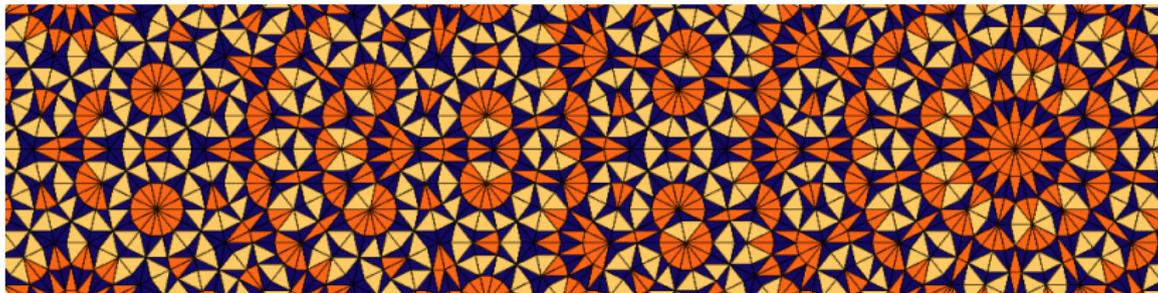


10: Geschichte V: Newton vs Leibniz

Dirk Frettlöh
Technische Fakultät

7.5.2014



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

$7 \times 2 =$

1 4

$7 \times 3 =$

2 1

$7 \times 4 =$

2 8

$7 \times 5 =$

3 5

$7 \times 6 =$

4 2

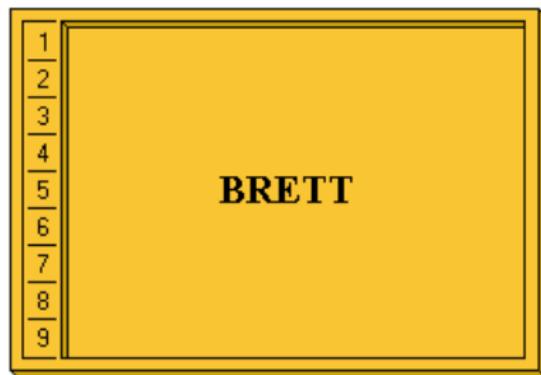
$7 \times 7 =$

4 9

$7 \times 8 =$

5 6

$7 \times 9 =$

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							

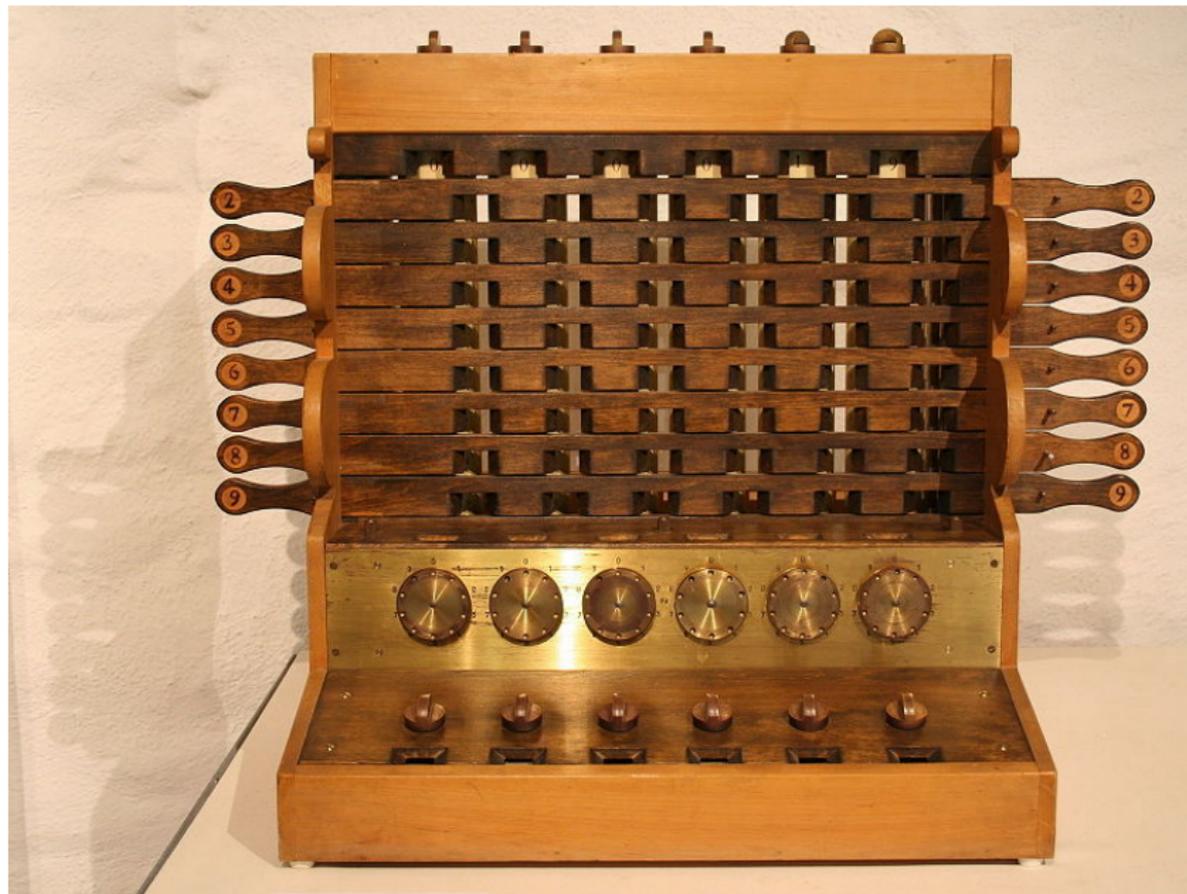
1	4	6	7	8	5	3	9	9
2	0/8	1/2	1/4	1/6	1/0	0/6	1/8	1/8
3	1/2	1/8	2/1	2/4	1/5	0/9	2/7	2/7
4	1/6	2/4	2/8	3/2	2/0	1/2	3/6	3/6
5	2/0	3/0	3/5	4/0	2/5	1/5	4/5	4/5
6	2/4	3/6	4/2	4/8	3/0	1/8	5/4	5/4
7	2/8	4/2	4/9	5/6	3/5	2/1	6/3	6/3
8	3/2	4/8	5/6	6/4	4/0	2/4	7/2	7/2
9	3/6	5/4	6/3	7/2	4/5	2/7	8/1	8/1

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

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

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.”

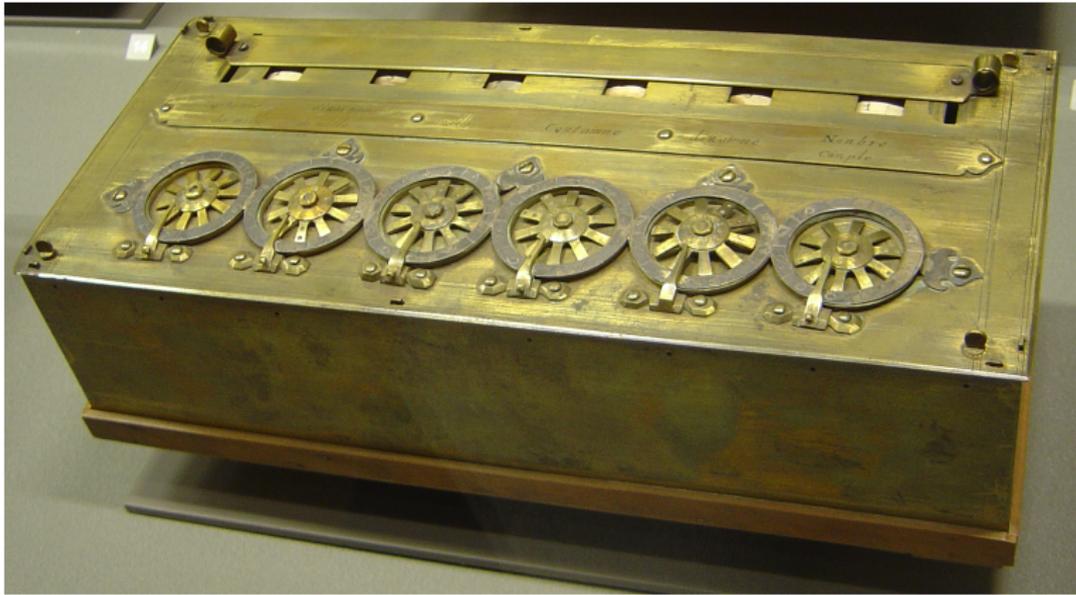


Schickard wirkte in der Provinz, seine Maschine ist nicht erhalten.
(Das Bild zeigt einen Nachbau)

Seine Maschine wurde vergessen. Bzw nie gebaut?

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"

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 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)

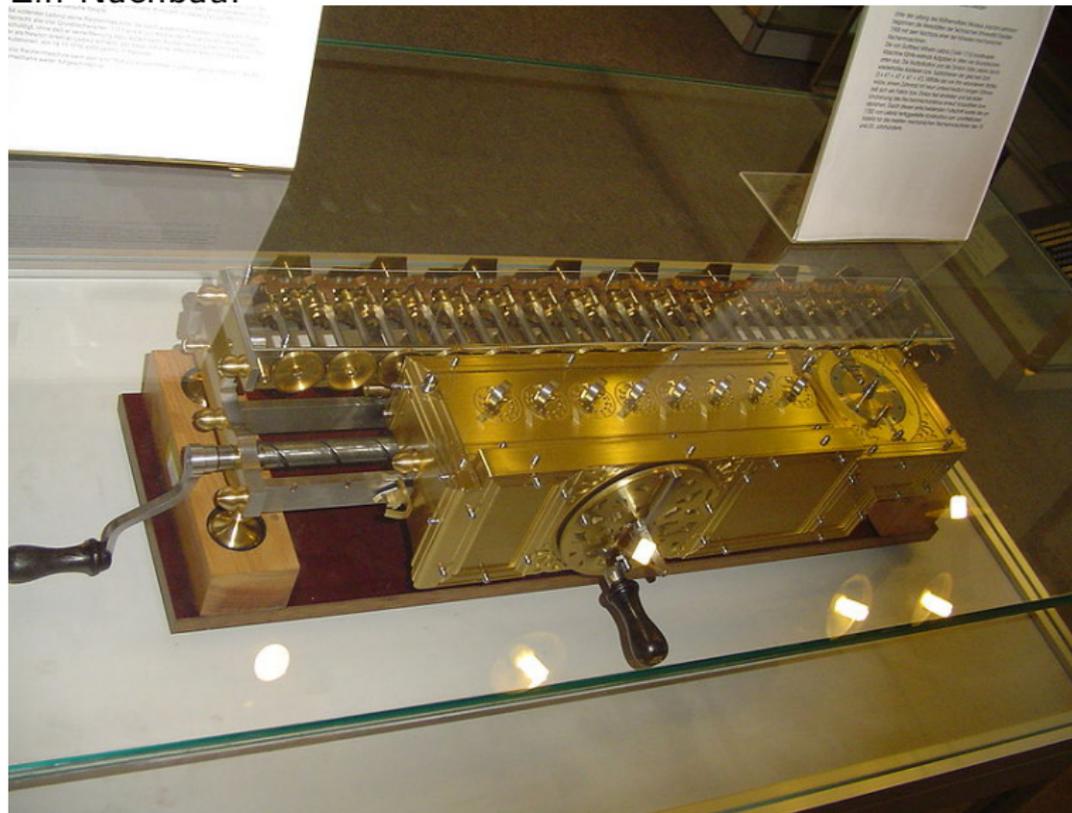
Sehr geschraubte Sprache. Heute würde man vielleicht formulieren:
“...innovatives Produkt, das durch effizientes Data Management exzellente Performance für vielfältige Business Cases erfolgreich einsetzt...”

Eine von Leibniz' Originalmaschinen:



Ein Nachbau:

Ein Nachbau des Leibnizschen Rechenwerks (1702) im Museum für Mathematik, Berlin. Das Rechenwerk ist ein mechanisches Rechenwerk, das die vier Grundrechenarten (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division) sowie die Potenz- und Wurzelfunktionen ausführen kann. Es besteht aus einer Reihe von Zahnrädern, die durch eine Kurbel angetrieben werden. Die Zahnräder sind so konstruiert, dass sie die Stellenwerte der Ziffern (Eins, Zehn, Hundert, Tausend, Zehntausend, Hunderttausend, Tausendtausend) darstellen. Die Multiplikation wird durch das Verschieben von Zahnrädern erreicht, die die Stellenwerte der Faktoren darstellen. Die Division wird durch das Verschieben von Zahnrädern erreicht, die die Stellenwerte des Divisors darstellen. Die Potenz- und Wurzelfunktionen werden durch das Verschieben von Zahnrädern erreicht, die die Stellenwerte der Potenzen und Wurzeln darstellen.



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)

Gottfried Wilhelm von Leibniz

1646-1716, Philosoph, Mathematiker, (Informatiker, s.o.).

Damals: "Naturphilosoph". Vielseitig und produktiv:

"major contributions to physics and technology, and anticipated notions that surfaced much later in philosophy, probability theory, biology, medicine, geology, psychology, linguistics, and computer science. He wrote works on philosophy, politics, law, ethics, theology, history, and philology."

Erfand unter anderem die Differential- und Integralrechnung.

- ▶ Leibniz-Kriterium, $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \dots = \frac{\pi}{4}$.
- ▶ Notation: $\int dx$, $\frac{dy}{dx}$
- ▶ Produktregel: $\frac{d}{dx}(f \cdot g) = f \frac{d}{dx}g + g \frac{d}{dx}f$.
- ▶ Fläche unter Graph = bestimmtes Integral

1642-1726, Physiker, Astronom, Mathematiker, Nationalbankchef
("Master of the Royal Mint")

Damals: "Naturphilosoph". Vielseitig und produktiv:

Klassische ("Newtonsche") Mechanik: Bewegungsgesetze,
Gravitationsgesetze; universelle Gravitation, Teilchentheorie des
Lichtes, Erklärung des Lichtspektrums, Spiegelteleskop,
Abkühlungsgesetz, Schallgeschwindigkeit...

*"widely recognised as one of the most influential scientists of all
time and as a key figure in the scientific revolution."*

Erfand unter anderem die Differential- und Integralrechnung.

Heutiger Stand in etwa so:

- ▶ Newton entwickelt die Differentialrechnung ab 1666
- ▶ Leibniz entwickelt sie ab 1674
- ▶ Leibniz publiziert einen ersten Artikel darüber 1684
- ▶ Newton publiziert seine Arbeit dazu 1704

Allgemeine Ansicht heute: Beide Entdeckungen unabhängig voneinander.

Details:

- ▶ 1662 Gründung der "Royal Society" in London (1665 Pest, 1666 Großbrand)
- ▶ 1676: Newton schreibt an Leibniz. Leibniz besucht London.
- ▶ Leibniz möchte seine Erkenntnisse teilen, Newton möchte seine geheim halten.

Aus Newtons Brief: eine verschlüsselte Botschaft

6a 2c d ae 13e 2f 7i 3l 9n 4o 4q 2r 4s 9t 12v x

Lösung: *Data Aequatione quotcumque, fluentes quantitates involvente fluxiones invenire, et vice versa*

(In etwa: Bei einer gegebenen Gleichung für all ihre Größen ihre Veränderungsrate zu finden, und umgekehrt)

- ▶ In seinem Artikel von 1684 erwähnt Leibniz Newton nicht
- ▶ 1699: Fatio de Duillier, Freund Newtons, beschuldigt Leibniz des Plagiats
- ▶ Dennoch wird Leibniz allgemein als Entdecker der Differentialrechnung angesehen.

- ▶ Newton publiziert seine Ideen 1704. Im Vorwort beansprucht er Priorität gegenüber Leibniz.
- ▶ Eine anonyme Rezension von Newtons Text behauptet, dass Newton seine Ideen von Leibniz hätte.
- ▶ Der Streit bricht aus. Die Royal Society (in London!) spricht Newton die Urheberschaft zu.
- ▶ 1716 stirbt Leibniz. Der Streit geht weiter.

"Newton behauptete stets, in den für ihn typischen immer wieder neuen Formulierungen, daß Zweiterfinder keine Rechte hätten. Er hätte kein absurderes Argument vorbringen können. Der Ersterfinder hielt seine Entdeckung unter Verschuß und gab anderen gegenüber so gut wie nichts preis. Der Zweiterfinder veröffentlichte seinen Kalkül und erschloß der westlichen Mathematik dadurch eine neue Dimension. Das wurde auch Newton schließlich klar, und mindestens die Hälfte seiner Wut traf Leibniz stellvertretend für Newtons früheres Ich, das einen solchen Schatz im Boden vergraben hatte." (Westfall 1996, s. Wußing)

Leibniz' Erbe (kleine Auswahl):

- ▶ Königlich-Preußische Akademie der Wissenschaften (heute Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften)
- ▶ Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel
- ▶ Acta Eruditorum (eine der ersten wiss. Fachzeitschriften)
- ▶ Leibniz-Keks (1891)



Newtons Erbe (kleine Auswahl):

- ▶ Die Apfelgeschichte
- ▶ Kunst: taucht immer wieder auf, z.B. *Die Physiker* von Dürrenmatt
- ▶ Stabile Währung
- ▶ $1 \text{ Newton} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{sec}^2}$



Sir Newtons Wappen