

Einleitung und Überblick

Inhalt und Einteilung auf drei Bände

Das Wort Informations-Speicherung verbindet die Begriffe Speicherung und Information. Nur diese logische Verbindung ist im Inhalt dieses Handbuches berücksichtigt. Das scheint auf den ersten Blick sehr wenig zu sein, ist aber, wie sich sehr schnell zeigt, ungeheuer viel. Sonst wären nicht drei umfangreiche Bände erforderlich. Eigentlich wäre es zu Beginn notwendig, beide Begriffe zu erklären bzw. zu definieren. Für den ersten, vorliegenden Band genügt es jedoch, den intuitiven Inhalt des Begriffes **Information** zu verwenden. Der genauere wird erst ab dem zweiten Band benötigt und daher auch dort definiert¹. Für den Begriff **Speicherung** gibt es dagegen keine brauchbare umgangssprachliche Bedeutung. Er ist deshalb bereits am Beginn des folgenden ersten Kapitels analysiert. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es noch vor etwa zwanzig Jahren üblich war, unter Informations-Speicherung nur Anwendungen, Geräte und Einrichtungen in der Technik, insbesondere der Rechen-technik, zusammenzufassen. Der Begriff einer technischen Speicherung von Information kam allerdings schon 1948 mit der Begründung der Kybernetik durch Norbert **Wiener** (1894 - 1964) [Wie48] auf. Dies gilt noch ausgeprägter für den Begriff Information, der offensichtlich sogar erst von Wiener geprägt wurde. Bald danach geschah es dann häufiger, das menschliche Gedächtnis und technische Speicher miteinander zu vergleichen. Eine nahezu erste Arbeit (1958) [Neu 65] geht dabei auf John von **Neuman** (1903 - 1957) zurück. Nicht selten kam es bei solchen Betrachtungen vor, insbesondere dann, wenn sie aus technischer Sicht erfolgten, dass unbrauchbare Vereinfachungen für das Gedächtnis vorkamen. Deutlich realer waren bereits entsprechende Betrachtungen zum Verhalten von Tieren.

Bereits 1946 bemühte sich Erwin **Schröninger** (1887 - 1961) [Scr51] die Grundlagen des Lebens als Speicherung kritisch zu betrachten. Aus technischer Sicht erfolgte 1949 ein Vergleich von genetischer Duplizierung und linearer Magnetbandspeicherung durch Marvin **Camras** [Cam49]. Mit der Aufklärung des genetischen Codes in den 60er Jahren wurde das genetische Speicherprinzip einschließlich der Codierung der Information verständlich und daher immer gebräuchlicher. Eine neuartige Betrachtung begann ab 1959, als ein britischer Seemann an einer seltsamen Krankheit verstarb. Als später mehrere Opfer an gleichartigen Symptomen zu beklagen waren, wurde AIDS als Immunschwächekrankheit erkannt. Dies führte zu einer besonderen Variante der Speicherung. Kaum in Betracht gezogen wurde bisher, ob und wie das hormonelle System aus der Sicht der Speicherung funktioniert. Das geschieht daher hier im Kapitel 6 nahezu unabhängig von aller Literatur.

Wann gesellschaftliche Aspekte in Verbindung zur Speicherung auftreten, ist weit- aus schwieriger zu entscheiden. Vielleicht zählt Martin **Heidegger** (1889 - 1976) mit seinem Werkzeugbegriff (Artefakt) zu den ersten. Kommt doch von ihm die Aussage, dass die Menschwerdung nicht mit dem Gerbrauch von Werkzeugen begann, sondern erst mit dem Aufbewahren. Denn mit dem Werkzeug ist immer auch sein Gebrauch gespeichert. Ab den 70er Jahren griff jedoch im gesamten sozialen Bereich der Inhalt

¹ Für Interessierte ist der nahezu aktuelle Inhalt außerdem in [VöW01] enthalten.

von in Kollektiven gespeicherter Information immer mehr um sich. Es wurde fast zur Mode, sich *eigene* Gedanken über die „Shannon“-Information und die Speicherung zu machen. Häufig hatten die Autoren dabei jedoch nicht einmal die Originalarbeit gelesen, geschweige denn verstanden. Als Besonderheit lehnte dagegen Niklas **Luhmann** (1927 - 1998) fast bis zuletzt eine Speicherung von Information in sozialen Systemen ab. Dennoch gebraucht er in der späten Arbeit [Luh99] auf S. 18 den Begriff Negentropie in einem Sinn, der überhaupt nichts mehr mit der dazu zugehörigen Shannon-Formel gemeinsam hat. Heute wird aber wohl ganz allgemein jegliche Kultur als gespeicherte Information verstanden. In Analogie zum Gen wurde sogar der Begriff Mem eingeführt [Bla00]. Schließlich muss betont werden, dass die Geschichtswissenschaft bis vor kurzem ausschließlich gespeicherte Dokumente als Basismaterial gelten ließ. Relativ neu hinzugekommen ist inzwischen, dass auch jenes, was sozial vorhanden ist, für die Geschichtsschreibung von Bedeutung sein kann. Weiter muss betont werden, dass Museen eigentlich nur gesellschaftliche Einrichtungen sind, die systematisch materielle Kulturgüter sammeln, das bedeutet speichern.

Recht selten wurde bislang in Erwägung gezogen, dass jegliche Wissenschaft fast nur auf Gespeichertem aufbaut. Damit ist nicht nur die Fachliteratur gemeint, sondern der eigentliche, inhaltliche Gegenstand der Untersuchungen. Denn nur über Gespeichertes können wir Aussagen zur Vergangenheit gewinnen. Dabei ist das Spektrum riesengroß. Es reicht z.B. vom Urknall im Kosmos, über die Entstehung von Planetensystemen und der Erde, alle Prozesse der biologischen Evolution, der Archäologie bis hin zur Kriminalistik. Eigentlich fordert sogar die Ständigkeit der Natur und die ewige Gültigkeit von Gesetzen eine zuvor erfolgte Speicherung [VöW01].

Werden auf diesen Grundlagen alle Aspekte von Informations-Speicherung zusammengefasst, so ergeben sich insbesondere zwei Extreme: Zum Einen die geschichtslos in der Zeit ablaufenden Prozesse und zum Anderen das über Irreversibilität Gespeicherte des Geschehens eines bestimmten Zeitpunktes. Dazwischen befinden sich natürlich viele Übergänge. Aber gerade dieser Ausgangspunkt erforderte eine grundlegende Aufarbeitung dessen, was Speichern ist und wie es funktioniert. Das Ergebnis dieser Untersuchung fasst erstmalig das erste Kapitel dieses Bandes zusammen. Spezialisierungen und Erweiterungen, sowie vielfältige Details der verschiedenen Speicherungen in den verschiedenen Gebieten sind der Inhalt dieses Handbuchs. Wie sich das Spektrum dabei zusammensetzt, zeigt in Bezug auf die drei Bände **Bild 1**.

In diesem **ersten Band** gibt es zunächst eine zentrale Einführung für alle weiteren Kapitel und Bände des Handbuchs. Es wird geklärt, was Speichern überhaupt bedeutet und wie es grundsätzlich physikalisch-chemisch funktioniert. In einer aktuellen Gegenwart werden Irreversibilitäten oder Quantenzustände genutzt, um eine Festschreibung von an sich veränderlichen Größen zu erreichen. Dabei entsteht ein Speicherzustand, welcher in der Zukunft etwas über die dann bereits vergangenen Parameter, Eigenschaften oder Prozesse aussagt. Bei der Speicherung (Aufzeichnung) wird so der gerichtete Zeitablauf unterbrochen, das Aktuelle wird quasi auf längere Dauer festgehalten. Daher ist es notwendig, die für die Aufzeichnung grundlegenden physikalisch-chemischen Prozesse auf ihre Besonderheiten bei der Speiche

rung zu untersuchen. Sie müssen daher, zumindest teilweise, recht ungewohnt beschrieben werden. Denn nur jene Effekte können zum Zeitpunkt der erfolgreichen Speicherung (Aufzeichnungsprozess) etwas von der gerade dann geltenden Gegenwart in die folgende Zukunft aufbewahren. Von erheblichem Einfluss ist dafür die Stabilität der so erreichten Zustände. Sie bestimmt die mögliche, zulässige Dauer der Speicherung ganz entscheidend.

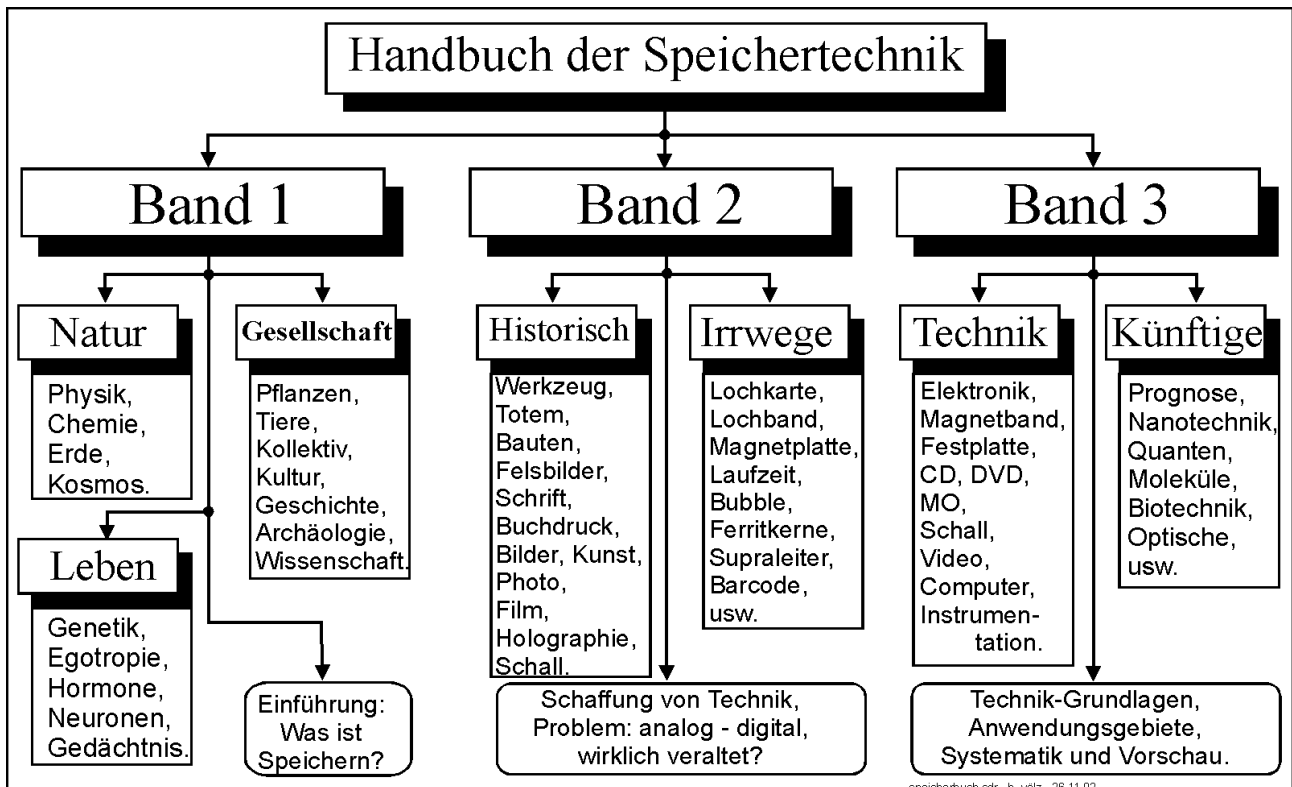


Bild 1. Überblick zum Inhalt der drei Bände des Handbuches.

Die weiteren Kapitel dieses ersten Bandes behandeln dann die drei Gebiete: Natur, Leben und Gesellschaft und zwar mit der Einschränkung, dass keine speziellen technischen Mittel, d.h. vom Menschen bewusst genutzte Artefakte, benutzt werden. Dabei entspricht die Reihenfolge der Kapitel weitgehend dem evolutionären Ablauf. Sie beginnt beim Kosmos und geht zur Erde über. In der Biologie bestimmt die Genetik den Anfang und schrittweise folgen immunologische, hormonelle und neurologische Grundlagen. Das Gedächtnis wird zunächst als individuelle, dann als kollektive Eigenschaft behandelt. Kollektive „Speicher“ treten bereits bei Pflanzen und dann ausgeprägter im Tierreich auf. In der menschlichen Gesellschaft laufen die verschiedenen Prinzipien weitgehend parallel ab. Abschließend folgt dann das Gedächtnis in der Geschichtswissenschaft.

Bei der Beschreibung dieser Zusammenhänge war wiederum eine spezifische Behandlung notwendig. Es war nicht eine populärwissenschaftliche Abhandlung der Gebiete vorzunehmen, sondern es mussten die spezifischen Aufzeichnungsprozesse, Speicherstrukturen und Wiedergabeprozesse betont werden. So ergab sich eine unübliche Gewichtung des entsprechenden Wissensstandes. Dabei wurde fast immer vermieden plakativ zu betonen, dies ist ein Prozess der Speicherung. Der dargebotene Stoff sollte diesen Zusammenhang von allein sichtbar machen. Das setzt aber immer

die Gedankengänge des 1. Kapitels voraus. Im Zweifelsfall sollte sie daher der Leser rekapitulieren.

Der Inhalt des zweiten Bandes ergibt sich mehr aus der Differenz zum **dritten Band**. In ihm werden alle aktuellen und möglicherweise zukünftigen technischen Speicher so beschrieben, wie es der Lehrstoff an einer technischen Hochschule verlangt und von mir bereits über ein Jahrzehnt – natürlich ständig aktualisiert – an der Technischen Universität Berlin – jedoch nicht in dieser Ausführlichkeit – erfolgt. Für Studenten, für die hauptsächlich dieses Buch geschrieben wurde, erfolgt die Anwendung der verschiedenen Inhalte ja erst in grob in einem Jahrzehnt. Dann hat sich die Technik bereits deutlich verändert. Deshalb werden die allgemeingültigen Grundlagen betont und deshalb ist auch immer wieder versucht, jene Fakten hervorzuheben, die sich für die Weiterentwicklung als wichtig herausstellen könnten. Dazu ist aber wiederum eine gezielte Beschreibung des heutigen Standes der Technik, vor allem ihrer grundlegenden Prinzipie erforderlich.

Die Lücke zwischen dem ersten und dritten Band füllt der **zweite Band** aus. Er berücksichtigt zunächst einmal all jene Gebiete, die nicht mit „moderner“ Elektronik der Speicherung erfolgen. Hierzu gehören u.a. die „stofflich“ bestimmten Verfahren, wie Bilder, räumliche Strukturen und Schrift. Insbesondere sind hier daher die Entstehung und Entwicklung von Schrift, das Malen und Zeichnen, aber auch Buchdruck, Photo, Film, Stereobild, Schallaufzeichnung usw. behandelt. Bereits bei der Schrift tritt eine Diskretisierung von Sprache und damit der Code auf, der jedoch erst deutlich später digital wird. Daher beginnt der zweite Band mit einer allgemeinen Informationstheorie. Im zweiten Band befinden sich aber auch einige „ungewöhnliche“ Speicherprinzipien, die sonst nicht leicht einzuordnen sind und die z.T. einmal große Bedeutung hatten. Deshalb wurde im Bild 1 die Überschrift „Irrwege“ gewählt. Sie ist somit nur bedingt berechtigt. Denn wenn dort z.B. der Barcode steht, so ist das ein Speicherverfahren, dass heute nicht mehr wegzudenken ist und das weiterhin große Bedeutung behalten wird. Dies belegt z.B. die elektronische Briefmarke. Andere Verfahren, wie die Supraleitung wurden zwar mehrfach versucht, konnten aber bis heute keine praktische Anwendung hervorrufen, was sich jedoch eventuell – wenn auch nicht sehr wahrscheinlich – in der Zukunft ändern könnte. Hieraus ergibt sich dann wiederum die Überleitung zur Prognose im dritten Band.

Zeitraum erreichbarer Vergangenheit

Der vorliegende erste Band beginnt mit einem grundlegenden Kapitel, in dem hauptsächlich physikalisch-chemische Grundlagen jeglicher Speicherung behandelt werden. Die weiteren Kapitel sind nach den Zeiträumen geordnet, über welche die Speicherungen rückwirkende Aussagen ermöglichen. Ein entsprechendes zweidimensionales Schema zeigt **Bild 2**. Seine x-Achse ist durch eine ungewöhnliche Zeiteinteilung bestimmt: Physikalisch gesehen ist die **Gegenwart** ein punktartiger Schnitt zwischen Zukunft und Vergangenheit. Infolge des individuellen Gedächtnisses besitzt die Gegenwart jedoch eine **physiologische Zeitdauer**, die immer bis zu etwa zehn Sekunden in die Vergangenheit zurückreicht (Kapitel 8). So ergibt sich die rechte, grau unterlegte Fläche. Das individuelle Gedächtnis des Einzelnen reicht drüber hin

aus für viele Ereignisse etwa bis zu seinem fünften Lebensjahr zurück. Jeder Mensch lebt jedoch in einer Gesellschaft von Mitmenschen. Daher kann er durch Kommunikation mit ihnen, Information über Sachverhalte usw. erhalten, die bis zu reichlich sechzig Jahre zurückliegen. Dieser Bereich wird „nahe“ Vergangenheit genannt und ist durch das Alter der „Lebenden“ bestimmt. Alles, was über diesen Zeitraum in einer Gesellschaft (Kulturkreis) kommunizierbar ist, wird als **kommunikatives Gedächtnis** bezeichnet (Kapitel 9). Deutlich weiter zurück reicht **Geschichte** (Abschnitt 9.7). Hier können Fakten und Belege genutzt werden, die etwa bis an den Beginn der Menschwerdung heranreichen. So ist allgemein der Begriff der „fernen“ Vergangenheit bestimmt. In der Geschichtswissenschaft tritt – zunächst fast unverständlich – immer wieder eine Lücke, the floating gap, auf. Sie betrifft den Bereich zwischen der Gegenwart und der Zeit, die gut eine Generation zurück liegt.

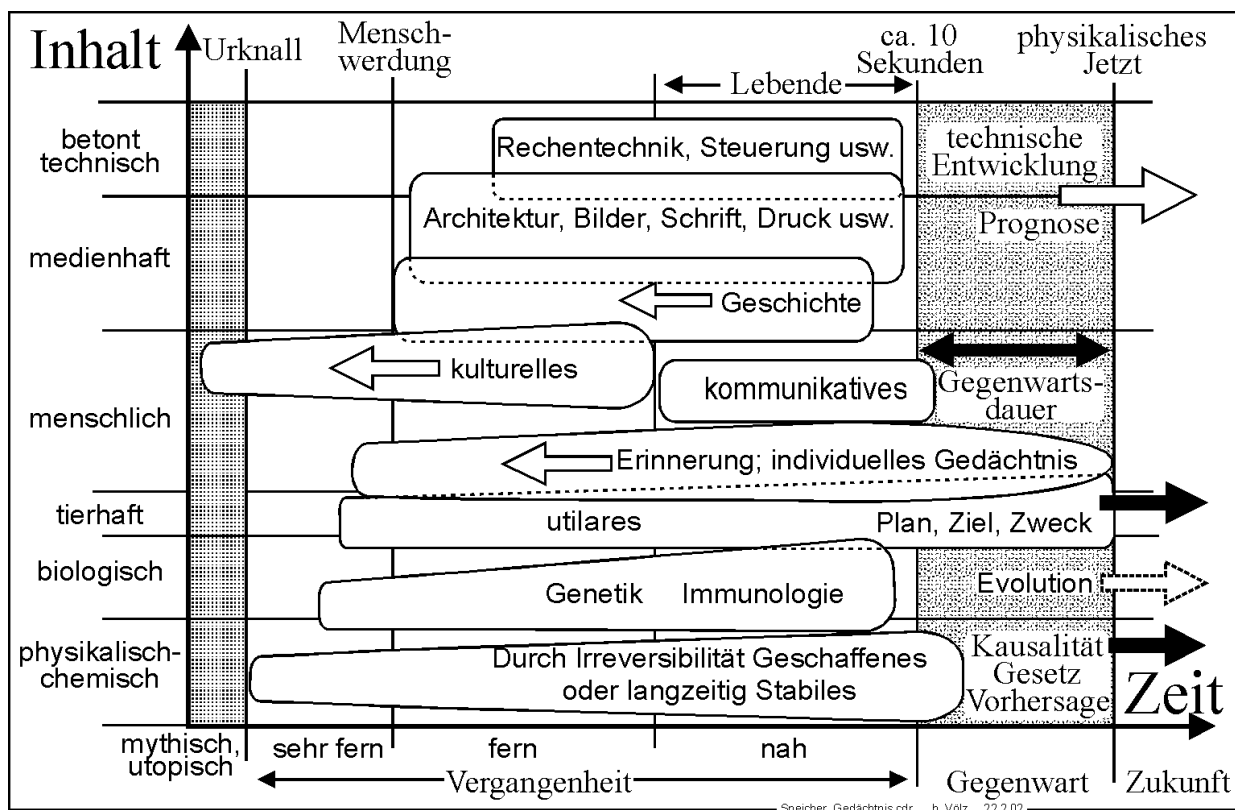


Bild 2. Unterscheidung der verschiedenen Speicher und Gedächtnisse in Bezug auf den Zeitraum als Abszisse, über den sie Auskunft geben können. Die Ordinate berücksichtigt unterschiedliche Substrate für die Speicherung, für die individuelle Namen nützlich wären. In der Literatur werden für die einzelnen Prinzipien teilweise unterschiedliche Bezeichnungen benutzt.

Alles, was vor der Menschwerdung liegt, wird als „sehr ferne“ Vergangenheit bezeichnet. Hierüber geben uns vor allem Kosmologie, Geologie und Archäologie mittels rein **physikalisch-chemischer Speicherungen** Auskunft. Auch **Genetik, Neurologie** usw. (Kapitel 4 bis 7) betreffen diesen Zeitbereich. Doch das entfernteste Ende ist hier – wenn auch immer (noch) recht hypothetisch mit dem Urknall erreicht (Kapitel 2). Bedeutsam ist aber, dass in jeder Gesellschaft Mythen und „große“ Erzählungen existieren, die etwas über den Ursprung von Welt und noch mehr dem der jeweiligen kulturellen Gruppe aussagen. Unter anderem bewirken sie den „religiösen“ Zusammenhalt der Gruppe. Dabei brauchen die Mythen keine Rücksicht darauf zu nehmen, ob sie Ergebnisse betreffen, die in Übereinstimmung mit den Erkenntnissen der Wis

senschaft stehen. Auf diese Weise kann dieses *kulturelle Gedächtnis* (Abschnitt 9.6) durchaus Zeiträume annehmen, die vor dem Urknall liegen bzw. unabhängig vom ihm sind. So ergibt sich eine spezielle mythische bzw. utopische Vergangenheit.

Eine zusätzliche Erklärung erfordern die *Pfeile* im Bild 2. Die Erinnerung, das kulturelle Gedächtnis und das Gedächtnis der Geschichte weisen nur in die *Vergangenheit*. Sie sind zeitlich rückwärts gerichtet. Einige Pfeile weisen aber auch in die Zukunft und verlangen daher andere Eigenschaften und Arten der Speicherung. Z.B. erfolgt Evolution nur in diese Richtung. Das geschieht aber stets ohne ein angestrebtes oder zu erreichendes Ziel². Aber nur das würde eine Speicherung bedeuten. Ihre Entwicklung ist jedoch durch den Zufall und die Auswahl aus den Möglichkeiten – der Notwendigkeit – bestimmt. Völlig anderer Art sind unsere subjektiven oder gesellschaftlichen Ziele, Pläne und Zwecke. Sie sind gespeichert und zielen in eine Zukunft, die angestrebt und gestaltet werden soll, wenngleich sie auch nicht immer erreicht werden können. Hiermit hängen unsere Emotionen (Abschnitt 8.14) zusammen. Auch Tiere verfolgen bereits auf diese Weise Absichten. Hierzu ist der besondere Abschnitt 9.8 zum utilitären Gedächtnis entstanden, welches auf das Überleben und Erfolgseichsein orientiert ist. Eine spezielle, subjektive Variante hierzu ist die Kausalität. Sie wird uns jedoch immer erst dann bewusst, wenn etwas nicht mit unseren, gespeicherten „Erfahrungen“ überein zu stimmen scheint. Dann wollen wir die Ursachen dafür erklärt haben (vgl. [VöW01]). Im erweiterten Sinn hat die Menschheit hierzu eine Wissenschaft entwickelt, die aus gewonnenen Erfahrungen und Gesetzen Vorhersagen über das Geschehen in der Zukunft ermöglichen soll. Bei den meisten derartigen Prognosen hat sich jedoch im Laufe der Zeit herausgestellt, dass Zukunftsaussagen für technische Entwicklungen und deren Folgen recht unsicher sind. Das betrifft somit auch alle Prinzipien der technischen Speicherung. Eigentlich ist das recht erstaunlich. Denn im Rückblick zeigt sich seit Menschengedenken, dass immer wieder Neues erdacht, *antizipiert* (vorausgesehen) und realisiert wurde. Doch ob sich eine technische Möglichkeit wirksam umsetzen lässt, hängt erheblich von anderen Kriterien, wie die Akzeptanz, dem Management und die z.T. auch von den Folgen ab.

Für einige Gebiete der Speicherung fehlen im Bild 2 die Pfeile. Dies kann entweder bedeuten, dass die Inhalte für Stabilität sorgen, z.B. bei der Erhaltung der Art oder Ständigkeit der Natur. Es kann aber auch bedeuten, dass die Inhalte, wie z.B. beim kommunikativen Gedächtnis, nicht besonders langlebig sind.

Auch die Gliederung der *y-Achse* (Ordinate) von Bild 2 berücksichtigt eine bestimmte Ordnung. Sie betrifft das „*Substrat*“ (Speichermedium), welches die Basis für die Speicherung, das Gedächtnis bzw. die Erinnerung bildet. Eigentlich wäre hier eine genauere Bezeichnung der Methoden angebracht, doch sie ist praktisch nicht zu realisieren. *Speicherung* und *Speicher* sollten nur für die streng technischen Prinzi

² Es gibt jedoch Annahmen, z.B. von einem göttlichen Plan. Auf diese Diskussion sei hier verzichtet, siehe u.a. [VöW01]

pien, wie z.B. Halbleiterspeicher, Festplatten, CD-ROM, DVD-ROM und MO, gelten. Jedoch Verfahren, die sich auf die menschliche Wahrnehmung beziehen, wie z.B. Schrift, Buch, Denkmale, Photo, Schallplatte, Film, CD-DA und Video, sind wohl besser mit *Medium* oder *Dokument* zu bezeichnen. „*Gedächtnis*“ bleibt dann all jenen Prinzipien vorbehalten, die sich auf unser Bewusstsein oder zumindest auf erworbene, neuronale Inhalte beziehen. Hierzu zählen das individuelle und die Varianten des vereinten Gedächtnisses, wie z.B. utilares, kommunikatives, kulturelles und geschichtliches. Sobald die Vererbung (DNS) entscheidend ist, wäre erneut ein anderer Begriff notwendig, der sich vom *Gen* oder von der *Art* ableiten könnte (vielleicht *Artness*!). Hier sind dann die Genetik, die Immunbiologie (allgemeiner egotrop) und das Hormonsystem einzuordnen. Schließlich bleibt noch das rein physikalisch-chemische Geschehen. Nach den Naturgesetzen sollte eigentlich alles Geschehen voll reversibel ablaufen, denn eine Zeitumkehr ändert (zumindest rein theoretisch) nichts. So dürfte im strengen Sinn nichts von der Vergangenheit zurückbleiben. Dennoch gibt es in der Realität viele Irreversibilitäten und langfristige Stabilitäten. Für jegliche Naturwissenschaft ist sogar die Ständigkeit eine unbedingt *notwendige* Voraussetzung. Letztlich bildet dieser Bereich auch die Grundlage für alle anderen Speicherungen und Gedächtnisse. Daher ist es auch notwendig einen eigenständigen Begriff zu finden. Möglich sind vielleicht *Struktur*, *Relikt* oder *Artefakt*. So sinnvoll und nützlich eine solche Einteilung auch sein mag, sie dürfte sich leider kaum durchsetzen lassen. Sprache lebt nun einmal im Gebrauch. Das gilt auch für so hoch abstrakte Begriffe, wie *Speicher*, der zu alledem nur im Deutschen existiert. Er ist sogar so allgemein, dass er neben Information, die hier fast nur interessiert, u.a. auch Stoffe und Energien betrifft.

Allgemeine Hinweise

Auf dem Gebiet der Speicherung arbeite ich etwa seit Ende der 50er Jahre. Über Jahrzehnte leitete ich eine recht große Arbeitsgruppe „Speichertechnik“ an der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Hier wurden neben grundlegenden Lösungen zur Speichertechnik u.a. eine größere Anzahl von Speichern für die Forschungssatelliten der damaligen UdSSR entwickelt und gefertigt. So trugen auch meine damaligen Mitarbeiter erheblich zu meinem Wissen auf diesem Gebiet bei. Zur Speicherung habe ich seit mehr als einem Jahrzehnt regelmäßig Lehrveranstaltungen an der Technischen Universität Berlin und zeitweilig an der Freien Universität Berlin durchgeführt. Von den Hörern gab es dabei vielfältige Hinweise, die den Inhalt und die Folien (die hier zu Bildern geworden sind) betrafen. Einige Studenten haben auch Teile des Textes gelesen, zumal die Ausgangstexte und Bilder längere Zeit passwortgeschützt auf meiner Homepage³ standen. Dadurch erhielt ich auch Empfehlungen und kritische Anmerkungen von Lesern außerhalb Berlins, die individuell um das Passwort gebeten hatten. Wollte ich Alle, die so am Buch mitgewirkt haben, aufzählen, es entstünde eine sehr lange Liste. Daher sei ihnen an dieser Stelle pauschal gedankt. Sehr intensiv setzte sich Stefan *Pohle* mit den Texten und Bildern auseinander. Auch meine Frau

³ www.kommwiss.fu-berlin.de/~voelz

Ruth Roma-Völz stand der umfangreichen Arbeit immer wohlwollend gegenüber und las außerdem fleißig Korrektur. Auf diese Weise wurde das Manuskript von mir wiederholt gründlich überarbeitet und von Mängeln und Fehlern befreit. Dabei schlichen sich natürlich immer wieder neue Fehler ein. Deshalb gehen alle Mängel und Fehler letztlich auf mich zurück. Dafür bitte ich die Leser um Nachsicht. Für jeden Hinweis bin ich außerdem sehr dankbar. Schließlich geht mein Dank auch an den Shaker-Verlag für die unkomplizierte Zusammenarbeit.

Das Buch wendet sich an einen breiten **Leserkreis**. Primär richtet es sich natürlich an Techniker, die mit Speichern umgehen oder sie entwickeln bzw. fertigen. Die Breite des Stoffes ist dabei gerade in den letzten Jahren notwendig geworden, weil immer mehr zunächst außen stehende Gebiete für technische Entwicklungen einbezogen werden. Hinzu kommt, dass die Lehre nicht nur das jetzt Vorhandene, sondern eigentlich sogar betont das künftig Mögliche behandeln sollte. Außerdem dürfte das Buch auch für alle Naturwissenschaftler, Ingenieure, Mediziner usw. nützlich sein, sofern sie sich einen breiteren Überblick verschaffen wollen oder gar müssen. In gewissem Umfang gilt das auch für Allgemeininteressierte. Auch für Philosophen und Wissenschaftstheoretiker kann es durchaus nützlich sein, denn hier wird – notwendigerweise – die Speicherung wohl erstmalig allgemein aufgefasst. Andererseits muss aber betont werden, dass es für die ausgewählten Gebiete, wie Kosmos, Erde, Genetik usw. kein Fachbuch sein soll und kann, ja nicht einmal ein populärwissenschaftliches. Dafür musste die Stoffauswahl viel zu speziell aus der Sicht der Speicherung erfolgen. Für die Gebiete der technischen Speicherung liegt dagegen ein anspruchsvolles Fachbuch vor. Das betrifft insbesondere die Bände 2 und 3.

Zur besseren Verständlichkeit wurde das Buch in einem für Naturwissenschaftler und Ingenieure leicht **lesbaren Stil** abgefasst. Zur Veranschaulichung sind viele Bilder und Tabellen hinzugefügt. Dabei wurden im *Layout* und *Stil* einige Besonderheiten gewählt. Für die meisten fremdsprachigen Begriffe wurde die Etymologie benutzt. Die einzelnen Sprachen sind dabei durch verschiedene Fonts gekennzeichnet, z.B.: *griechisch heteros* anders, verschieden. Die Nummerierung der Bilder und Fußnoten erfolgt in jedem Kapitel neu. Nur bei Verweisen auf ein anderes Kapitel wird dessen Zahl hinzugefügt, z.B. Bild 1.27. Der Umgang mit Artikeln erfolgt bewusst differenziert. Es werden *Welt* (ganz allgemein), *die Welt* (eine genau bestimmte, die einzige) und *eine Welt* (als Auswahl zwischen mehreren) unterschieden. Um die Texte möglichst einfach zu halten, wird bevorzugt die unbestimmte Gegenwart benutzt, und zwar selbst dann, wenn Vergangenes, Geschichtliches behandelt wird. Weitgehend, aber nicht konsequent wird die neue deutsche Rechtschreibung benutzt. Zur Verbesserung der Lesbarkeit wurde bei Komposita häufig der Bindestrich verwendet: Z.B. Informations-Flüsse statt Informationsflüsse. Der Anhang des Buches enthält neben dem üblichen Sachwort- und Literaturverzeichnis eine Liste der erwähnten Persönlichkeiten.

H. Völz

Berlin, Februar 2003

Inhaltsverzeichnis

Die Überschriften dritter Ordnung sind nur als Inhalte und durch ein „-“ getrennt aufgeführt.

1	Allgemeine Grundlagen	1
1.1	Begriffsvielfalt Speicher	1
1.2	Eine erste Definition	3
1.3	Beständiges.....	7
	Struktur - Gestalt - Zustand	
1.4	Festkörper und Kristalle	13
	Zusammenhaltende Kräfte und chemische Bindungen - Symmetrien - Kristallgitter - Entstehung und Erscheinung von Kristallen - Von kristallin bis amorph - Kristall- Fehler	
1.5	Zeiteinfluss	24
	Statistischer Zeitpfeil - Mischen und Ordnen	
1.6	Zeitdauer von Zuständen	31
	Zeit und Energie - Minimal-Energie bei Messungen - Radioaktivität - Metastabile Zustände	
1.7	Endzustände und Gleichgewichte	37
	Eine Zwischenbilanz - Homöostase und Fließgleichgewicht - Allgemeine Gleichge- wichte	
1.8	Arten der Strukturbildung	42
	Attraktoren - Fraktale Methoden	
1.9	Ständigkeit der Natur und Speichern	47
1.10	Wiedergabe und Rücksagbarkeit.....	51
	Beziehungen zu Spielen - Irreversibilität und Umkehrbarkeit	
2	Speicherung im Kosmos	59
2.1	Möglichkeiten des Informationsgewinns	60
2.2	Direkte Auswertungen von Sternbeobachtungen.....	63
	Olbers-Paradox - Namen von Sternbildern und Sternen - Helligkeiten und Leucht- kraft - Auflösung und Vergrößerung - Entfernung und Parallaxe	
2.3	Nutzung von Spektren.....	72
	Die verschiedenen Spektren - Hubble-Konstante - Farbindex und Temperatur - Reststrahlung - Strahlungen aller Wellenbereiche - Magnetische und elektrische Felder, Lichtpolarisation	
2.4	Weitere Untersuchungsmöglichkeiten	82
	Cepheiden - Vergleich von Entfernungsbestimmungen - Gravitationswellen - Teil- chen-Strahlung	
2.5	Eigenschaften der Sterne	87
	Unsere Sonne - Masse und Größe von Sternen - Hertzsprung-Russel-Diagramm - Atomare Energieerzeugung	
2.6	Planeten und Galaxien.....	98
	Planetensysteme - Das Sonnensystem - Bildung von Galaxien - Klassifizierung und Aufbau von Galaxien - Rotation von Galaxien und Schwarze Löcher - Großräumige Strukturen	

2.7	Kosmologie	106
	Zeitmaßstab und Etappen der Urknall-Theorie - Vom Urknall bis zur ersten Mikrosekunde - Experimentell unterstützte Epoche bis zu 300 000 Jahren - Die observable Etappe ab 300 000 Jahre - Die Quintessenz - Sicherheit einzelner Aussagen und Theorien - Zukunft des Universums	
3	Erde.....	117
3.1	Seismologie	118
	Zur Geschichte - Schalenaufbau	
3.2	Energieflüsse der Erde	124
	Entstehung der Erde - Großräumiger Energiekreislauf - Sonne, Wasser und Wind - Die Atmosphäre - Meteoroid, Meteorit und Meteor	
3.3	Plattentektonik.....	136
	Zur Geschichte - Mechanismen - Vulkane und Hot-Spot	
3.4	Gesteine	140
	Mineralien und Gesteine - Sedimentite - Magmatite (Plutonite, Vulkanite und Ganggesteine) - Metamorphite - Kreislauf der Steine - Exogene Veränderung der Erdkruste - Transport gesteinsbildender Stoffe	
3.5	Datierung	159
3.6	Erdmagnetismus	162
4	Genetische Speicherung.....	167
4.1	Herkunft und Inhalt	167
4.2	Biologische Zelle.....	168
	Stoffwechsel - Zell-Zyklus	
4.3	Nukleinsäuren und DNS	178
4.4	Proteine.....	181
	Von der Primär- bis zur Quartär-Struktur	
4.5	Der genetische Code.....	188
	Replikation und Transkription - Drei RNS-Varianten - Erzeugung der Proteine - Erbsubstanz im Zytoplasma	
4.6	Differenzierung und Stammzellen	197
4.7	Viren.....	197
4.8	Evolution und Mutation	198
4.9	Informationsgehalt	198
5	Egotrope Speicherung.....	201
5.1	Evolution zum Leben	202
5.2	Membranschutz und innere Abwehr	205
5.3	Egotropie bei Pflanzen	207
5.4	Begriff der Immunität.....	211
5.5	Immunsysteme im Tierreich	214
5.6	Antigene, Antikörper und HMC	216
5.7	Blut und Lymphe.....	220

5.8	Aufbau des lymphatischen Systems.....	224
5.9	Die spezifische Abwehr	228
5.10	Die unspezifischen Immunreaktionen.....	231
5.11	Impfungen, Immunisierungen	234
5.12	Immunkrankheiten und Allergien	235
6	Hormonelles System.....	237
6.1	Eigenschaften der Hormone	237
6.2	Das geregelte System	240
6.3	"Sekundäre" Drüsen	242
6.4	Beziehungen zum Nervensystem	244
6.5	Pflanzenhormone.....	244
7	Neuronale Grundlagen.....	247
7.1	Evolution	247
7.2	Menschliches Nervensystem	255
	Gehirn des Menschen - Balken, linkes und rechtes Gehirn	
7.3	Neuronen	265
	Allgemeine Grundlagen - Neuron und Verschaltung - Membrantheorie	
7.4	Erregungs-Fortleitung	287
7.5	Synaptischer Komplex	291
7.6	Einfache Neuronenschaltungen.....	295
7.7	Kleinhirn.....	299
8	Das menschlich individuelle Gedächtnis.....	305
8.1	Abgrenzung des Begriffs.....	305
8.2	Allgemeine Eigenschaften.....	306
8.3	Erforschung des Gedächtnisses	307
8.4	Griechische Gedächtnis-Kunst, ars memoriae	310
8.5	Arten von Gedächtnis	313
8.6	Inhaltsbezogene Arten	317
8.7	Zeitliche Stufen	319
	Gegenwarts-Gedächtnis - Kurzzeit-Gedächtnis - Langzeit-Gedächtnis - Ultrakurz-	
	zeit-Gedächtnis	
8.8	Lernen.....	330
8.9	Vergessen	335
8.10	Gedächtnis-Täuschungen	338
8.11	Gedächtnis und Zeit.....	340
8.12	Gedächtnis-Erkrankungen	345
8.13	Kreativität	348
8.14	Emotionen.....	356

9 Vereintes (kollektives) Gedächtnis	361
9.1 Soziobiologie - Insektenstaaten	363
9.2 Zum Art-Gedächtnis	368
9.3 Mem für vereintes Gedächtnis	370
9.4 Gedächtnis naher Vergangenheit	373
9.5 Kommunikatives Gedächtnis und oral history	375
9.6 Kulturelles Gedächtnis	377
9.7 Gedächtnis der Geschichte	386
9.8 Utilitares Gedächtnis	390
 Anhang.....	 397
Literatur	397
Namenverzeichnis	401
Sachwortverzeichnis.....	406
Grundlagen Kosmos, Erde - Genetik, Immunologie, Hormone, Neuroanatomie - Individuelles und vereintes Gedächtnis	