

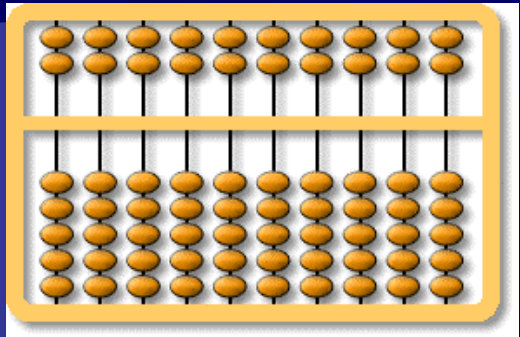
# Die Entwicklung der Rechenmaschinen von den Anfängen bis zur Gegenwart

*erstellt von Ronny Krüger im SS 2003*

# Die Antike

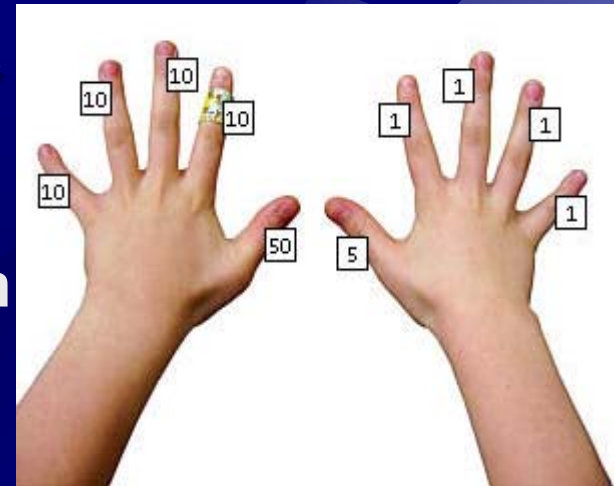
- Rechnen (Zahlenrechnen) galt in der Antike als unwürdig und wurde den Sklaven überlassen.
- Als Rechenhilfsmittel diente der Abakus.
- Ergebnisse der Berechnungen wurden in der Regel mit römischen Zahlen festgehalten.
- Bemerkenswert: Grundlage für das Rechnen mit dem Abakus war eigentlich ein Stellenwertsystem.

# Der Abakus



- Der Abakus wurde wahrscheinlich schon vor 3000 Jahren entwickelt. (Abb.: Chinesischer Abakus).

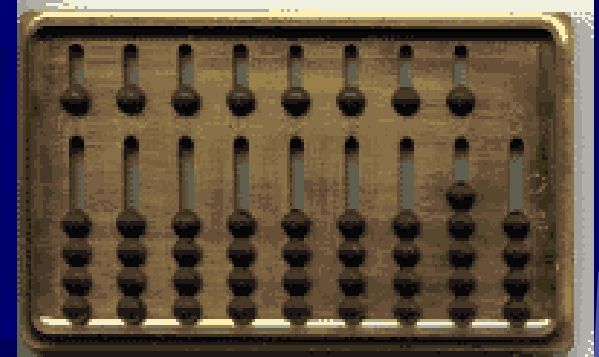
- Das **Rechenprinzip** dieses Gerätes war jedoch kein duales und auch kein dezimales, sondern ein sogenanntes "**bi-quintales**", was in Anlehnung an die zweimal fünf Finger der menschlichen Hände entstand.



# Abakusarten

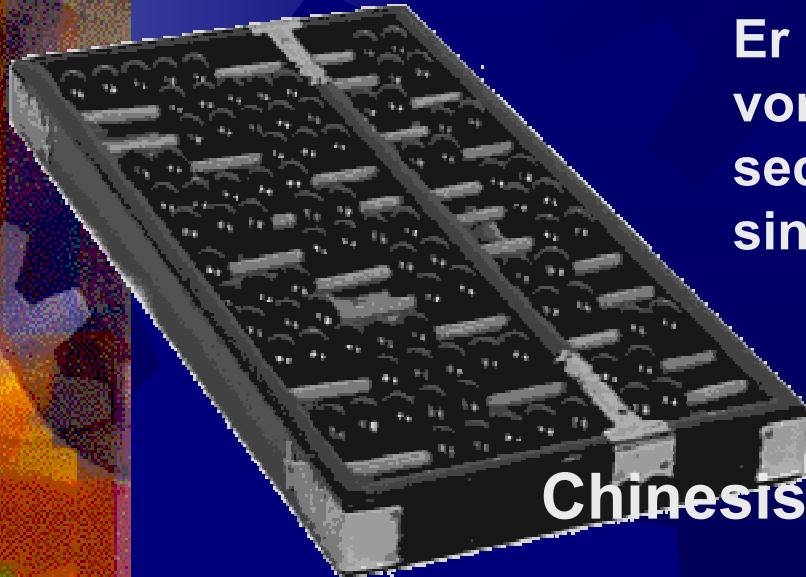
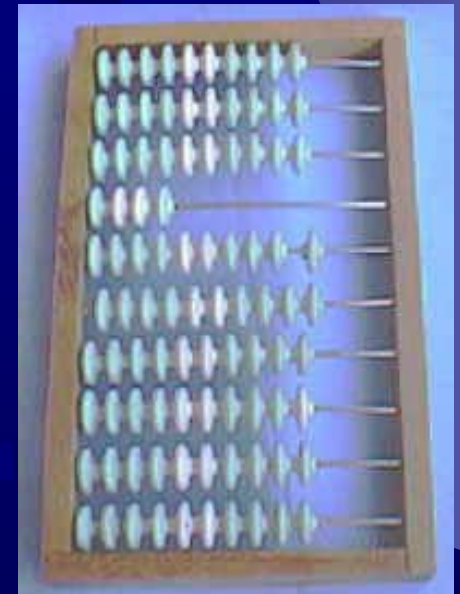
## Römischer Handabakus (Replik)

Original im Thermenmuseum Rom (ca.300 v. Chr.) Er besteht aus einer Bronzeplatte mit senkrechten Schlitzen, in denen die »claviculi« (Nägelchen) verschoben werden konnten.



## Russischer Stschoty

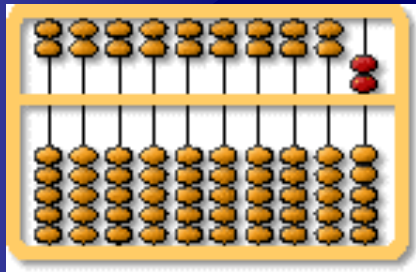
Er umfasst zehn Kugeln, von denen die fünfte und sechste farbig abgesetzt sind.



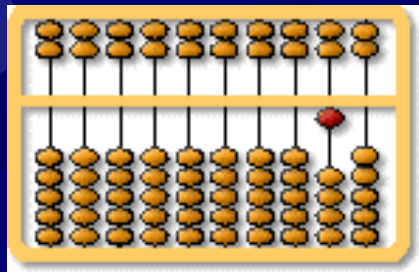
Chinesischer Suan-pan

# Darstellungen der Zahl 10 mit dem chinesischen Abakus

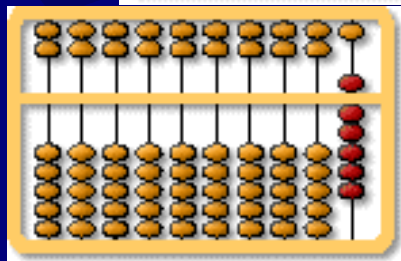
*Die Zahl 10 kann bei diesem Abakus unterschiedlich dargestellt werden!*



Die **erste Möglichkeit** ist, in der 1. Reihe 2 Kugeln von oben ( $5+5=10$ ) zum Mittelbalken zu schieben.

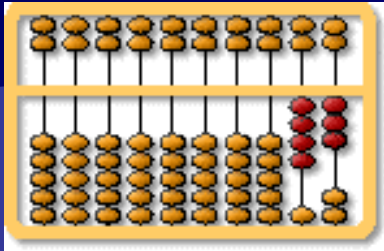


Die **zweite Möglichkeit** ist, in der 2. Reihe eine untere Kugel für die 10 zu nehmen.



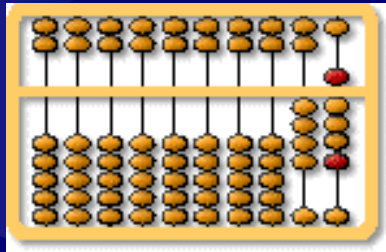
Für die **dritte Möglichkeit** nimmt man eine obere und 5 untere Kugeln aus der 1. Reihe ( $5+1+1+1+1+1=10$ ).

# Beispielaufgabe: $43+96=?$



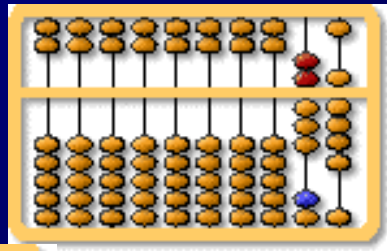
## Schritt 1: +43

Als erstes wird die 43 bei dem Abakus eingegeben, also 3 Kugeln in der 1. Reihe und 4 in der 2. Reihe.



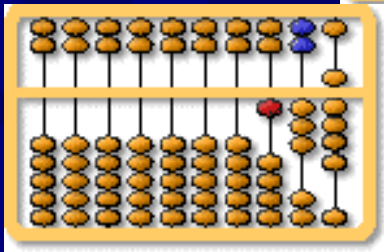
## Schritt 2: +6

Für die 6 schiebt man eine obere 5er Kugel der 1. Reihe an den Mittelbalken und eine untere Kugel für eine 1.



## Schritt 3: +90 (+100-10)

Für die 90 schiebt man in der 2. Reihe beide oberen Kugeln zur Mitte. Dann sind aber schon 100 hinzugefügt. Es muss deshalb eine der unteren Kugeln wieder weggenommen werden.



## Schritt 4: Aufräumen

Wenn man nämlich, wie in diesem Fall, in der Zehner-Reihe eine höhere Zahl als die 100 darstellt, muss man die Hunderter-Reihe für die Darstellung der Zahl mitnutzen: dazu nehmen 2 mal 50 von der Zehner-Reihe ab und geben dafür eine Kugel in der Hunderter-Reihe von unten dazu.

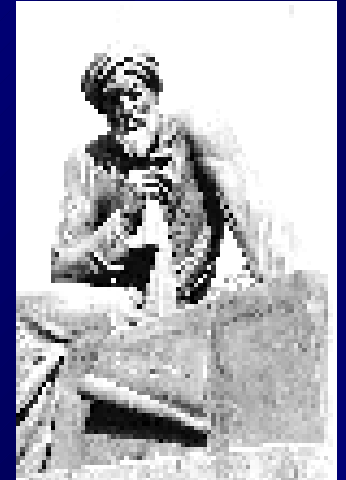
**Ergebnis: 139**



# Das Mittelalter

- ✱ Die Entwicklung des mechanischen Rechnens im Abendland lag brach.
- ✱ Die Mathematik im Orient erzielte wesentliche Fortschritte.
- ✱ Entwicklung des Dezimalsystems (ca. 5.Jh. In Indien) und Entwicklung des Dualsystems in China (ca.1050).
- ✱ Systematisierung durch Alchwarizmi.

# Muhammed Ibn Musa Alchwarizmi



- persischer Mathematiker und Astronom um ca. 800
- verfasste zwei bedeutende mathematische Werke, ein **Lehrbuch zur Algebra** und ein **Rechenbuch**.
- im Rechenbuch werden systematische Rechenverfahren für das Dezimalsystem beschrieben, z.B. Grundrechenarten, Lösen von Gleichungen
- Im 13. Jahrhundert wird sein Rechenbuch ins Lateinische übersetzt.



# Das 16. Jahrhundert

- ✦ Adam Riese (1492 – 1559) veröffentlicht ein Rechenbuch zur Rechnung im Dezimalsystem.
- ✦ Das Dezimalsystem setzt sich in Europa durch.
- ✦ John Napier (1550 - 1617) erfindet die Rechenstäbchen und Logarithmen.
- ✦ Multiplikation und Division konnten auf die Addition bzw. Subtraktion von Logarithmen reduziert werden. (Entwicklung des Rechenschiebers)

# Die Rechenstäbchen von John Napier (1559 – 1617)

Napier schrieb das kleine Einmaleins für die Zahlen 0 bis 9 auf die vier Seiten von Holzstäbchen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	18	27	36	45	54	63	72	81



R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	0
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	0
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	0
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	0
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	0
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	0
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	0

Für die Multiplikation mit einer mehrstelligen Zahl wurden die entsprechenden Stäbchen einfach nebeneinander gelegt.

# Rechenbeispiel: $6 \times 423 = ?$

1. Schritt: Aneinanderlegen der Stäbchen 4 , 2 , 3 !
2. Schritt: Addition in Reihe VI, siehe Abbildung.

**Ergebnis: 2538**

R		4	2	3
I		/	/	/
II		4	2	3
III		/	/	/
IV		8	4	6
V		/	/	/
VI		12	6	9
VII		/	/	/
VIII		16	8	12
IX		/	/	/
X		20	0	15
XI		/	/	/
XII		24	12	18
XIII		/	/	/
XIV		28	14	21
XV		/	/	/
XVI		32	16	24
XVII		/	/	/
XVIII		36	18	27

→

2 5 3 8

# Der Rechenschieber

- Der englische Theologe **Edmund Gunter** (1581 bis 1626) berechnete 1620 eine logarithmische Skala, die in ein Messingplättchen graviert wurde.
  - **Williem Oughtred** (1575 – 1660) ebenfalls Theologe und Mathematiker verwendete seit 1622 zwei aneinander gleitende, identische logarithmische Skalen.

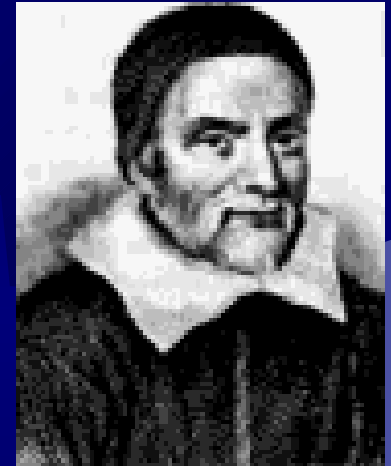


Abb.: Oughtred

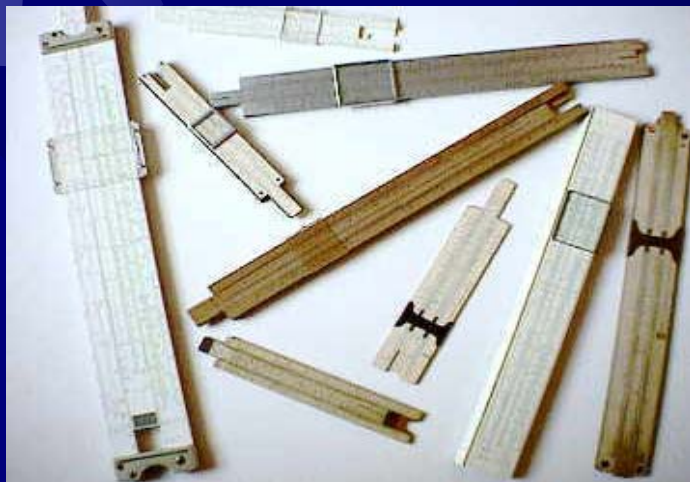


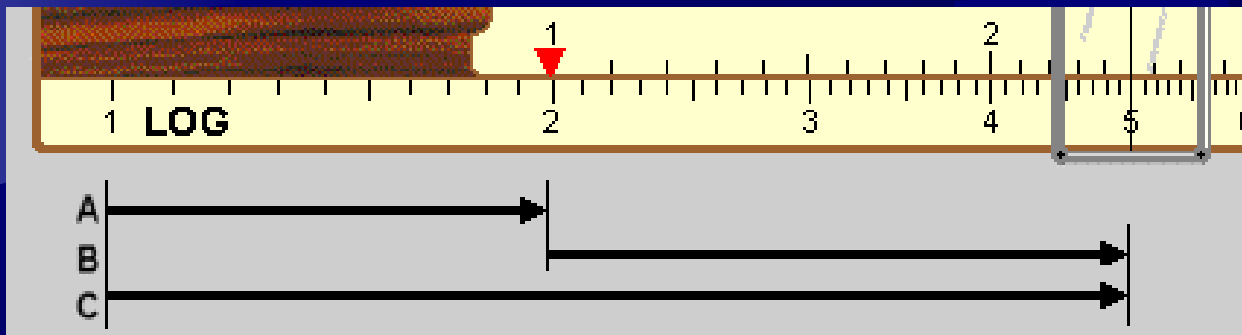
Abb.: Rechenschieber

- Dieser Doppelstab bekam nach 1650 durch **Seth Partridge** (1603 bis 1686) die noch heutige übliche Gestalt mit einer »Zunge«, die in einem »Körper« gleitet.


# Das Prinzip des Rechenschiebers

Die logarithmische Skala:  $A \times B = C$

Nachdem um 1600 die Logarithmen erfunden wurden, konnte die Multiplikation auf die Addition und die Division auf die Subtraktion zurückgeführt werden.



Hier wird an die logarithmische Strecke  $A=2$  die logarithmische Strecke  $B=2,5$  angelegt. Das Ergebnis 5 kann unmittelbar abgelesen werden.



# **Die Zeit der mechanischen Rechenmaschinen**



# Wilhelm Schickard (1592 – 1646)

- Im Jahr **1623** konstruierte der Tübinger Professor Wilhelm Schickard eine Rechenmaschine für Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen und Divisionen.

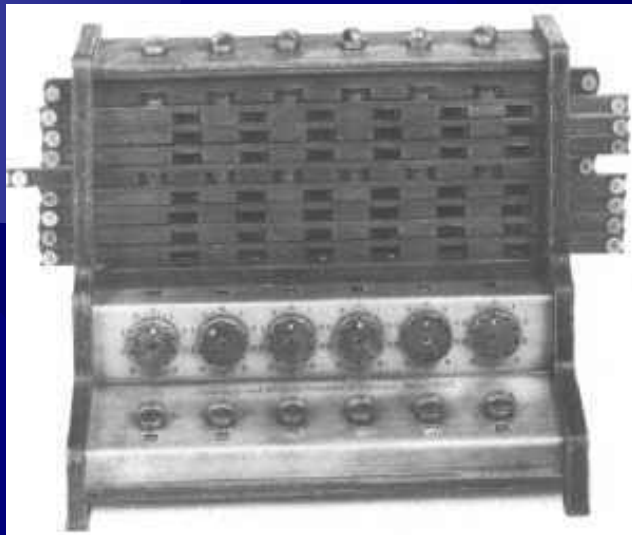


Abb.: Nachbau der Rechenmaschine

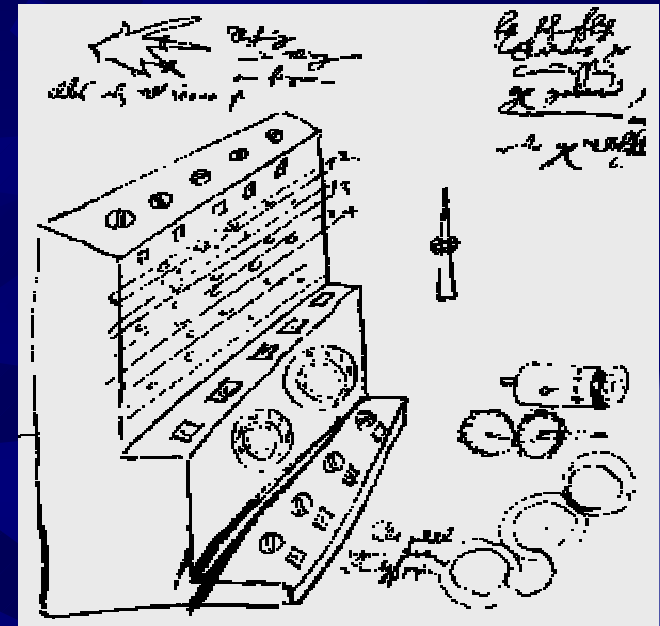


Abb.: Skizzen aus dem Nachlass von Kepler

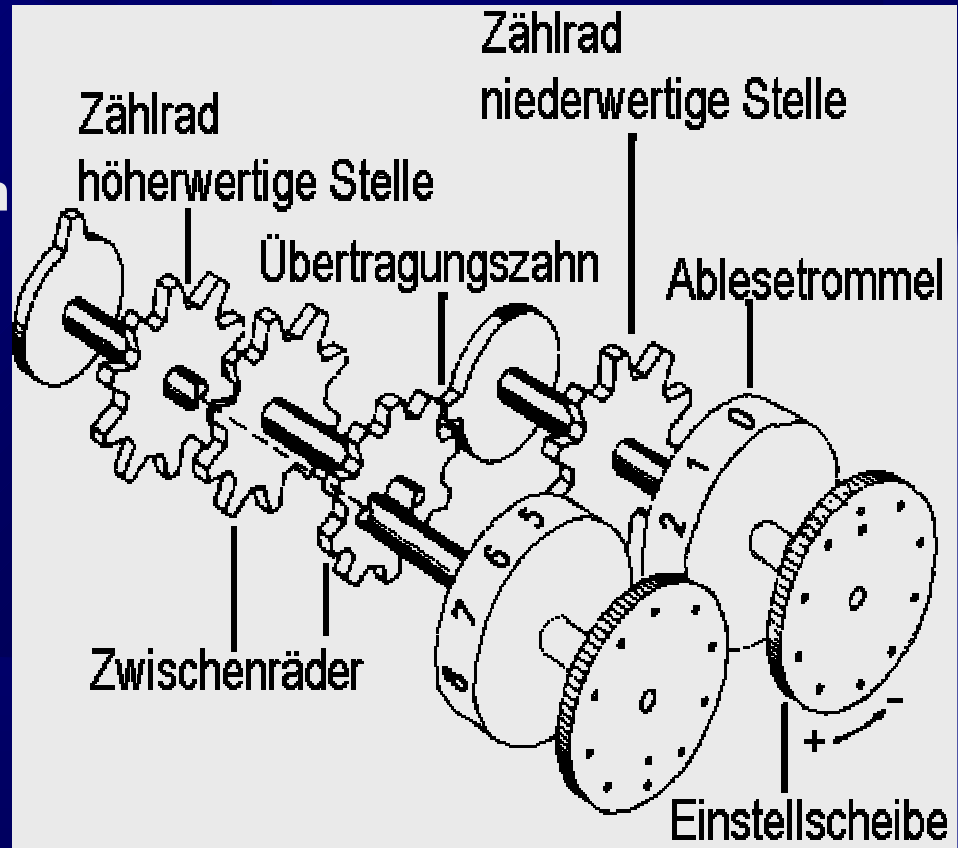
- Sie gilt als die **erste urkundlich erwähnte Rechenmaschine** mit Zahnradgetriebe
- Sie rechnet nur mit Ganzen Zahlen!  
(anders der **analoge Rechenschieber**)

# Die Bedeutung von Schickards Maschine

1. Erstmals war bei der Addition und Subtraktion das Ergebnis **sofort ablesbar.**

2. Schickard findet Konstruktionsprinzip von

**Ziffernrad und Zehnerübertragung.**



# Die „Pascaline“ von 1642

- 1642 entwickelte der erst 19-jährige französische Mathematiker Blaise Pascal eine Rechenmaschine für sechsstellige **Addition und Subtraktion**

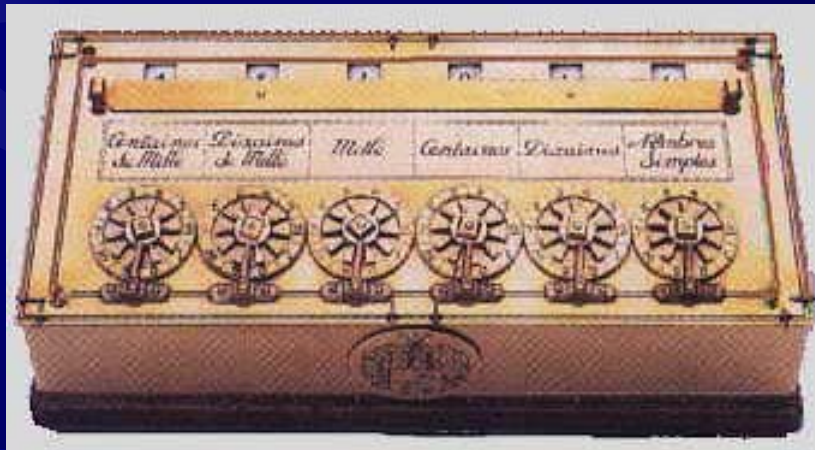


Abb.: Die Pascaline



Pascal (1623 –1662)

- Die Subtraktion musste allerdings durch Addition des **Komplements** vorgenommen werden.

# Ausführen einer Subtraktion durch Addition

Aufgabe:  $88 - 52 = x$

Die Komplementzahl von 52 ist 47. *Es wird also jede Stelle auf 9 ergänzt!*

## Subtraktion

$$\begin{array}{r} 88 \\ - 52 \\ \hline \end{array}$$

-----

**36**

## Addition mit Komplement

$$\begin{array}{r} 88 \\ + 47 \\ \hline \end{array}$$

-----

**135**

Abtrennen der höchsten Stelle

**+1**

Erhöhen um 1

-----

**36**

# Die „Vier Spezies“ Maschine

- Maschinen, die alle vier Grundrechenarten beherrschen, werden als **Vier-Spezies-Maschinen** bezeichnet. ( Der Begriff „Species“ für die vier Grundrechenarten wird erstmals 1200 im »Codex des Closter Salem« erwähnt.)
- Um die Multiplikation mit einer großen Zahl durchführen zu können, muss (im Gegensatz zu den einfachen Addiermaschinen) :
  1. der **Multiplikand gespeichert** werden können
  2. das **Einstellwerk gegenüber dem Ergebniswerk verschiebbar** sein, um die mehrfache stellenrichtige Addition durchführen zu können. (Die Division beruhte dabei auf der Umkehrung der Multiplikation)

# Techniken und Prinzipien

Zur Umsetzung einer „**Vier-Spezies**“ Maschine  
setzten sich folgende Techniken bzw.  
Prinzipien durch:

1. Die Staffelwalze
2. Das Sprossenrad
3. Der Proportionalhebel
4. Der Multiplikationskörper



# Die Staffelwalze

- Erfunden wurde sie 1676 von Leibniz (1646 – 1716)

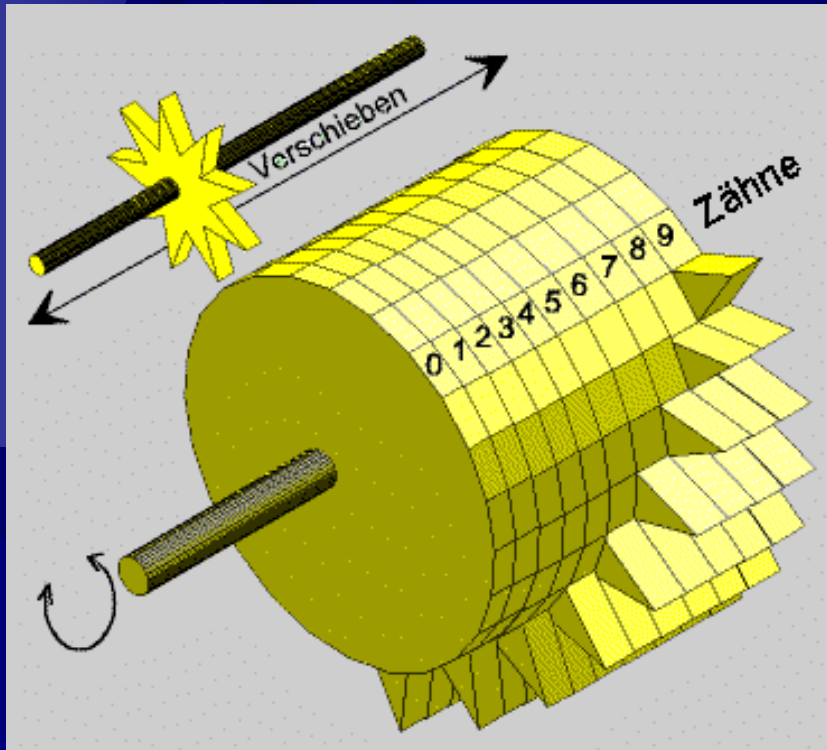
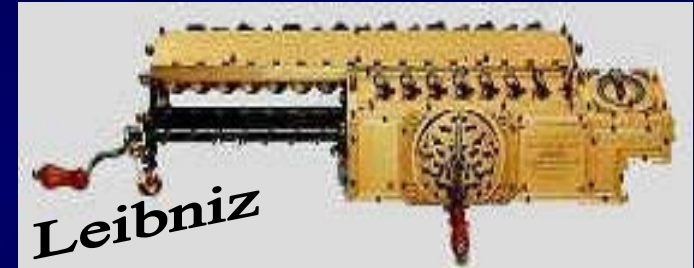


Abb.: Leibniz

Eine Staffelwalze ist eine Anordnung von achsenparallelen Zahnrippen gestaffelter Länge. Je nach Position des zweiten verschiebbaren Zahnrades wird bei einer Umdrehung der Staffelwalze dieses um null bis neun Zähne weitergedreht.

# Maschinen mit Staffelwalze

## 1. 1673 Rechenmaschine von Leibniz



## 2. 1774 Rechenmaschine von Gottfried Wilhelm Hahn (1739-1790) – erste voll funktionsfähige Staffelwalzmaschine



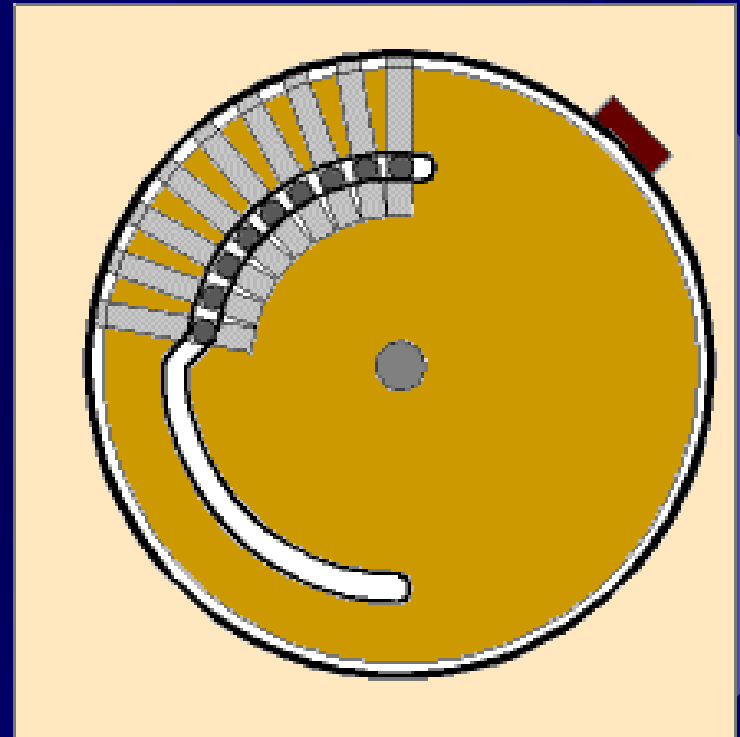
## 3. 1820 erhielt Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870) ein Patent auf sein Arithmometer.

# Das Sprossenrad

Der Italiener **Polenius**, Professor für Astronomie und Mathematik an der Universität Padua, gilt als Erfinder des Sprossenrades und beschrieb dieses **1709**.

Ein **Sprossenrad** ist ein **Zahnrad mit beweglichen Zähnen**, die sich durch Verdrehen einer Kurvenscheibe herausschieben lassen.

Je nach Hebelstellung sind also zwischen 0 und 9 Zähne im Eingriff mit dem Zählrad und drehen dieses um entsprechend viele Stufen weiter.



# Sprossenradmaschinen



Nachbau der Poleniusmaschine  
nach der Beschreibung in  
»Johannes Poleni, Miscellanea«

Antonius Braun gelang 1727  
in Wien der Bau einer  
arbeitsfähigen  
Rechenmaschine mit  
Sprossenrad für alle vier Grundrechenarten



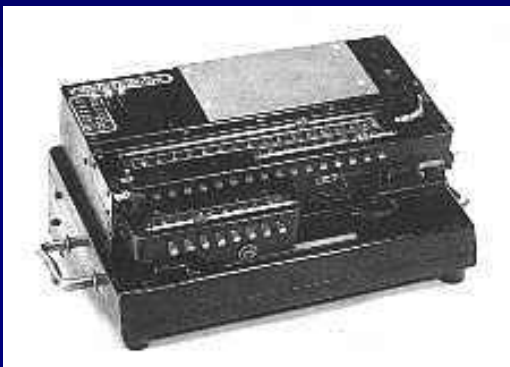
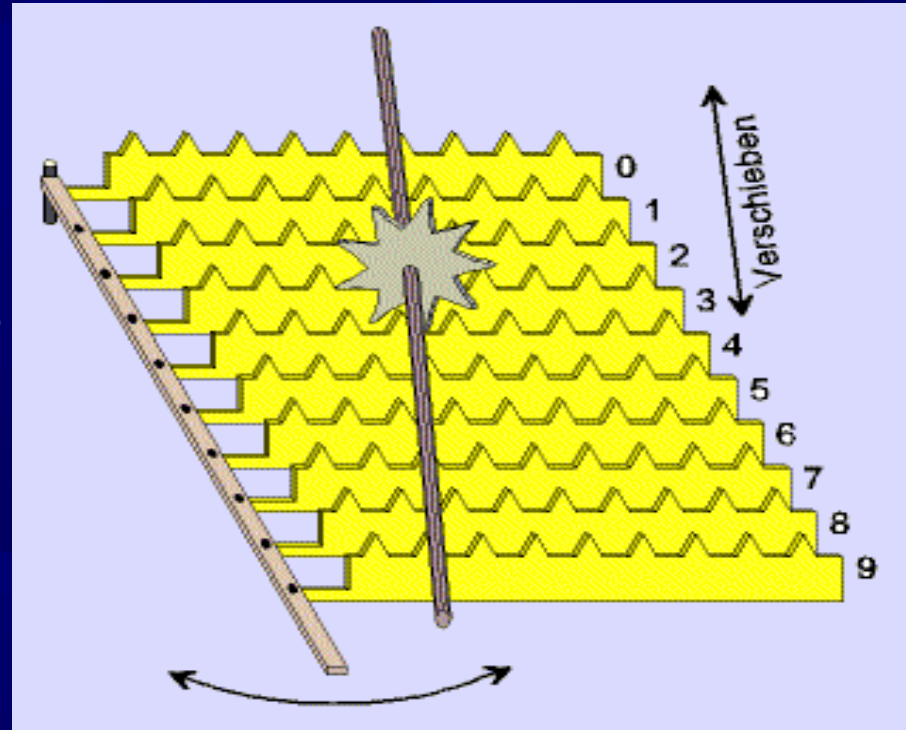


# Proportionalhebel

Chr. Hamann erfand **1905** den Proportionalhebel.

## Prinzip:

Die Zahnstangen sind in einem Parallelogramm gelagert. Beim Schwenken des Antriebshebels werden sie jeweils 0 bis 9 Zähne verschoben. Das verschiebbare Zahnrad wird mit der gewünschten Zahnstange in Eingriff gebracht und um die entsprechende Anzahl Zähne mitgenommen.



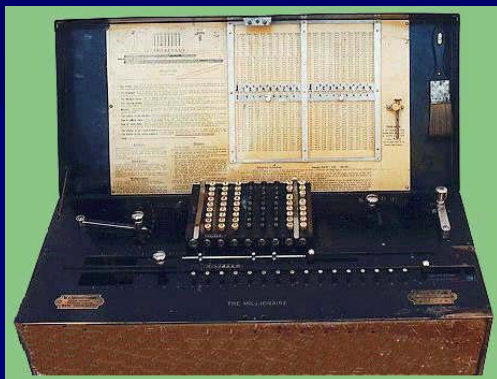
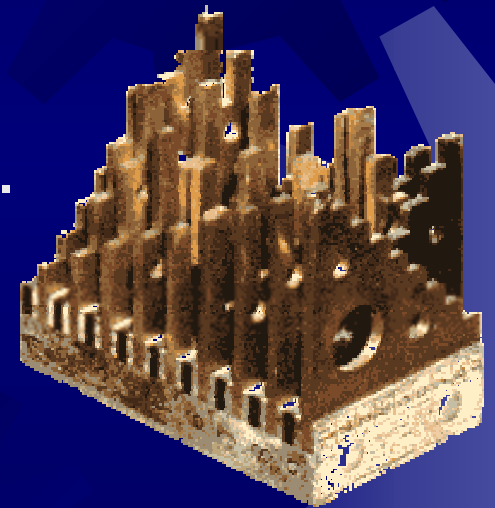
Im Jahre **1913** entstand nach diesem Prinzip mit der Mercedes Euklid, der erste Vollautomat.

Auf Tastendruck lief die Berechnung **vollautomatisch** ab!

# Multiplikationskörper

Idee: Statt die Multiplikation mit einer einstelligen Zahl durch mehrfache Addition zu bewerkstelligen, sollte das mit Hilfe eines Multiplikationskörpers auf einen Schlag zu erledigen sein.

- **1888 stellte Léon Bollé** erstmals die Idee eines Multiplikationskörpers vor.
- **Otto Staiger erhielt 1892** ein Patent auf ein in Metall gegossenes  $1 \times 1$  bis  $9 \times 9$ .



**Millionaire Rechenmaschinen,**  
Nachteil 30Kilo Gewicht und für die Division  
musste eine Hilfstabelle eingesetzt werden.



# Die Curta, die letzte mechanische Rechenmaschine?

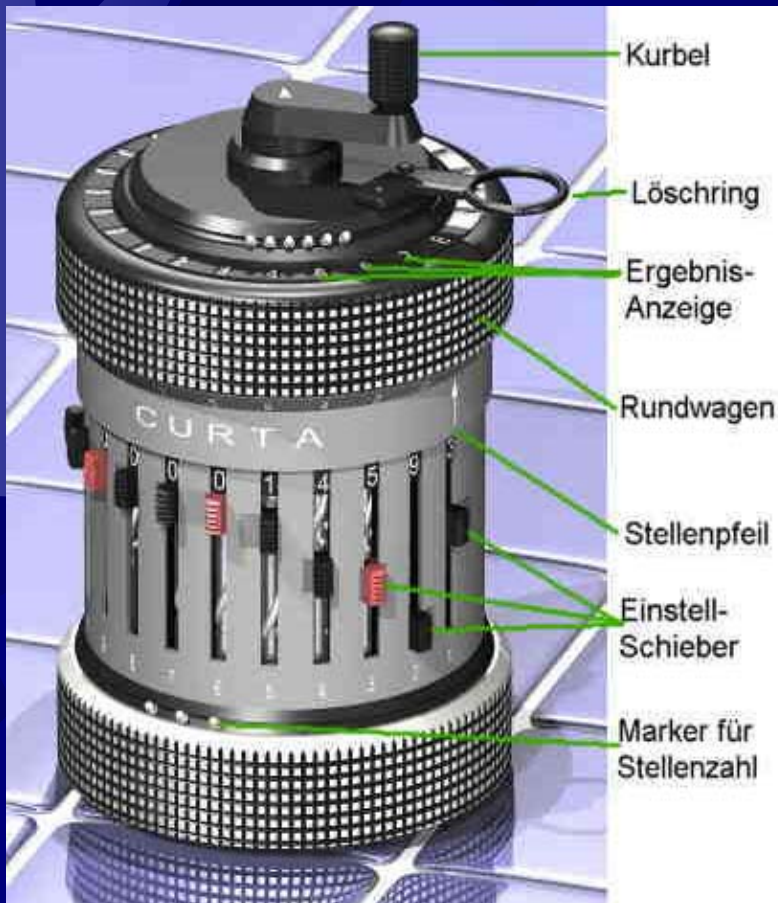


Abb.: Die Curta

- **Curt Herzstark (1902-1988)** erhielt **1937** ein Patent auf eine »Komplementären Staffelwalze«
- Nach 1945 wurde die „Liliput“ bzw. „Curta“ mit einem bis zu **15-stelligen Resultatwerk** produziert.
- Die Curta war kleiner, schneller leichter, billiger und leiser als alle anderen Vier-Spezies-Rechenmaschinen vorher.

# Programmierbare Rechenmaschinen

Eine Programmsteuerung soll dafür sorgen, dass ein Prozess automatisch abläuft. Dafür musste allerdings ein Programmspeicher vorhanden sein.

- **1801 Jacquards** mechanischer Webstuhl kann komplexe Muster weben. Die Steuerung erfolgt durch **gestanzte Platten**.



# Charles Babbage (1792–1871)

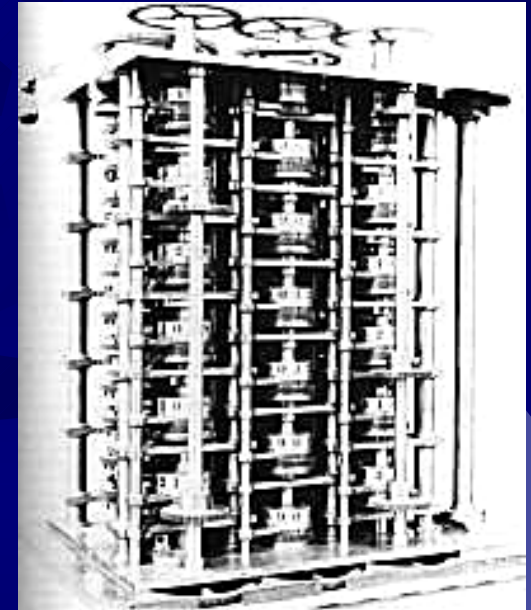
**Charles Babbage** legte bereits **1833** ein Konzept eines Analytischen Rechenautomaten „Analytical Engine“ vor, mit:

- **Speichereinheit** (für 1000 Zahlen zu 50 Stellen)
- **Rechenwerk** mit dezimalen Zählern und Schaltgetrieben
- **Steuereinheit** zur Steuerung des Weiterrechnens in Abhängigkeit vom jeweiligen Rechenergebnis
- **Ein- und Ausgabereinheit**  
(unter Verwendung von Lochkarten)

**Die genialen Ideen von Charles Babbage lassen ihn als geistigen Vater aller späteren Rechenautomaten in die Geschichte eingehen.**

# Babbage und Hollerith

**1822 Charles Babbage**, stellt nach langwieriger Entwicklung das Modell einer druckenden Differenzen-rechenmaschine vor. Mit ihr sollten automatisch Tabellenberechnungen und -drucke angestellt werden, da die verbreiteten Zahlentafeln oft fehlerhaft waren.

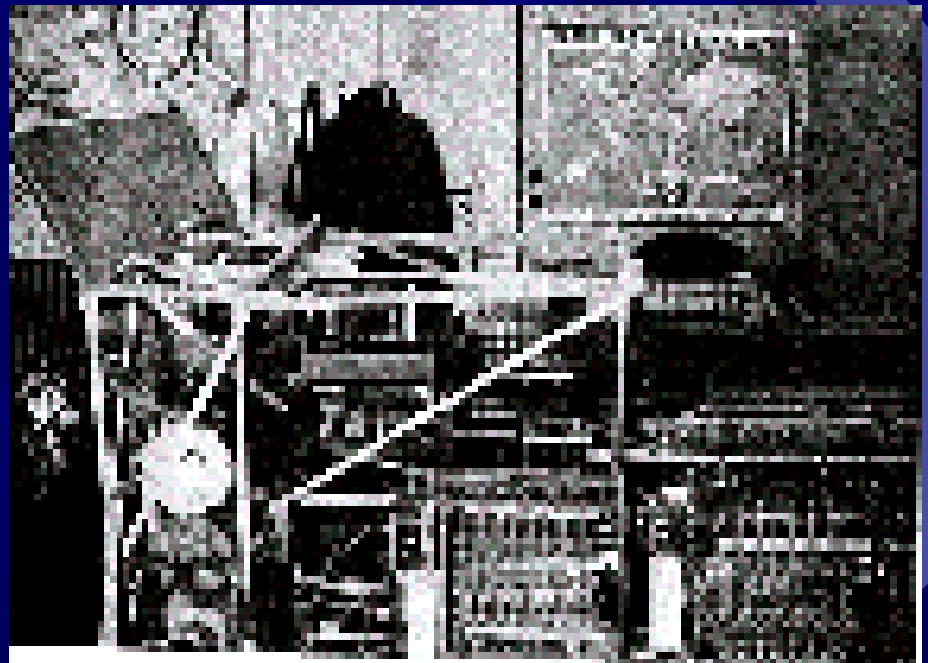


**1886 Hermann Hollerith (1860-1929)** entwickelt elektrische Zählmaschine für Lochkarten zur Auswertung der Volkszählung in den USA. Es gibt spezielle Druck- und Stanzeinheiten sowie Stecktafeln zur Auswahl spezieller Arbeitsprogramme.

# Die „Z1“

- 1934 Konrad Zuse (1910-1995) beginnt mit der Planung einer programmgesteuerten Rechenmaschine auf Basis des Dualsystems.

- Abbildung:  
Anlage Z1 von Konrad Zuse





# Turing und Atanasoff

- 1937 *Alan Turing* schlägt ein Modell für einen Universalrechner vor: die *Turingmaschine*.
- 1939 *Atanasoff-Berry-Computer* arbeitet binär zur Lösung von Gleichungssystemen mit 29 Unbekannten

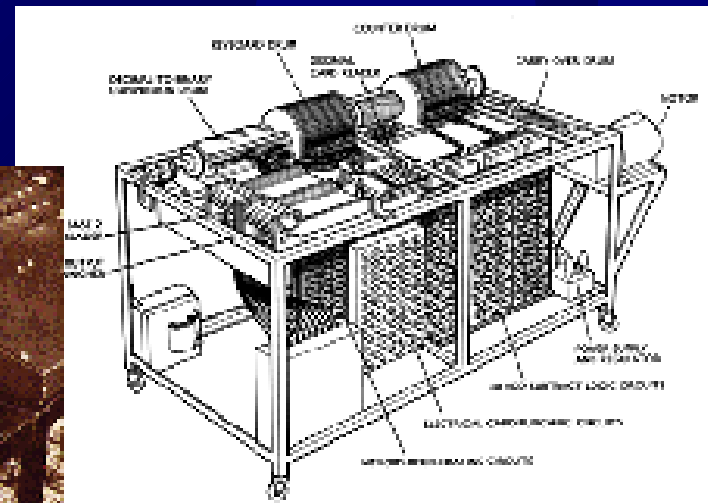
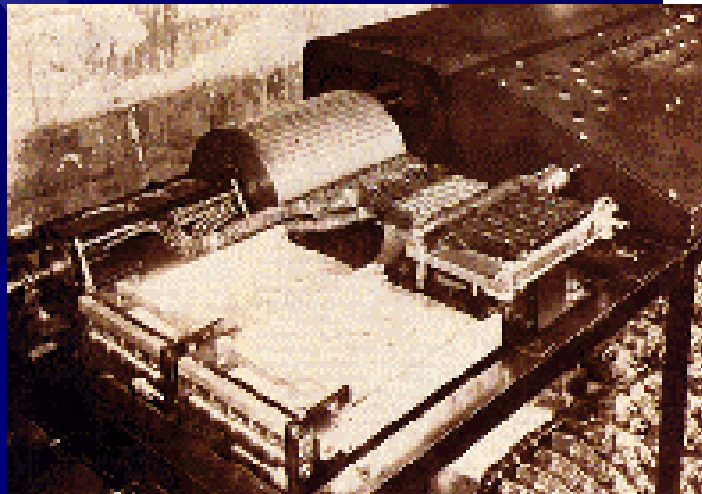


Abb.: Atanasoff-Berry-Computer



# Z3 und Transistor

- **1941** die elektro-mechanische Anlage **Z3** von Zuse ist fertig und ist der erste funktionsfähige programmgesteuerte Rechenautomat. Die Programmierung erfolgt via Lochstreifen. Z3 besteht aus 2000 Relais und kann 64 Worte von je 22 Bit speichern. Zur Multiplikation werden ca. 3 Sekunden benötigt.
- **1948** **William Shockley** erfindet den *Transistor* (Nobelpreis für Physik 1956).
- **1949** **M. V. Wilkes** stellt den ersten universellen Digitalrechner vor, den *EDSAC*.

# Integrierter Schaltkreis

- **1958/59:** Texas Instruments entwickelt den ersten integrierten Schaltkreis
- **1960 ALGOL-60**, die erste Programmiersprache mit Blockstruktur und Rekursion, wird vorgestellt.
- **1965** Die erste Rechner-Maus wird von *Doug Engelbart* entwickelt



Abb.: Erster integrierter Schaltkreis 1958/59



# Der Mikroprozessor

- **1972** Kernighan und Ritchie entwickeln die Programmiersprache C.
- Der erste 8-Bit Mikroprozessor, der **Intel 8008**, wird vorgestellt.
- **1974** Der erste Arbeitsplatzrechner mit Rasterbildschirm und grafischer Benutzerschnittstelle, der **Xerox Alto**, erscheint.
- **1975** Der erste PC Altair ist als Bausatz für \$397 erhältlich.



*Abb.: Xerox Alto*



*Abb.: Altair*

# Der PC siegt !

- **1977** Beginn der PC-Ära mit dem **Apple II** und dem Radio Shack RTS-80 in den USA
- **1980** Motorola entwickelt den ersten 32-Bit Mikroprozessor, den MC 6800
- **1981** IBM stellt den ersten PC her



*Abb.: Apple II*



*Abb.: Der IBM PC*



*Abb.: MC 6800*

# Macintosh und Internet

- **1984** Apple stellt den Apple Macintosh vor.



*Abb.: Macintosh*

- **1986** Der Commodore Amiga



*Abb.: Amiga*

- **Beginn der 90ziger** Jahre Internetboom  
(Der WWW-Browser Mosaic erleichtert das Navigieren im Internet !)
- Mitte bis Ende der 90ziger, Rechengeschwindigkeit steigt, im Jahr 2000 haben normale PC ca. 500Mhz Taktfrequenz.



Ende

## Quellen

[www.mathematik.uni-wuerzburg.de/History/rechner/schott/geschich.html](http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/History/rechner/schott/geschich.html)

[www.learn-line.nrw.de/angebote/medienbildung/Litdoc/Primar/r4-27.htm](http://www.learn-line.nrw.de/angebote/medienbildung/Litdoc/Primar/r4-27.htm)

[www.hwo.cidsnet.de/lotse/hist/hardentw.htm](http://www.hwo.cidsnet.de/lotse/hist/hardentw.htm)

[www.mathematik.uni-wuerzburg.de/History/rechner/](http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/History/rechner/)

[www.idv.uni-linz.ac.at/bueroaut/rech/techn.htm](http://www.idv.uni-linz.ac.at/bueroaut/rech/techn.htm)

<http://home.rhein-zeitung.de/~johnnypage/informat/ifgesch.htm>

[www.fitg.de/mschmitt/abakus.html](http://www.fitg.de/mschmitt/abakus.html)

<http://www.rechenhilfsmittel.de/>

[http://www-ti.informatik.uni-tuebingen.de/~schroedm/proseminar/PDFs/geschichte\\_des\\_computers.pdf](http://www-ti.informatik.uni-tuebingen.de/~schroedm/proseminar/PDFs/geschichte_des_computers.pdf)

[http://www.fh-augsburg.de/informatik/projekte/emiel/casa/casa/kapitel/kapitel02/02\\_01\\_001.htm](http://www.fh-augsburg.de/informatik/projekte/emiel/casa/casa/kapitel/kapitel02/02_01_001.htm)

[http://members.tripod.com/sfabel/mathematik/themen\\_arithmetik\\_mr.html](http://members.tripod.com/sfabel/mathematik/themen_arithmetik_mr.html)

[www.guenther-s.de/rechentechn/zuse1.html](http://www.guenther-s.de/rechentechn/zuse1.html)

[http://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za235/gk\\_inf/daten/abakus.htm](http://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za235/gk_inf/daten/abakus.htm)

<http://www.hh.schule.de/metalltechnik-didaktik/users/luetjens/abakus/sonstige-eigene/elementar-mathe.htm>

[www.hp-gramatke.de/history/german/page0040.htm](http://www.hp-gramatke.de/history/german/page0040.htm)

[www.sammler.com/rechner/](http://www.sammler.com/rechner/)

[www.idv.uni-linz.ac.at/bueroaut/abakus/abachin.htm](http://www.idv.uni-linz.ac.at/bueroaut/abakus/abachin.htm)

[http://www.uni-kassel.de/fb12/stud/tanjas/1\\_Inhalt.htm](http://www.uni-kassel.de/fb12/stud/tanjas/1_Inhalt.htm)

[http://www.chez.com/johannes/MechanischeRechengeraete/D\\_MR-Text2-Abakus.htm](http://www.chez.com/johannes/MechanischeRechengeraete/D_MR-Text2-Abakus.htm)