

**Enterprise Computing
Einführung in das Betriebssystem z/OS**

**Prof. Dr. Martin Bogdan
Prof. Dr.-Ing. Wilhelm G. Spruth**

WS2012/13

Verarbeitungsgrundlagen Teil 5

Weiterführende Information

Entwicklung des maschinellen Rechnens

Die hier folgende Präsentation ist kein Prüfungstoff.

Aber vielleicht interessiert Sie, wie sich die Rechentechnologie im Laufe der Jahrtausende entwickelt hat.

Falls dies der Fall ist, blättern Sie weiter.

Astrolabium Computer von Antikythera

Der älteste bekannte Computer

Astronomisches Gerät, u.a. von Philoponus im Jahr 625 nach Christus im ägyptischen Alexandrien beschrieben.

Implementierungsbeispiel ist der "Computer von Antikythera", 82 v.Chr. gebaut, 1900 in einem Wrack in 40 Meter Tiefe vor der griechischen Insel Antikythera gefunden. Schiffsuntergang etwa 80 n. Chr.

Bronze-Mechanismus in einem 30 Zentimeter hohen Holzkasten eingebettet





Computer von Antikythera

Vorderseiten tragen eine Skalierung, an der anhand von Schleifringen das griechisch-ägyptische Kalenderjahr mit 12 Monaten á 30 Tagen plus fünf zusätzliche Tage (= 365!) abgelesen werden kann

Mit Hilfe bestimmter Skalenringe kann der Stand der Sonne und des Mondes eingestellt werden

Gerät zeigt an:

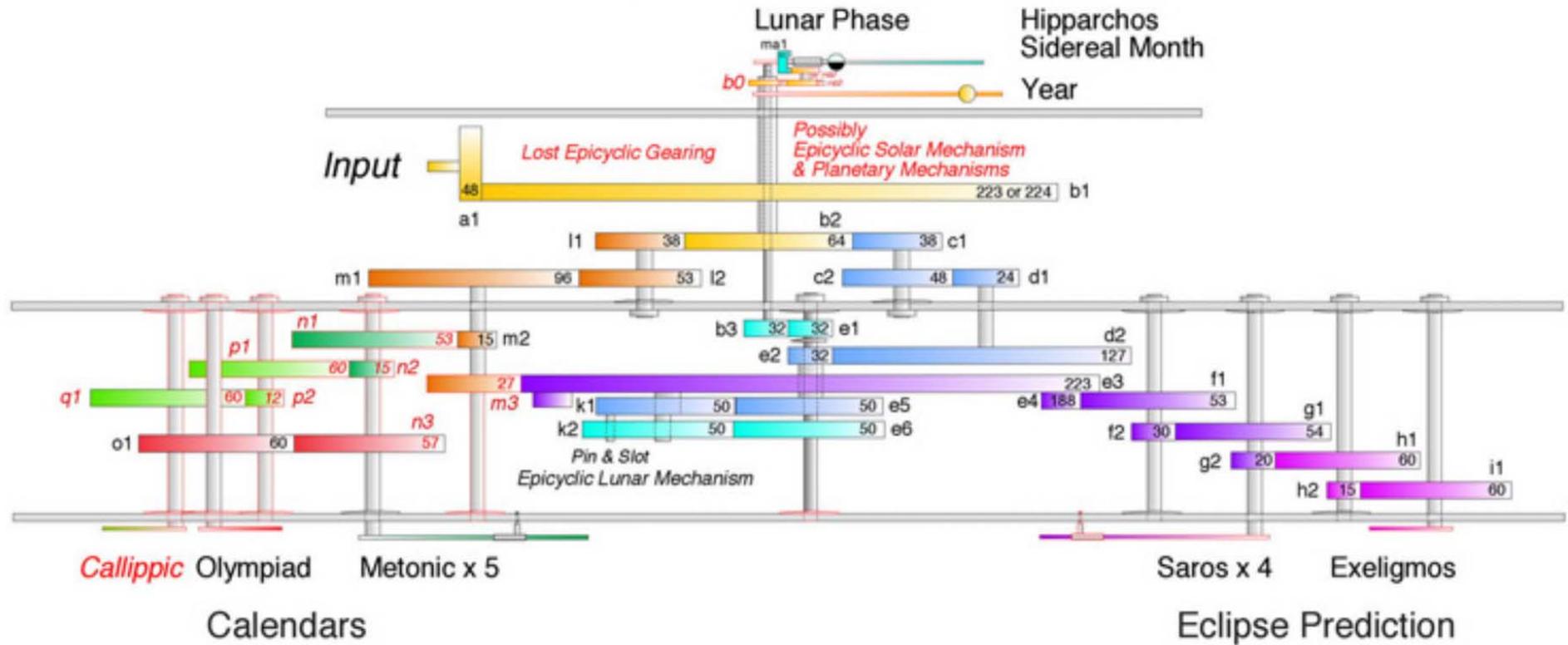
- Sonnenaufgänge
- die Bewegungen der damals bekannten fünf Planeten
- verschiedene Mondphasen
- Tagundnachtgleichen

Kann die Mondzyklen von rund 18 Jahren mit Hilfe des oberen Zifferblattes bestimmen und die 12 synodischen Monate eines Mondjahres durch einen Rädermechanismus anzeigen.

Inschriften auf dem etwa 30 mal 20 mal 10 Zentimeter großen Holzkasten, in dem das Räderwerk steckte, sind eine Art antike Gebrauchsanleitung.

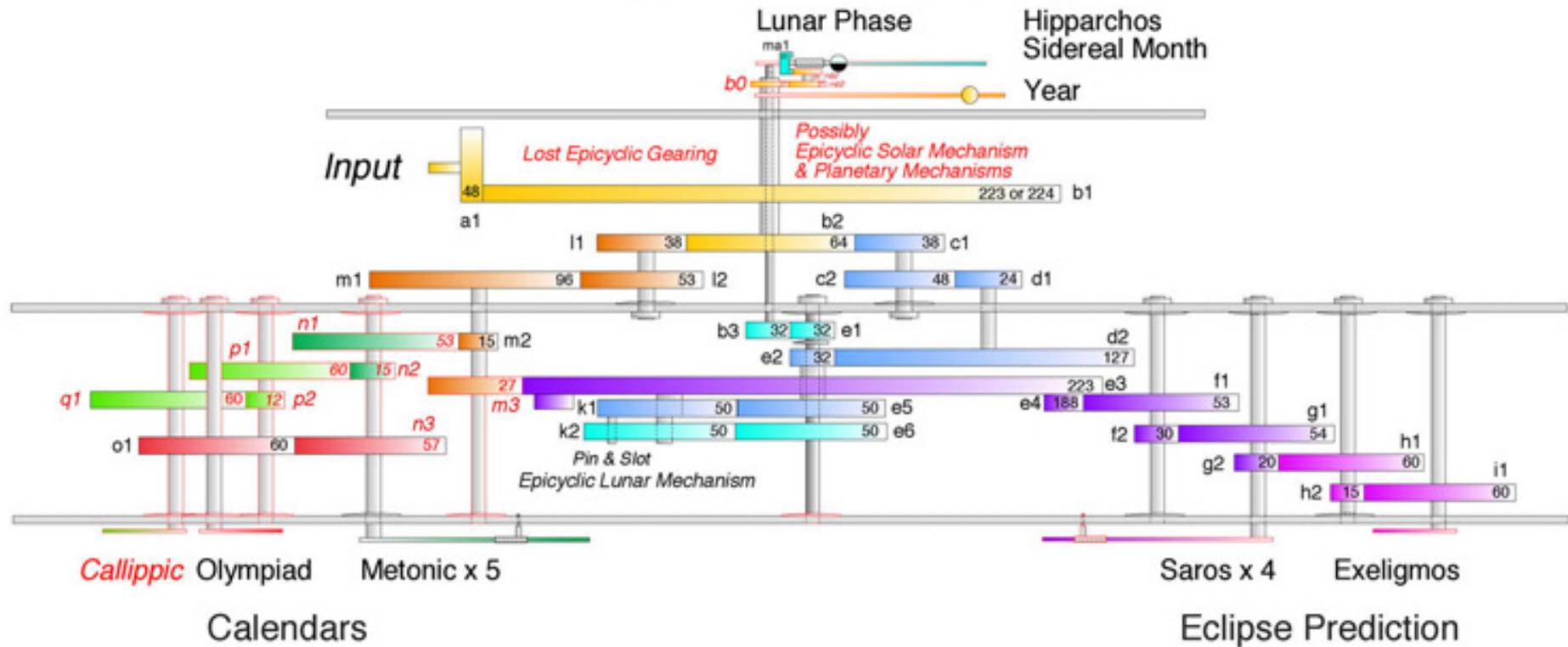
Front Dials

Zodiac • Egyptian Calendar • Parapegma



Front Dials

Zodiac • Egyptian Calendar • Parapegma



Back Dials



Es existieren mehrere im 20. Jahrhundert entstandene Nachbauten. Wir zeigen einige Darstellungen

Auf der Rückseite befanden sich Zeiger für Sonne und Mond, die unter anderem die Mondphase angaben sowie Mond- und Sonnenfinsternisse vorhersagten



Die kleine Scheibe in der Bildmitte diente zur Anzeige der Olympiaden, also der Zeitabschnitte zwischen den eigentlichen Sportwettkämpfen



**Nachbau des
"Computer
von
Antikythera"**



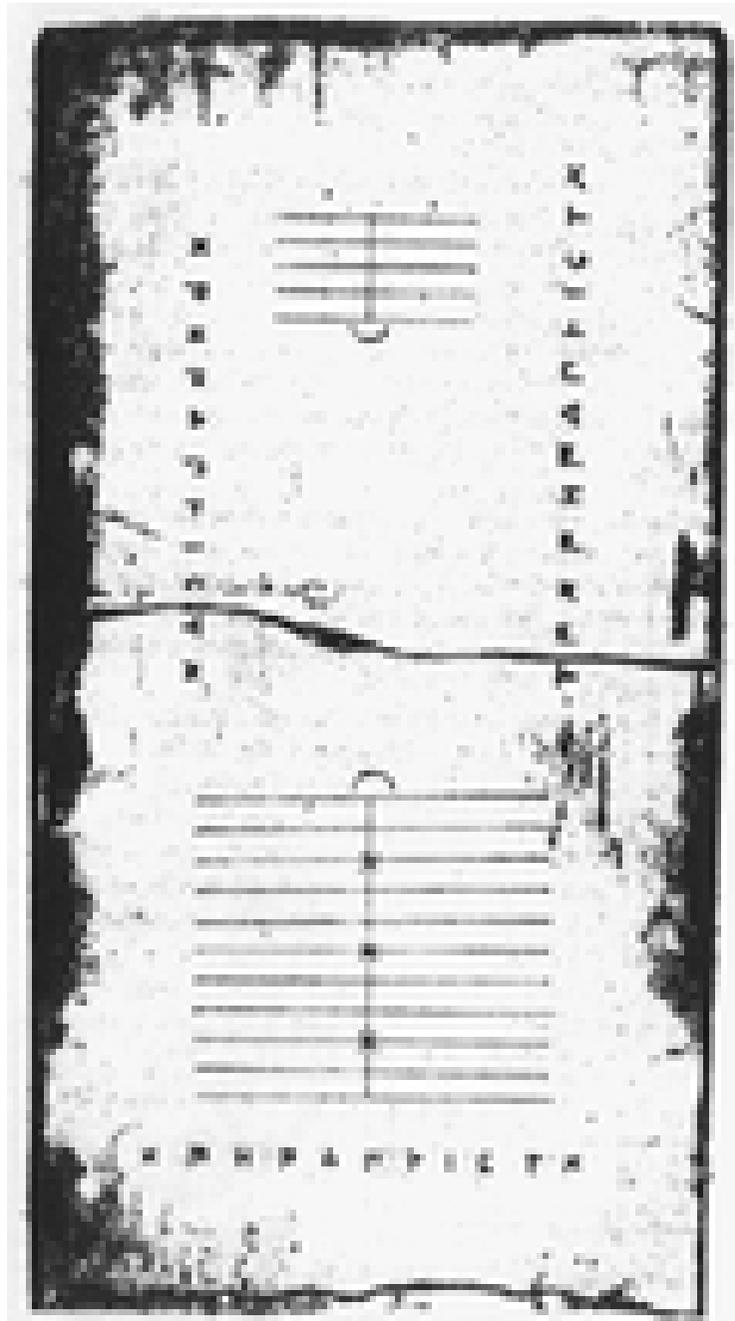
Acrophonic Zahlensystem

| | | | | |
|-------|------|---------|---------|--------|
| ∟ | Δ | Η | Χ | Μ |
| Pente | Deka | Hekaton | Khilioi | Murioi |
| Πεντε | Δεκα | Ηεκατον | Χιλιοι | Μυριοι |
| 5 | 10 | 100 | 1000 | 10000 |

Griechisches Zahlensystem aus dem 1. Jahrhundert v. Chr.

Dargestellt sind die Ziffern 1-5, 10, 100, 1000, 10000

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | | | ∟ | ∟ | ∟ | ∟ | ∟ | Δ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 - 10 in Greek acrophonic numbers | | | | | | | | | |

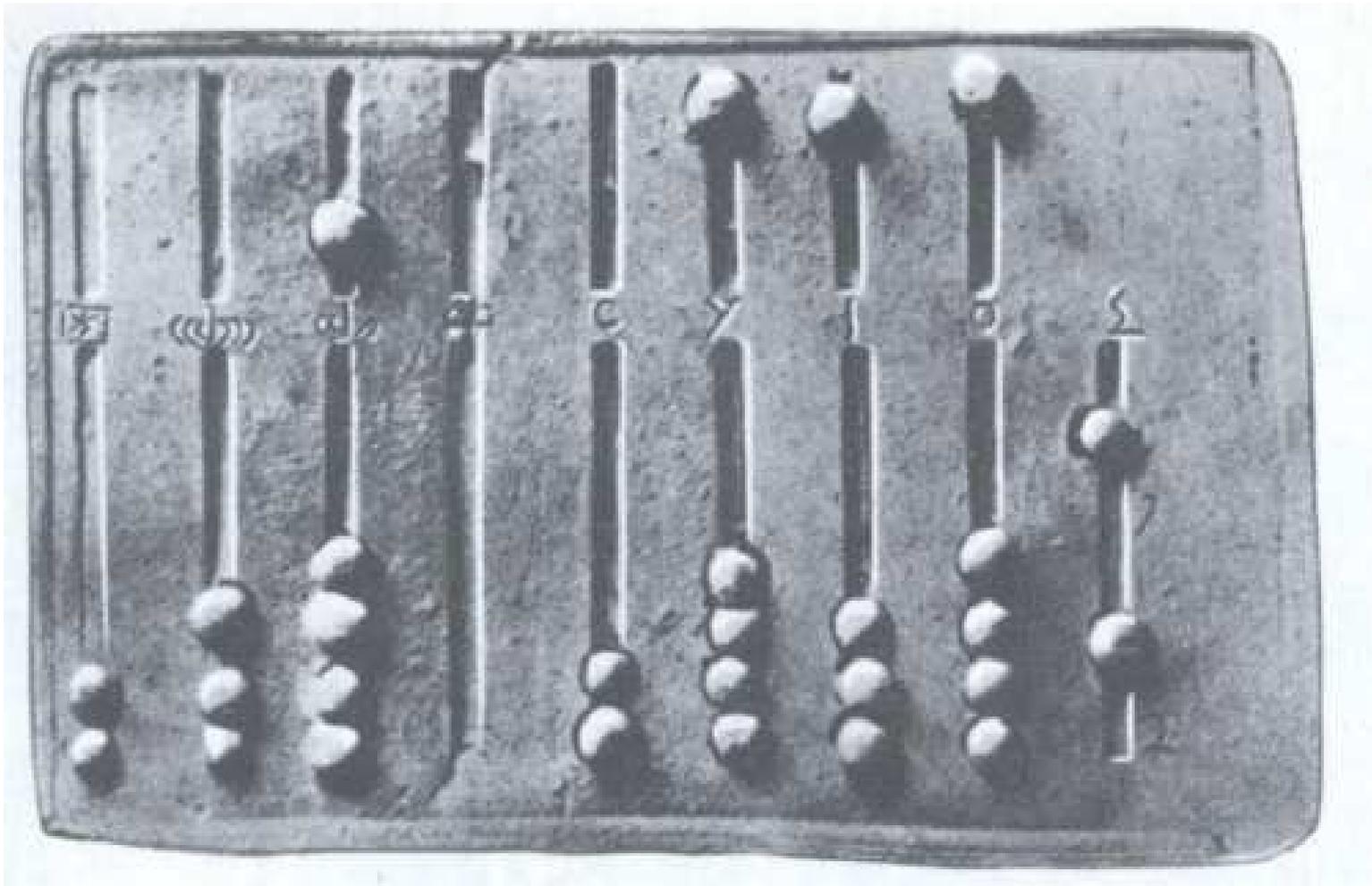


**The Salmis
Tablet**

The Salamis Tablet

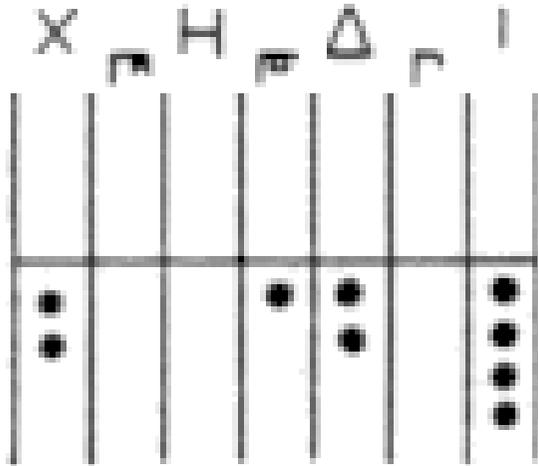
The oldest surviving counting board. It was used around 300 BC by the inhabitants of Babylonia, and was discovered in 1899 on the Island of Salamis.

It is a slab of white marble measuring 149cm in length, 75cm in width and 4.5cm thick, on which are 5 groups of markings. In the center of the tablet are a set of 5 parallel lines equally divided by a vertical line, capped with a semi-circle at the intersection of the bottom-most horizontal line and the single vertical line. Below these lines is a wide space with a horizontal crack dividing it. Below this crack is another group of eleven parallel lines, again divided into two sections by a line perpendicular to them but with the semi-circle at the top of the intersection; the third, sixth and ninth of these lines are marked with a cross where they intersect with the vertical line. Three sets of Greek symbols (numbers from the acrophonic system) are arranged along the left, right and bottom edges of the tablet



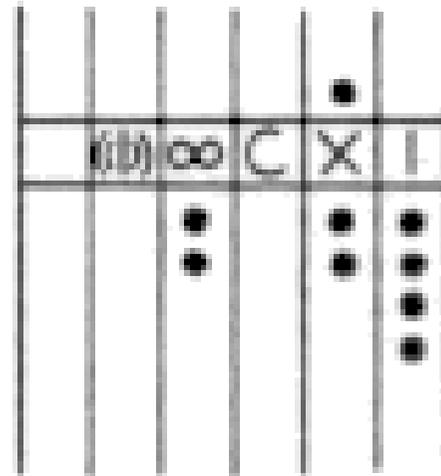
Römischer Abacus

Greek

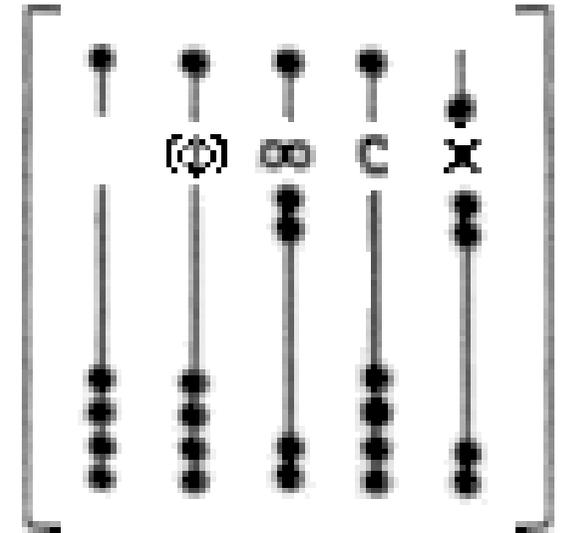


Salamis

Roman



Calcuti

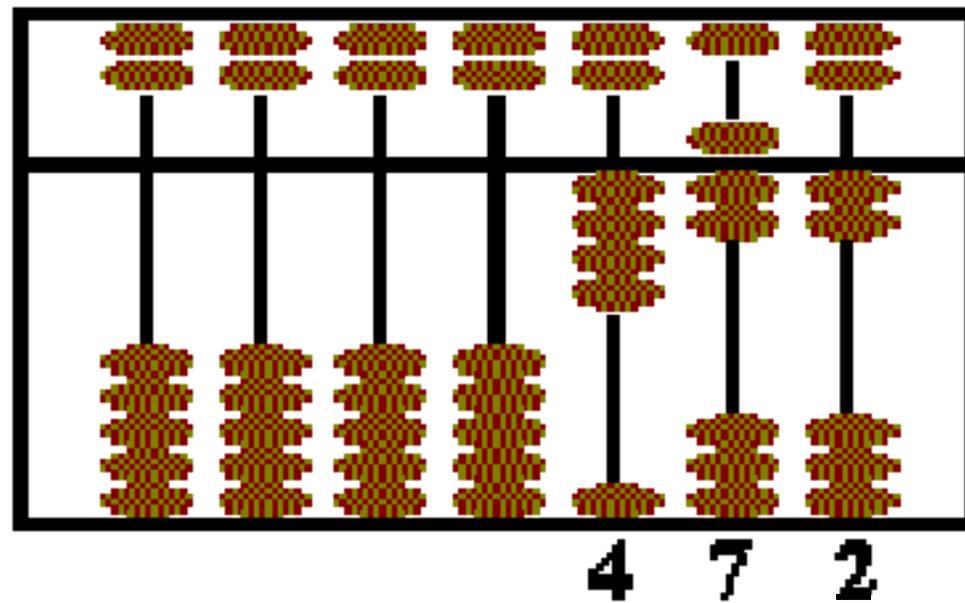
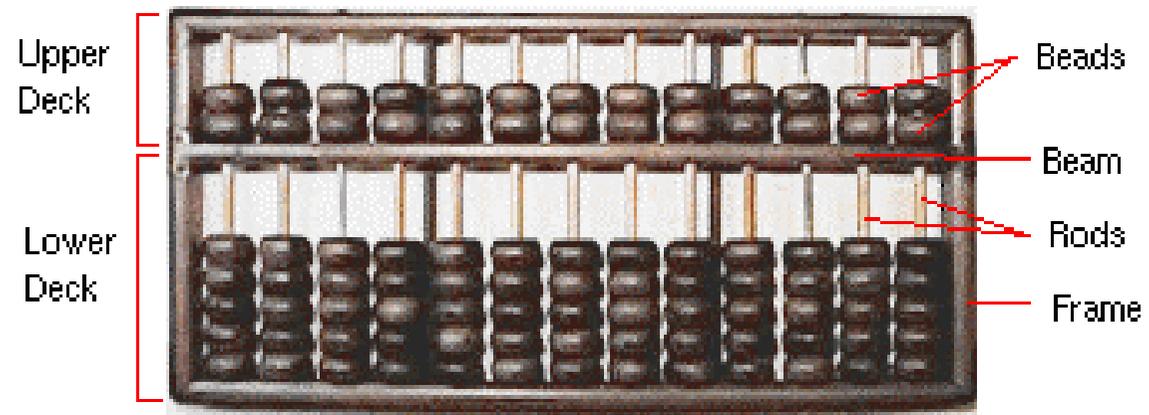


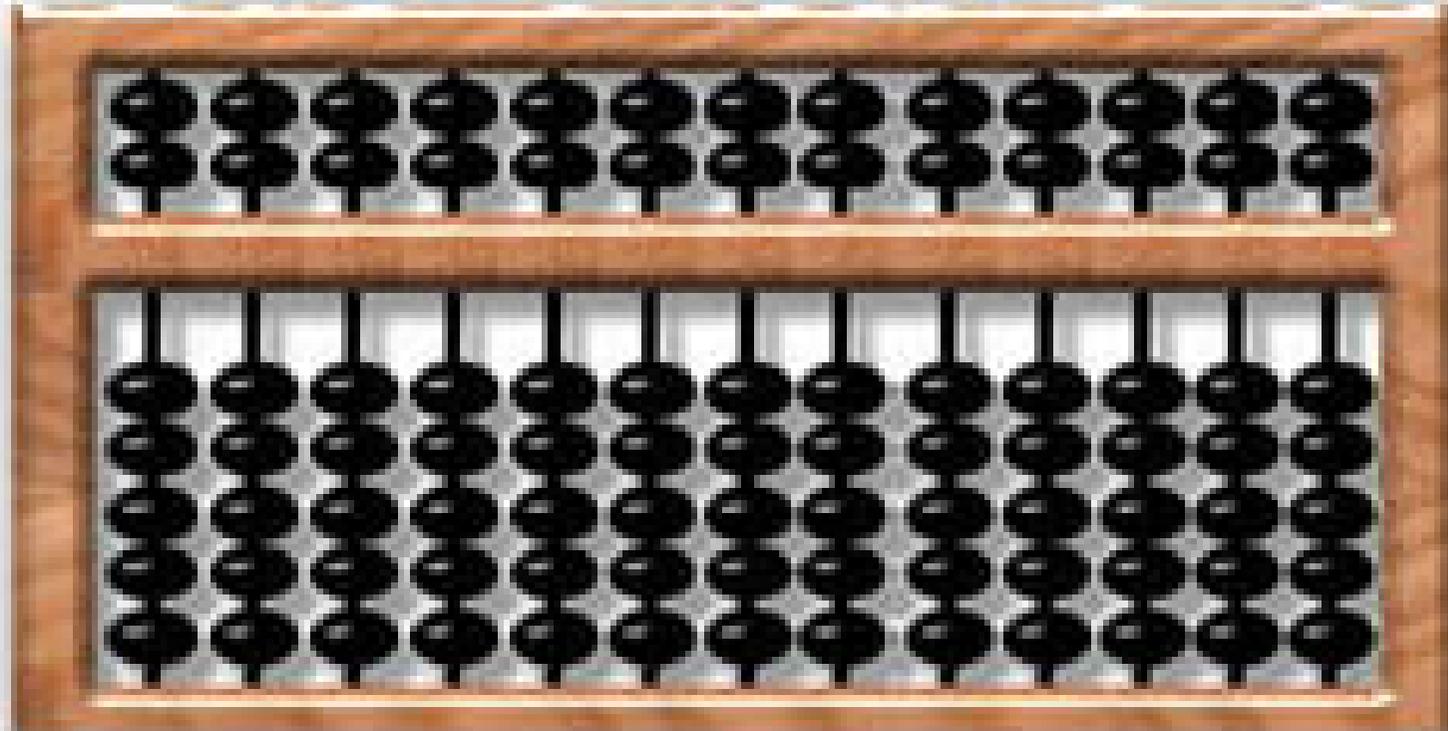
Hand-abacus

Abacus is a Latin word that has its origins in the Greek words abax or abakon (meaning "table" or "tablet")

In 1946, a contest held in Tokyo, and sponsored by the US army, pitted an abacus against a modern electric calculator.

The abacus won.

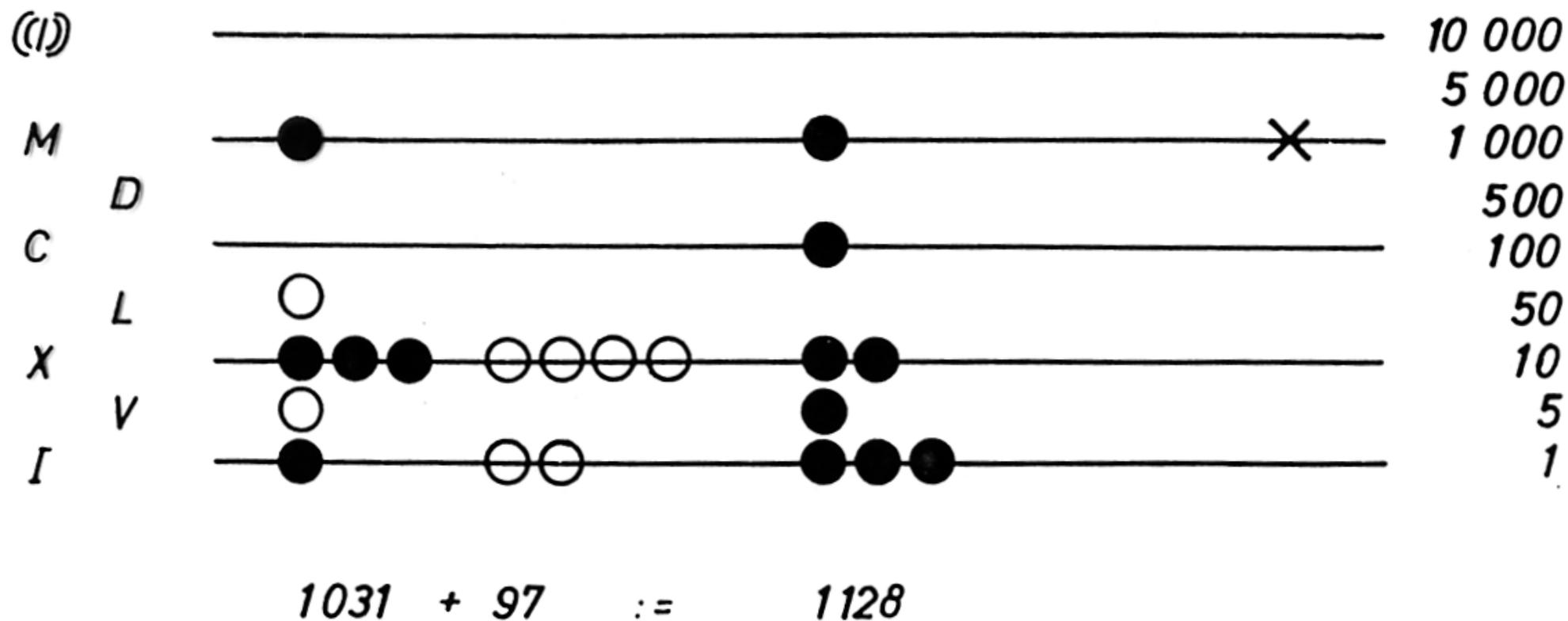




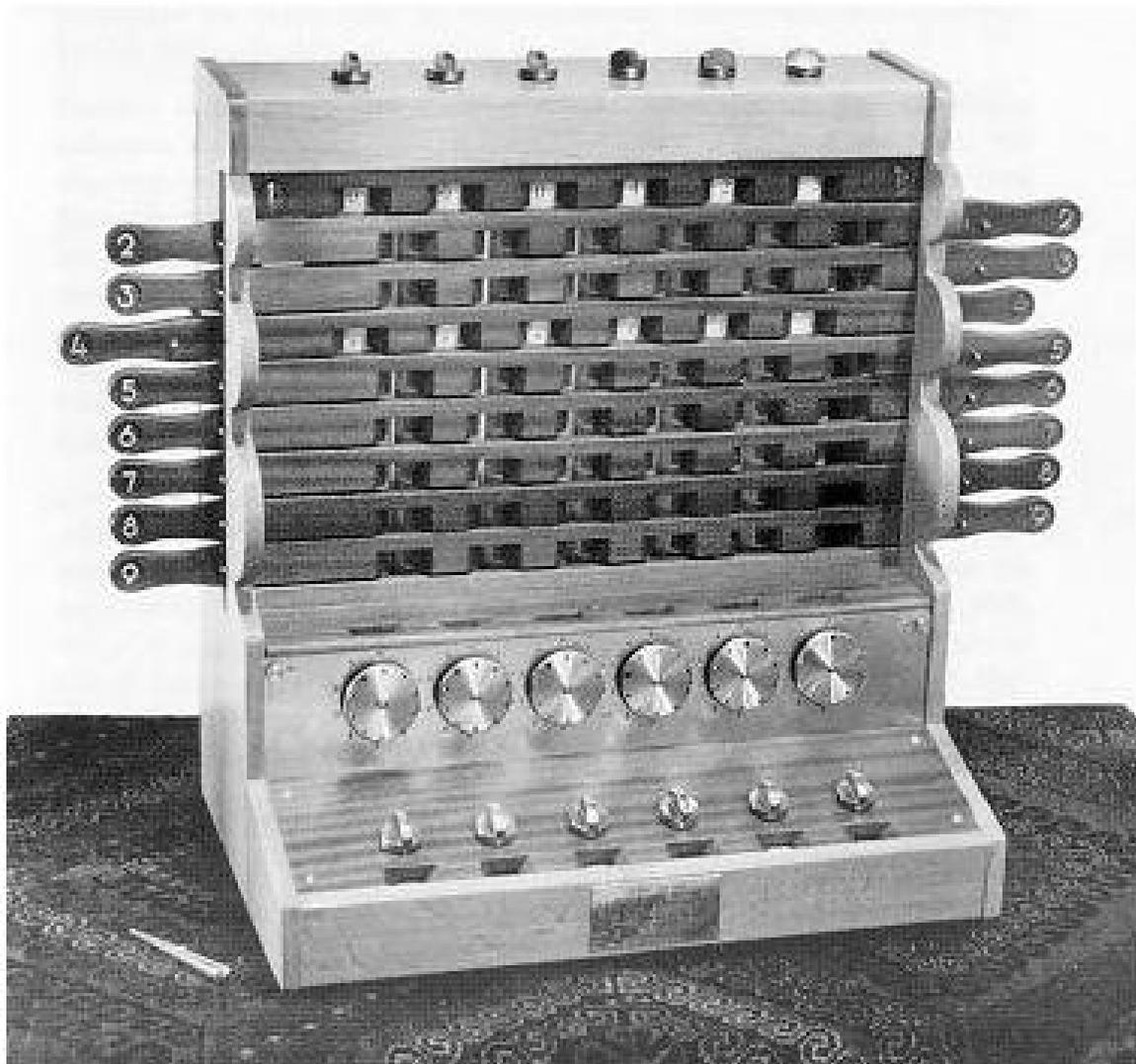
Moderner Abacus



Das Rechenhilfsmittel bis zum hohen Mittelalter: Rechenbrett zum Rechnen auf den Linien. Der Kaufmann legt Rechnung auf seiner Bank mit Rechenpfennigen; der Betrag von 3161 wird gerade zum Kummer des Kunden um 10 erhöht.



Arbeitsweise des Rechnens auf den Linien: wenn 5 Rechenpfennige auf einer Linie zusammenkommen, wird stattdessen einer in den anschließenden Zwischenraum gelegt. Die Linie für die Tausender wird stets mit einem Kreuz bezeichnet.



Wilhelm Schickard

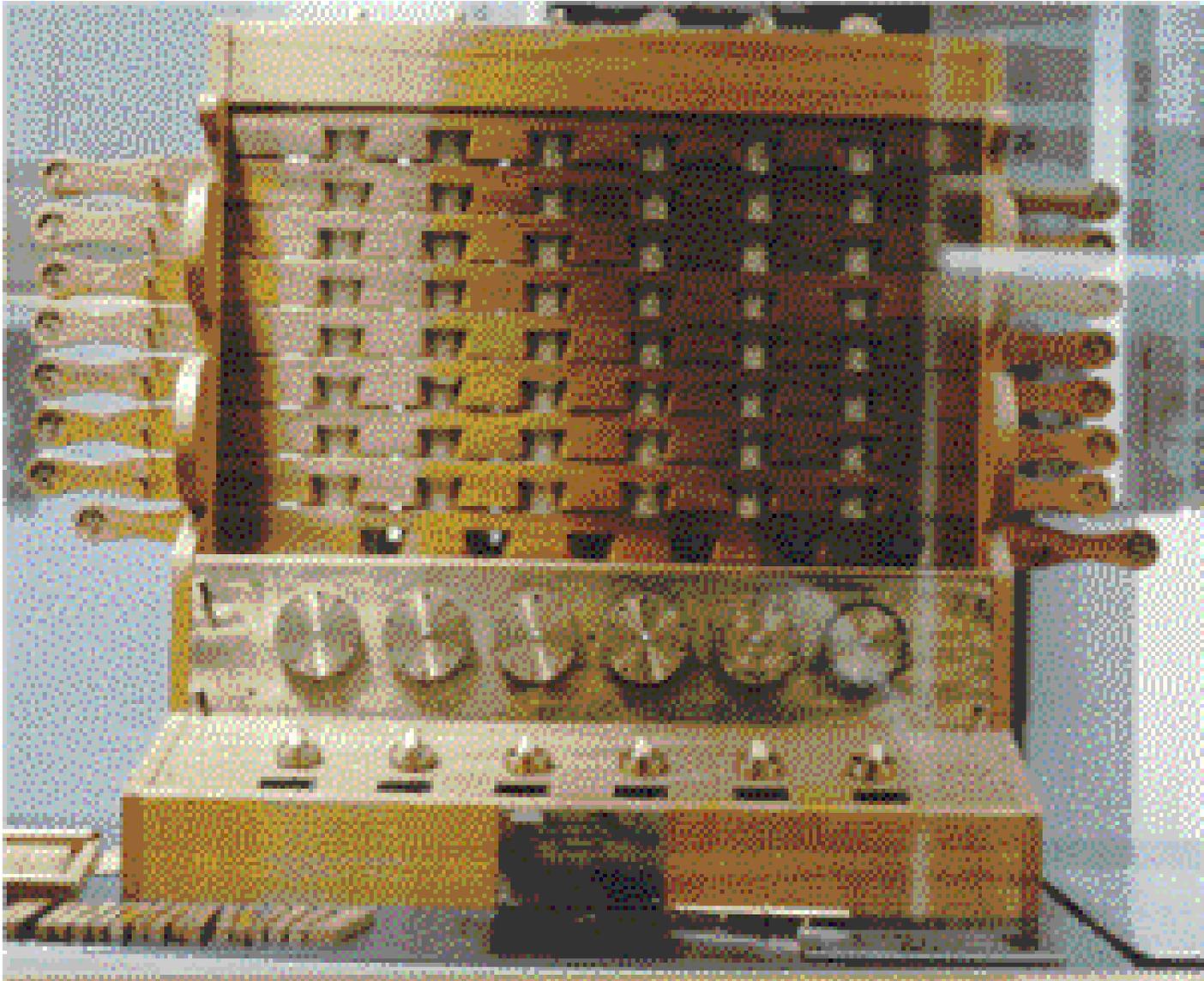
1592 in Herrenberg geboren.

1619 Professor Universität Tübingen.

Freundschaft mit Johannes Kepler

1623 konstruierte er die erste mechanische Rechenmaschine. Mit ihr konnten umfangreiche Berechnungen, wie sie z. B. Johannes Kepler benötigte, durchgeführt werden. Kepler berechnete damals die Bahn des Planeten Mars, um damit nachzuweisen, daß die Sonne (und nicht die Erde) Mittelpunkt unseres Systems ist.

Von der Rechenmaschine wurden 2 Exemplare hergestellt.



Rechnung.

1101101

64

32

8

4

1

104

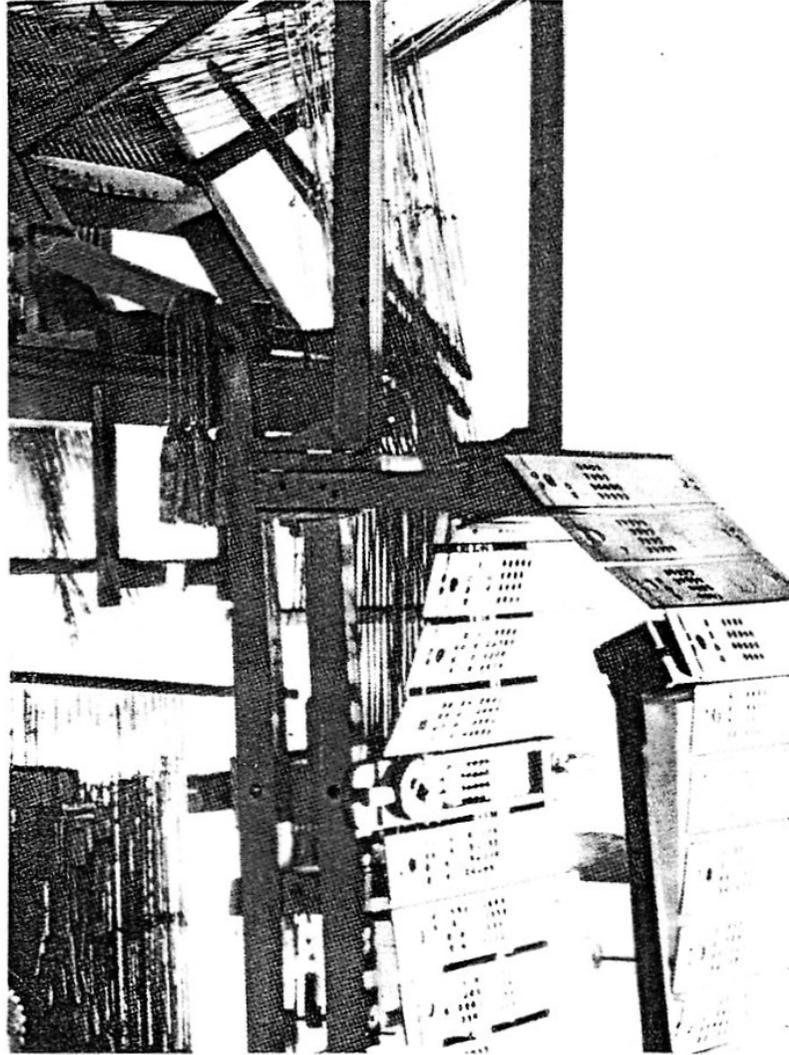
Compartio

| | | |
|-----|--|---|
| 104 | | |
| 64 | | 7 |
| 45 | | |
| 32 | | 6 |
| 13 | | |
| 8 | | 4 |
| 5 | | |
| 4 | | 3 |
| 1 | | 1 |

1101101

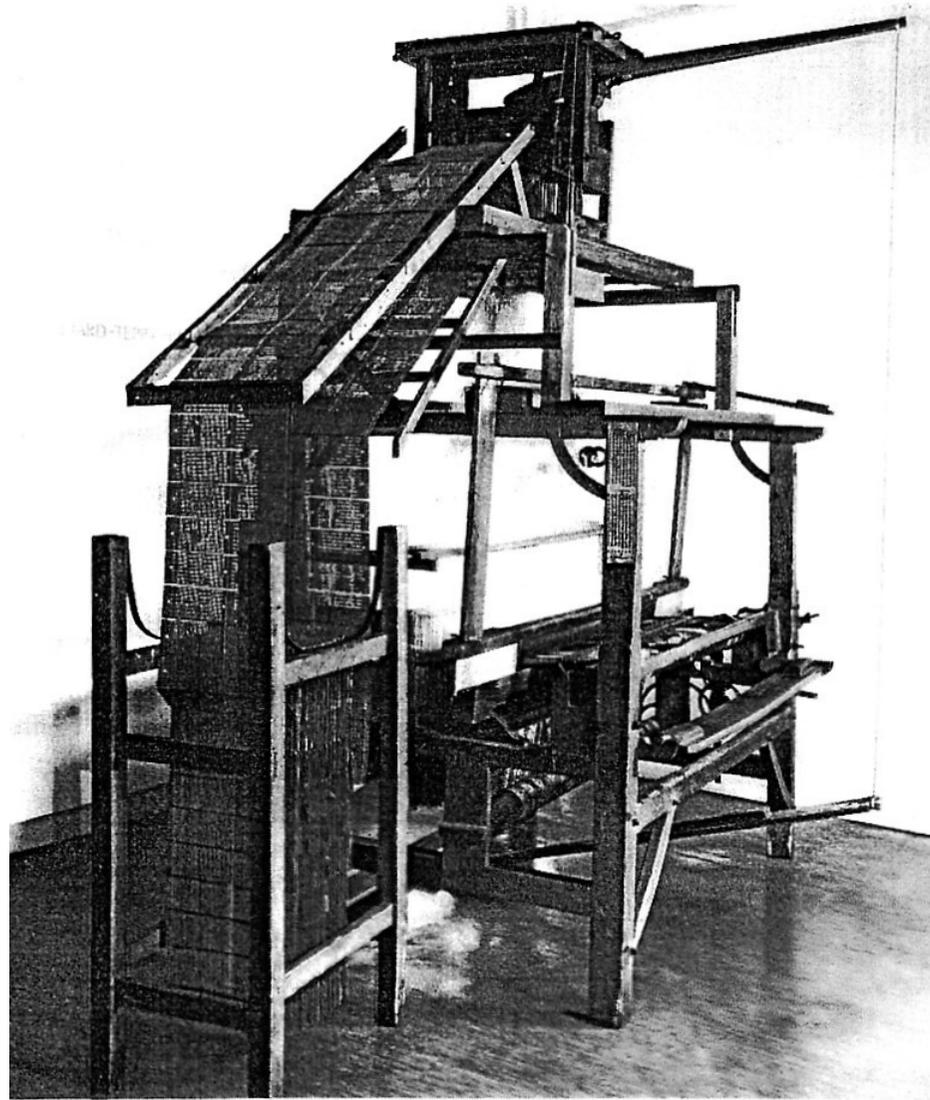
**Thomas
Harriot
1560 – 1631**

Erste Aufzeichnung
von Binären Zahlen

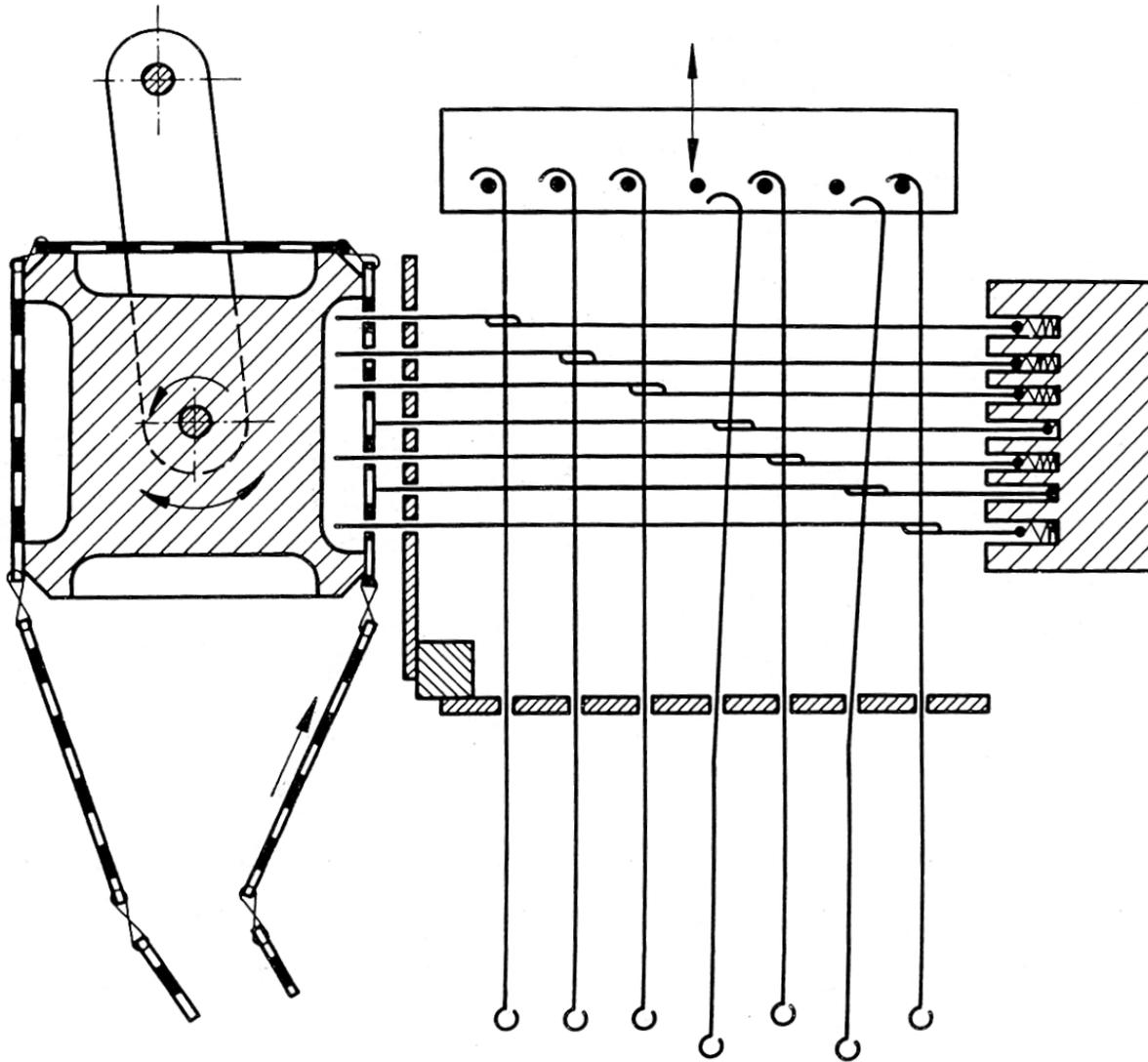


Webstuhl von Falcon (1728)

Diese Konstruktion wurde weiterentwickelt von Ch. de Vaucanson und industriell hergestellt von Joseph Marie Jacquard. Vorher hatte schon B. Bouchon in Lyon eine Lochkarten-Steuerung bei der Garnherstellung verwendet (1725).

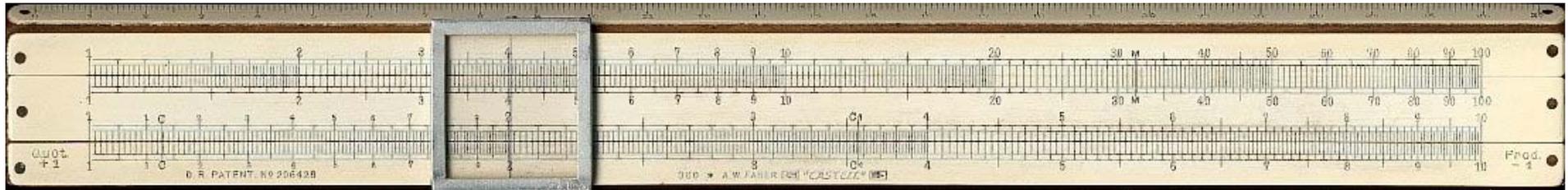


Nördlinger Teppichwebstuhl mit Jacquard-Steuerung



Teppichwebstuhl mit Jacquard-Steuerung

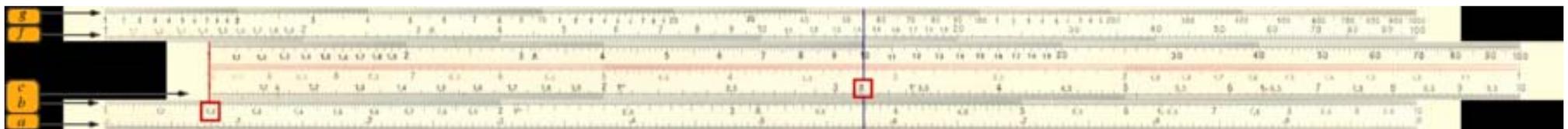
Prinzip der Lochkarten-Steuerung des „Jacquard“-Webstuhls. Die waagrechten, gefedert gelagerten Stifte werden durch die von der vierkantigen Trommel transportierten und angedrückten Lochkarten zurückgedrückt, falls sie keine Lochung treffen, und nehmen in ihrer Öse die senkrechten Haken mit; der danach aufwärts gezogene Bügel nimmt nur die nicht derart ausgelösten Haken mit nach oben und zieht so das der Lochung entsprechende Muster von Kettfäden.



Rechenschieber von A.W. Faber (Typ 360) aus dem Jahre 1905; Teilungslänge 250 mm, Material: Holz mit Zelluloidbeschichtung. Skalensystem "Mannheim" mit nur zwei Skalenspaaren: oben Quadratskalen mit zwei logarithmischen Dekaden und unten Grundskalen mit einer logarithmischen Dekade. Auf der Rückseite der Zunge befinden sich Winkelfunktionsskalen.

Aufgabe: bestimme $1,2 * \pi$ mit Hilfe des Rechenschiebers.

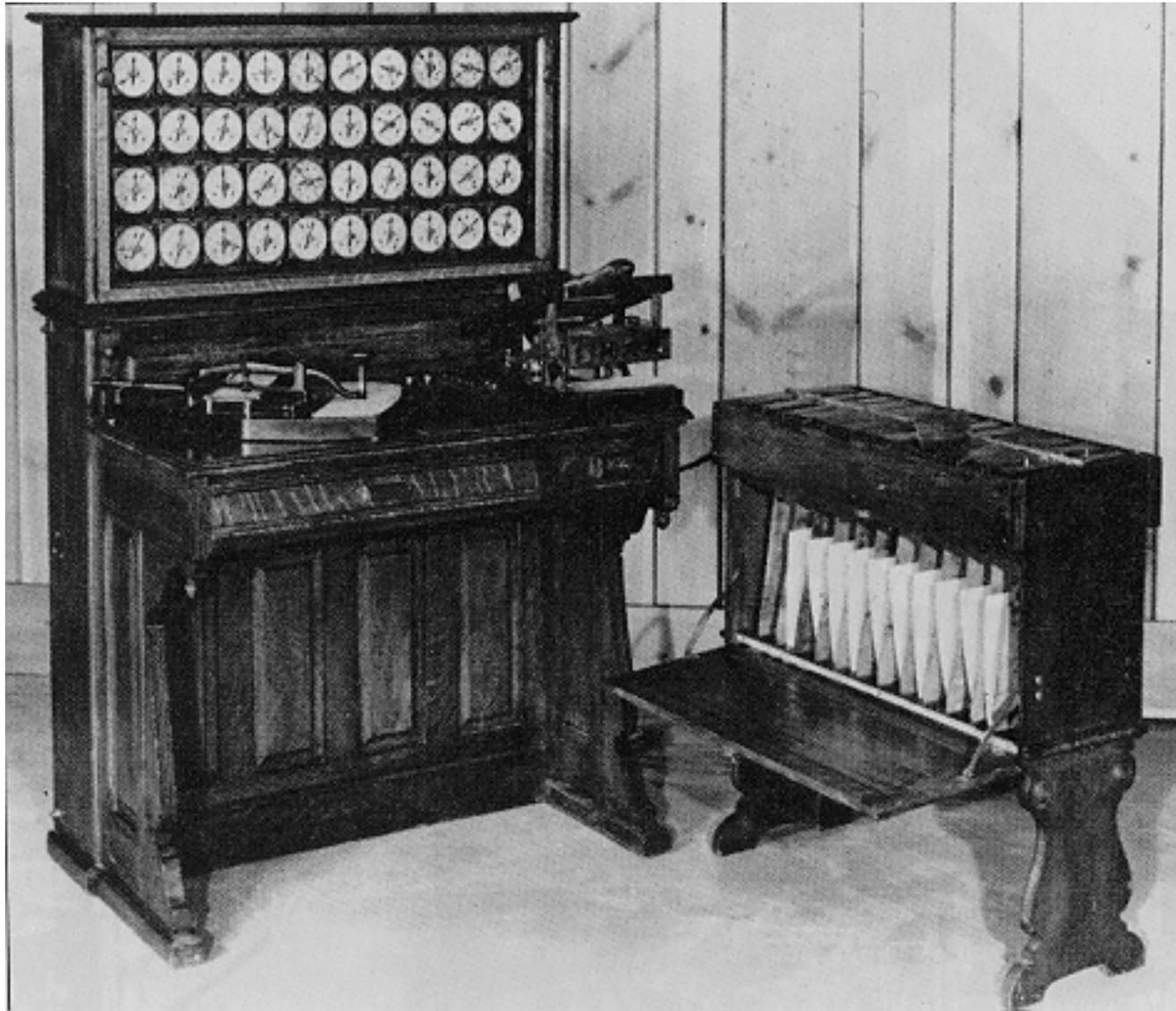
Dazu wird die '1' der Skala 'c' neben die '1,2' auf der Skala b geschoben (siehe Bild 2). Anschließend wird die blaue Fadenlinie auf den Wert π auf der Skala 'c' verschoben und das Resultat auf der Skala 'b' abgelesen. So findet man den Wert von 3,77 (exakt 3,7699112..).



Dr. Herman Hollerith (1860-1929)

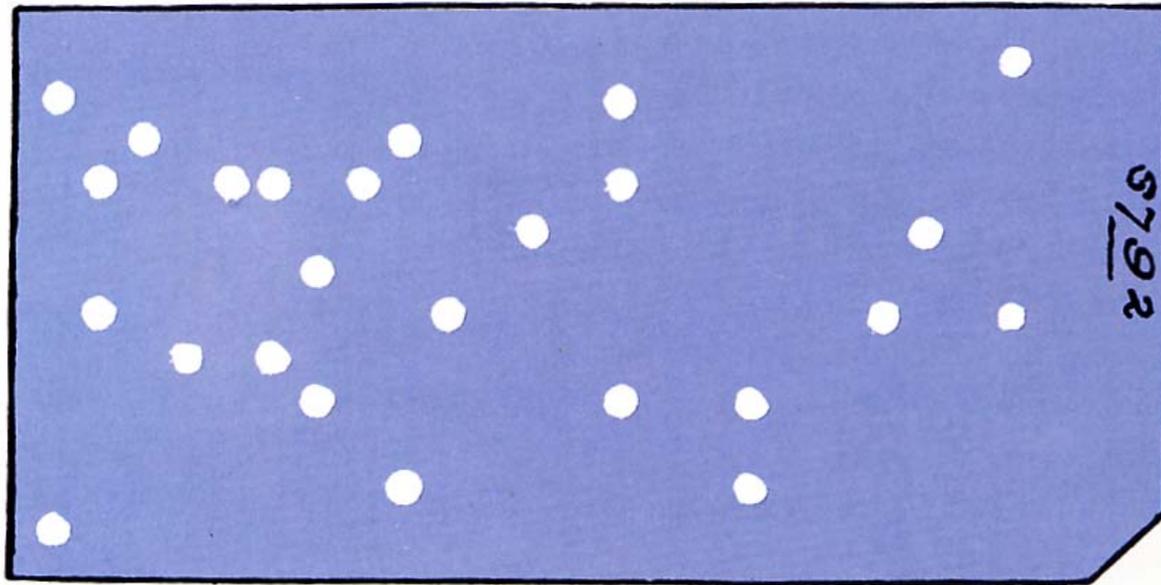
Mitbegründer der Firmen Hollerith Inc. (USA) und Hollerith GmbH (Deutschland), später in IBM umbenannt.

Einführung der Lochkarte bei der 1890 Volkszählung in den USA.

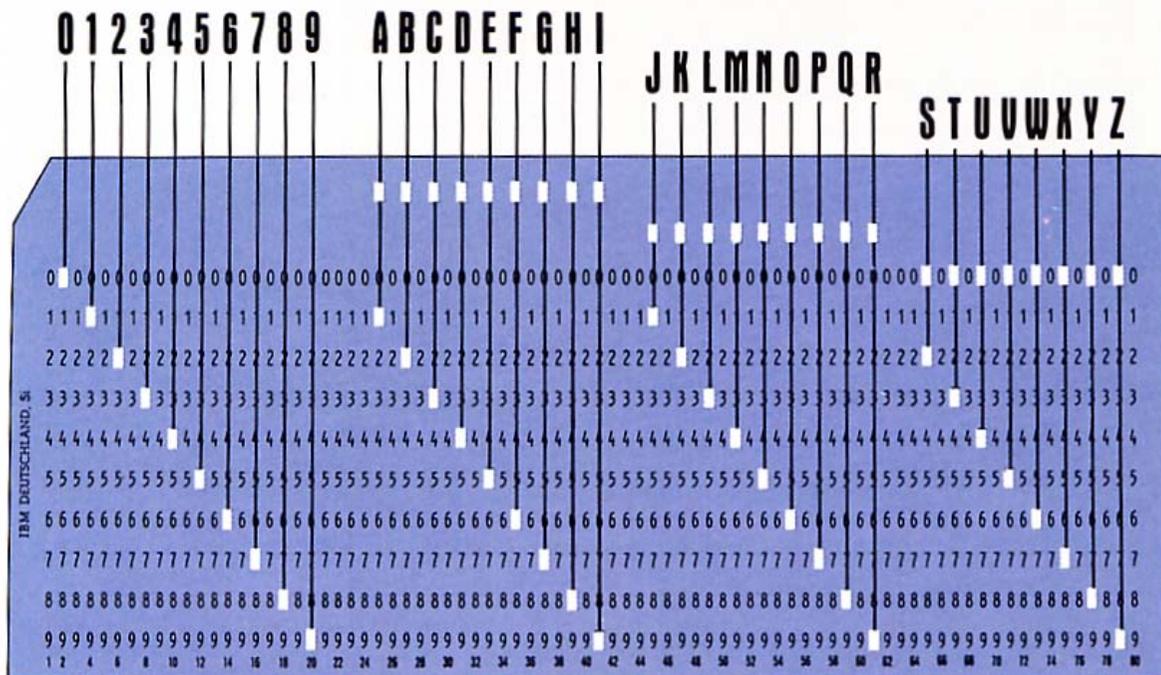


Hollerith's 1890 tabulating machine. The results of a tabulation are displayed on the clock-like dials. A sorter is on the right. On the tabletop below the dials are a Pantographic card punch on left and the card reading station on the right, in which metal pins pass through the holes, making contact with little wells of mercury, completing an electrical circuit.





Unbedruckte Hollerith Lochkarte von der 11. USA Volkszählung 1890



IBM Lochkarte mit 80 spalten

Die Elektrische Zähl- und Sortierapparatur von Hollerith bestand aus den folgenden Teilen:

einer manuellen Kartenabföhl-Vorrichtung,
den Zähluhren, deren „Minutenzeiger“ bis 99 zählt
und einen Hunderterübertrag auf dem „Stundenzeiger“
verursacht, sodaß mit einer Uhr bis 9999 gezählt
werden kann und den Relais im Innern der Apparatur.

Elektrisch verbunden mit der Zählapparatur war der Sortierkasten.

Die Hollerith-Lochkarte bildet mit ihren Lochungen in der Abföhleinrichtung einen Vielfachschalter. Die Relais stellen die Verbindung zwischen diesen Stromkontakten, den Zähluhren für die Census-Parameter, einem Sortierfach und der Batterie her. Das heißt, mit den Relais wird eine Auswertung programmiert. Und die Einbeziehung eines Sortierfaches in den Stromkreis erlaubt die gezielte Ablage der ausgewerteten Lochkarte und dadurch die Herstellung einer neuen Ordnung der Lochkarten für die nächste Auszählung.

Man kann sich leicht vorstellen, daß die Census-Parameter so in Abhängigkeit voneinander programmierbar und komplexe Auswertungen möglich sind. Auch mehrere Auswertungen lassen sich auf diese Weise gleichzeitig pro Lochkartendurchlauf programmieren. Hinzu kommt die Zuverlässigkeit dieser von menschlicher Aufmerksamkeit unabhängigen Auswertungen.

Ein dritter Aspekt ist die Arbeitsgeschwindigkeit bei den Auswertungen.

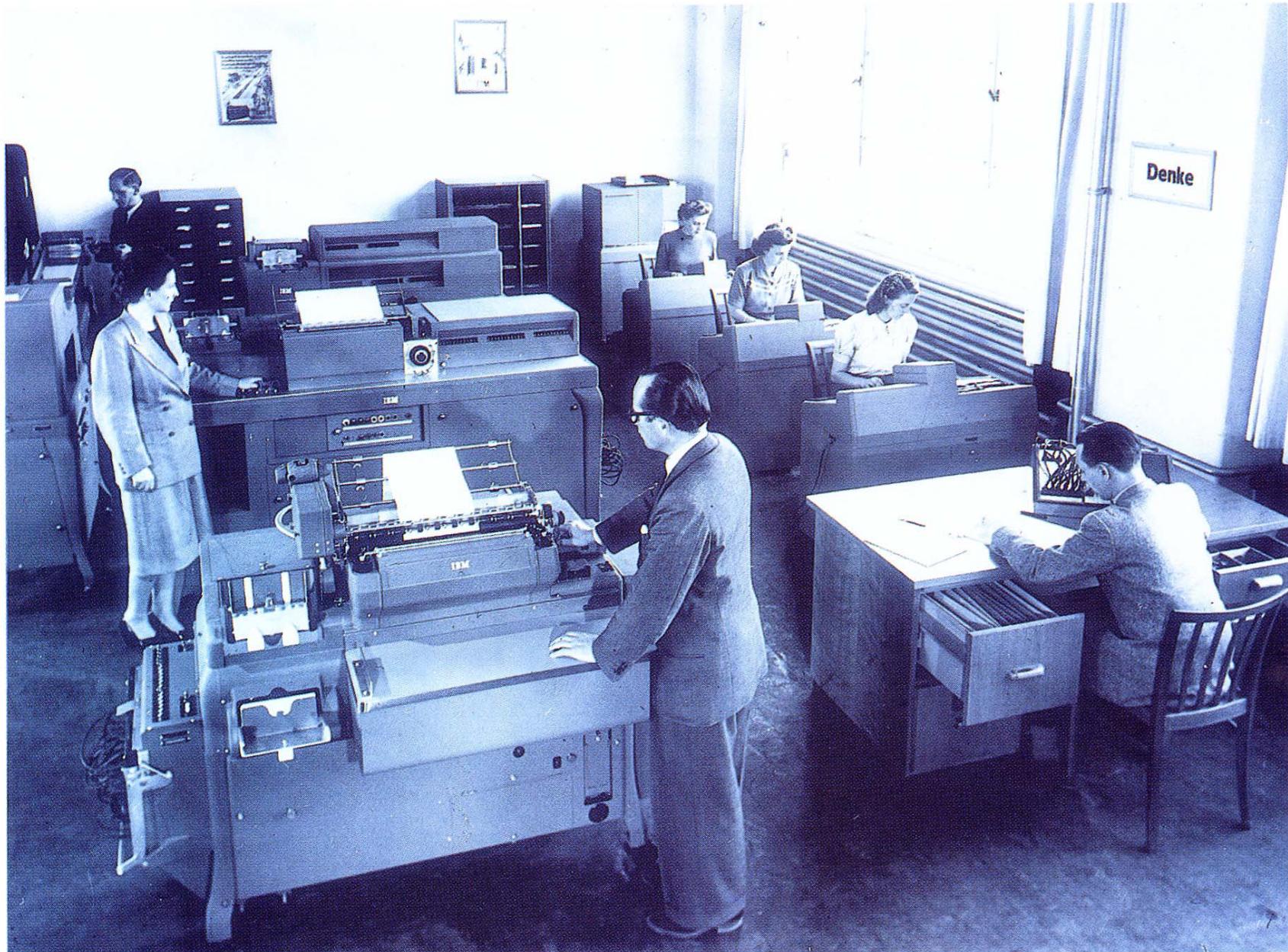
Hollerith's Erfindung wurde 1890 beim 11. US Census eingesetzt. Fast 63 Millionen Lochkarten (für jeden Bewohner eine) wurden mehrfach ausgewertet.

Natürlich wußte Hollerith, daß als Grundoperation eines Census das Zählen – also die Addition von Eins – nicht ausreicht, denn bei einer Landwirtschaftsstatistik sind z. B. auch Flächen und Ernteergebnisse der Farmen auszuwerten. Das heißt als Grundoperation ist auch die Addition von Werten und Maßzahlen erforderlich.



Hollerith Lochkarten Sortiermaschine

**Da die Lochkarten durch die
Erdschwerkraft sich im freien Fall nach
unten bewegten, entfiel die Mechanik für
einen Lochkarten-Antrieb**



„Hollerith Abteilung“ in einer deutschen Großfirma, circa 1948

Hollerith-Abteilung der frühen 1950er Jahre:
in der Mitte die Tabelliermaschine D11,
davor eine Alphabet-schreibende Tabelliermaschine.

Die Elektrische Zahl- and Sortierapparatur von Hollerith bestand aus den folgenden Teilen:

- einer manuellen Kartenabfuhr-Vorrichtung,
- den Zahluhren, deren „Minutenzeiger“ bis 99 zählt
- and einen Hunderterübertrag auf dem „Stundenzeiger“
- verursacht, soda! mit einer Uhr bis 9999 gezahlt
- werden kann und
- den Relais im Innern der Apparatur.

Elektrisch verbunden mit der Zahlapparatur war der Sortierkasten.

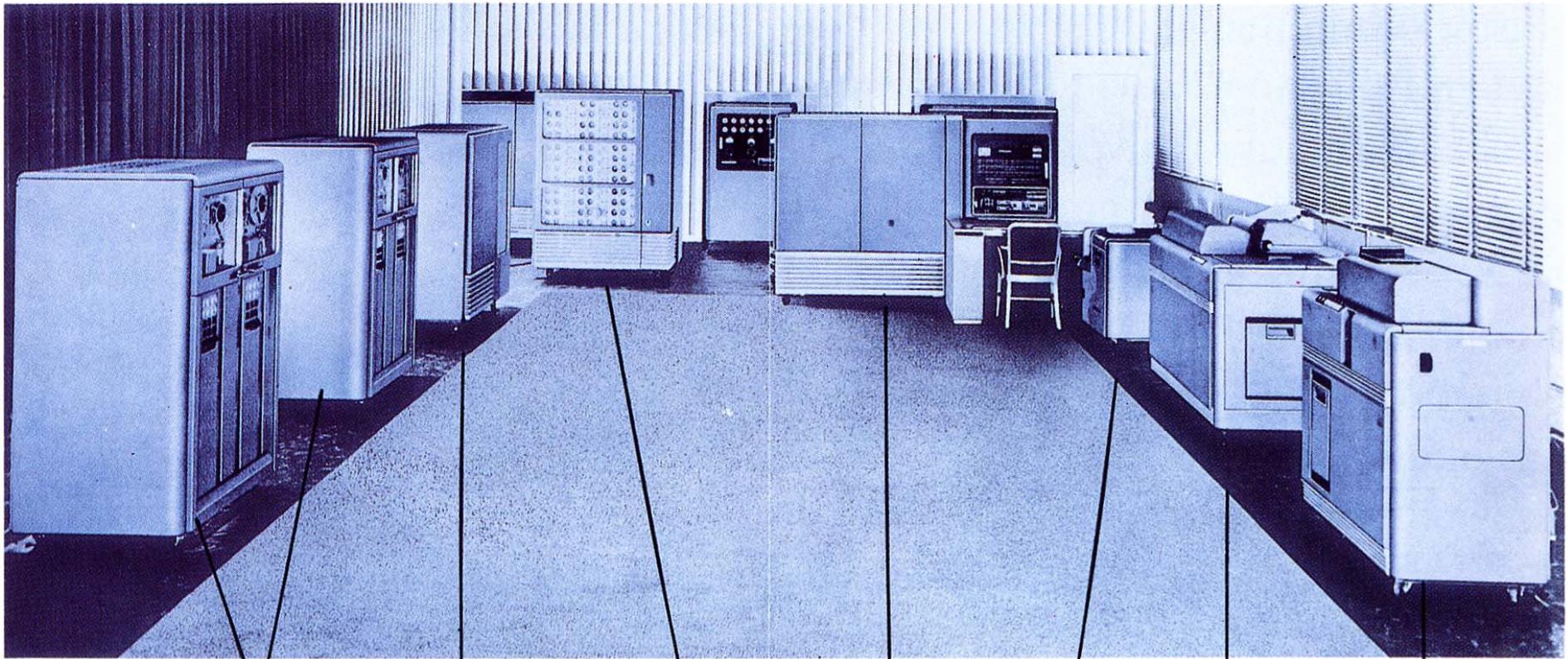
Die Hollerith- Lochkarte bildet mit ihren Lochungen in der Abfuhrleinrichtung einen Vielfachschalter. Die Relais stellen die Verbindung zwischen diesen Stromkontakten, den Zahluhren für die Census-Parameter, einem Sortierfach and der Batterie her. Das heißt, mit den Relais wird eine Auswertung programmiert. Und die Einbeziehung eines Sortierfaches in den Stromkreis erlaubt die gezielte Ablage der ausgewerteten Lochkarte and dadurch die Herstellung einer neuen Ordnung der Lochkarten für die nächste Auszahlung.

Man kann sich leicht vorstellen, daß die Census-Parameter so in Abhängigkeit voneinander programmierbar and komplexe Auswertungen möglich sind. Auch mehrere Auswertungen lassen sich auf diese Weise gleichzeitig pro Lochkartendurchlauf programmieren. Hinzu kommt die Zuverlässigkeit dieser von menschlicher Aufmerksamkeit unabhängigen Auswertungen.

Ein dritter Aspekt ist die Arbeitsgeschwindigkeit bei den Auswertungen.

Hollerith's Erfindung wurde 1890 beim 11. US Census eingesetzt. Fast 63 Millionen Lochkarten (für jeden Bewohner eine) wurden mehrfach ausgewertet.

Natürlich wollte Hollerith, daß als Grundoperation eines Census das Zahlen – also die Addition von Eins – nicht ausreicht, denn bei einer Landwirtschaftsstatistik sind z. B. auch Flächen and Ernteergebnisse der Farmen auszuwerten. Das heißt als Grundoperation ist auch die Addition von Werten and Malzahlen erforderlich.



Magnetbandeinheit IBM 726

Magnettrommeleinheit IBM 731

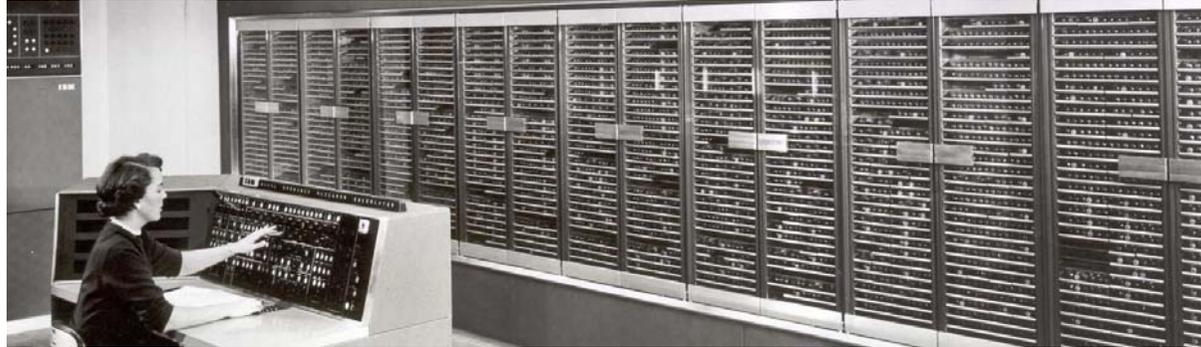
Elektrostatische Speichereinheit IBM 706

Elektronische Zentraleinheit IBM 701

Lochkartenstanzer IBM 721

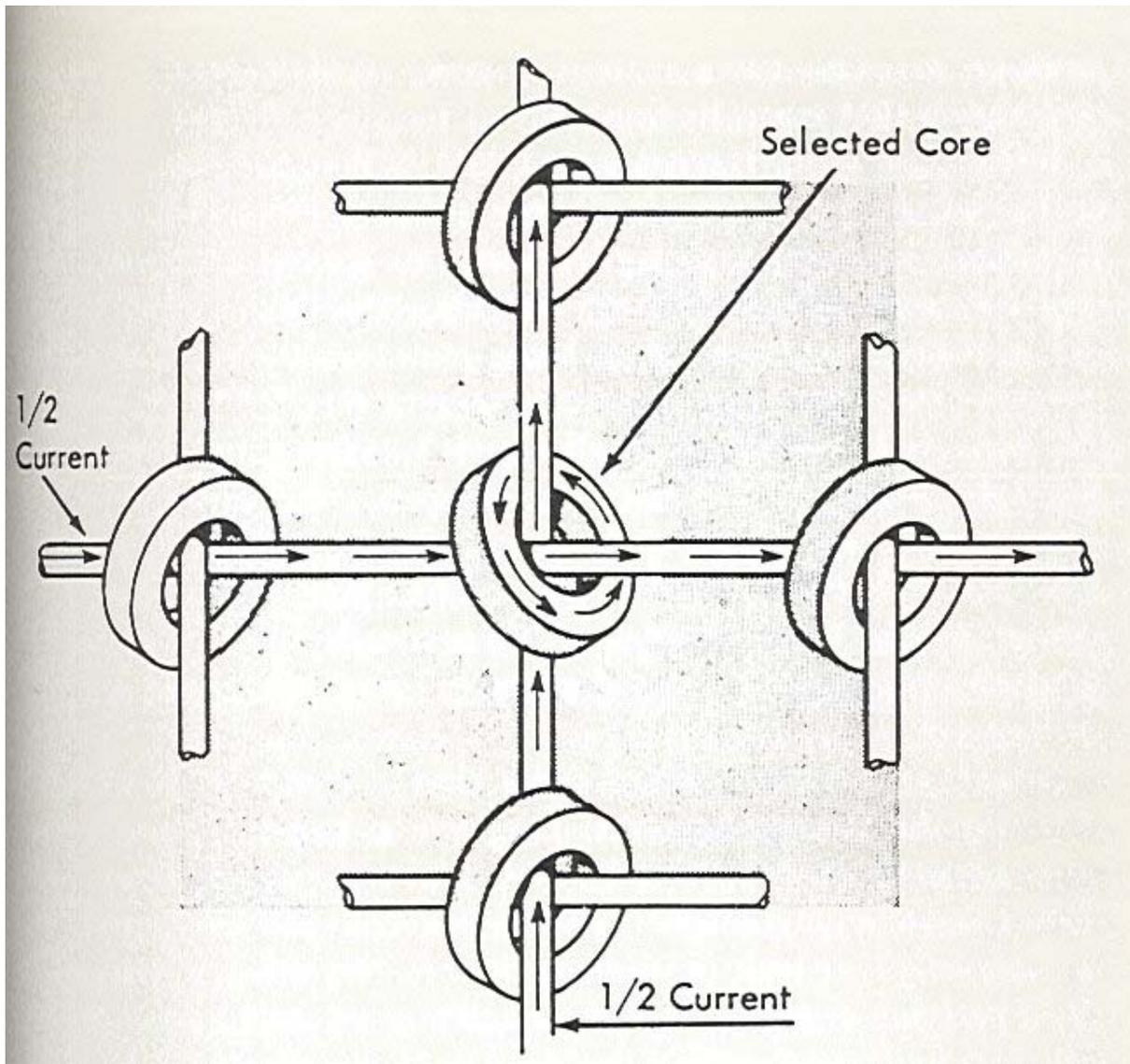
Alphabetdrucker IBM 716

Lochkartenleser IBM 711



IBM's Naval Ordnance Research Calculator (NORC) was the first supercomputer and the most powerful computer on earth from 1954 to about 1963. It remained in service until 1968. Built between 1950 and 1954 at Columbia University's Watson Scientific Computing Laboratory

- **Word size: 16 decimal digits + check digit (64 + 2 bits).**
- **64 three-address instructions.**
- **Clock: 1 μ sec.**
- **15,000 operations per second with automatic error checking.**
- **Two universal registers, one million digits per second.**
- **Three address/index registers.**
- **Add time: 15 μ sec. Multiply: 31 μ sec. Divide: 227 μ sec.**
- **Random-access CRT memory: 3600 words, 8 μ sec access, provided by 264 Williams-type CRTs**



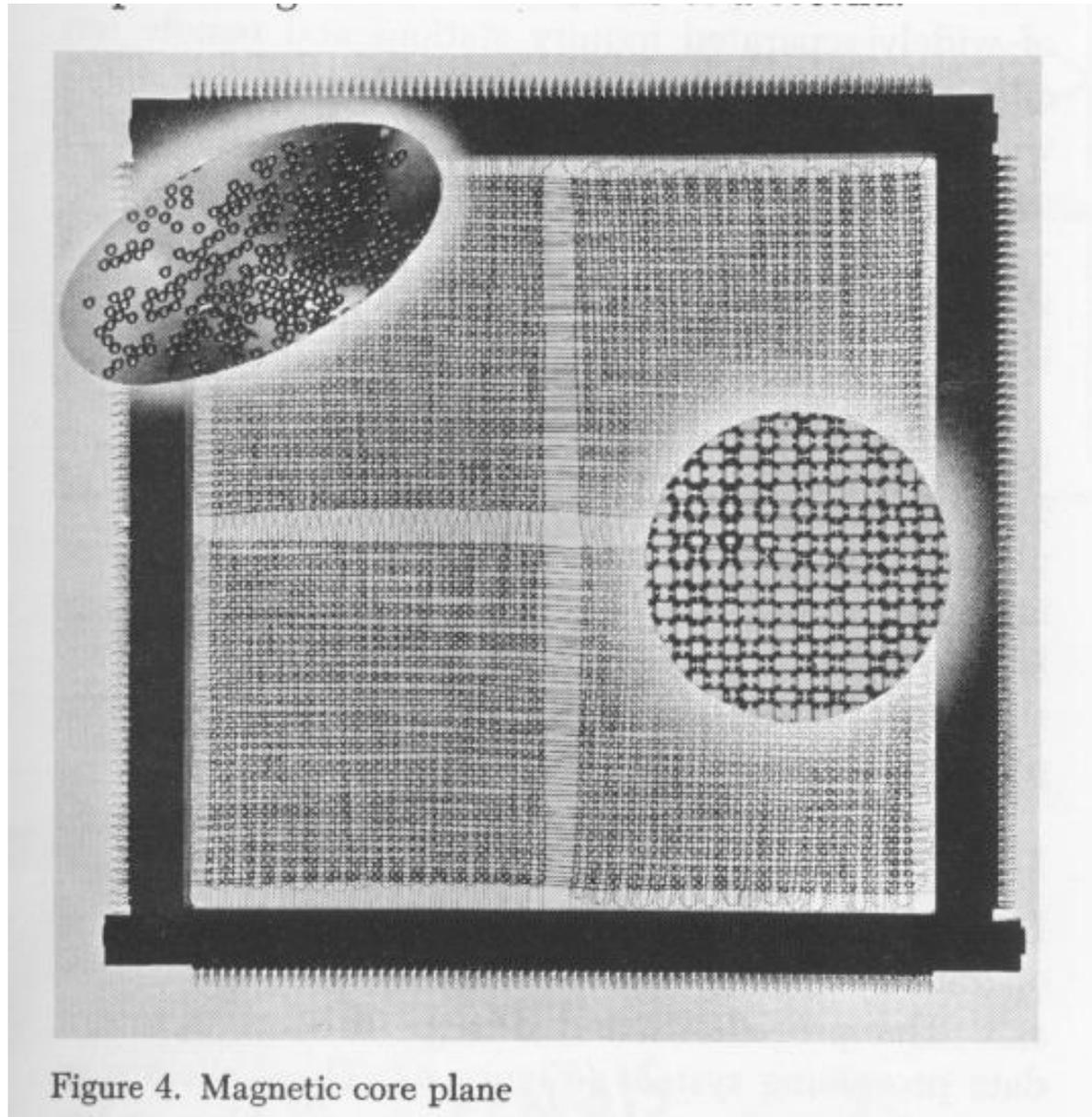
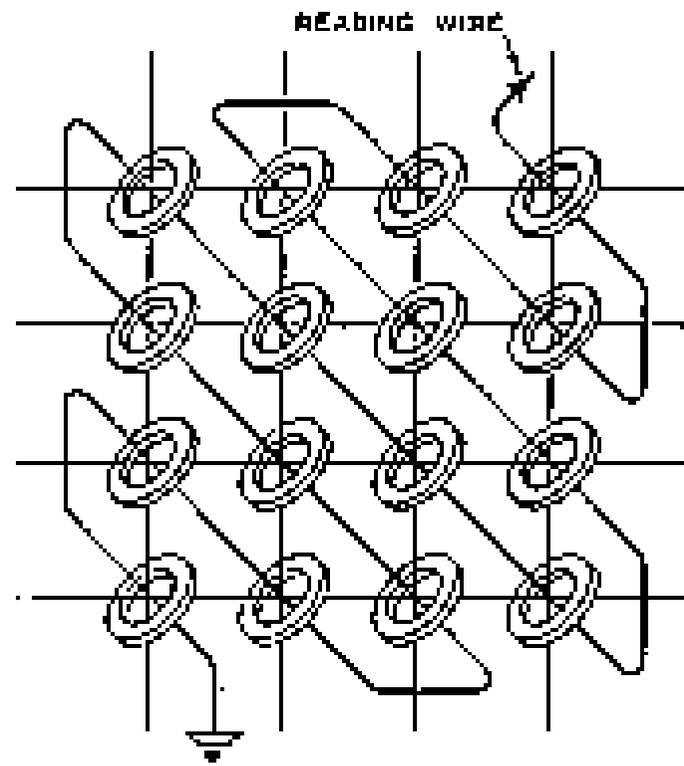


Figure 4. Magnetic core plane

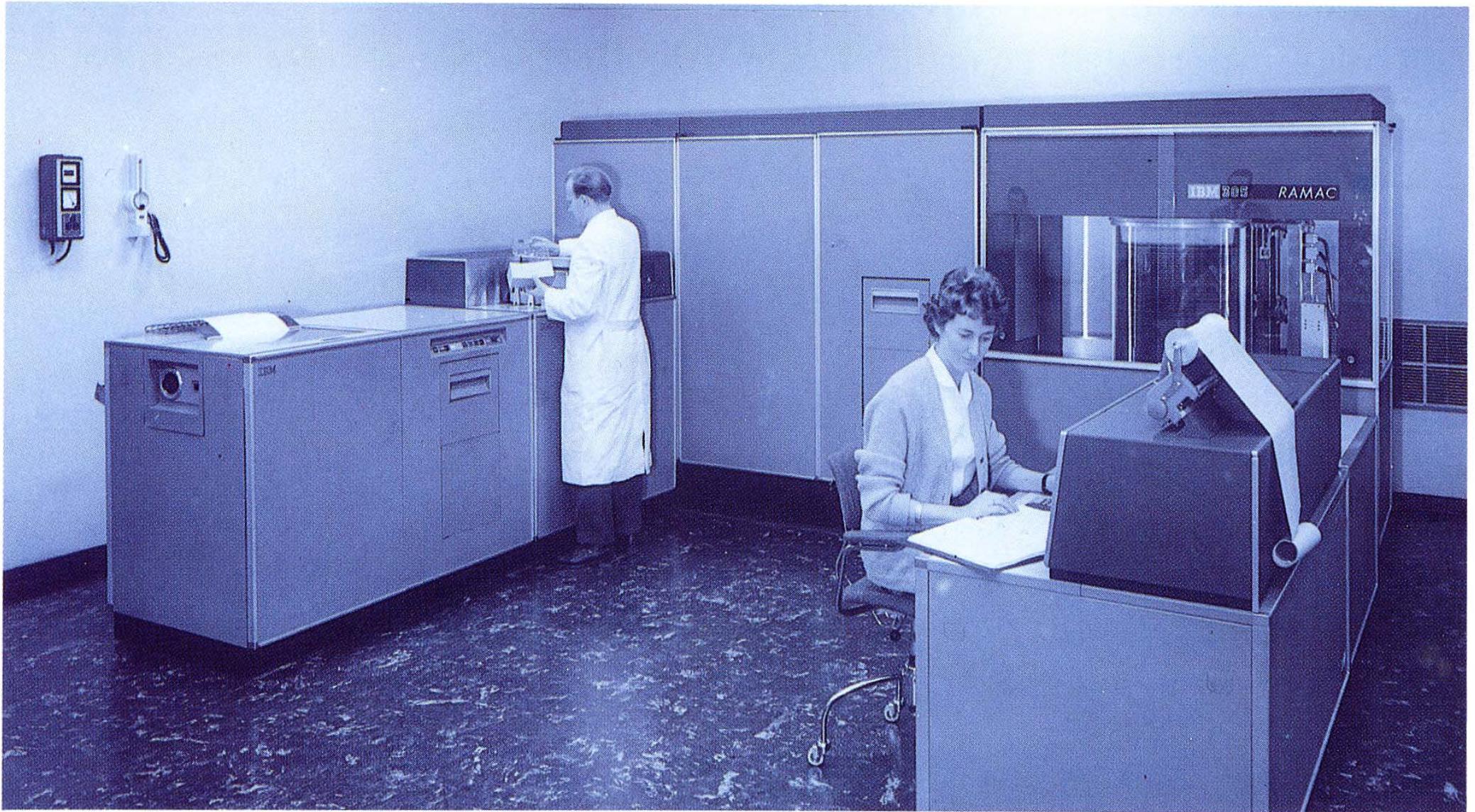




The IBM 737 was formally announced on October 1, 1954. Users of the IBM 701 Data Processing System could specify the 737 in lieu of the [IBM 706 Electrostatic Storage Unit](#) to gain the advantage of magnetic core storage, viz., the elimination of regeneration time and the reduction of processing time in many applications. For example, the 737 reduced the time needed to perform additions, including access, from 60 microseconds to 36 microseconds.

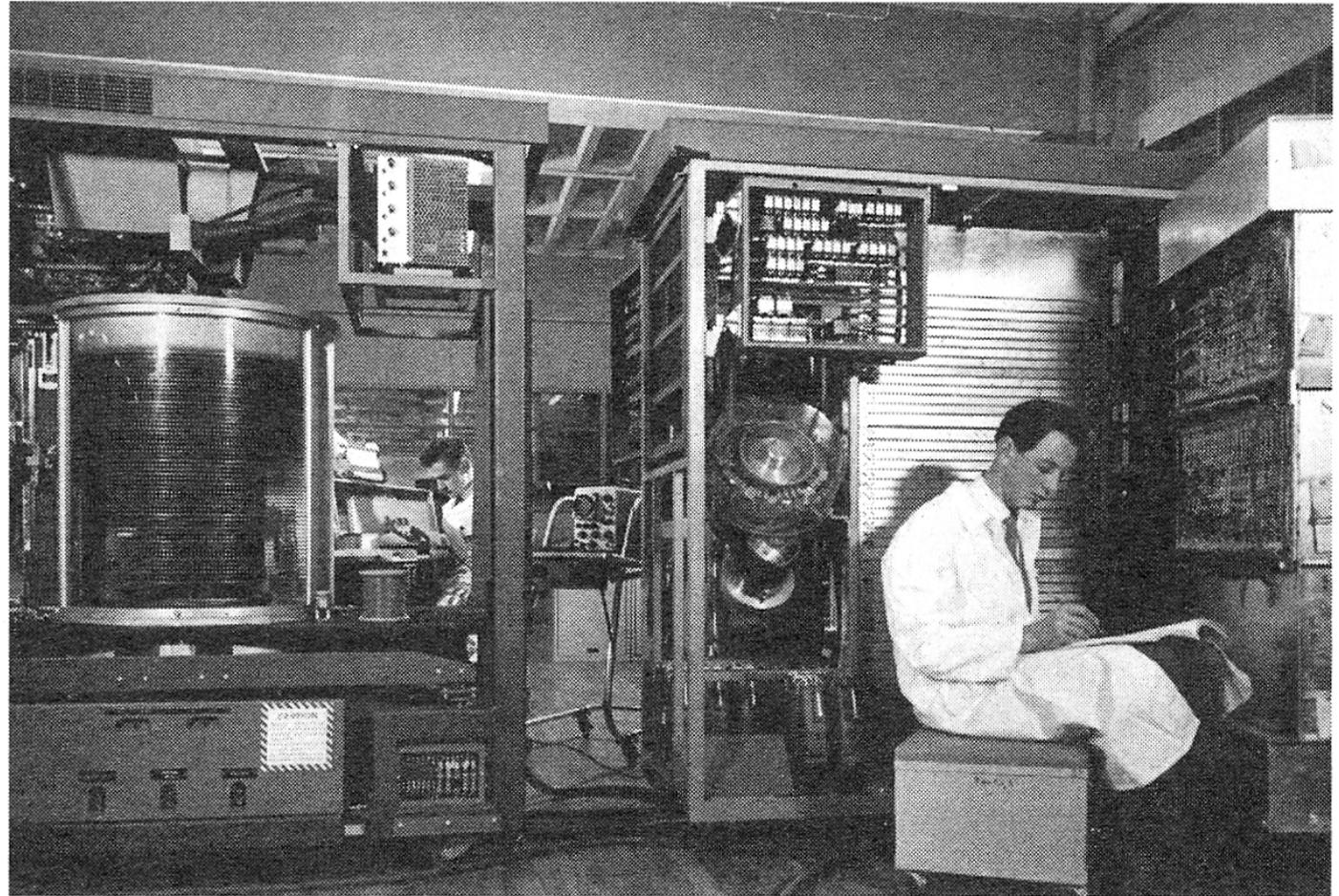
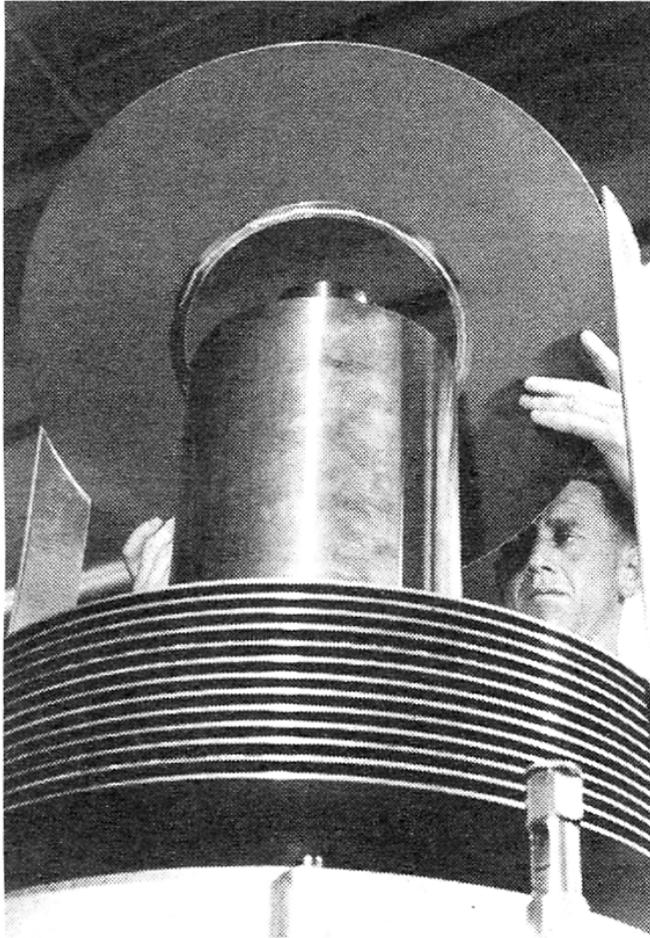
The unit was available with one capacity of 4,096 36-bit words. Customers could rent a 737 for a fee of \$6,100 a month.

The IBM 737 Magnetic Core Storage Unit also could be used with the IBM 704 and IBM 709 Data Processing Systems.



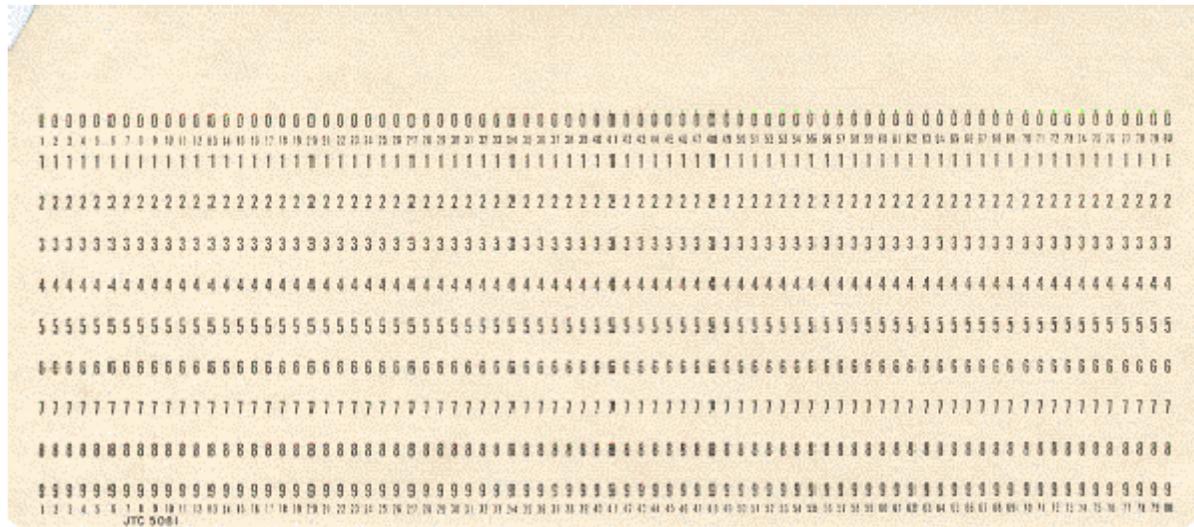
Die Erfindung des Plattenspeichers - IBM 305 RAMAC





IBM 305 RAMAC

Die Festplatte hatte eine Kapazität von 5 Millionen 7-Bit-Zeichen (entspricht 4,375 Millionen Oktetten, also 4,375 Megabyte im heutigen Sprachgebrauch). Sie hatte ein Gewicht von einer Tonne. Die Daten wurden auf 50 mit Eisenoxid beschichteten Platten mit einem Durchmesser von 24 Zoll (61,4 cm) gespeichert.



The modern, standard, corner-cut, 80-column general-purpose IBM punch card, introduced in 1928, and popularly known as the "IBM card". Holes in the 80-column card are rectangular, rather than round as in earlier models. The bottom ten rows are labeled with digits; the top two rows are unlabeled and are used in an alphanumeric character code first standardized by IBM in 1931 as BCDIC, a 40-character set that included digits, uppercase A-Z, space, minus sign, asterisk, and ampersand [52], eventually expanded to a large family of 256-character Extended BCDIC (EBCDIC) codes, IBM's Country Extended Code Pages.

Lochschriftübersetzung

| | | | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|
| 0123456789 | ABCDEFGHI | JKLMNOPQR | STUVWXYZ | # [:] | + , ! ' " | -] * = { ? | / . % ^ > (| ~ ~ ~ ~ |
| 000000000 | 000000000 | 000000000 | 000000000 | 000000000 | 000000000 | 000000000 | 000000000 | |
| 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | |
| 222222222 | 222222222 | 222222222 | 222222222 | 222222222 | 222222222 | 222222222 | 222222222 | |
| 333333333 | 333333333 | 333333333 | 333333333 | 333333333 | 333333333 | 333333333 | 333333333 | |
| 444444444 | 444444444 | 444444444 | 444444444 | 444444444 | 444444444 | 444444444 | 444444444 | |
| 555555555 | 555555555 | 555555555 | 555555555 | 555555555 | 555555555 | 555555555 | 555555555 | |
| 666666666 | 666666666 | 666666666 | 666666666 | 666666666 | 666666666 | 666666666 | 666666666 | |
| 777777777 | 777777777 | 777777777 | 777777777 | 777777777 | 777777777 | 777777777 | 777777777 | |
| 888888888 | 888888888 | 888888888 | 888888888 | 888888888 | 888888888 | 888888888 | 888888888 | |
| 999999999 | 999999999 | 999999999 | 999999999 | 999999999 | 999999999 | 999999999 | 999999999 | |
| 1 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 | | | | | | | | |

Lochfeld der Ziffern 0-9 Spalte Lochposition

Überlochkarte Normallochkarte Zeile

IBM Lochkarte

IBM 026 Card Punch





**System /360
Modell 30**



System 360 Model 20



**Prozessor mit Steuerkonsole,
IBM 2020**

**Multifunktions-
kartenmaschine
IBM 2560**

**Kartenleser
IBM 2501**

**Lesestanzer
IBM 2520**

**Plattenspeicher-
einheiten (2)
IBM 2311**

**Stabdrucker
IBM 1443**

IBM System /360 Modell 20

Bs360M20.dsf



IBM S /360

Modell 30

Hauptspeicher

- **Kapazität**
16 kB bis
64 kB
- **Zyklus**
1,5 μ s
- **Zugriff**
ein Byte breit

E/A via
Selektor- &
Multiplex-
kanäle

Frontalsicht auf die CPU (rechts), die Steuerpult-Tastatur mit Seriendrucker. Im Hintergrund (links) Plattenspeicher-Einheiten und dahinter Magnetbandeinheiten.



IBM Niederlassung Hamburg Rechenzentrum Nord

Bild: März 1967

IBM /360 Modell 50,

Hauptspeicher 262 kB

DASD: 6 x 2311

SASD: 8 x 2401

Drucker: 2 x 1403N

Kartenleser:

1 x 2540 und

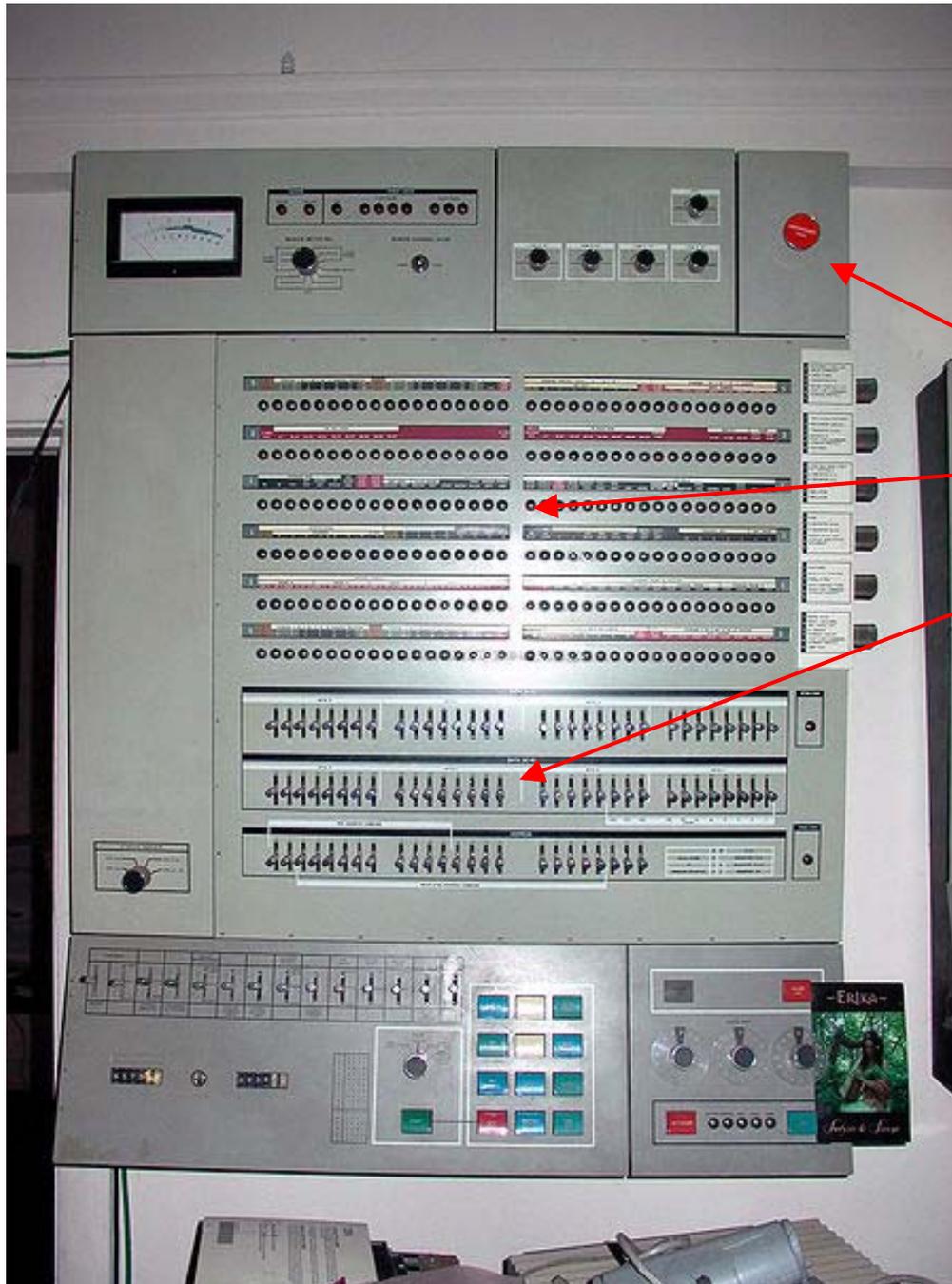
1 x 2501

DFÜ-Einrichtung

Links das Steuerpult, im
Hintergrund M'Bandeneinheiten



**S/360 Rechner
(Modell 62)
mit Bandeinheit
und
Plattenspeicher,
1966**



**Model 65
operator's console, with
register value lamps,
toggle switches,
and "emergency pull"
switch**



**S/360 Rechner
IBM 3214
Plattenspeicher-
einheiten
1968**



**Parallel Channel Bus- and Tag Cable Connectors,
Der Vorläufer des heutigen FICON Glasfaserkabels**



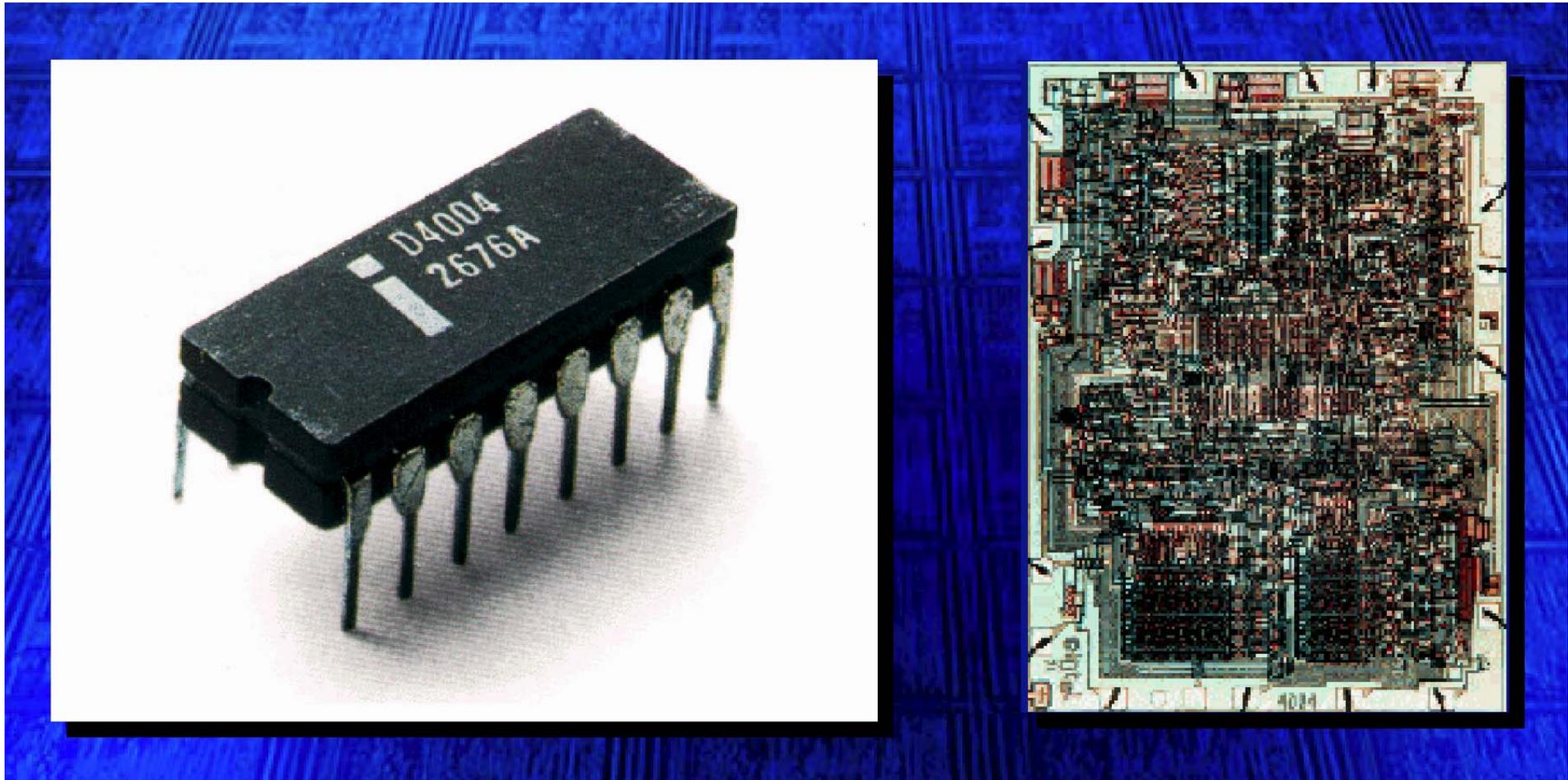
IBM 3278 „Green Screen“ Bildschirm

Alpha Architecture Reference Manual

The Alpha architecture is a RISC architecture that was designed for high performance and longevity. Following Amdahl, Blaauw, and Brooks,¹ we distinguish between architecture and implementation:

- Computer architecture is defined as the attributes of a computer seen by a machine-language programmer. This definition includes the instruction set, instruction formats, operation codes, addressing modes, and all registers and memory locations that may be directly manipulated by a machine-language programmer.
- Implementation is defined as the actual hardware structure, logic design, and data-path organization.

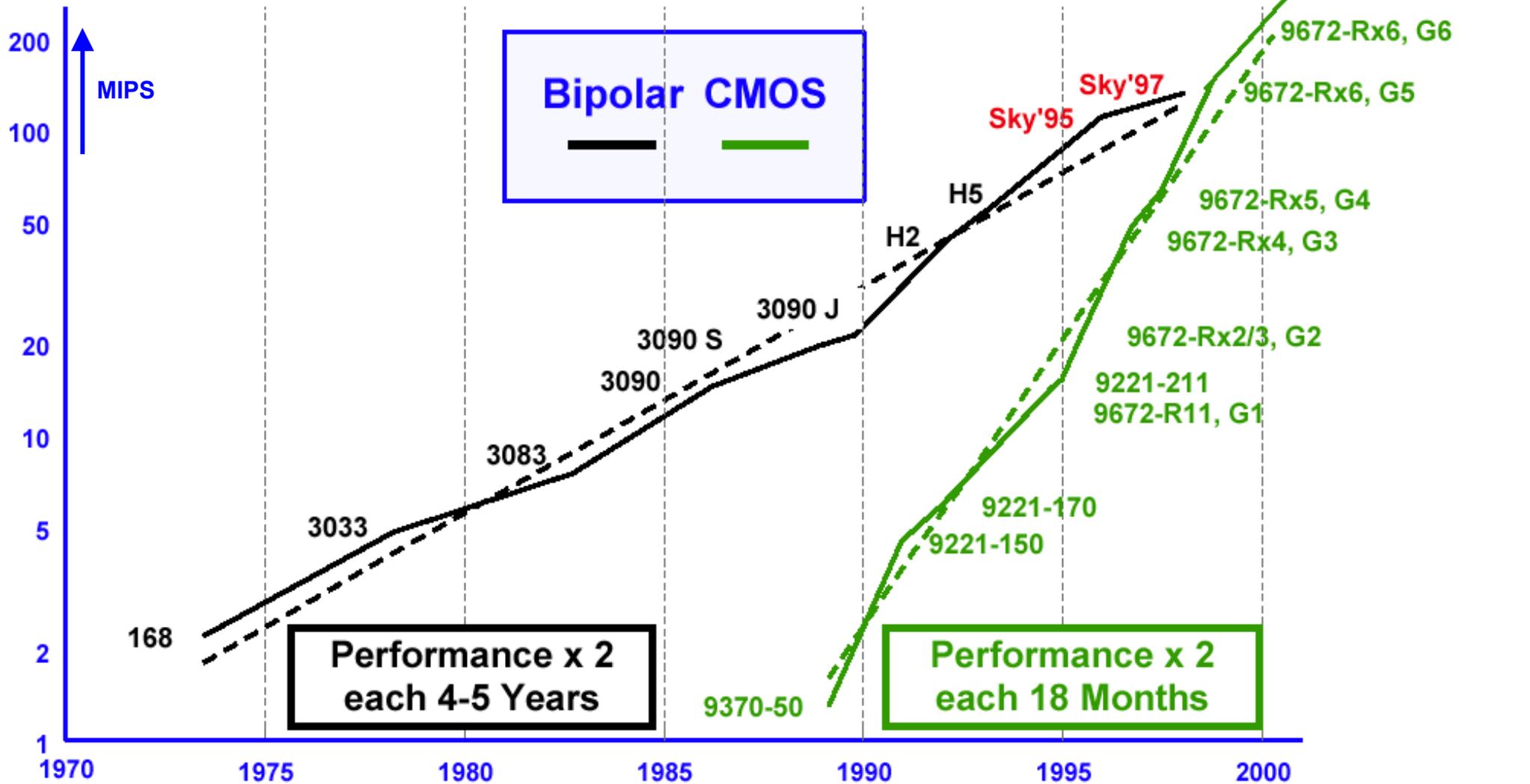
1. Amdahl, G.M., G.A. Blaauw, and F.P. Brooks, Jr. "Architecture of the IBM System/360." *IBM Journal of Research and Development*, vol. 8, no. 2 (April 1964): 87-101.



**Geburt einer Revolution, November 1971: Intel 4004 Mikroprozessor
10 μ Prozess, 2300 Transistoren, 108 KHz Taktfrequenz**

Bipolar to CMOS

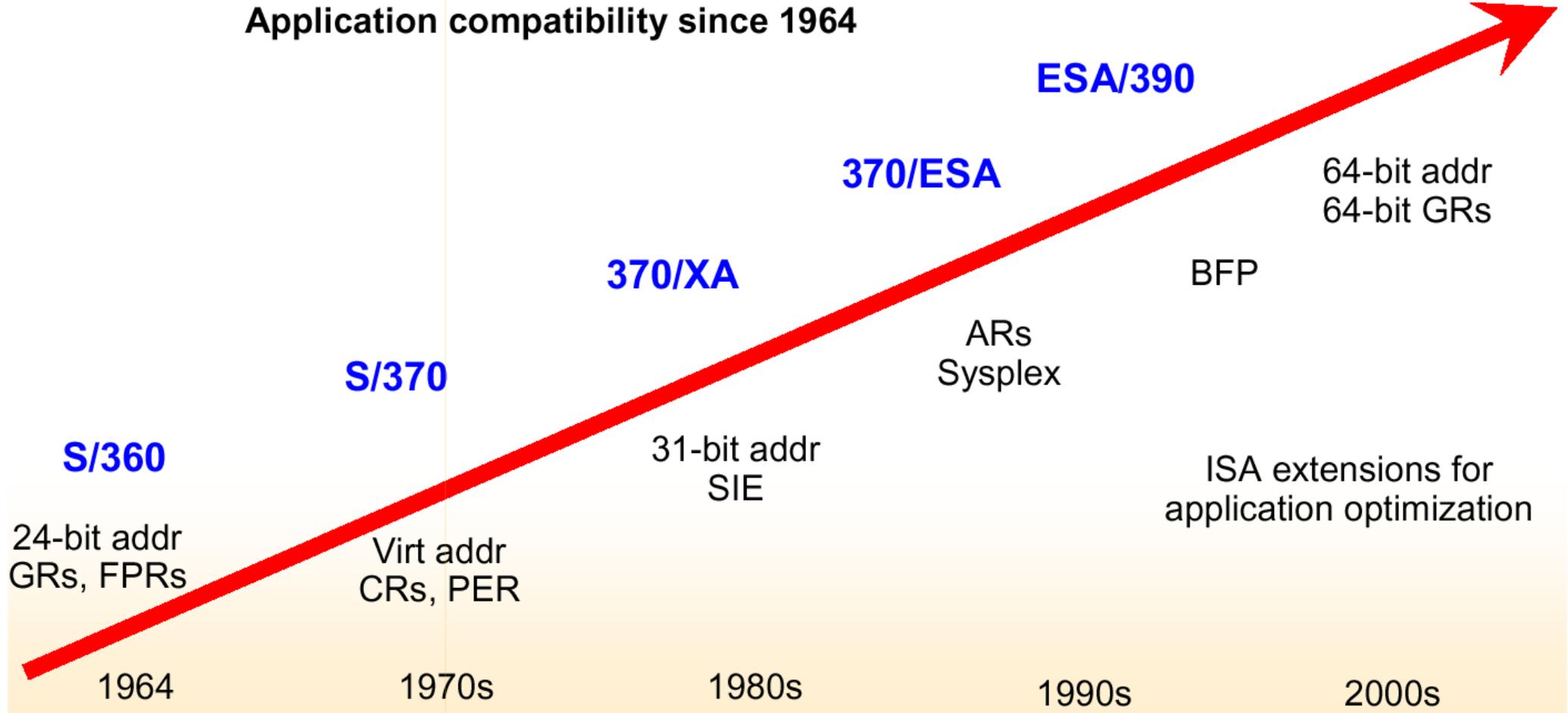
1988 entstand der erste S/370 Rechner in CMOS Technologie, damals noch recht langsam. 1997 wurde die Entwicklung von bipolaren S/390 Rechnern eingestellt, weil die CMOS Technologie sie überflügeln konnte.



IBM Instruction Set Architecture

Application compatibility since 1964

z/Architecture



GR General Purpose Register
FPR Floating Point Register
CR Control Register
PER Program Event Recording

SIE Start Interpretive Execution
AR Access Register
BFP Binary Floating Point