

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 58 (1987)

Artikel: Probleme des Informationsverarbeitung und Ansätze zur Informatik in den Hochkulturen der Alten Welt

Autor: Tschudin, Peter F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378196>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

bar dargestellt werden kann. Darstellungsmittel für Informationen werden in Wissenschaft und Technik als Daten bezeichnet. Für ihre Masseinheit hat Shannon den Begriff «Bit» eingeführt (d.h. die kleinste Informationseinheit in der Datenverarbeitung), beruhend auf der Tatsache, dass sich selbst die komplexeste Fragestellung auf eine Kette grundlegender Ja/Nein-Entscheide zurückführen lässt. Auch im Neuen Testament wird von Matthäus gefordert: «Euere Rede aber sei: Ja, ja – nein, nein; was darüber ist, das ist von Übel.» Dieses Ja-Nein-System ist eng verknüpft mit dem von Leibnitz ca. 1650 erfundenen Dual- oder Zweiersystem, welches mit nur zwei Werten, nämlich Null und Eins, arbeitet. Durch eine festgelegte Anordnung der beiden Werte 0 und 1 lassen sich sämtliche Zahlen und alle Buchstaben des Alphabets darstellen. Das bereits seit etwa 300 Jahren erfundene duale Zahlensystem (im Gegensatz zum komplizierten Dezimalsystem mit total 10 Dezimalziffern) bildet auch heute noch die absolute Grundlage der elektronischen Datenverarbeitung. Dieses Zahlensystem kommt in idealer Weise auch den elektronischen Schaltungstechniken entgegen, weil für die Schaltung «ein» die Zahl Eins, für «aus» die Zahl Null genommen werden kann. Im Jahre 1837 bediente sich Samuel Morse ebenfalls dieses Dualsystems, indem er für sein Alphabet die Zeichen «Punkt – Strich» für die optische, «kurz – lang» für die akustische Übertragung verwendete.

Dr. Peter F. Tschudin
Wasserstelzenweg 95
CH-4125 Riehen

Probleme der Informationsverarbeitung und Ansätze zur Informatik in den Hochkulturen der Alten Welt

1. Die Grundlagen

Die Geschichte der Informatik ist nicht einfach mit der Geschichte des Computers oder der Geschichte mechanischer Rechenhilfsmittel gleichzusetzen. Der Begriff ist dabei in seiner ganzen Weite zu fassen, wie sie einmal aus dem lateinischen Sprachgebrauch, dem unser modernes Fremdwort entstammt, hervorgeht. Das Verb «informare» bedeutet bei Cicero entweder «charakterisieren» (im Sinne des griechischen philosophischen Fachausdruckes) oder «beschreiben» (im Sinne einer Ideenbeschreibung)¹ oder «informieren, instruieren, bilden»². Die Bedeutung von Belehrung, Anweisung, Mitteilungsvermittlung zur Erweiterung von Kenntnissen oder von Wissen hat sich durch die Jahrhunderte bis heute gehalten.

Heute verstehen wir unter dem Begriff entweder die Theorie der Informationsverarbeitenden Systeme, vorwiegend der Nachrichten- und Daten-Speicherung, -Verarbeitung und -Übermittlung, oder aber die Theorie von der Formulierung einer Mitteilung durch ein Auswahlverfahren (Codierung) über deren Vermittlung zur Rezeption der Mitteilung durch einen Empfänger, von dessen Kenntnissen vor und nach dem Erhalt der Mitteilung deren Verständnis und Entschlüsselung, somit deren rezeptierter Informationsgehalt, abhängt. Somit entdecken wir die Information «als eine Form oder Gestalt oder Struktur, die sprachlichen Charakter und Eindeutigkeit» hat³.

Nicht ausser acht zu lassen ist weiter der soziologische Aspekt, der vom Individuum zu einer Gruppe von Individuen, zur Gesellschaft führt. Um die Problematik dieses Aspektes mindestens zu streifen, sei Norbert Wiener⁴ zitiert: «Eine Gruppe kann mehr oder weniger Gruppeninformation als ihre einzelnen Mitglieder haben. Eine Gruppe von nicht sozialen Tieren, die sich nur vorübergehend zusammenschliessen, enthält sehr wenig Gruppeninformation, obgleich ihre Mitglieder als Einzelwesen viel Information besitzen können. Dies darum, weil sehr wenig von dem, was ein Mitglied tut, von den anderen bemerkt und durch sie auf eine Weise weitergegeben wird, die in der Gruppe weiterläuft. Auf der anderen Seite enthält der menschliche Organismus aller Wahrscheinlichkeit nach wesentlich mehr Information als irgendeine seiner Zellen. So gibt es keine notwendige Beziehung in irgendeiner Richtung zwischen dem Betrag von rassischer, Stammes- oder Gemeinschaftsinformation und der Informationsmenge, die für das Individuum verfügbar ist.

Wie im Fall des Individuums ist nicht die gesamte Information, die der Rasse in einem bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung steht, ohne besondere Anstrengung zugänglich. Bekanntlich haben Bibliotheken den Trend, sich durch ihren wachsenden Umfang in ihrer Effektivität selbst zu behindern. Ebenso neigen Wissenschaften dazu, einen derartigen Grad von Spezialisierung zu entwickeln, dass der Fachmann ausserhalb seines winzigen Arbeitsgebiets oft unwissend ist. Dr. V. Busch hat die Verwendung mechanischer Hilfsmittel für das Verbuchen sehr umfangreicher Materialsammlungen vorgeschlagen. Solche Hilfsmittel sind wahrscheinlich nützlich, aber sie werden durch die Unmöglichkeit in ihrer Wirkung begrenzt, ein Buch unter einem unvertrauten Schlagwort zu klassifizieren, wenn nicht irgend jemand bereits die Relevanz dieses Schlagwortes für dieses Buch erkannt hat. Haben zwei Schlagworte den gleichen geistigen Gehalt, gehören jedoch weit voneinander entfernten Gebieten an, so verlangt ihre richtige Einordnung immer noch ein Individuum mit einer beinahe Leibnizschen Universalität der Interessen ... »

Im nun folgenden Überblick über die Anfänge der Informatik wird davon ausgegangen, dass der Mensch bereits in frühesten Zeiten versucht hat, das ihm natürlicherweise zur Verfügung stehende Kommunikationssystem, nämlich Sprache, Mimik und Gestik, durch andere Mittel zu ergänzen. Jede wie auch immer geartete Ergänzung, die über das Natürliche hinausging, wurde denn auch als «über-natürlich» gedeutet. Speziell galt und gilt das für Systeme wie zum Beispiel die Schrift, welche ein gewisses «Einweihen» in die «Geheimnisse» des Systems erfordern, dem «Eingeweihten» aber dank dem grösseren Mass an Information, das ihm zur Verfügung steht, einen Vorsprung, einen höheren Status verleihen.

Das erste Hindernis, das sich der normalen Kommunikation von Mensch zu Mensch entgegenstellt, ist der Raum. Er muss unter Umständen durch andere Mittel als die menschliche Sprache überwunden werden. Das zweite Hindernis, das die Speicherung oder Aufbewahrung eines Kommunikationsinhalts betrifft, ist die Zeit, weil das menschliche Gedächtnis weder vom «Vergessen» frei ist, noch über die Lebensdauer eines Menschen hinaus funktionieren kann. Die Auswahl der zu vermittelnden Informationsdaten wiederum bildet einen besonderen Problemkreis. Ihre Art, ihre Anzahl (mit oder ohne Bezug auf eine Zeiteinheit) und vor allem ihre Identifikation bzw. Deutung gehören dazu. Schliesslich sind die Informationsmedien zu nennen, in frühen Zeiten vor allem Bild, Schrift und Schriftträger, wobei schon recht früh Sicherheitsprobleme (Fälschungen) auftauchen. Wenn man die eben genannten Begriffe als «Hardware» bezeichnen wollte, müsste man als «Software» die Art der Codierung (Schriftsystem), die Rechenmethoden, also die Anfänge einer Mathematik, die Art der Listendarstellung usw. bezeichnen.

Anmerkungen

- 1: Cicero, *De Natura Deorum*, 1,15
- 2: Cicero, *De Officiis*, 1,4,13
- 3: C. F. von Weizsäcker, Sprache als Information, in: *Die Sprache*, Jahrbuch, Gestalt und Gedanke 5 (1959) 45 ff.
- 4: Norbert Wiener, *Kybernetik*, Deutsche Ausgabe, Düsseldorf/Wien 1963, Kap. 8, Information, Sprache und Gesellschaft
- 5: Herodot, *Geschichte*, Buch 4, 131–132
- 6: Pater José de Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias*, 1590
- 7: Musée du Louvre, Paris, Inv. Nr. Ao 8856 aus Ur
- 8: Siehe z. B. H. Kees, Ägypten, Handbuch der Altertumswissenschaft III, 1,3,1, München 1933, S. 291 ff.
B. L. van der Waerden, *Erwachende Wissenschaft*, Basel 1956, S. 23 ff.
- 9: B. L. van der Waerden, op. cit. S. 59 ff.
B. L. van der Waerden, *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*, Berlin 1983, S. 56 ff.
O. Neugebauer, *Vorlesungen über die Geschichte der antiken mathematischen Wissenschaften*, Band 1: *Vorgriechische Mathematik*, Berlin 1934, S. 4 ff.
- 10: B. L. van der Waerden, *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*, Berlin 1983, S. 36 ff.
J. Needham, *Science and Civilizations in China*, Cambridge 1954 ff., Band 3

Anmerkungen

- 11: Siehe B. L. van der Waerden, Erwachende Wissenschaft, S. 88 ff.
- 12: Kommentierte Übersetzung bei J. H. Breasted, Ancient Records of Egypt, New York 1962 (Nachdruck), Band 1, S. 51 ff.
- 13: Bibliothek von Ninive: Siehe C. Bezold, Nineveh and Babylon, Leipzig 1926 (7. Auflage), S. 80 ff.
Ebla: Paolo Matthiae, Ebla in the late early Syrian period, a royal palace and a state archive, Biblical Archaeologist, September 1976, 94 ff.
Ugarit: Cl. Schäffer, Syria 20 (1939). S. 286
- 14: K. D. White, Greek and Roman Technology, London 1984, S. 179
- 15: B. L. van der Waerden, Erwachende Wissenschaft, Basel 1956, S. 298 ff.
- 16: Siehe H. Bengtson, Griechische Geschichte, München 1950, S. 110 ff.
H. Bengtson, Grundriss der römischen Geschichte, München 1967, S. 54 ff.
- 17: Aus der «Lehre des Duauf» (Papyrus Sallier II und Papyrus Anastasi VII im Britischen Museum).
Siehe Helmut Brunner, Die Lehre des Cheti, Sohnes des Duauf; Ägyptologische Forschungen, herausgegeben von Alexander Scharff, Heft 13, Hamburg 1944. Der Text stammt aus dem Anfang des 2. Jahrtausends v. Chr.

Lösungsversuche für das allgemein menschliche Problem der Information und Kommunikation finden sich in sämtlichen Hochkulturen der Welt. An einigen wenigen Beispielen sei in der gebotenen Kürze dargestellt, wie vielfältig einerseits die praktizierten Systeme in Erscheinung treten und wie oft andererseits Gemeinsamkeiten, die in der Natur des Begriffs Information liegen, bis hin zu den heutigen Computersystemen zu finden sind. Zunächst seien die Beispiele nach steigendem Informationsgehalt gegliedert, und anschliessend seien die Systeme einiger bedeutender alter Hochkulturen miteinander verglichen. Ein Hinweis auf die Problematik des Besitzes von Informationen und von Informationssystemen soll den Überblick beschliessen.

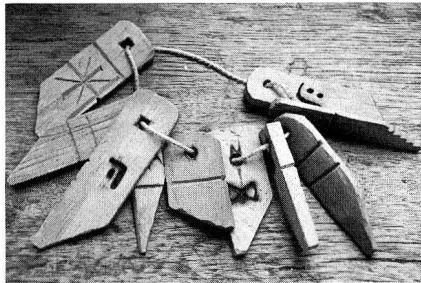
2. Informationssystem und Informationsgehalt

Wir haben uns daran gewöhnt, im allgemeinen Wortgebrauch für ein Informations- oder Kommunikationssystem, das nicht ausdrücklich auf Tönen, elektrischen Schwingungen und dergleichen beruht, das Wort «Schrift» zu verwenden. Dabei braucht es sich nicht um eine Schrift im eigentlichen modernen Sinne zu handeln. Die folgenden drei Beispiele für relativ einfache Informationssysteme mögen dies verdeutlichen.

Als erstes Beispiel sei die Gegenstandsschrift herangezogen, bei der ein ganz bestimmter Gegenstand den Inhalt einer Mitteilung oder Information verkörpert. Die Deutung kann allerdings je nach Verschiedenheit von Sender und Empfänger oder je nach Umfeld oder Kontext Schwierigkeiten bereiten, wie die folgende kleine Anekdote aus dem Geschichtswerk Herodots zeigt⁵.

Als die Fürsten der Skythen erfuhren, dass der Perserkönig Darius auf seinem Feldzuge in Thrakien in Schwierigkeiten geraten war, «schickten sie ihm als Geschenke mit einem Herold einen Vogel, eine Maus, einen Frosch und fünf Pfeile. Die Perser befragten den Überbringer der Geschenke nach dem Sinn der Gabe. Dieser antwortete, ihm sei nichts anderes aufgetragen, als so rasch als möglich nach Übergabe dieser Gegenstände zurückzukehren und die Perser, wenn sie klug seien, hiess er selbst merken, was die Geschenke aussagen sollten.» Als die Perser das hörten, hielten sie Rat. Darius war der Meinung, die Skythen würden sich mit Land und Wasser ihm übergeben, die Maus als Landbewohner vergleichend, den Vogel in der Luft, den Frosch im Wasser, und die Pfeile bedeuteten die bewaffnete Macht der Skythen. Dem widersprach Gobryas, einer der sieben Weisen, und deutete die Geschenke anders: «Wenn Ihr nicht wie die Vögel in der Luft fliegen könnt oder als Frösche ins Wasser springen könnt, werdet Ihr von Pfeilen getroffen, nicht mehr heimkehren können.»

Das zweite Beispiel stammt aus den Schweizer Alpen. Die gezeigten Alptesseln sind nichts anderes als die Kerbhölzer des Mittelalters, welche sowohl als Datenspeicher wie auch als Beweismaterial für den Alpvertrag zwischen Bauern und Sennen dienen. Im Bilde gezeigt wird das Exemplar eines Sennen der Bündner Alpen. Jeder Bauer, der den Sennen Vieh zur Sömmierung übergibt, fertigt gemeinsam mit dem Senn ein Kerbholz an. Zu diesem Zweck wird ein kleines Brettchen in der Mitte entzweigeschnitten in mehr oder weniger komplizierten, schlüsselbartähnlichen Mustern. Die so entstandenen zwei Hälften werden aneinandergelegt, und mit Kerben über beide Hälften hinüber werden die Anzahl Kühe, die der Bauer dem Sennen zur Sömmierung übergibt, eingeritzt. Für die folgenden Abrechnungen, die den Milch- und Käseertrag der Kühe, aber auch den Lohn des Sennen betreffen, bilden die Anzahl der Häupter, welche auf die Alp geführt worden sind, die Grundlage. Jede Partei bewahrt ihre Hälften auf, und im Streitfall verlangt der Richter den Ver-



Alptesseln aus dem Tavetsch,
Basler Papiermühle

gleich der beiden Hälften. Durch die komplizierte Bruchstelle und die Maserung des Holzes ist eine Fälschung praktisch ausgeschlossen, und das Hinzufügen von Kerben oder das Auslöschen von Kerben mit dem Hobel verraten sich leicht. Eine fälschersichere Sache also, deren Gebrauch aber auf wenige Anwendungsgebiete beschränkt bleibt.

Das dritte Beispiel, das bereits zu komplizierteren Mitteilungsinhalten überleitet, stammt aus dem alten Peru, dem Inkareich. Das dort in der Beamtenenschaft verwendete System der Quipu (Zahlenschnüre) ermöglichte das Sammeln von wichtigen statistischen Daten. Die Anzahl der Krieger, die Anzahl der bebauten Felder, die Grösse des Ertrags oder eines Tributs usw. konnten durch verschiedenartige Knoten in verschiedenenartigen Schnüren dargestellt werden. Art und Farbe der Schnüre sowie Art und Anordnung der Knoten mussten, wie eine Schrift, erlernt werden, liessen aber durch die Vielfalt ihrer Kombinatorik die Bewältigung grosser, vielschichtiger Datenmengen zu. Da es sich jedoch um ein rein statistisches System handelt, musste das eigentliche Rechnen mit anderen Mitteln erfolgen. Es ist überliefert⁶, dass eine Art Rechenbrett, auf dem Maiskörner die Rolle von Zählsteinen übernahmen, im Gebrauch war. Ob die in China und Japan vorhandenen Systeme mit Zählsteinen, die dem eigentlichen fernöstlichen Abakus vorangingen, als Vorbilder gedient haben, sei dahingestellt.

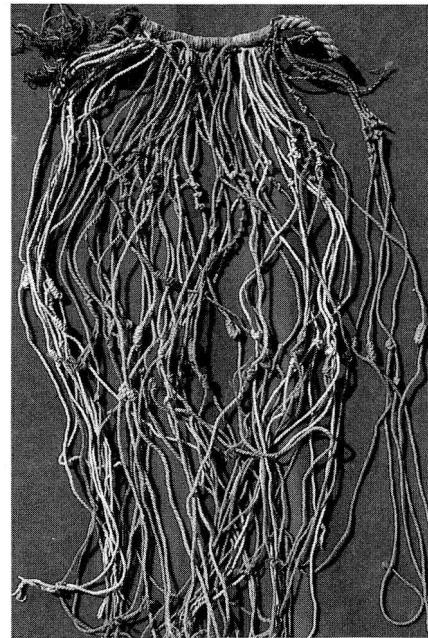
Von dieser untersten Stufe zu trennen ist die Bewältigung komplexerer Zusammenhänge, die sowohl zum Festhalten von Daten und Mitteilungen als auch für deren praktischen Gebrauch angelegt waren.

Dieser Ausschnitt aus einer bemalten – man könnte auch sagen beschriebenen – Büffelhaut der Sioux, aufbewahrt im Musée de l'Homme in Paris, stellt eine Mischung von Situationsaufzeichnungen im historischen Sinn und Ereignisdarstellung dar. Die Zeit wird durch Sonne und Mond charakterisiert, die geographische Situation durch die drei Dörfer des betreffenden Sioux-Stammes und das eine Dorf der Weissen, der Konflikt durch die Federhaube, deren Federzahl der Anzahl der Opfer entspricht, und die aktuelle Situation durch den Tanz des Clans, angeführt vom Schamanen. Diese «Bilderschrift» steht noch in unmittelbarer Nähe einer Gegenstandsschrift; für das zu behandelnde Thema liegen aber andere Dokumente näher.

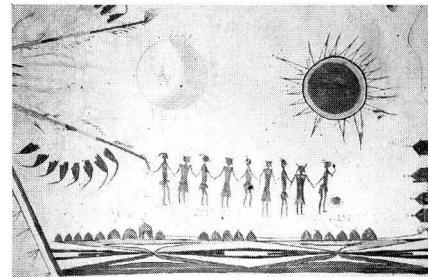
Zunächst sei an megalithische Bauten wie z. B. Stonehenge erinnert, deren Bedeutung im Zusammenhang mit der Astronomie klar hervortritt, und die als eine Art Aufzeichnung (Speicherung) astronomischer Daten angesehen werden können.

Noch einfacher, in unmittelbarer Nähe der eben genannten Tesseln anzusiedeln, sind einfache Wirtschaftsdokumente, wie sie in den meisten Kulturen bereits in frühen Stadien häufig vorkommen. Die hier gezeigte frühsumerische Tontafel⁷ zeigt Kombinationen von Bildern und Zahlzeichen. Auf den ersten Blick erkenntlich ist im oberen Register in der Mitte die Ähre für Getreide, darüber die Zahlen: 3 dreieckige Eindrücke für 3 Einheiten, darunter 2 runde Kreise für je 1 Zehner, was also 23 Mass Getreide entspricht. Damit sind wir bei einer Grundfrage angelangt, nämlich der Entwicklung der Zahlensystematik. Diese ist von Kultur zu Kultur verschieden, so verschieden wie die Schriftentwicklung, prägt jedoch die Möglichkeiten der Datenaufzeichnungen und der Bewältigung rechnerischer, algebraischer und geometrischer Probleme entscheidend. Die Gegenüberstellung der Zahlensysteme aus vier Kulturen illustriert diese Vorgänge.

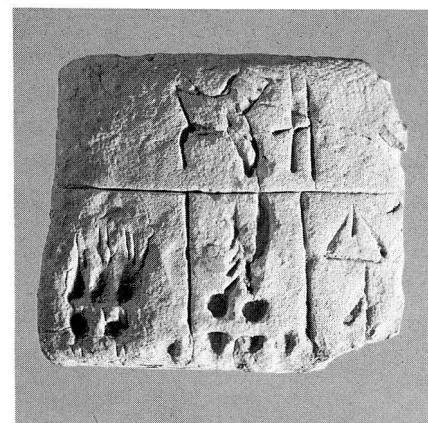
Die altägyptischen Rechenverfahren⁸ basieren auf einem dekadischen System, bauen aber systematisch auf dem Verfahren der Verdoppelung der Einheit auf. Die daraus entstehenden Rechenschritte sind sehr um-



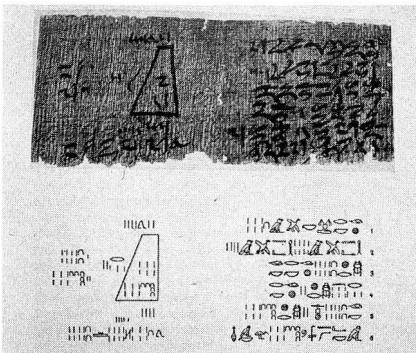
Quipu, Peru, 15. Jh. n. Chr. (Privatbesitz)



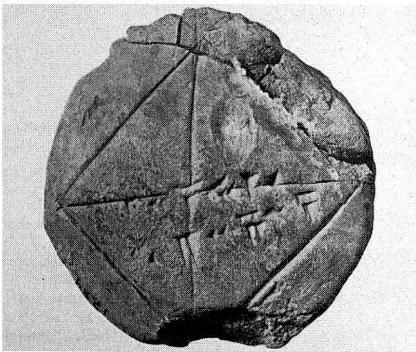
Büffelhaut der Sioux, Paris, Musée de l'Homme



Frühsumerischer Wirtschaftstext, Paris, Louvre AO 8856



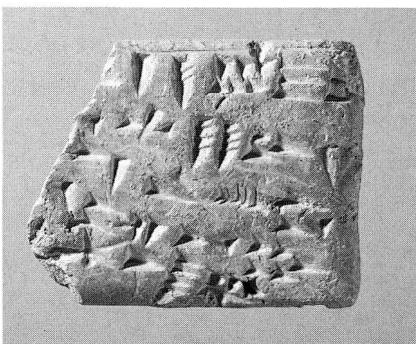
Altägyptische Berechnung eines Pyramidenstumpfes (Pap. Moskau) aus B. van der Waerden, Erw. Wissenschaft, p. 55



Berechnung der Diagonalen im Quadrat (Yale, YBC 7289) aus B. L. van der Waerden, Erw. Wissenschaft, p. 72

666	፩፩፩ ፩፩፩	Hieroglyph.	1000 100 10 1
604	፩፩፩	Keilschrift	K I K
		Frühsumer.	○ ○ ○
666	DCLXVI	Römisch	M C X I
604	፩፩፩	Arabisch	٦٠٤
392	三百九十二	Chinesisch	三百九十二
		Hebräisch	י נ
		Alt-griechisch	ΑΡΙΑ

Vergleich der wichtigsten Zahlensysteme von Hochkulturen



Keilschrift-Alphabet von Ugarit, Paris Louvre, AO 19992

ständlich – Multiplikation und Division werden ebenfalls auf dieses Prinzip zurückgeführt – und verändern sich entsprechend dem Konservativismus des Altägypters im Laufe der Zeiten kaum. Um so erstaunlicher sind die mathematischen Leistungen, die vom rechtwinkligen Dreieck bis zur Berechnung von Pyramidenstumpf und Halbkugel eine Reihe von allgemein den Griechen zugeschrieben «Entdeckungen» umfassen. Vorausgesetzt werden muss die Existenz von Hilfstabellen, wie sie z. B. für die Berechnung von Brüchen nachgewiesen sind.

Ganz anders hingegen präsentiert sich das mesopotamische Rechensystem, das wohl auf die Sumerer zurückzuführen ist⁹. Die verwendeten Zahlzeichen entsprechen wohl einem dekadischen System, gerechnet wird aber nach einem Sexagesimalsystem. Beim Schreiben der Ziffern werden die Positionen (Stellen) im Sexagesimalsystem beachtet, d. h., dass der Zehner-Keil mit dazugehörigen Einern eng verbunden ist, wenn es sich um eine Zahl zwischen zehn und zwanzig handelt, dass jedoch zwischen dem Zehner-Keil in der Sechziger-Position und anschliessenden Einern eine gewisse Lücke gelassen wird. Konsequent werden jedoch die Stellenkolonnen nicht geschrieben, oft kommen kalligraphische Momente dazu. Auch hier existieren viele Arten von Hilfstabellen, aus denen z. B. hervorgeht, dass die Division als Multiplikation mit dem Reziprokwert einer Zahl ausgeführt wird. Auch Methoden zur Beschreibung periodischer Vorgänge (mit Vorzeichenwechsel, wie wir sagen würden) sind vorhanden. Anders als bei den alten Ägyptern gehen die vielen erhaltenen Texte weit über das rein Praktische hinaus und zeigen auf, dass eine theoretische Mathematik bestanden haben muss, die unzweifelhaft auf die Entwicklung der frühen griechischen Mathematik eingewirkt hat.

Von einer Mathematik im heutigen Sinne kann man auch bei der Betrachtung der chinesischen Kulturgeschichte sprechen¹⁰. Das Rechensystem ist dekadisch, für die Potenzen von 10 stehen spezielle Schriftzeichen. Ausgehend von den häufigsten in der Praxis vorkommenden Berechnungsarten wird eine Mathematik aufgebaut, die auch vor schwierigen Problemen nicht haltmacht und einen beachtlichen Stand erreicht hat, so z. B. das Lösen von Gleichungen mit mehreren Unbekannten.

Zum Schluss dieses Exkurses noch ein Wort zur Entstehung der sogenannten «arabischen» Ziffern, die wir ja heute noch benützen. Sie lassen sich auf das indische Schriftsystem zurückführen und sind eindeutig einem dekadischen System zuzuordnen. Offen bleiben muss die Frage nach der Entstehung des uns geläufigen Positionssystems und des wichtigsten Elements in dieser Zahlenreihe, der Null¹¹. Die Araber übernahmen die indischen Zahlen; durch sie hat der Westen diese Ziffern kennengelernt.

Es ist klar, dass die Art der Zahlenschreibung und der Rechenweise entscheidend den Vorgang beeinflusst, den wir als «Formatierung» bezeichnen. Dasselbe gilt für die zugehörigen Schriftsysteme, von denen das in Phönizien entstandene Alphabet, das wir heute noch benützen, wegen der vielen gebotenen Vorteile die grösste Bedeutung erlangt hat. Die Formatierung als Problem taucht dann auf, wenn grössere Datenmengen gespeichert werden sollen. Das Trägermaterial für die zu speichernden Daten soll in der Regel dauerhaft sein. Man wählt also vorzugsweise dafür Stein oder Metall. Steht jedoch die leichte Verfügbarkeit des Materials, sein Gewicht (wegen der Übermittlungstechnik, d. h. dem Weitergeben) oder die Einfachheit des Auftragens von Daten (Schreibtechnik) im Vordergrund, so wird man andere Materialien wählen. Als dauerhaft erweist sich auch der Ton, sei es in Form von Tontafeln oder von Tonscherben (Ostraka). Kehren wir aber zum Ausgangsproblem zurück. Jeder Datenträger lässt sich nicht entsprechend einer grossen Datenmenge beliebig vergrössern. Es gilt also, durch gezielte Auswahl der Daten und geschickte Anordnung eine Formatierung durchzuführen.

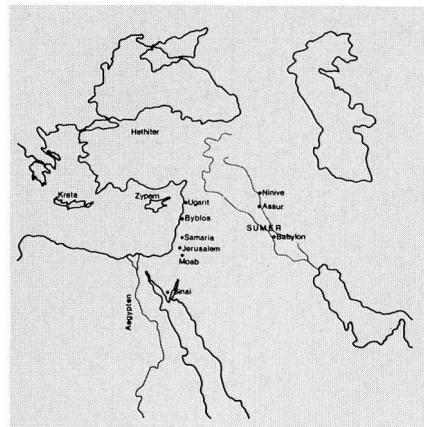
Hieroglyphen 7.-Jt. Jhd. v.Chr.		Ägyptische Schriften				Handschriften, Name Lehrer		Z. mit Kultalphabets		Linear P. Koptisch	
Hieratisch 1000 v.Chr.	Moralisch ca. 1500 v.Chr.	Jesolisch ca. 250 v.Chr.	Koptisch 100 n.Chr.			Stand 1450 v.	Perse. 1000 - 300 v.Chr.	Perse. 1000 - 300 v.Chr.	Armen. 1000 - 300 v.Chr.	Linear P. 1000 - 300 v.Chr.	Koptisch
	א, ז	ב, צ	ב, ב	2, 2	A	א	א	א	א	א	א
	ב, ב	ב, ב	ב, ב	1, 1 (NN)	I	ב	ב	ב	ב	ב	ב
	כ, כ	כ, כ	כ, כ	כ, כ	C	כ	כ	כ	כ	כ	כ
	ד, ד	ד, ד	ד, ד	ד, ד	D	ד	ד	ד	ד	ד	ד
	ה, ה	ה, ה	ה, ה	ה, ה	H	ה	ה	ה	ה	ה	ה
	ו, ו	ו, ו	ו, ו	ו, ו	V	ו	ו	ו	ו	ו	ו
	ג, ג	ג, ג	ג, ג	ג, ג	G	ג	ג	ג	ג	ג	ג
	ל, ל	ל, ל	ל, ל	ל, ל	L	ל	ל	ל	ל	ל	ל
	מ, מ	מ, מ	מ, מ	מ, מ	M	מ	מ	מ	מ	מ	מ
	נ, נ	נ, נ	נ, נ	נ, נ	N	נ	נ	נ	נ	נ	נ
	ס, ס	ס, ס	ס, ס	ס, ס	S	ס	ס	ס	ס	ס	ס
	ע, ע	ע, ע	ע, ע	ע, ע	U	ע	ע	ע	ע	ע	ע
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	T	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	T	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	T	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	פ, פ	פ, פ	פ, פ	פ, פ	P	פ	פ	פ	פ	פ	פ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	Q	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	R	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	S	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	T	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	U	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	V	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	W	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	X	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	Y	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	Z	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	א, א	א, א	א, א	א, א	AA	א	א	א	א	א	א
	ב, ב	ב, ב	ב, ב	ב, ב	BB	ב	ב	ב	ב	ב	ב
	כ, כ	כ, כ	כ, כ	כ, כ	CC	כ	כ	כ	כ	כ	כ
	ד, ד	ד, ד	ד, ד	ד, ד	DD	ד	ד	ד	ד	ד	ד
	ה, ה	ה, ה	ה, ה	ה, ה	EE	ה	ה	ה	ה	ה	ה
	ו, ו	ו, ו	ו, ו	ו, ו	FF	ו	ו	ו	ו	ו	ו
	ג, ג	ג, ג	ג, ג	ג, ג	GG	ג	ג	ג	ג	ג	ג
	ל, ל	ל, ל	ל, ל	ל, ל	HH	ל	ל	ל	ל	ל	ל
	מ, מ	מ, מ	מ, מ	מ, מ	II	מ	מ	מ	מ	מ	מ
	נ, נ	נ, נ	נ, נ	נ, נ	JJ	נ	נ	נ	נ	נ	נ
	ס, ס	ס, ס	ס, ס	ס, ס	KK	ס	ס	ס	ס	ס	ס
	ע, ע	ע, ע	ע, ע	ע, ע	LL	ע	ע	ע	ע	ע	ע
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	MM	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	NN	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	פ, פ	פ, פ	פ, פ	פ, פ	OO	פ	פ	פ	פ	פ	פ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	PP	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	QQ	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	RR	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	SS	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	TT	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	UU	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	VV	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	WW	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	XX	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	YY	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ	צ, צ	צ, צ	צ, צ	ZZ	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	א, א'	א, א'	א, א'	א, א'	AA'	א	א	א	א	א	א
	ב, ב'	ב, ב'	ב, ב'	ב, ב'	BB'	ב	ב	ב	ב	ב	ב
	כ, כ'	כ, כ'	כ, כ'	כ, כ'	CC'	כ	כ	כ	כ	כ	כ
	ד, ד'	ד, ד'	ד, ד'	ד, ד'	DD'	ד	ד	ד	ד	ד	ד
	ה, ה'	ה, ה'	ה, ה'	ה, ה'	EE'	ה	ה	ה	ה	ה	ה
	ו, ו'	ו, ו'	ו, ו'	ו, ו'	FF'	ו	ו	ו	ו	ו	ו
	ג, ג'	ג, ג'	ג, ג'	ג, ג'	GG'	ג	ג	ג	ג	ג	ג
	ל, ל'	ל, ל'	ל, ל'	ל, ל'	HH'	ל	ל	ל	ל	ל	ל
	מ, מ'	מ, מ'	מ, מ'	מ, מ'	II'	מ	מ	מ	מ	מ	מ
	נ, נ'	נ, נ'	נ, נ'	נ, נ'	JJ'	נ	נ	נ	נ	נ	נ
	ס, ס'	ס, ס'	ס, ס'	ס, ס'	KK'	ס	ס	ס	ס	ס	ס
	ע, ע'	ע, ע'	ע, ע'	ע, ע'	LL'	ע	ע	ע	ע	ע	ע
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	MM'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	NN'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	פ, פ'	פ, פ'	פ, פ'	פ, פ'	OO'	פ	פ	פ	פ	פ	פ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	PP'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	QQ'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	RR'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	SS'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	TT'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	UU'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	VV'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	WW'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	XX'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	YY'	צ	צ	צ	צ	צ	צ
	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	צ, צ'	ZZ'	צ	צ	צ	צ	צ	צ

Entstehung des Alphabets: Formenwandel und Ableitungen

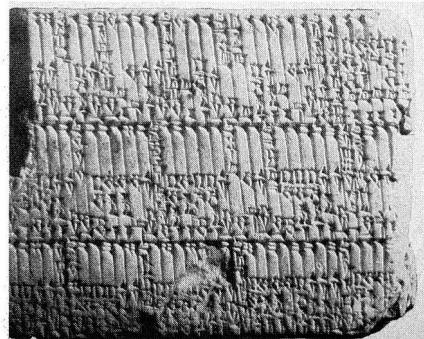
Als Beispiel sei nach den Wirtschaftstexten ein komplexer Sachverhalt aus dem alten Ägypten vorgestellt, der sogenannte «Palermo-Stein».

Dieser im Museum von Palermo aufbewahrte Stein enthält die ältesten systematischen Jahresaufzeichnungen Altägyptens¹². Welche Angaben enthalten nun die einzelnen Felder der Inschrift? Angegeben sind Königsnamen, Jahreszählungen der Regierungsjahre, Angaben über wichtige Feste oder Ereignisse im entsprechenden Jahr und im unteren Register die für Ägypten lebenswichtige Angabe über die Höhe der Nil-Überschwemmung. Damit sind auf knappste Weise die für die Verwaltung wichtigen Daten Jahreszählung und -benennung innerhalb der Herrschaftszeit eines Königs, die wichtigsten historischen Fakten und der Nilstand, der auch als Grundlage für Steuererhebungen diente, zusammengefasst.

Königslisten als Zeitreihen, statistische Angaben – man denke nur an die in der Bibel erwähnte Volkszählung zur Zeit von Christi Geburt – Wirtschaftstexte aller Art sind nicht die einzigen Dokumente, die auf uns ge-



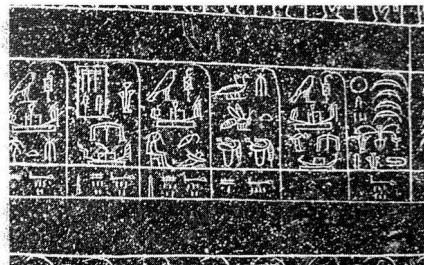
Entstehung des Alphabets: Karte



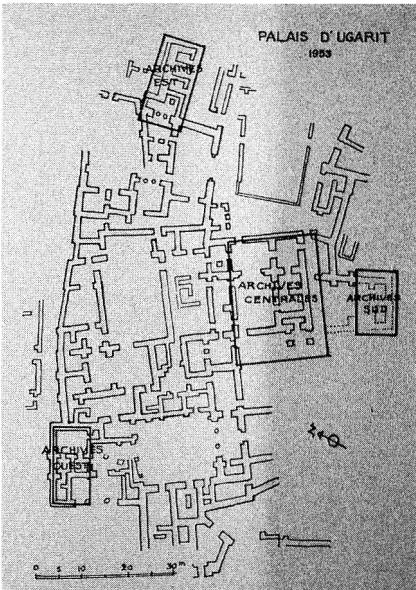
Babylonischer Wirtschaftstext aus
Chiera: Sie schrieben auf Ton, Zürich
1941, Abb. 30



Palermstein, Vorderseite



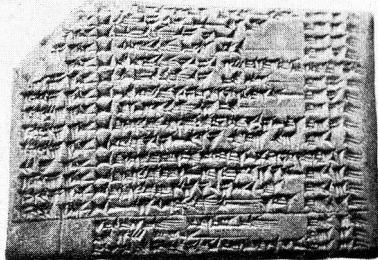
Palermosstein. Vorderseite. Detail



Plan des Palastes von Ugarit aus Cl. Schäffer, Ugarit (Syria 1954, Abb. 1)



Bibliothek von Ebla aus P. Matthiae, Ebla in the late early Syrian period, (Biblical Archaeologist, Sept. 1976)



Katalogtafel zu Ominatexten der Bibliothek zu Ninive aus C. Bezold, Ninive und Babylon, Leipzig 1926



Keilschriftl. Korrespondenztafel aus Tell-el-Amarna, mit Registriervermerk; aus : C. Bezold und E. A. W. Budge, The Tell-el-Amarna Tablets in the British Museum, London 1892, pl. 23

kommen sind. Neben Astronomie und Geographie treten die Religion mit ihrer Literatur und ihren magischen Texten sowie last but not least die Vielzahl der juristischen und politischen Texte. Dazu kommt eine mehr oder weniger umfangreiche Korrespondenz. Überall da, wo Schriftsysteme entstanden, tauchten auch die Probleme der Speicherung der Information und des Zugriffs zu den gespeicherten Daten auf. Wie wurden diese gelöst?

3. Archive und Bibliotheken

Dokumente in grösserer Zahl finden sich jeweils da, wo die Schriftkundigen lebten, und das war jeweils der Ort, wo die Daten verwendet wurden, nämlich die politischen und religiösen Zentren. So finden wir als älteste Beispiele Archive und Bibliotheken in den Palästen und Tempeln sowohl Mesopotamiens als auch Ägyptens. Während in Ägypten wegen der Vergänglichkeit des Schreibmaterials Papyrus keine kompletten Bibliotheken auf uns gekommen sind, sind in Mesopotamien und Vorderasien eine ganze Reihe kleiner und grosser Archive und Bibliotheken gefunden worden, da die verwendeten Tontafeln auch Brände mehr oder weniger unversehrt überstehen können. Die Dokumente wurden in besonderen Räumen gelagert und von Priestern und Sekretären betreut.

In vielen Fällen hat man bei den Ausgrabungen nicht nur mit Zerstörungen durch Katastrophen und kriegerische Ereignisse zu rechnen, sondern auch mit einer Art Schatzgräberei, die auch vor Tontafeln nicht halt macht und Hinweise auf allfällige noch vorhandene Spuren eines Ordnungsprinzips des im Archiv enthaltenen Materials zum Verschwinden bringt. Immerhin sind in einigen Fällen genügend Hinweise vorhanden, um die Methode des Zugriffs auf Daten rekonstruieren zu können.

Auszugehen ist von einer logischen Ordnung der Dokumente nach Kategorien, wie sie sich im spektakulärsten Beispiel, der im Palast Assurbanipals bei Ninive gefundenen grossen Bibliothek, darstellt. Die Tafeln waren, wie Ausgrabungsberichte ergeben, nach Serien geordnet und in Zehnerpäckchen, mit kleinen «Etiketten» versehen, deponiert. Dieser Befund gilt auch für die Bibliotheken von Ugarit (Ras Shamra) und Ebla¹³. In der Regel waren die Tontafeln, die zu einer Serie gehörten, mit einem entsprechenden Vermerk versehen, und der Bestand einer Bibliothek war in Katalogen erfasst, die im Fall von Ninive auf uns gekommen sind. Die Kontrolle der Archive und Bibliotheken wurde von «Bibliothekaren» ausgeführt, welche auch die Vollständigkeit zu prüfen hatten. Assurbanipal z. B. hat, um seine Bibliothek zu vervollständigen, in Archiven anderer Städte und Tempel, sogar bei Privaten durch seine Beamten Dokumente kopieren lassen.

Dass in den altägyptischen Archiven und Bibliotheken dieselben Prinzipien befolgt wurden, zeigt das Beispiel einer der berühmten Amarna-Tafeln aus dem diplomatischen Archiv Echnatons, die in ägyptischer Schrift einen Eingangsvermerk trägt, also nach chronologischen Kriterien aufbewahrt worden ist.

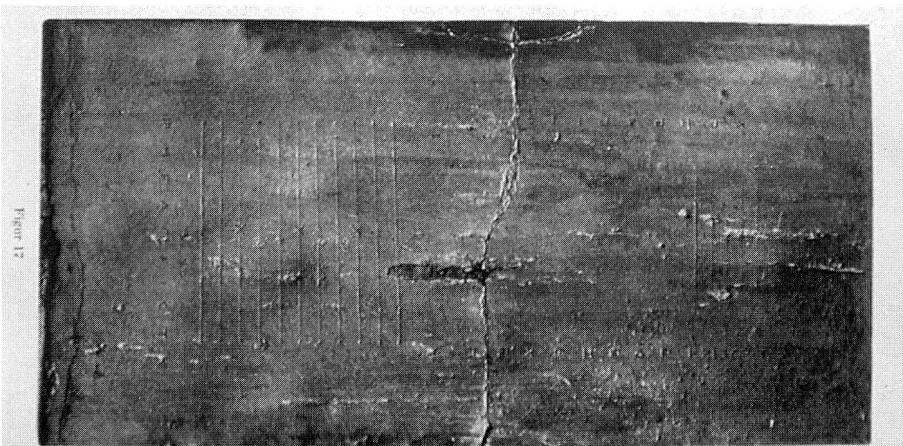
4. Griechenland und Rom

Im Gegensatz zu Mesopotamien und Altägypten ist die «Alphabetisierung» im klassischen Griechenland und im alten Rom wesentlich weiter verbreitet. Entsprechend häufiger finden sich auch Schriftdokumente, entsprechend häufiger waren auch die Probleme, die man als der Informatik zugehörig bezeichnen kann. Was eben von den Bibliotheken und Archiven der Tempel und Paläste gesagt wurde, trifft selbstverständlich für Griechenland und Rom ebenfalls zu. Einige Besonderheiten sind jedoch hervorzuheben.

Zu erwähnen ist einmal die Verwendung eines Datenträgers, dessen Inhalt gelöscht werden kann, des Wachstafelbuches, das bis in die Renaissance sich für Entwürfe, laufende Rechnungen und dergleichen gehalten hat. Sodann ist auf die Anlage schriftlicher Akten, wie wir sie aus unserer Zeit kennen, in der Verwaltung und Rechtsprechung hinzuweisen mit Aktennotizen, Protokollen usw., und auf die Art der Nachrichtenübermittlung. Neben Geheimschriften gab es codierte Mitteilungen jeder Art, die durch Boten überbracht wurden, täglich erscheinende amtliche Mitteilungen, die in Kopien vervielfältigt durch Boten weiterverbreitet wurden, Feuer- und Rauchtelegraphen sowie akustische Signalübermittlungen. In der Zeit der Völkerwanderung und der Ausbreitung des Islams sind diese gut funktionierenden Systeme zusammengebrochen; erhalten hat sich allerdings in den Klöstern und Bischofssitzen, später wieder auch in den Zentren politischer Macht, das Archiv und die Bibliothek, und als Nachrichtenmittel das geschriebene Wort, das durch Boten übermittelt wurde.

Dass in hellenistischer und römischer Zeit die hochstehenden mathematischen und mechanischen Kenntnisse der Feinmechanik durchaus den Bau von Rechenmaschinen erlaubt hätten, zeigt der Fund im Schiffswrack von Antikythera aus dem 1. Jahrhundert v. Chr., der nach den Untersuchungen von D. de Solla-Price¹⁴ als Vorläufer der Astrolabien zu bezeichnen ist und in einem Kasten ein System von durch Zahnräder getriebenen Skalen und Zeigern zur Bestimmung der Mondphasen und der Stellung der Planeten darstellt. Auch die römischen Wasseruhrfragmente mit zahnradgetriebenem Zifferblatt gehören in diesem Zusammenhang erwähnt¹⁵.

Als Vor- und Nebenläufer des Abakus sind Rechenbretter oder -tafeln weit verbreitet, die sich bis in die beginnende Neuzeit erhalten haben.



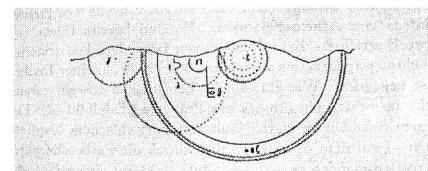
Rechentafel, Salamis, 4. Jh. v. Chr., aus: van der Waerden, Erw. Wissenschaft, Abb. 17

5. Der Ferne Osten

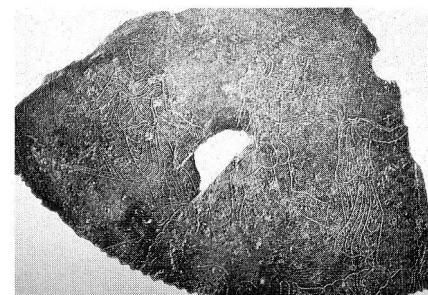
Im Zusammenhang mit dem Schriftsystem und der Mathematik wurde China schon einmal erwähnt. Zum Abschluss soll hier an zwei Beispielen die Lösung von Informatik-Problemen skizziert werden. Neben den auch im Fernen Osten anzutreffenden Archiven und Bibliotheken bewahrte man auch die Mittel zur Vervielfältigung entsprechend sorgfältig auf. Das gezeigte Bild aus dem Haein-Tempel in Korea zeigt die im 13. Jahrhundert angelegte Bibliothek der Holztafel-Druckplatten für die buddhistischen heiligen Werke, säuberlich auf Regalen geordnet. Das nächste Beispiel zeigt einen drehbaren Tisch, entsprechend unserem Setzkasten, der in den Fächern Schriftzeichen-Typen für das Setzen von Büchern aufnimmt. Dies nach lautsprachlichen Prinzipien geordnete Setzer-Werkzeug besticht durch seine Einfachheit und weist darauf hin, dass auch im Fernen Osten an Lösungen von Informatik-Problemen ernsthaft gearbeitet wurde.



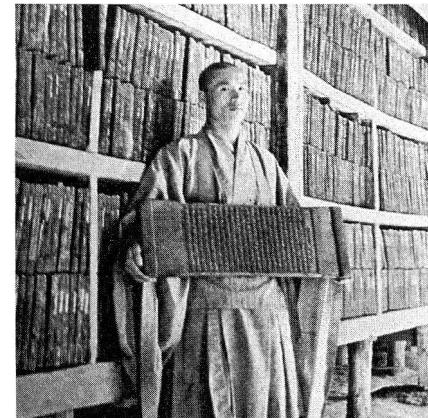
Vinzenz von Beauvais in seiner Studierstube, um 1480, MS Roy. 14 E1, vol. I, fol. 3r; Brit. Mus., London



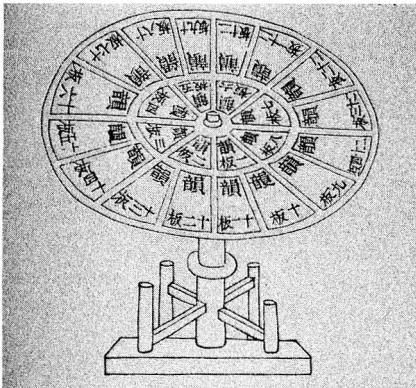
Zeichnung der «Maschine von Antikythera», aus A. Köster, Das antike Seewesen, Berlin 1923, Abb. 43



Bronzescheibe von Wasseruhr, Salzburg, 1. Jh. n. Chr., aus: B. L. van der Waerden, Erw. Wissenschaft, Abb. 92



Holztafel-Bibliothek des Tripitaka, Haein-Tempel bei Taegu, Süd-Korea



Drehtisch für Setzerei, China, Ming, aus:
Needham, Science and Civilisation in
China, Vol. 5, Part 1

6. Schlussbetrachtung

Am Ende dieses Überblicks sei auf eine Frage hingewiesen, die vom rein Technischen auf ganz adere Ebenen überleitet: Die Frage nach dem Sinn und den Auswirkungen einer Datenspeicherung und -verwertung. Wenn wir, wie eben beschrieben, feststellen, dass die Grundlagen des Wissens im gesamten Altertum praktisch allein in den Zentren der religiösen und politischen Macht konzentriert waren, wird die Abhängigkeit der Gesellschaft von diesen Zentren um so augenfälliger. Die Forderung nach Offenlegung wichtiger Dokumente wie z. B. von Gesetzen, wie sie uns in Griechenland bei Drakon und Solon, in Rom beim Zwölftafel-Gesetz entgegentreten, sind nicht nur als Forderung auf Festschreibung geltenden Rechts, sondern eben auch auf Öffnung und Kontrollierbarkeit durch alle, die lesen und schreiben können, gerichtet¹⁶.

Ein altägyptisches Zitat aus umgekehrter Sicht, der Sicht des Bürokraten, den Sachverhalt aber bestätigend, möge die Betrachtungen beschließen¹⁷:

«Der Schreiberberuf dagegen ist wichtiger als alle übrigen Berufe; er ist kein leeres Wort auf dieser Erde. Wer von Kindheit an daraus Nutzen zu ziehen wusste, ist ein geehrter Mann; man sendet ihn mit Aufträgen aus. Wer aber diesen Weg nicht einschlägt, bleibt im Elend. Wer die Schrift kennt, ist dadurch allein schon besser als du.»

Prof. Dr. Ludolf von Mackensen
Astronom.-physikal. Kabinett
Hessisches Landesmuseum
Brüder-Grimm-Platz 5
D-35 Kassel 1

Leitlinien in der Entwicklung der Datenverarbeitung

Einführung

Die immer noch wachsende Verbreitung der elektronischen Datenverarbeitung und die Entwicklung von sog. künstlicher Intelligenz sind es, durch welche wir heute eine neue industrielle Revolution erfahren und bewirken. In steigendem Masse wird uns nicht nur körperliche, sondern auch geistige Tätigkeit abgenommen. Rechner, verknüpft zu grossen Systemen, werden unerlässlich, um Fabriken zu automatisieren, Menschen zu kontrollieren und Weltraumraketen zu lenken. Massenhaft auftretende, kleinstverkleinerte und blitzschnelle Hochgeschwindigkeitsrechenautomaten faszinieren und bedrohen uns zugleich.

All dies fordert den Zeitgenossen nicht nur heraus, seine eigenen Fähigkeiten und die Grenzen des Computers tiefer zu erkennen, sondern auch zu begreifen, wer diese revolutionär gewordene, sich ständig noch beschleunigende Entwicklung vorantrieb und was ihr zugrunde liegt. Denn der Computer denkt nicht und kann sich auch nicht selbst programmieren, es sei denn, er wurde auch dafür programmiert; er hat kein Bewusstsein, ja keinen wirklichen Begriffsinhalt bei all den ablaufenden Schaltungsvorgängen. Das Wesen und die Zusammenhänge eines Gedankens und einer ganzen Entwicklung kann nur der Mensch selbst begreifen. Wir fragen daher nach der Geschichte und den grossen Pionieren des mechanischen Rechnens, um auch die Gegenwart besser durchschauen zu können.