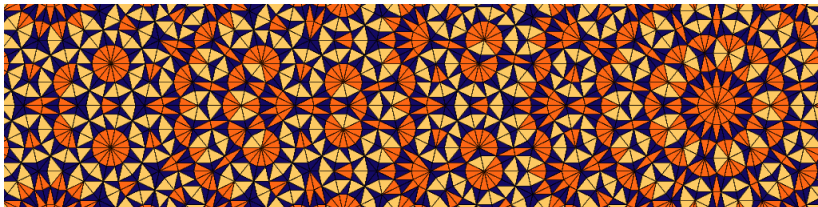


Panorama der Mathematik und Informatik

9: Geschichte V: Wiss. Revolution, Rechenmaschinen

Dirk Frettlöh
Technische Fakultät



Etwa ab dem 15. Jhdt:

- ▶ Gesellschaftliche Umbrüche:
 - ▶ Reformation, Bauernaufstände
 - ▶ Erstarben des Bürgertums (Hanse)
- ▶ Buchdruck (u.a. Verbreitung der Werke von Apollonius, Archimedes, Euklid...)
- ▶ Rückbesinnung auf die Antike
- ▶ Neuer Bedarf an Mathematik: Seefahrt, Geschütze, Wirtschaft, Kunst



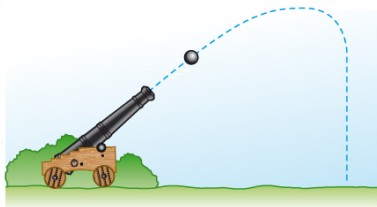
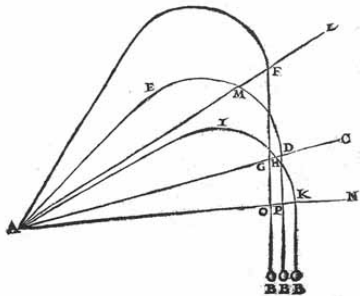




Abb. 7.7.9 Mechanische Erleichterung perspektivischen Zeichens: Verwendung eines verstellbaren Stabes zur Fixierung des Augpunktes. Vorschläge Dürers in der 2. Auflage der [Underweysung 1525]

Aus der Kombination: freies Bürgertum, Wissenschaft löst sich von der Kirche, größere Verbreitung des Wissens (Buchdruck), neue Bedürfnisse usw...

Aus der Kombination: freies Bürgertum, Wissenschaft löst sich von der Kirche, größere Verbreitung des Wissens (Buchdruck), neue Bedürfnisse usw...

...wuchs die "Wissenschaftliche Revolution". Das steht

"für die Zeit vom ausgehenden 16. Jahrhundert bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts, mit dem Blick auf die gänzliche Umgestaltung der Naturwissenschaften nach Inhalt, Methode, Kommunikationsformen und gesellschaftlicher Relevanz und auf Wechselbeziehungen zu Religion und Philosophie. Bis zu einem gewissen Grade kann man sogar behaupten, dass der Typ der neuzeitlichen Mathematik und Naturwissenschaft in dieser Periode erst geschaffen wurde." (Wußing: "6000 Jahre...")

Was heißt das?

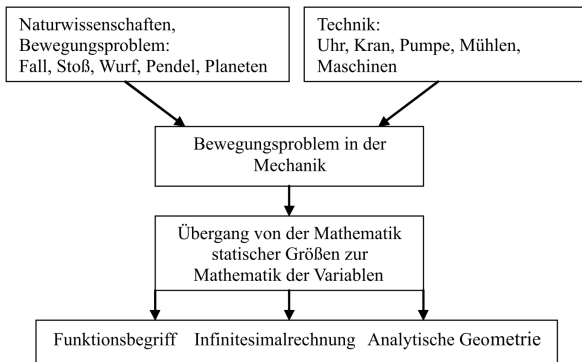
- ▶ Es wurde viel neues rausgefunden:
 - ▶ Kopernikus: Sonne im Mittelpunkt
 - ▶ Galileo: Fallgesetze; Theorie und Experiment (!)
 - ▶ Newton: Mechanik, Gravitation
- ▶ Wissenschaft als eigenständige Disziplin, unabhängig von Philosophie oder Religion
- ▶ Wissenschaftliche Methode ("scientific method"): Checken ob's stimmt (!!!)



Lesetipp: Neal Stephenson: *The Baroque Cycle* (ca. 2700 Seiten) (vielleicht vorher erst *Cryptonomicon* lesen, ca. 1000 Seiten)

4 (4 of 99) 300% Start Presentation Leave Fullscreen

Anstöße und Entwicklungen der Mathematik der Variablen in der Wissenschaftlichen Revolution



Die Entwicklung dieser drei Zweige wird in der Historiographie der Mathematik als Inhalt der *Wissenschaftlichen Revolution in der Mathematik*

...während der wissenschaftlichen Revolution:

- ▶ Allgemeine Lösungen kubischer Gleichungen
 $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$: del Ferro, Tartaglia, Cardano¹
- ▶ Gleichungen vierten Grades, komplexe Zahlen (Bombelli, Descartes)
- ▶ Logarithmen (Napier)
- ▶ Analysis: Funktion, Ableitung, Integral (Newton, Leibniz), unendliche Reihen

Mathematische Fortschritte

...während der wissenschaftlichen Revolution:

- ▶ Allgemeine Lösungen kubischer Gleichungen
 $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$: del Ferro, Tartaglia, Cardano¹
- ▶ Gleichungen vierten Grades, komplexe Zahlen (Bombelli, Descartes)
- ▶ Logarithmen (Napier)
- ▶ Analysis: Funktion, Ableitung, Integral (Newton, Leibniz), unendliche Reihen

...sowie Rechenmaschinen. Erste mechanische Hilfsmittel:



$$7 \times 1 =$$

$$7 \times 2 =$$

$$7 \times 3 =$$

$$7 \times 4 =$$

$$7 \times 5 =$$

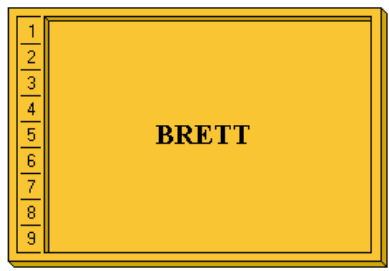
$$7 \times 6 =$$

$$7 \times 7 =$$

$$7 \times 8 =$$

$$7 \times 9 =$$

| |
|-------|
| 7 |
| 1 / 4 |
| 2 / 1 |
| 2 / 8 |
| 3 / 5 |
| 4 / 2 |
| 4 / 9 |
| 5 / 6 |
| 6 / 3 |



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0/2 | 0/4 | 0/6 | 0/8 | 1/0 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/8 | 0/0 |
| 0/3 | 0/6 | 0/9 | 1/2 | 1/5 | 1/8 | 2/1 | 2/4 | 2/7 | 0/0 |
| 0/4 | 0/8 | 1/2 | 1/6 | 2/0 | 2/4 | 2/8 | 3/2 | 3/6 | 0/0 |
| 0/5 | 1/0 | 1/5 | 2/0 | 2/5 | 3/0 | 3/5 | 4/0 | 4/5 | 0/0 |
| 0/6 | 1/2 | 1/8 | 2/4 | 3/0 | 3/6 | 4/2 | 4/8 | 5/4 | 0/0 |
| 0/7 | 1/4 | 2/1 | 2/8 | 3/5 | 4/2 | 4/9 | 5/6 | 6/3 | 0/0 |
| 0/8 | 1/6 | 2/4 | 3/2 | 4/0 | 4/8 | 5/6 | 6/4 | 7/2 | 0/0 |
| 0/9 | 1/8 | 2/7 | 3/6 | 4/5 | 5/4 | 6/3 | 7/2 | 8/1 | 0/0 |

STÄBCHENSATZ

$$7 \cdot 46\,785\,399 = 327\,497\,793$$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 6 | 7 | 8 | 5 | 3 | 9 | 9 |
| 2 | 0 | 8 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| 3 | 1 | 2 | 1 | 8 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 4 | 1 | 6 | 2 | 4 | 2 | 8 | 3 | 2 |
| 5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 5 | 4 | 0 |
| 6 | 2 | 4 | 3 | 6 | 4 | 2 | 4 | 8 |
| 7 | 2 | 8 | 4 | 2 | 4 | 9 | 5 | 6 |
| 8 | 3 | 2 | 4 | 8 | 5 | 6 | 4 | 4 |
| 9 | 3 | 6 | 5 | 4 | 6 | 3 | 7 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 8 | 4 | 2 | 4 | 9 | 5 | 6 | 3 | 5 | 2 | 1 | 6 | 3 | 6 | 3 |
| 3 | 2 | 7 | 4 | 9 | 7 | 7 | 9 | 3 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 4 | 6 | 7 | 8 | 5 | 3 | 9 | 9 |
| 2 | 0/8 | 1/2 | 1/4 | 1/6 | 1/0 | 0/6 | 1/8 | 1/8 |
| 3 | 1/2 | 1/8 | 2/1 | 2/4 | 1/5 | 0/9 | 2/7 | 2/7 |
| 4 | 1/6 | 2/4 | 2/8 | 3/2 | 2/0 | 1/2 | 3/6 | 3/6 |
| 5 | 2/0 | 3/0 | 3/5 | 4/0 | 2/5 | 1/5 | 4/5 | 4/5 |
| 6 | 2/4 | 3/6 | 4/2 | 4/8 | 3/0 | 1/8 | 5/4 | 5/4 |
| 7 | 2/8 | 4/2 | 4/9 | 5/6 | 3/5 | 2/1 | 6/3 | 6/3 |
| 8 | 3/2 | 4/8 | 5/6 | 6/4 | 4/0 | 2/4 | 7/2 | 7/2 |
| 9 | 3/6 | 5/4 | 6/3 | 7/2 | 4/5 | 2/7 | 8/1 | 8/1 |

$$\begin{array}{r}
 46785399 \\
 \times 96431 \\
 \hline
 \rightarrow 46785399 \\
 \rightarrow 140356197 \\
 \rightarrow 187141596 \\
 \rightarrow 280712394 \\
 \rightarrow + 421068591 \\
 \hline
 4511562810969
 \end{array}$$

Jetzt müsste man nur noch die Überträge automatisch anzeigen lassen...

Jetzt müsste man nur noch die Überträge automatisch anzeigen lassen...

Brief von Wilhelm Schickard (1592-1635) an Kepler: (1623)

“Dasselbe, was du auf rechnerischem Wege gemacht hast, habe ich kürzlich mechanisch versucht und eine aus elf vollständigen und sechs verstümmelten Rädchen bestehende Maschine gebaut, welche gegebene Zahlen im Augenblick automatisch zusammenrechnet: addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert. Du würdest hell auflachen, wenn du da wärest und miterlebstest, wie sie, so oft es über einen Zehner oder Hunderter weg geht, die Stellen zur Linken ganz von selbst erhöht oder ihnen beim Subtrahieren etwas wegnimmt.”



Schickard wirkte in der Provinz, seine Maschine ist nicht erhalten.
(Das Bild zeigt einen Nachbau)

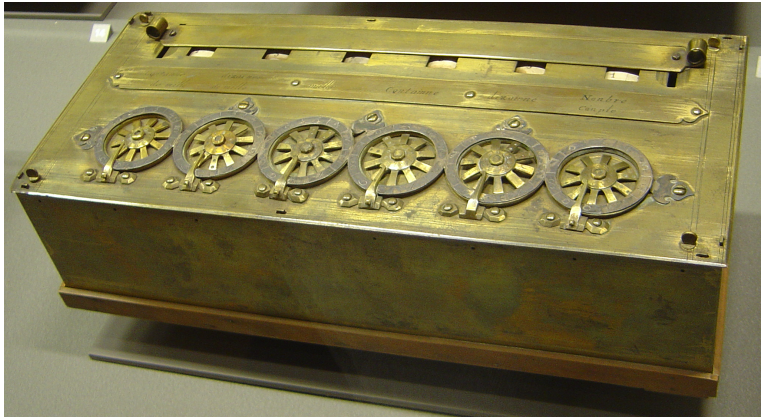
Seine Maschine wurde vergessen. Bzw nie gebaut?

Schickard wirkte in der Provinz, seine Maschine ist nicht erhalten.
(Das Bild zeigt einen Nachbau)

Seine Maschine wurde vergessen. Bzw nie gebaut?

Blaise Pascal (Pascalsches Dreieck, Wahrscheinlichkeitsrechnung)
erfand 1640 (mit 19 Jahren!) eine Rechenmaschine, die Pascaline.

In Paris, nicht in der Provinz, über 50 Exemplare, und einige sind
erhalten.



Artikel "Rechenmaschine":

de.wikipedia.org: *"Die erste urkundlich erwähnte Rechenmaschine wurde 1623 von Wilhelm Schickard [...] beschrieben. Schickard berichtete, er habe diese Maschine auch realisiert.*

1645 führte der Franzose Blaise Pascal seine Rechenmaschine 'Pascaline' vor"

Artikel "Rechenmaschine":

de.wikipedia.org: *"Die erste urkundlich erwähnte Rechenmaschine wurde 1623 von Wilhelm Schickard [...] beschrieben. Schickard berichtete, er habe diese Maschine auch realisiert.*

1645 führte der Franzose Blaise Pascal seine Rechenmaschine 'Pascaline' vor"

en.wikipedia.org: *"Surviving notes from Wilhelm Schickard in 1623 report that he designed and had built the earliest of the modern attempts at mechanising calculation."*

Artikel "Rechenmaschine":

de.wikipedia.org: *"Die erste urkundlich erwähnte Rechenmaschine wurde 1623 von Wilhelm Schickard [...] beschrieben. Schickard berichtete, er habe diese Maschine auch realisiert.*

1645 führte der Franzose Blaise Pascal seine Rechenmaschine 'Pascaline' vor"

en.wikipedia.org: *"Surviving notes from Wilhelm Schickard in 1623 report that he designed and had built the earliest of the modern attempts at mechanising calculation."*

fr.wikipedia.org: *"En 1642, Blaise Pascal inventa la machine à calculer"*

... und unter "Pascaline": *"Blaise Pascal est l'inventeur de la machine à calculer [1,2]."*

[1] Maurice d'Ocagne p. 245 (1893)

[2] Jean Marguin, p. 48 (1994) Citant René Taton (1963)

(dort auch: "Pascal vs. Schickard")

Schickards Maschine und Pascaline hatten technische Probleme.

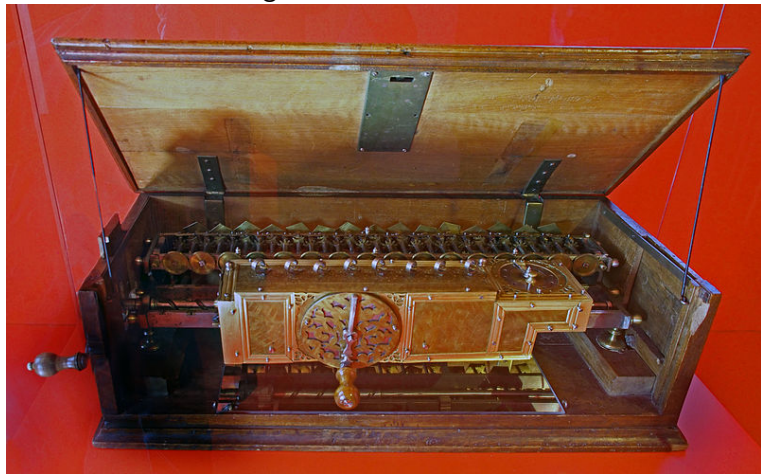
“[ich habe]...eine Maschine, so ich eine Lebendige Rechenbank nenne, dieweil dadurch zu wege gebracht wird, daß alle zahlen sich selbst rechnen, addiren subtrahiren multipliciren dividiren, ja gar radicem Quadratum und Cubicam extrahiren ohne einige Mühe des Gemüths, wenn man nur die numeros datos in machina zeichnet, welches so geschwind gethan als sonst geschrieben, so komt die summa motu machinae selbst heraus.” (Gottfried Wilhelm Leibniz 1671, an Herzog Johann Friedrich)

Schickards Maschine und Pascaline hatten technische Probleme.

“[ich habe]...eine Maschine, so ich eine Lebendige Rechenbank nenne, dieweil dadurch zu wege gebracht wird, daß alle zahlen sich selbst rechnen, addiren subtrahiren multipliciren dividiren, ja gar radicem Quadratom und Cubicam extrahiren ohne einige Mühe des Gemüths, wenn man nur die numeros datos in machina zeichnet, welches so geschwind gethan als sonst geschrieben, so komt die summa motu machinae selbst heraus.” (Gottfried Wilhelm Leibniz 1671, an Herzog Johann Friedrich)

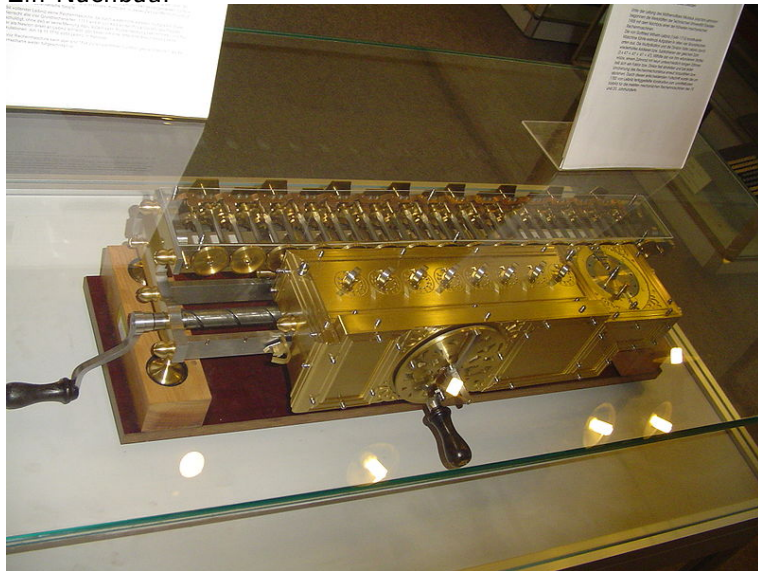
Sehr geschraubte Sprache. Heute würde man vielleicht formulieren:
“...innovatives Produkt, das durch effizientes Data Management exzellente Performance für vielfältige Business Cases erfolgreich einsetzt...”

Eine von Leibniz' Originalmaschinen:



Ein Nachbau:

Ein Nachbau des originalen Modells, das im Jahr 1822 von Charles Babbage entworfen wurde. Es ist ein mechanisches Rechenwerk, das die Berechnung von Tabellen für die Navigation ermöglicht. Das Modell ist ein Nachbau des originalen Modells, das im Jahr 1822 von Charles Babbage entworfen wurde. Es ist ein mechanisches Rechenwerk, das die Berechnung von Tabellen für die Navigation ermöglicht. Das Modell ist ein Nachbau des originalen Modells, das im Jahr 1822 von Charles Babbage entworfen wurde. Es ist ein mechanisches Rechenwerk, das die Berechnung von Tabellen für die Navigation ermöglicht.



Pascals Maschine konnte nur addieren.

(Mit Tricks dann auch subtrahieren und multiplizieren)...

...drehte aber manchmal um eine Zahl weiter (Masseträgheit).

Schickards Maschine konnte auch subtrahieren und multiplizieren...

... funktionierte aber schlecht/nicht bei Mehrfachüberträgen
(so wie in $999 + 2$).

Pascals Maschine konnte nur addieren.

(Mit Tricks dann auch subtrahieren und multiplizieren)...

...drehte aber manchmal um eine Zahl weiter (Masseträgheit).

Schickards Maschine konnte auch subtrahieren und multiplizieren...

... funktionierte aber schlecht/nicht bei Mehrfachüberträgen
(so wie in $999 + 2$).

Leibniz' Maschine konnte alle vier Grundrechenarten (s.o.), machte aber bei bestimmten Mehrfachüberträgen auch Fehler.

Die Nachbauten in München und Paderborn funktionieren tadellos.

Pascals Maschine konnte nur addieren.

(Mit Tricks dann auch subtrahieren und multiplizieren)...

...drehte aber manchmal um eine Zahl weiter (Masseträgheit).

Schickards Maschine konnte auch subtrahieren und multiplizieren...

... funktionierte aber schlecht/nicht bei Mehrfachüberträgen
(so wie in $999 + 2$).

Leibniz' Maschine konnte alle vier Grundrechenarten (s.o.), machte
aber bei bestimmten Mehrfachüberträgen auch Fehler.

Die Nachbauten in München und Paderborn funktionieren tadellos.

Leibniz propagierte und vertiefte auch das Binärsystem.



Leibniz hinterließ auch den Entwurf einer **binären** Rechenmaschine:

Machina Arithmeticae Dyadicae, in "De Progressione Dyadica"
(1679).

Mehrere Nachbauten, siehe

E. Stein, F.O. Kopp, K. Wiechmann, G. Weber: Calcuemus! New research results and functional models regarding Leibniz' four function calculating machine and binary calculating machine, *Foundations of Civil and Environmental Engineering* 7 (2006)