Wartung dieser muss bei Strukturänderungen laufend mit geschehen.

10.6 Zusammenfassung Strukturumwandlungen

⇒ Ein großes Problem der gegenwärtigen IT-Welt ist **theoretisch lösbar**.

⇒ Bisher wurden noch eher "**Dateninseln**" gepflegt.

⇒ Die jeweilige **Umwandlungssoftware** muss den jeweiligen Strukturen angepasst sein. Das Vorhandensein von Strukturen erleichtert den Entwurf dieser Software.

⇒ Bei Strukturänderungen muss auch diese Software **gewartet** werden.

⇒ Hier sind vor allem die Strukturen **Datei, Hierarchische DB, Relationale DB und Objektorientierte DB und eventuelle Zwischenstufen** gemeint.

11 Welche Strukturen verlangt der Mensch?

11.1 Die "Strukturen" des Menschen selbst

Seit Bestehen der Menschheit gilt, dass der Mensch seine natürliche Umwelt und insbesondere die Arbeitswelt so gestaltet, dass sie ihm nützlich wird.

Er beeinflusst auch die IT langfristig so, wie er sie braucht. Derzeit sind wir noch stolz auf die Errungenschaften der Hardware und Software und denken noch wenig an die selbstverständliche dauerhafte Nutzung dieser Hilfsmittel.

Es gibt also Sinn, von den physischen "Strukturen" des Menschen zu sprechen.

Der Mensch kommuniziert mit seinen Mitmenschen und der natürlichen Umgebung mit Hilfe seiner Augen, Ohren, Nase, Mund, Hände und Füße.

Die IT braucht ihn - als das **intelligente Wesen, das entscheidet**. Seine Intelligenz wird nie maschinell ersetzt werden können.

Die Hardware und Software unserer IT-Welt kann immer wiederkehrende, gleichartige Vorgänge maschinell verlässlicher und schneller bearbeiten. Sie kann aber nicht festlegen, was der Mensch in der Zukunft für wichtig hält oder wie er weiterforschen wird, das bleibt sein Revier.

Was bisher empirisch festgestellt oder in jüngster Zeit auch biologisch erforscht ist, wird und werden wird, ist, wie der Mensch **Information aufnimmt** und wie er **seine Entscheidungen mitteilt**. Die Form **der Wahrnehmung und Mitteilung** des Menschen und seine dafür vorgesehenen **(Sinnes-)Organe** sind ein sehr aktuelles Gebiet der modernen **Medizin, Biologie und Psychologie**.

Wichtig ist die Tatsache, dass der Mensch eine natürliche Spezies mit eigener Evolution darstellt. Es gibt also **biologische Verhaltensschemata, die bei allen Menschen gleich sind**, die rein faktisch erforscht werden können, wie die jedes anderen Lebewesens. Die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Sparte lösen bei uns Menschen selten Überraschung aus, sondern wir denken dann immer: "Ja deswegen habe ich mich damals so und so verhalten!" oder "Das habe ich auch erlebt!". Sie werden von uns also meistens bestätigt.

Reflexe, Instinkte und Triebe sind solche Elemente. Gleichzeitig mit diesen allen Menschen eigenen Eigenschaften führt die moderne Psychologie und nicht zuletzt die Theologie auf geistig höhere Aufgaben des Menschen. In der Theologie ist jeder Mensch ein Einzelwesen, das seine **eigene persönliche von Gott verliehene Würde** hat. Dieser einmalige Mensch kann und darf durch maschinelle Automatismen nicht vereinheitlicht werden. Der Mensch ist eben nicht nur ein Bündel von Muskelfasern oder ein medizinisches Sezierobjekt, er ist mehr. Er hat eine individuelle Persönlichkeit und eine soziale Stellung in seiner Gemeinschaft.

Die menschliche Struktur lässt sich also in zwei große Teile ordnen

- a) die **physische Struktur des Körpers** mit seinen Organen und
- b) die **geistige Struktur des einzelnen Menschen** mit Trieb, Gefühl und freiem Willen.

Für beide Teile ist die Hardware und Software der modernen IT-Welt nützlich.

Die moderne Informatik will die jeweiligen Systeme der Zukunft so entwickeln, dass sie dem Menschen noch nützlicher und zweckmäßiger werden. Entwicklungen, die dies nicht beabsichtigen, haben keine langfristige Chance in unserer menschlichen Gesellschaft.

In diesem Sinne seien auch hier nur **Themen und Grunddenkweisen** festhalten, die eine gesamtheitliche Sicht ermöglichen.

Wer sich in ein Teilgebiet vertiefen will, möge sich mit den wissenschaftlichen Veröffentlichungen in den jeweiligen Fachgebieten beschäftigen.

11.1.1 Die gesamte Körperhaltung

Der gesamte Körper mit all seinen Muskeln ist bisher der eigentliche "Leidtragende". Er wird bisher sehr wenig bedacht.

Die IT-Welt stellt sich bisher einen **sitzenden** oder bestenfalls **stehenden Bediener** vor.

Der **Wissenszweig der Ergonomie** ist erst im Aufbau. Es gibt noch relativ wenig Erfahrung auf diesem Gebiet. Erst seit ca. 10 Jahren achtet man auf die Bedürfnisse des Menschen, der permanent mit den Datenverarbeitungsmaschinen (= Bildschirm, Tastatur, Speichemedien, usw.) arbeitet.

Diese Arbeitswelt birgt immer noch Gefahren in sich. Alle Menschen, die derzeit in der IT-Welt tätig sind, benutzen vor allem **ihren Kopf und ihre Hände**. Vom Kopf selbst wird vor allem **das menschliche Gehirn** permanent und intensiv belastet.

Ein einfacher Schutz ist das **Einlegen von Arbeitspausen**. Deren Notwendigkeit wird in der Praxis noch immer zu wenig beachtet.

Eine sicherlich wirksame Methode wäre etwa auch, die Endgeräte, an denen der Mensch permanent arbeitet, alle 50 Minuten für 10 Minuten automatisch abzuschalten, um den Menschen loszureißen vom Bildschirm. Die Schaffung von Erholungszonen in Großraumbüros für denselben Zweck hat sich bisher nicht überall durchgesetzt.

Der IT-Beschäftigte muss in seiner Freizeit bewusst Tätigkeiten ausüben, die alle seine Körperorgane wieder gegeneinander ausgleichen - etwa **Ausgleichssport**. Dabei verbraucht der Mensch viel Energie und viel Zeit, um dieses "körperlich ausgeglichene Wohlbefinden" wieder zu erreichen, das eigentlich immer vorhanden sein soll.

Macht er dies nicht, führt es erwiesenermaßen zu **Fehlverhalten** in seiner geistigen Ordnung und später im Umgang mit seinen Mitmenschen. Das kann neben vielen Beispielen aus der Arbeitswelt auch ich persönlich bestätigen. Es kommt dabei darauf an, diese Gefahr jedem Dauer-Benutzer bewusst zumachen.

Gedankenansätze in Richtung von Maschinen, die wieder alle menschlichen Körperteile beanspruchen, sind zunächst sinnwidrig. Es galt ja bisher, dass

Maschinen dem Menschen Muskelarbeit abnehmen sollen. Das bleibt weiterhin sinnvoll, wo der Mensch viel und schwer körperlich arbeitet.

Da, wo der Mensch mitgestaltet - wie in der IT-WELT -, sollte seine **Körperstruktur** wesentlich deutlicher miteinbezogen werden.

Es sollten seiner **Muskelkraft entsprechende Wirkungen seiner Tätigkeit** möglich sein, ob gewichtsmäßig, mengenmäßig oder der Komplexität entsprechend sei hier noch dahingestellt.

Die **körperliche Anstrengung, das körperliche sich Abmühens** muss irgendwie wieder Bedeutung haben in der menschlichen IT-Arbeitswelt, **weil der Mensch so entwickelt ist.**

Wie man das erreicht, das bleibt auch mir noch offen.

11.1.2 Die Füße, Zehen

gehören heute eindeutig (noch) nicht zu wichtigen Steuerorganen in der IT-Welt.

Die Füße werden auch immer seltener zu ihrem ursprünglichen Zweck - der Fortbewegung - benützt (Lifte, Rolltreppen, Verkehrsmittel).

Die Zehen wurden bisher noch nie "verwendet". Aber selbst deren willentlicher Einsatz in der Steuerung der Arbeitswelt ist denkbar.

11.1.3 Die Hände, Finger, das Tasten

Sind bisher am besten "benutzt".

Die tippende Bewegung der Finger und die Armbewegung sind aber sicherlich noch erweiterbar (2 "Mäuse" mit jeweils 5 Tasten, usw.).

Gedanklich ist etwa auch ein "Handschuh für den ganzen Arm" möglich.

Ein Teil unserer Finger "leidet" derzeit noch. Es ist der "**Tastsinn**". Er wird viel zu wenig beachtet, gehört aber wesentlich zu unserem Wahrnehmungssystem. Jeder von uns, der in seiner Freizeit bereits einen Kurs besucht hat, der wieder bewusst "Tasten" und "Fühlen" geübt hat, wird es mir bestätigen.

Die Eindrücke dieses Sinnesorganes sollen derzeit schon technisch abstrahierbar und übertragbar sein. Interessierte verweise ich auf entsprechende Hardwarezweige.

11.1.4 Der Gesichtsausdruck, die Mimik

Ist wichtig, um Gefühlszustände auszudrücken, also wichtig in der zwischenmenschlichen Kommunikation.

Das Sehen des Partners ist dabei eine wesentliche Voraussetzung.

11.1.5 Die Augen

sind derzeit nach dem menschlichen Gehirn das wichtigste Wahrnehmungsorgan in der IT-Welt.

Ihre Überbelastung (Flimmern, zu rasche Bildfolge, zu starke Kontraste usw.) muss und kann derzeit schon durch hohe Qualität der optischen Geräteteile vermieden werden.

Es gibt schon weltweit genormte Bauvorschriften für optische Geräte (= Bildschirme).

11.1.6 Die Ohren

Werden derzeit in der "Multimediawelt" entdeckt.

Die Akustik ist an sich kein großes technisches Problem mehr. Es geht derzeit vor allem um deren Integration in die IT-Welt.

Was ich mir für die Zukunft erwarte, ist etwa den **Tonfall einer Stimme** mehr zu erforschen, sprich die "Stimme der Maschine" lebendiger zu gestalten. Die persönlichen Merkmale der menschlichen Stimme sind heute schon technisch erkennbar, aber schon **der Ausdruck von Gefühlen** bleibt noch ein Problem.

11.1.7 Die Nase

ist das "Stiefkind" der IT-Welt.

Es ist bisher noch nicht gelungen, Gerüche technisch zu erfassen und anderen mitzuteilen.

Die Trennung des "Duftes" vom dazugehörigen Datenträger und die Speicherung dieser sinnlichen Wahrnehmung ist meineswissens noch nie gelungen.

11.1.7.1 Der Mund und die menschliche Stimme

treten in der IT-Welt faktisch gemeinsam auf.

Der Geschmackssinn ist ohne Essvorgang für die IT-Welt bedeutungslos. Informationsverarbeitung hat mit Essen direkt nichts zu tun.

Hier ist **die akustische Quelle Mund-Stimmbänder** gefragt. Die menschliche Stimme selbst ist, wie oben schon erwähnt, heute in seinem Prinzip keine große technische Herausforderung mehr.

Wo derzeit weiterentwickelt wird, ist, wie ich diese direkt zur Steuerung von Geräten verwenden kann. Da gibt es schon Erfolge, die aber noch nicht ausgereift sind.

11.2 Strukturen der Maschinenoberfläche

11.2.1 Die Tastatur, die Maus, die Tastkörper

Seit der Erfindung der Schreibmaschine gibt es dieses "Bedienpult mit Tasten". Diese sind so groß, dass die einzelnen Finger sie bedienen können.

Dieses System ist heute vor allem für die **Fingerspitzen** entwickelt. Sie lösen schon bei geringsten Berührungen im Gerät einen Ein- oder Ausgabe-Vorgang aus.

Die Tastatur ist heute die meistverwendetste Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine.

Die partielle Überbelastung der Fingermuskeln hat zu der der menschlichen Hand besser angepassten "**Maus**" geführt. In Zukunft wird diese - entsprechend der menschlichen Hand - auch mehr Tasten bekommen.

Ich persönlich möchte die weitere **Verfeinerung der "Tastatur"** anregen. Bisher verstehen wir darunter ein Hardwareelement, das vorwiegend aus Tasten besteht. Diese müssen nur gedrückt werden. Auf Grund des Niederdrückens einer bestimmten Taste oder Tastenkombination wird ein bestimmtes Zeichen gespeichert oder ein bestimmter Befehl durchgeführt.

Fast stillschweigend vergessen wir dabei, dass wir damit ein für unsere Wahrnehmung und unser Empfinden wichtiges Sinnesorgan, **den Tast- und Spürsinn**, "totschlagen". Er wird bisher noch viel zuwenig beachtet. Unsere Fingerspitzen verlieren ihr natürliches "Gefühl" und werden bei der bisherigen Tastatur noch verwaht und abgestumpft.

Wir brauchen also eine "Tastatur", die **das von uns "Ertastete" und "Erfühlte" aufzeichnen, speichern und übertragen** hilft.

Denkbar ist eine "**feine Tastatur**" bzw. "**künstliche Sensorik**", die die Oberfläche wie unsere Fingerspitzen und Handfläche nach Form, Beschaffenheit, Temperatur etc. "befühlt" und diese Daten erfasst, wie ein Mikrofon einen Ton oder eine Kamera ein Bild.

Diese gespeicherten Daten könnten einem vorgegebenem Material wieder aufgeprägt werden, also die eingegebene Form wieder erzeugen.

Da ist noch viel Freiraum für neue Forschungen und Entwicklungen.

11.2.2 Der Bildschirm

ist die zweite wichtige Schnittstelle zwischen Computer und Mensch.

Seit der Erfindung des Filmes kennt der Mensch diese Darstellungsform.

Die Datenmenge, die auf einen Bildschirm darstellbar ist, wird "**Bildschirmseite**" genannt. Synonyme sind auch **Screen oder Maske**.

Diese Datenstruktur wird heute sehr vielfältig verwendet. Es ist jene Menge, die ohne weitere Steuerung auf dem Bildschirm stehen bleibt und bearbeitet werden kann.

Durch die Verwendung von **Zeiger oder Fenster**, die einen bestimmten Bildpunkt oder -fläche kennzeichnen, kann der Inhalt des gesamten dargestellten Bildes oder Textes bis ins kleinste bearbeitet werden.

Die Überlagerung mehrerer Fenster und die weitere Zergliederung des Fensters in kleinere Einheiten wie **Ikons, Boxes, Menüs** usw. machen eine sehr weite Verzweigung der Verarbeitung von einem physischen Bildschirm ausgehend möglich.

Diese **Verbindung Sehen - Tun** ist dem natürlichen menschlichen Verhalten am ehesten entsprechend.

Eine bedenkenswerte Neuerung auf diesem Gebiet wäre etwa ein "**Datenhelm**". Darunter versteht man ein Gerät, das das gesamte menschliche Seh- und Hörvermögen vereinnahmt.

Dem Menschen wird dabei aber kein Freiraum für natürliches Wahrnehmen der Umgebung gelassen. Er hat dann keine Möglichkeit, z.B. auf unvorhergesehene außergewöhnliche Ereignisse zu reagieren.

Es wird einerseits seine gesamte Aufmerksamkeit auf das Arbeits-Objekt gelenkt, andererseits wird er aus seiner natürlichen Umgebung herausgelöst, in eine rein-künstliche Welt gesetzt, die seine menschlichen Erwartungen und Gewohnheiten bei weitem nicht gebührend nutzen kann.

Sein Bedürfnis nach Ausgleich und Entspannung wird umso intensiver sein, je länger und konzentrierter er arbeitet.

Es gilt also für den soliden Hardwareentwickler dafür zu sorgen, dass er dies unkompliziert und entsprechend seinen spontanen Bedürfnissen tun kann - in der einfachsten Form diesen "Helm" also abnehmen kann.

Die langfristige hochqualitative Leistungsfähigkeit des Menschen darf dabei nicht überfordert werden.

Automatische zeitliche Schaltpausen (wie etwa das Läuten der Pausenglocke in der Schule, oder das Verkünden einer Pause durch den Vorgesetzten) sind dabei nach wie vor dringend notwendig. Ich persönlich beginne damit, das Handy als „Terminpiepser“ einzusetzen.

Es ist eine erwiesene Tatsache, dass **das Zeitgefühl** mit der Intensität der Arbeit verloren geht, die Ermüdung des Körpers aber entsprechend der Beanspruchungszeit steigt.

Erst am Ende einer Konzentrationsphase wird dem Menschen der Grad seiner Ermüdung bewusst.

Wenn diese - zugegeben einfachen - biologischen Grundprinzipien nicht beachtet werden, kann es leicht zu emotionalem Fehlverhalten kommen.

Dabei sind zu nennen:

Erwarten einer **blitzschnellen Antwort** wie bei einem Computer oder Denkvermögen nur in schnellen Gedankengängen und im schlimmsten Fall emotionale Wutausbrüche, wenn etwas menschlich abläuft und nicht wie bei einer Maschine.

11.2.3 Die Bildaufzeichnung

zusammen mit der **Bildübertragung** ist ein reines Hardware-Problem. Beide sind derzeit technisch möglich und werden laufend verbessert.

Dabei taucht eine besondere Gruppe von Daten oder Information auf, die ich hier gleich hervorheben will: **Daten, Information, wie wir sie wahrnehmen, "natürliche" Daten oder Informationen der Natur.**

Mit dieser Gruppe von Daten, will ich mich noch gesondert beschäftigen.

11.2.4 Das Mikrofon, der Kopfhörer

Auch diese Schnittstelle ist als Hardware für sich technisch schon gelöst.

Die Integration der Akustik in die IT-Welt ist das eigentliche Interessante der Gegenwart.

Die Erforschung der Schallwellenstruktur und die Speicherung dieser Wellen sind im Prinzip abgeschlossen.

Interessant ist noch, ob neben den physikalischen Grundgesetzen noch feinere Gesetzmäßigkeit zu entdecken sind, wie **Klangfarbe oder persönliche Klangmuster**. Die **Phonetik**, wie dieser Zweig heißt, hat noch einiges zu erforschen.

Uns allen ist bereits bekannt, dass die menschliche Stimme auch direkt in Maschinenbefehle umgewandelt werden kann. Das Gebiet ist aber noch stark in Entwicklung.

Sollte das möglich sein, werden unsere Tasten-"tippenden" Tätigkeiten wie die Fließbandarbeit irgendwann der Vergangenheit angehören.

Wir werden wieder mehr **"denken und sprechen"** können und weniger "denken und tippen" oder "denken und schreiben" müssen, wenn wir in Zukunft unsere Gedanken zu Papier bringen wollen.

11.2.5 Scanner und Drucker

sind eine heute ebenfalls akzeptierbare Hardware.

Für diese Arbeit ist hervorzuheben, dass dabei ursächlich die Datenstruktur **"Papierseite, Papierblatt und Buch"** verwendet wird.

Seit dem Mittelalter ist der "Datenträger" Buch ein uns lieb gewordener Teil unserer Kultur und Geisteswelt.

Er ist sogar durch heutige Medien nicht verdrängt worden und wird es nicht werden.

Was ist der Grund dafür?

Das Blatt Papier ist in erster Linie etwas **Fühlbares**. Ein Buch kann in die Hand genommen werden.

Beim Lesen werden **mehr Körperteile** beansprucht als nur Augen und Gehirn. Ich kann das Buch problemlos bewegen, wie ich es brauche. Beim Umblättern einer Seite, habe ich einen Augenblick Zeit, meine Umwelt zu beachten.

Es bleibt **statisch und tatsächlich physisch vorhanden**, kann beliebig oft gelesen werden.

Eine Zeichnung z.B. kann ohne höhere Kosten in Ruhe betrachtet werden.

Ein Blatt Papier kann **handschriftlich bearbeitet** werden.

All dies bewirkt eine persönlichere Bindung zwischen Papier und Schreiber oder Buch und Leser, die in der Bildschirm-Bearbeitung noch nicht möglich ist. Es fehlt rein gefühlsmäßig noch etwas.

12 Datenstrukturen der Natur

12.1 "Natürlicher Daten" als eigene Datengruppe

Unter "**natürliche Daten**" verstehe ich eine mir sehr wichtige und große Datengruppe.

Ich meine damit jene Daten, die in derselben Form wiedergegeben werden, wie wir sie mit unseren menschlichen Sinnesorganen wahrnehmen.

Ein Synonym dafür wäre auch "**1:1-Daten (sprich eins zu eins - Daten) oder Originaldaten**."

Diese Daten werden also 1:1 aus der Natur übernommen und von uns nicht verändert. Rein technisch können sie umgeformt werden, aber nur um sie speichern zu können.

Die **Qualität dieser Daten** wird darnach beurteilt, wie "originalgetreu" sie einen Sinneseindruck wiedergeben können, wie lebendig eine Tonaufzeichnung zusammen mit einer Bildaufzeichnung auf den Betrachter wirkt.

Die besten Erfolge sind heutzutage im Bereich **der Akustik** zu nennen. Wir können der menschlichen Wahrnehmung entsprechend **räumlich** hören. Die Aufnahmegeräte sind soweit gediehen, dass sie die menschlichen Fähigkeiten in Frequenzbereich und Lautstärke auch übersteigern könnten. Diese Daten will ich aber hier konsequent ausschließen. Es geht nur darum, die Daten so aufzuzeichnen, wie sie der Mensch wahrnehmen kann oder könnte.

Das **räumliche Sehen** hingegen ist bei weitem noch nicht so weit entwickelt. Wir sind derzeit sehrwohl fähig, eine ebene Bildfläche originalgetreu darzustellen, können aber noch wenig Raum wiedergeben. Das mag wohl daran liegen, dass die ebene Darstellung schon genug Informationsgehalt hat. Die 3. Dimension ist theoretisch kein Problem, aber der technische Mehraufwand wird derzeit noch nicht als notwendig erachtet. Wenn spezielle Anforderungen dies verlangen (etwa die optische Übertragung von medizinischen Operationen), wird auch die räumliche Dimension mitberücksichtigt werden.

Das Fühlen und Tasten ist nach meinem Wissenstand derzeit schon aufzeichnenbar, ist aber sicherlich noch in im status nascendi.

Das Riechen und Schmecken ist meineswissens noch nicht technisch nachvollziehbar. Da besteht noch ein echtes Wissensvakuum.

Trotz aller noch offenen Forschungsgebiete hat die präzise Entwicklung von Mikrofonen und Filmkameras es möglich gemacht, natürliches Verhalten von Tieren etwa für eine große Gruppe von Menschen **überhaupt erst sichtbar** zu machen. Viele Erkenntnisse der **Pflanzen- und Tierkunde** wären ohne diese nicht möglich gewesen. Auch die **Medizin** hat in ihrer Diagnostik viele Fortschritte gemacht (z.B. Magensonden oder Ultraschallgeräte)

12.2 Speicherung und Wiedergabe "natürlicher Daten"

ist ein rein technisches Problem.

Die Daten, die wir mit unseren menschlichen Sinnesorganen wahrnehmen, können so aufgezeichnet, gespeichert und wiedergegeben werden, dass sie originalgetreu bleiben.

Alle zusammen werden von technischen **Aufnahmegeräten** erfasst und in einer einheitlichen, meist schon digitalen Form gespeichert. Die **Wiedergabegeräte** schließen diesen Kreis. Sie verwandeln die meist schon digitalen Daten wieder in eine uns wahrnehmbare Form um.

Je natürlicher oder originalgetreuer diese wiedergegebenen Daten sind, umso höhere Qualität haben diese Geräte.

Tiefer will ich mich hier in die Hardwareentwicklung nicht einlassen, weil die sich laufend wandelt und verbessert.

13 Suchwörter

A

Akustik 44, 47, 48
Algorithmus 29, 34, 38
Attribut 27
Augen 11, 41, 44, 48
Aussage 27, 28
Automat 24, 26

B

Baum 32
Bildbrille 46
Bildschirm 42, 45, 46, 48
Bit 17, 25
Box 20, 22, 24
Byte 25, 35

C

CODD 37

D

Data Mining 21
Dataware 21
Datei 26, 35, 38, 40
Datenbank 35, 36, 37, 38, 40
Datenhelm 46
Datenmaschine 24
Datensatz 26
Datenstruktur 26, 36, 46
Datenträger 10, 35, 47
die Daten 7, 8, 9, 16, 20, 35, 41, 47, 48
Dynamisierung 28

E

Entity 28
Entropie 17
ETHIK 11
Evolution 7, 41
Existenz 13

F

Fakten 9, 10, 12
Feld 25, 26, 29, 31, 32, 34, 35, 37
Fenster 46
Finger 43, 45
Fingerspitzen 45
Flachzeiger 30, 31, 34

Folge 23
Fühlen 43, 49
Füße 41, 43

G

Graph 31, 32

H

Hände 41, 42, 43
Hardware 7, 8, 11, 20, 21, 22, 26, 33, 34, 41, 42, 47
Haufen 31, 32

I

Index 26, 37
Information 9, 17, 18, 21, 41, 47
Informationsgehalt 16, 17, 35, 38, 49
Informationszeitalter 7
Inhalt 11, 14, 16, 17, 20, 25, 27, 36, 37, 46
Intelligenz 7, 41

K

Kapsel 39
Kardinalität 32
Kette 31
Klasse 39
Kommunikation 43
Kontext 7, 30
Körper 42
Kultur 15, 47
künstliche Sensorik 45

L

Layer 34
Liste 34
Lochkarte 35

M

Matrix 27
Maus 45
Menge 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 27, 28, 31, 46
Mensch 10, 11, 12, 13, 18, 24, 38, 41, 42, 43, 45, 48
Miemik 43
Multimedia 17
Mund 41, 44

N

Nase 41, 44
natürlich 10, 27, 29, 35
Netzwerk 32
Normalform 37
Nützlichkeit 13, 18

O

Objekt 10, 11, 14, 15, 20, 22, 23, 24, 28, 39, 46
Ohren 41, 44
Ordnung 12, 26, 28, 31, 42

P

Papier 47, 48
Pause 46
physisch 10, 15, 29, 48

R

räumlich 48
Relation 23, 28, 29, 30, 33, 36, 37, 38
Religio 13
Routing 33

S

Schlüssel 37
Segment 38
Seite 48
Selektion 12, 18
Semantik 11, 16

Software 7, 8, 20, 21, 22, 39, 40, 41, 42
Stapel 30
statisch 48
Stimmbänder 44
Stimme 44, 47
Struktur 10, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 37, 39, 41
Strukturparameter 26, 29, 30, 31, 34, 35

T

Tabelle 26, 27, 31, 34, 36, 37
Tastatur 42, 45
Tastsinn 43
Tonfall 44

V

Vektor 23
Verzweigung 32, 46
virtuell 14

W

Wert 7, 16, 18, 20
Wille 13
Wissen 9, 10, 15, 16, 18, 19
Wort 9, 24, 25
Würfel 27

Z

Zehen 43
Zeiger 28, 29, 30, 46
Zeile 35, 37, 38

14 Literaturverzeichnis

- 1) **H.Maurer, Datenstrukturen und Programmierverfahren**, Teubner Verlag, 1974
ISBN 3-519-02328-8
- 2) **Eder/Kappl, Objektorientierter Entwurf von DB-Applikationen**, Eigenverlag
KEPPLER-Universität Linz 1993