Die Macht der Zahlen

Von Null bis Unendlich

Dieter Kilsch

Technische Hochschule Bingen | FB 2 Technik, Informatik und Wirtschaft

Solingen, 27. November 2018

Inhalt

1 Die Zahlenwelt der Griechen

2 Einführung Dezimalsystem mit Null

3 Null und Unendlich

4 Die Badewannenkurve

5 28 2/3 Jahre in Bingen

Inhalt

1. Die Zahlenwelt der Griechen
   - Euklid: Elemente
   - Die Zahlen der Griechen
   - Das Rätsel eines Maschinenbauers
   - Wichtige Sätze des Euklid
   - Bekannte, unlösbare Probleme
2. Einführung Dezimalsystem mit Null
3. Null und Unendlich
4. Die Badewannenkurve
5. 28 2/3 Jahre in Bingen

Die Bücher mit der höchsten Verbreitung

Bibel – Euklid von Alexandria

1. Platz 1: Bibel
2. Platz 2: Stoicheia: Euklids Elemente

Die Bücher mit der höchsten Verbreitung

Bibel – Euklid von Alexandria

1. Platz 1: Bibel
2. Platz 2: Stoicheia: Euklids Elemente

Euklids Elemente

Euklid von Alexandria

1. geboren zwischen ca. 360 und ca. 300 vor Chr.
2. wirkte in Alexandria unter Ptolomaios I. (ca. 367 - 283 v.Chr.)
3. neben Mathematik auch Musiktheorie

Euklids Elemente

Euklid: Stoicheia: Elementare Regeln

Bücher 1 - 4: Geometrie der Ebene (ohne Zahlen und Messwerte)

Bücher 5 - 6: Vergleichbare Größen

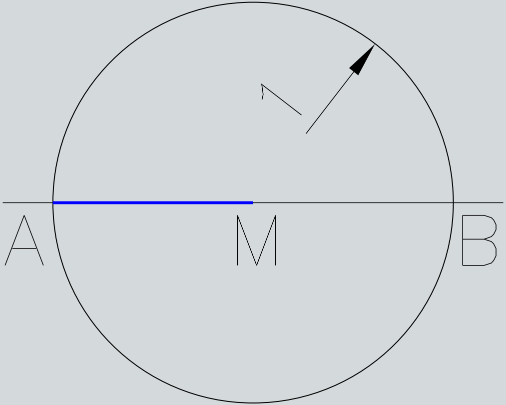
Bücher 7 - 10: Maße und Zahlen

Bücher 11 - 13: Geometrie des Raumes

http://www.opera-platonis.de/euklid/

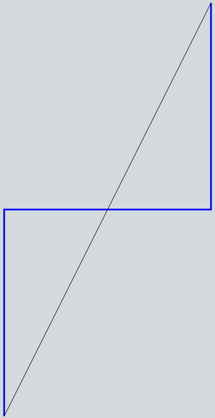
Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

Natürliche Zahlen und Brüche: Teilung von Strecken



Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

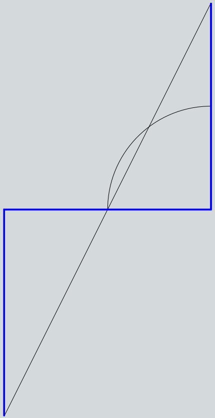
Natürliche Zahlen und Brüche: Teilung von Strecken



$1 : 1$ ergibt $\frac{1}{2}$

Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

Natürliche Zahlen und Brüche: Teilung von Strecken

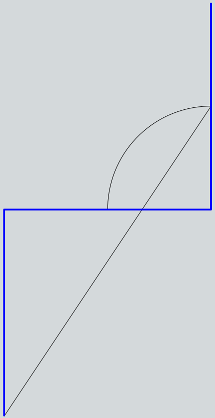


$1 : 1$ ergibt $\frac{1}{2}$

$2 : 1$ ergibt $\frac{1}{3}$

Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

Natürliche Zahlen und Brüche: Teilung von Strecken



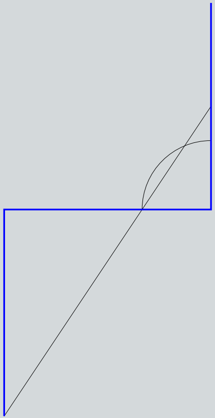
$1 : 1$ ergibt $\frac{1}{2}$

$2 : 1$ ergibt $\frac{1}{3}$

$3 : 1$ ergibt $\frac{1}{4}$

Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

Natürliche Zahlen und Brüche: Teilung von Strecken



$1 : 1$ ergibt $\frac{1}{2}$

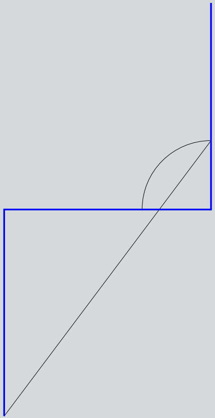
$2 : 1$ ergibt $\frac{1}{3}$

$3 : 1$ ergibt $\frac{1}{4}$

$4 : 1$ ergibt $\frac{1}{5}$

Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

Natürliche Zahlen und Brüche: Teilung von Strecken



$1 : 1$ ergibt $\frac{1}{2}$

$2 : 1$ ergibt $\frac{1}{3}$

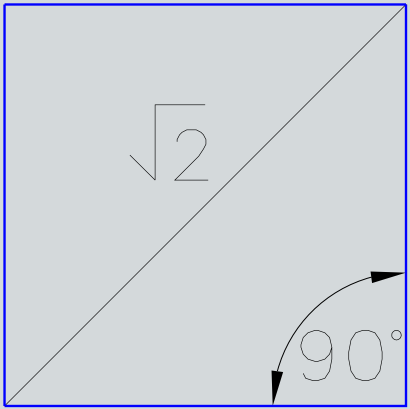
$3 : 1$ ergibt $\frac{1}{4}$

$4 : 1$ ergibt $\frac{1}{5}$

$5 : 1$ ergibt $\frac{1}{6}$

Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

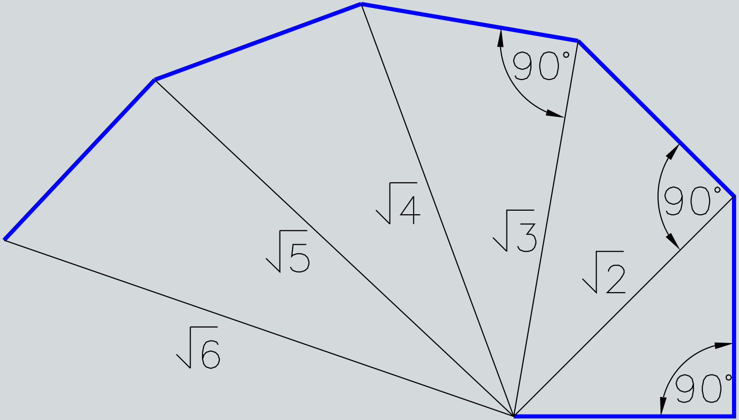
Wurzeln: Diagonalen in Rechtecken



$$a^2 + b^2 = c^2$$

Geometrische Konstruktionen als Grundlage der Zahlen

Wurzeln: Diagonalen in Rechtecken



$$a^2 + b^2 = c^2$$

Zahlen der Griechen

Zahlen der Geometrie

1. Natürliche Zahlen: 1, 2, 3, ...
2. Brüche
3. „einige“ Wurzeln
4.

Zahlen der Griechen

Zahlen der Geometrie

1. Natürliche Zahlen: 1, 2, 3, . . .
2. Brüche
3. „einige“ Wurzeln
4.

Zahlen der Griechen

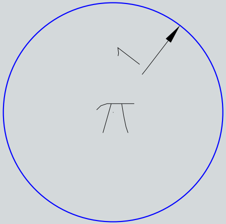
Zahlen der Geometrie

1. Natürliche Zahlen: 1, 2, 3, ...
2. Brüche
3. „einige“ Wurzeln
4.

Zahlen der Griechen

Zahlen der Geometrie

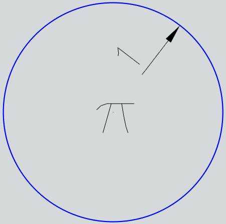
1. Natürliche Zahlen: 1, 2, 3, . . .
2. Brüche
3. „einige“ Wurzeln
4.



Zahlen der Griechen

Zahlen der Geometrie

1. Natürliche Zahlen: 1, 2, 3, ...
2. Brüche
3. „einige“ Wurzeln
4.



Archimedes: $\frac{233}{71} < \pi < \frac{22}{7}$: Abschätzung mit ein- und umbeschriebenem 96-Eck.

Zahlen der Griechen

Zahlen der Geometrie

1. Natürliche Zahlen: 1, 2, 3, . . .
2. Brüche
3. „einige“ Wurzeln
4. Archimedes: $\frac{233}{71} < \pi < \frac{22}{7}$: Abschätzung mit ein- und umbeschriebenem 96-Eck.

Grundlegende Eigenschaft der Zahlen

Addiert man die kleinere zweier Zahl oft genug zu sich selbst, so übertrifft die Summe irgendwann die größere Zahl.

Zahlen der Griechen

Grundlegende Eigenschaft der Zahlen

Addiert man die kleinere zweier Zahl oft genug zu sich selbst, so übertrifft die Summe irgendwann die größere Zahl.

Zahlen der antiken Griechen

- Alle Zahlen sind positiv, insbesondere ist die Zahl Null für „Nichts“ unbekannt.
- Hexagesimalsystem: z.B.: Winkel in Grad, Minuten und Sekunden: X°Y’Z”
- Bezeichnung durch unterschiedliche Buchstaben für Einer, Zehner und Hunderter aber kein Stellensystem: 463

Zahlen der Griechen

Grundlegende Eigenschaft der Zahlen

Addiert man die kleinere zweier Zahl oft genug zu sich selbst, so übertrifft die Summe irgendwann die größere Zahl.

Zahlen der antiken Griechen

- Alle Zahlen sind positiv, insbesondere ist die Zahl Null für „Nichts“ unbekannt.
- Hexagesimalsystem: z.B.: Winkel in Grad, Minuten und Sekunden: X°Y'Z"
- Bezeichnung durch unterschiedliche Buchstaben für Einer, Zehner und Hunderter aber kein Stellensystem: 463

Zahlen der Griechen

Grundlegende Eigenschaft der Zahlen

Addiert man die kleinere zweier Zahl oft genug zu sich selbst, so übertrifft die Summe irgendwann die größere Zahl.

Zahlen der antiken Griechen

- Alle Zahlen sind positiv, insbesondere ist die Zahl Null für „Nichts“ unbekannt.
- Hexagesimalsystem: z.B.: Winkel in Grad, Minuten und Sekunden: X°Y’Z”
- Bezeichnung durch unterschiedliche Buchstaben für Einer, Zehner und Hunderter aber kein Stellensystem: 463

Bessere rationale Näherungen

Rationale Näherung

$\pi \approx \frac{22}{7} = 3.\overline{142857}$ Archimedes: $\frac{223}{71} < \pi < \frac{22}{7}$

$\pi \approx \frac{355}{113} = 3.\overline{1415929203539823008849557522123893805309734513274336283185840707964601769911504424778761061946902654867256637168}$

Chong-Zhi (430-501)

$\pi \approx \frac{25}{8} = 3.125$ Albrecht Dürer (1471-1528)

$$2\pi \approx 6 + \frac{16}{60} + \frac{59}{60^2} + \frac{28}{60^3} + \frac{1}{60^4} + \frac{34}{60^5} + \frac{51}{60^6} + \frac{46}{60^7} + \frac{14}{60^8} + \frac{50}{60^9}$$

$\pi \approx 3.1415926535897932$ Al-Kasi, Astronom von Ulugh-Beg, Samarkand, 1427

$\pi = 3.14159265358979323846\ldots$ Ludolph van Ceulen, Leiden, 1540-1619, 35 Stellen

$\pi =$

Bessere rationale Näherungen

Rationale Näherung

$\pi \approx \frac{22}{7} = 3.\overline{142857}$ — Archimedes: $\frac{223}{71} < \pi < \frac{22}{7}$

$\pi \approx \frac{355}{113} = 3.\overline{1415929203539823008849557522123893805309734513274336283185840}$
$\overline{7079646017699115044247787610619469026548672566371 68}$

Chong-Zhi (430-501)

$\pi \approx \frac{25}{8} = 3.125$ — Albrecht Dürer (1471-1528)

$$2\pi \approx 6 + \frac{16}{60} + \frac{59}{60^2} + \frac{28}{60^3} + \frac{1}{60^4} + \frac{34}{60^5} + \frac{51}{60^6} + \frac{46}{60^7} + \frac{14}{60^8} + \frac{50}{60^9}$$

```
.5×(((⍴r)⍴60)⊥r)÷60*¯1+⍴r←6 16 59 28 1 34 51 46 14 50
```

$\pi \approx 3.141592653589793\,2$ — Al-Kasi, Astronom von Ulugh-Beg, Samarkand, 1427

$\pi = 3.14159265358979323846\ldots$ Ludolph van Ceulen, Leiden, 1540-1619, 35 Stellen

$\pi =$

Bessere rationale Näherungen

Rationale Näherung

$\pi \approx \frac{22}{7} = 3.\overline{142857}$ Archimedes: $\frac{223}{71} < \pi < \frac{22}{7}$

$\pi \approx \frac{355}{113} = 3.141592\overline{9203539823008849557522123893805309734513274336283185840}$
$\overline{707964601769911504424778761061946902654867256637168}$
Chong-Zhi (430-501)

$\pi \approx \frac{25}{8} = 3.125$ Albrecht Dürer (1471-1528)

$$2\pi \approx 6 + \frac{16}{60} + \frac{59}{60^2} + \frac{28}{60^3} + \frac{1}{60^4} + \frac{34}{60^5} + \frac{51}{60^6} + \frac{46}{60^7} + \frac{14}{60^8} + \frac{50}{60^9}$$

```
.5×(((⍴r)⍴60)⊥r)÷60*¯1+⍴r←6 16 59 28 1 34 51 46 14 50
```

$\pi \approx 3.141592653589732$ Al-Kasi, Astronom von Ulugh-Beg, Samarkand, 1427

$\pi = 3.14159265358979323846\ldots$ Ludolph van Ceulen, Leiden, 1540-1619, 35 Stellen

$\pi = 3.2$ $\pi = 4$ 1897 Indiana: Repr.-haus verabsch.; vom Senat auf unbest. Zeit vertagt

Bruchrechnung

Rätsel

$$\frac{\mathrm{XXIII}}{\mathrm{VII}} = \mathrm{II}$$

Bruchrechnung

Rätsel eines Maschinenbauers

$$\frac{\mathrm{XXII}}{\mathrm{VII}} \neq \mathrm{II}$$

Bruchrechnung

Rätsel eines Maschinenbauers

$$\frac{\mathrm{XXII}}{\mathrm{VII}} \neq \mathrm{II}$$

Bruchrechnung

Rätsel eines Maschinenbauers

$$\frac{\mathrm{XXII}}{\mathrm{VII}} = \mathrm{II}$$

π für Maschinenbau

Rätsel eines Maschinenbauers

$$\frac{\mathrm{XXII}}{\mathrm{VII}} = \overline{\mathrm{II}}$$

Wichtige Sätze des Euklid

Geometrie

1. Umfangswinkel, Peripheriewinkel, Sehnen-Tangentenwinkel
2. Winkelhalbierung

Wichtige Sätze des Euklid

Geometrie

1. Umfangswinkel, Peripheriewinkel, Sehnen-Tangentenwinkel
2. Winkelhalbierung

Wichtige Sätze des Euklid

Zahlen

1. Berechnung des größten gemeinsamen Teilers, z.B. $\operatorname{ggT}(24, 57)$:

$$\begin{aligned} 57 &= 2 \cdot 24 + 9 \\ 24 &= 2 \cdot 9 + 6 \\ 9 &= 1 \cdot 6 + 3 \\ 6 &= 2 \cdot 3 \end{aligned}$$

und die Zerlegung

$$\begin{aligned} 3 &= 9 - 6 = (57 - 2 \cdot 24) - (24 - 2 \cdot 9) \\ &= 57 - 3 \cdot 24 + 2 \cdot (57 - 2 \cdot 24) = 3 \cdot 57 - 7 \cdot 24 \end{aligned}$$

2. $\sqrt{2}$ ist kein Bruch: Ältester bekannter Widerspruchsbeweis
3. Es gibt unendlich viele Primzahlen

Wichtige Sätze des Euklid

Zahlen

1. Berechnung des größten gemeinsamen Teilers, z.B. $\mathrm{ggT}(24, 57)$:

$$\begin{aligned} 57 &= 2 \cdot 24 &+\ 9 \\ 24 &= 2 \cdot 9 &+\ 6 \\ 9 &= 1 \cdot 6 &+\ 3 \\ 6 &= 2 \cdot 3 & \end{aligned}$$

und die Zerlegung

$$\begin{aligned} 3 &= 9 - 6 = (57 - 2 \cdot 24) - (24 - 2 \cdot 9) \\ &= 57 - 3 \cdot 24 + 2 \cdot (57 - 2 \cdot 24) = 3 \cdot 57 - 7 \cdot 24 \end{aligned}$$

2. $\sqrt{2}$ ist kein Bruch: Ältester bekannter Widerspruchsbeweis
3. Es gibt unendlich viele Primzahlen

Wichtige Sätze des Euklid

Zahlen

1. Berechnung des größten gemeinsamen Teilers, z.B. $\mathrm{ggT}(24, 57)$:

$$\begin{aligned} 57 &= 2 \cdot 24 &+ 9 \\ 24 &= 2 \cdot 9 &+ 6 \\ 9 &= 1 \cdot 6 &+ 3 \\ 6 &= 2 \cdot 3 & \end{aligned}$$

   und die Zerlegung

$$\begin{aligned} 3 &= 9 - 6 = (57 - 2 \cdot 24) - (24 - 2 \cdot 9) \\ &= 57 - 3 \cdot 24 + 2 \cdot (57 - 2 \cdot 24) = 3 \cdot 57 - 7 \cdot 24 \end{aligned}$$

2. $\sqrt{2}$ ist kein Bruch: Ältester bekannter Widerspruchsbeweis
3. Es gibt unendlich viele Primzahlen

Bekannte ungelöste, unlösbare geometrische Probleme

Geometrie: Konstruktion mit Zirkel und Lineal

1. Dreiteilung eines Winkels: mit den Methoden von Évariste Galois ab 1830; Pierre Wantzel (1837)
2. Quadratur des Kreises ($\sqrt{\pi}$ konstruieren): Ferdinand von Lindemann (1882)

Inhalt

1 Die Zahlenwelt der Griechen

2 Einführung Dezimalsystem mit Null
- Rechnen mit römischen Zahlen
- Leonardo Bonacci
- Unvollendet

3 Null und Unendlich

4 Die Badewannenkurve

5 28 2/3 Jahre in Bingen

Rechnen mit römischen Zahlen

Addition im Vergleich

33	XXXIII
79	LXXIX

Rechnen mit römischen Zahlen

Addition im Vergleich

33	XXXIII
79	LXXIX
112	

Rechnen mit römischen Zahlen

Addition im Vergleich

33	XXXIII
79	LXXIX
112	LXXXXXXXII

Rechnen mit römischen Zahlen

Addition im Vergleich

33	XXXIII
79	LXXIX
112	LXXXXXXXII
	LLXII

Rechnen mit römischen Zahlen

Addition im Vergleich

33	XXXIII
79	LXXIX
112	LXXXXXXII
	LLXII
	CXII

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$ $\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$16 \cdot 158$	$\mathrm{XVI} \cdot \mathrm{CLVIII}$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$$\begin{aligned} 33 \cdot 79 &\qquad& \mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX} \\ 16 \cdot 158 &\qquad& \mathrm{XVI} \cdot \mathrm{CLVIII} \\ 8 \cdot 316 &\qquad& \mathrm{VII} \cdot \mathrm{CCCXVI} \end{aligned}$$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$$
\begin{array}{rcl}
33 \cdot 79 & \qquad & \mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX} \\
16 \cdot 158 & & \mathrm{XVI} \cdot \mathrm{CLVIII} \\
8 \cdot 316 & & \mathrm{VII} \cdot \mathrm{CCCXVI} \\
4 \cdot 632 & & \mathrm{IV} \cdot \mathrm{DCXXXII}
\end{array}
$$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	XXXIII · LXXIX
$16 \cdot 158$	XVI · CLVIII
$8 \cdot 316$	VII · CCCXVI
$4 \cdot 632$	IV · DCXXXII
$2 \cdot 1264$	II · MCCLXIV

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$16 \cdot 158$	$\mathrm{XVI} \cdot \mathrm{CLVIII}$
$8 \cdot 316$	$\mathrm{VII} \cdot \mathrm{CCCXVI}$
$4 \cdot 632$	$\mathrm{IV} \cdot \mathrm{DCXXXII}$
$2 \cdot 1264$	$\mathrm{II} \cdot \mathrm{MCCLXIV}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$$33 \cdot 79 \qquad \mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$$

$$1 \cdot 2528 \qquad \mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$$

$$\overline{\mathrm{MMDLXXXXXVII}}$$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$ $\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$

$1 \cdot 2528$ $\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$

$$\begin{array}{l} \mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII} \\ \hline \mathrm{MMDLXXXXXVII} \\ \hline \mathrm{MMDCVII} \end{array}$$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$
	MMDLXXXXXVII
	MMDCVII

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$
	$\mathrm{MMDLXXXXXVII}$
	$\mathrm{MMDCVII}$

Erklärung: $33 \cdot 79$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$
	$\mathrm{MMDLXXXXXVII}$
	$\mathrm{MMDCVII}$

Erklärung: $33 \cdot 79 = (2^0 + 2^5) \cdot 79$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$
	MMDLXXXXXVII
	MMDCVII

Erklärung: $33 \cdot 79 = (2^0 + 2^5) \cdot 79 = 2^0 \cdot 79 + 2^5 \cdot 79$

Rechnen mit römischen Zahlen

Multiplikation im Vergleich

$33 \cdot 79$	$\mathrm{XXXIII} \cdot \mathrm{LXXIX}$
$1 \cdot 2528$	$\mathrm{I} \cdot \mathrm{MMDXXVIII}$
	$\mathrm{MMDLXXXXXVII}$
	$\mathrm{MMDCVII}$

Erklärung: $33 \cdot 79 = (2^0 + 2^5) \cdot 79 = 2^0 \cdot 79 + 2^5 \cdot 79 = 79 + 2528 = 2607$

Leonardo Bonacci ca. 1170 - 1250

Aus seinem Leben

1. auch Leonarda da Pisa genannt, am bekanntesten unter dem Namen Fibonacci „Sohn des Bonacci“ bekannt.
2. Vater Guglielmo Bonacci: Händler und Notar von Pisa, arbeitete zeitweise in Algerien. Leonardo begleitete ihn, reiste durch Nordafrika und lernte das indisch-arabische Zahlensystem (Dezimalsystem) kennen.
3. 1202, 1228: Liber abaci (Rechenbuch) mit den uns heute bekannten Rechenregeln für ganze Zahlen einschließlich der Null.
   siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci
4. talentiertester Mathematiker des Mittelalters im christlich europäischen Raum

Leonardo Bonacci ca. 1170 - 1250

Aus seinem Leben

1. auch Leonarda da Pisa genannt, am bekanntesten unter dem Namen Fibonacci „Sohn des Bonacci“ bekannt.
2. Vater Guglielmo Bonacci: Händler und Notar von Pisa, arbeitete zeitweise in Algerien. Leonardo begleitete ihn, reiste durch Nordafrika und lernte das indisch-arabische Zahlensystem (Dezimalsystem) kennen.
3. 1202, 1228: Liber abaci (Rechenbuch) mit den uns heute bekannten Rechenregeln für ganze Zahlen einschließlich der Null.
   siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci
4. talentiertester Mathematiker des Mittelalters im christlich europäischen Raum

Leonardo Bonacci ca. 1170 - 1250

Aus seinem Leben

1. auch Leonarda da Pisa genannt, am bekanntesten unter dem Namen Fibonacci „Sohn des Bonacci“ bekannt.
2. Vater Guglielmo Bonacci: Händler und Notar von Pisa, arbeitete zeitweise in Algerien. Leonardo begleitete ihn, reiste durch Nordafrika und lernte das indisch-arabische Zahlensystem (Dezimalsystem) kennen.
3. 1202, 1228: Liber abaci (Rechenbuch) mit den uns heute bekannten Rechenregeln für ganze Zahlen einschließlich der Null.
   siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci
4. talentiertester Mathematiker des Mittelalters im christlich europäischen Raum

Leonardo Bonacci ca. 1170 - 1250

Aus seinem Leben

1. auch Leonarda da Pisa genannt, am bekanntesten unter dem Namen Fibonacci „Sohn des Bonacci“ bekannt.
2. Vater Guglielmo Bonacci: Händler und Notar von Pisa, arbeitete zeitweise in Algerien. Leonardo begleitete ihn, reiste durch Nordafrika und lernte das indisch-arabische Zahlensystem (Dezimalsystem) kennen.
3. 1202, 1228: Liber abaci (Rechenbuch) mit den uns heute bekannten Rechenregeln für ganze Zahlen einschließlich der Null.
   siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci
4. talentiertester Mathematiker des Mittelalters im christlich europäischen Raum

Liber Abaci

Widerstand der Kurie gegen Liber abaci

Die Zahl (Ziffer) Null bezeichnet das „Nichts“, das „Nicht-Existierende“, das „Leere“. Das wurde als teuflisch angesehen!

Verbreitung über die Geschäftswelt Norditaliens

Die einfache Berechnungsmethode des Dezimalsystems wurde von den norditalienischen Händlern und Bankiers zur Abwicklung ihrer Geschäfte gerne übernommen.

Liber Abaci – Ausbreitung des Dezimalsystems

Widerstand der Kurie gegen Liber abaci

Die Zahl (Ziffer) Null bezeichnet das „Nichts“, das „Nicht-Existierende“, das „Leere“. Das wurde als teuflisch angesehen!

Verbreitung über die Geschäftswelt Norditaliens

Die einfache Berechnungsmethode des Dezimalsystems wurde von den norditalienischen Händlern und Bankiers zur Abwicklung ihrer Geschäfte gerne übernommen.

Null und Nichts

Bezeichnungen für Null

- Winkelangaben: 3 Grad null Minuten 15 Sekunden: früher 3° ’15“: heute 3°0’15“
- Hexagesimalsystem: früher 15;;3: $15 \cdot 3600 + 3$; heute 15;0;3: $15 \cdot 3600 + 0 \cdot 60 + 3$;

Null und Nichts

Bezeichnungen für Null

- Winkelangaben: 3 Grad null Minuten 15 Sekunden: früher 3° ’15“: heute 3°0’15“
- Hexagesimalsystem: früher 15;;3: $15 \cdot 3600 + 3$; heute 15;0;3: $15 \cdot 3600 + 0 \cdot 60 + 3$;

Ausbreitung des Dezimalsystems ist nicht abgeschlossen

Baedekers Rheinlande, 1876:

Vergleichungstafel für das Metermass.

Meter.	Pariser Fuss	Preuss. (Rhein.) Fuss	Wiener Fuss	Engl. Fuss.
1	3,08	3,19	3,16	3,28
2	6,16	6,37	6,33	6,56
3	9,24	9,56	9,49	9,84
4	12,31	12,74	12,65	13,12
5	15,39	15,93	15,82	16,40
6	18,47	19,12	18,98	19,69
7	21,55	22,30	22,15	22,97
8	24,63	25,49	25,31	26,25
9	27,71	28,68	28,47	29,53
10	30,78	31,86	31,64	32,81
20	61,57	63,72	63,27	65,62
30	92,35	95,59	94,91	98,43
40	123,14	127,45	126,55	131,24
50	153,92	159,31	158,19	164,04
60	184,71	191,17	189,82	196,85
70	215,49	223,03	221,46	229,66
80	246,28	254,90	253,10	262,47
90	277,06	286,76	284,74	295,28
100	307,84	318,62	316,37	328,09

Zwar hatte Napoleon das metrische System eingeführt, aber die Restauration brachte die alten Längeneinheiten wieder zurück.

Inhalt

1 Die Zahlenwelt der Griechen

2 Einführung Dezimalsystem mit Null

3 Null und Unendlich
- Das ptolomäische Weltbild
- Ein „Gottesbeweis“

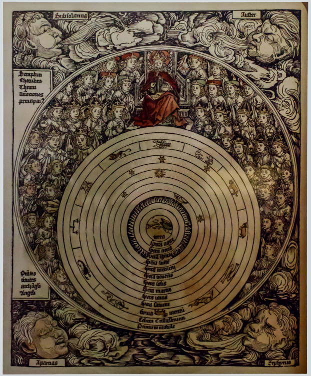
4 Die Badewannenkurve

5 28 2/3 Jahre in Bingen

Unendlich als Gegenpol zur Null

Geozentrisches Weltbild des Aristoteles und Ptolomäus

- Die Einzigartigkeit der Menschen macht die Erde zum Zentrum der Welt.
- Die Planeten bewegen sich auf Bahnen um die Erde.
- Die Bahnen werden durch Kreise und sich darauf bewegenden Epizyklen beschrieben.
- Diese Beschreibung ist präziser als das heliozentrische Modell von Kopernikus mit Kreisbahnen.
- Erst die Keplersche Beschreibung der Bahnen durch Ellipsen brachte eine Verbesserung!

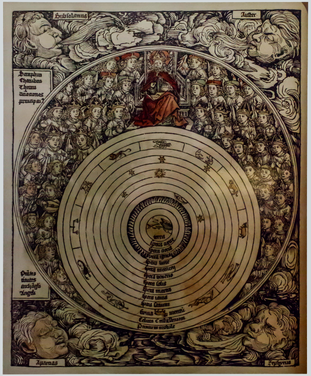


Hartmann Schedel: Weltchronik, 1493

Unendlich als Gegenpol zur Null

Geozentrisches Weltbild des Aristoteles und Ptolomäus

- Die Einzigartigkeit der Menschen macht die Erde zum Zentrum der Welt.
- Die Planeten bewegen sich auf Bahnen um die Erde.
- Die Bahnen werden durch Kreise und sich darauf bewegenden Epizyklen beschrieben.
- Diese Beschreibung ist präziser als das heliozentrische Modell von Kopernikus mit Kreisbahnen.
- Erst die Keplersche Beschreibung der Bahnen durch Ellipsen brachte eine Verbesserung!

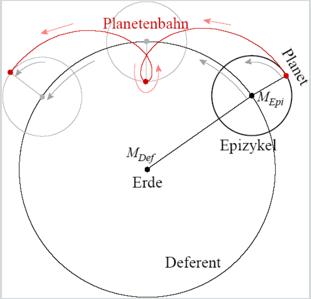


Hartmann Schedel: Weltchronik, 1493

Unendlich als Gegenpol zur Null

Geozentrisches Weltbild des Aristoteles und Ptolomäus

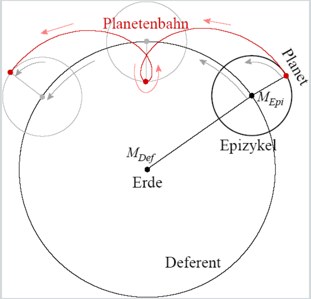
- Die Einzigartigkeit der Menschen macht die Erde zum Zentrum der Welt.
- Die Planeten bewegen sich auf Bahnen um die Erde.
- Die Bahnen werden durch Kreise und sich darauf bewegenden Epizyklen beschrieben.
- Diese Beschreibung ist präziser als das heliozentrische Modell von Kopernikus mit Kreisbahnen.
- Erst die Keplersche Beschreibung der Bahnen durch Ellipsen brachte eine Verbesserung!



Unendlich als Gegenpol zur Null

Geozentrisches Weltbild des Aristoteles und Ptolomäus

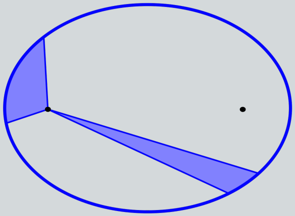
- Die Einzigartigkeit der Menschen macht die Erde zum Zentrum der Welt.
- Die Planeten bewegen sich auf Bahnen um die Erde.
- Die Bahnen werden durch Kreise und sich darauf bewegenden Epizyklen beschrieben.
- Diese Beschreibung ist präziser als das heliozentrische Modell von Kopernikus mit Kreisbahnen.
- Erst die Keplersche Beschreibung der Bahnen durch Ellipsen brachte eine Verbesserung!



Unendlich als Gegenpol zur Null

Geozentrisches Weltbild des Aristoteles und Ptolomäus

- Die Einzigartigkeit der Menschen macht die Erde zum Zentrum der Welt.
- Die Planeten bewegen sich auf Bahnen um die Erde.
- Die Bahnen werden durch Kreise und sich darauf bewegenden Epizyklen beschrieben.
- Diese Beschreibung ist präziser als das heliozentrische Modell von Kopernikus mit Kreisbahnen.
- Erst die Keplersche Beschreibung der Bahnen durch Ellipsen brachte eine Verbesserung!



Endliche Ausdehnung des Universums

… liefert „Gottesbeweis“

- Für die Bewegung der Himmelskörper einer Schale sind die Himmelskörper auf der nächst äußeren Schale verantwortlich.
- Wer oder was bewegt die Himmelskörper auf der äußersten Schale: Gott

Endliche Ausdehnung des Universums

... liefert „Gottesbeweis“

- Für die Bewegung der Himmelskörper einer Schale sind die Himmelskörper auf der nächst äußeren Schale verantwortlich.
- Wer oder was bewegt die Himmelskörper auf der äußersten Schale: Gott

„Und sie bewegt sich doch“

Galileo Galilei (1564 - 1641)

- beobachtete die Monde um den Jupiter: Nicht alles bewegt sich um die Erde!
- musste seine Erkenntnis widerrufen (1633).
- wurde 1992 rehabilitiert.

Inhalt

1 Die Zahlenwelt der Griechen

2 Einführung Dezimalsystem mit Null

3 Null und Unendlich

4 Die Badewannenkurve
- Materialversagen in Abhängigkeit von der Lebensdauer
- Storchenpopulation und Familienpolitik
- Straßenzustand und BIP

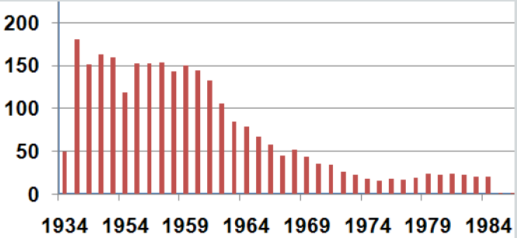
5 28 2/3 Jahre in Bingen

Materialversagen

Weibulldichte

Storchenpopulation in den 60ern und 70ern

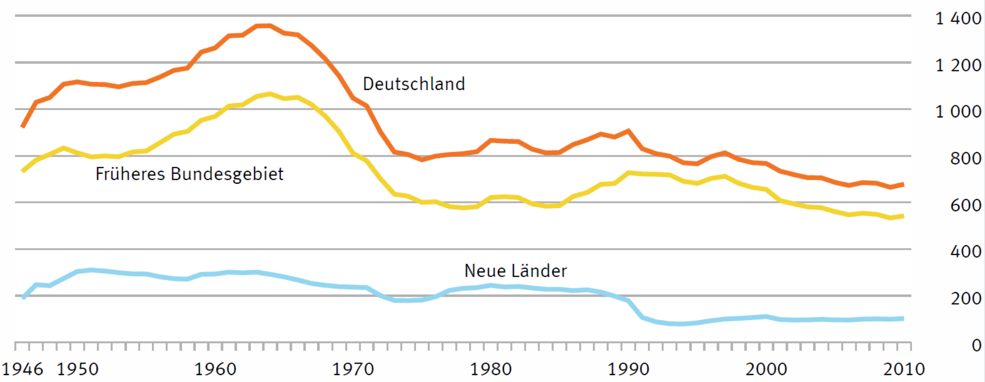
Baden-Württemberg



©NaBu

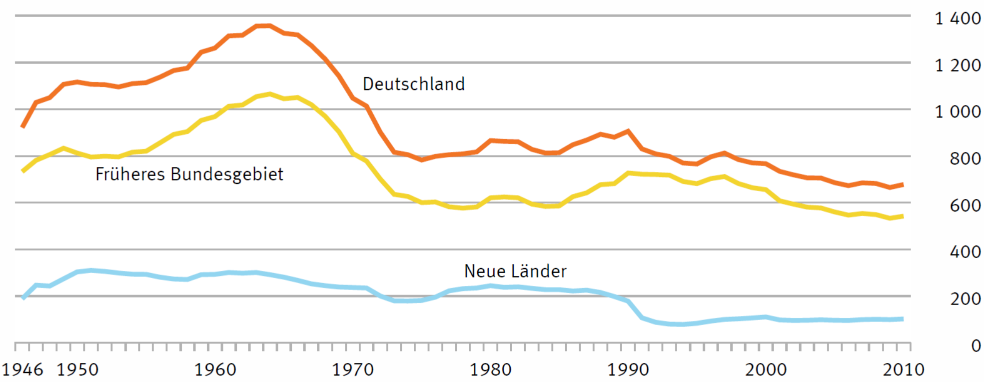
Nach dem rapiden Bestandsrückgang der Weißstorchpopulation in Südwestdeutschland wurde in Baden-Württemberg ein Bestandsstützungs- und Wiedereinbürgerungsprogramm ins Leben gerufen (1984 – 1997).

Geburten in Deutschland



Geburten in Deutschland

Hohe Korrelation zwischen Storchenpopulation und Geburten



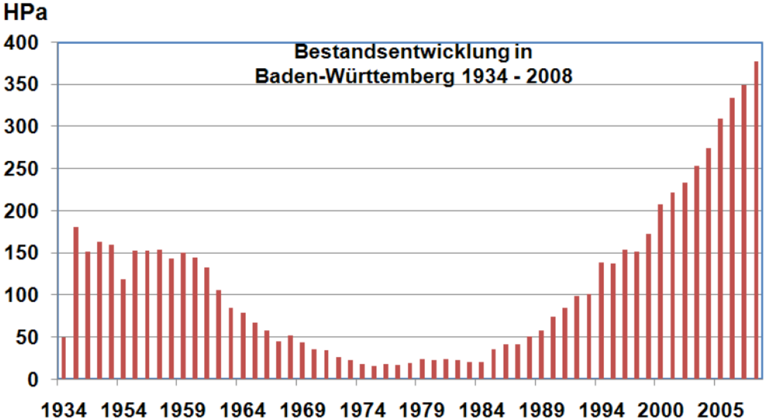
©Statistisches Bundesamt

Storchenpolitik und Familienpolitik

Woher kommen die Babys ?

Storchenpopulation in den 80ern, 90ern und 00ern

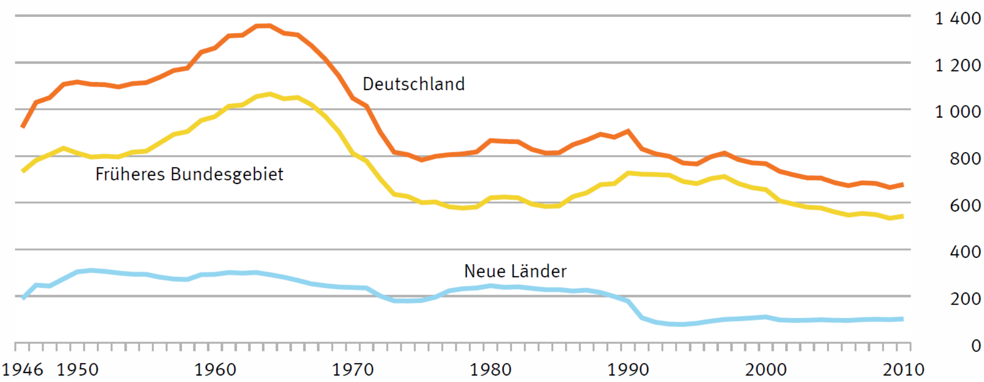
Baden-Württemberg



©NaBu

Geburten in Deutschland

Langfristig keine Korrelation zwischen Storchenpopulation und Geburten

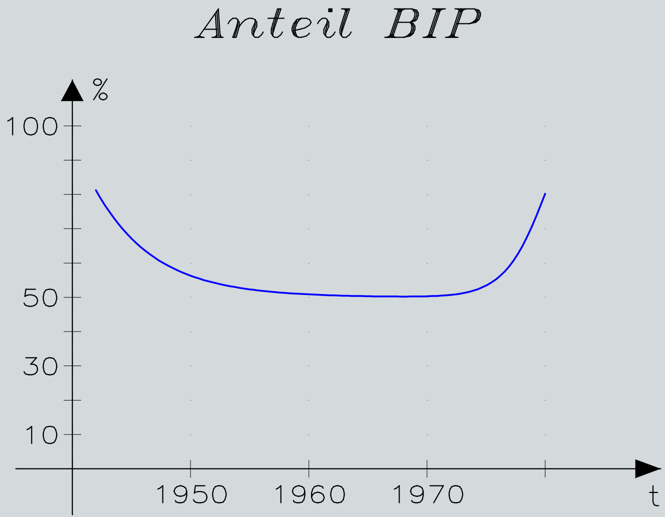


Straßenschäden

Seit den 80ern nehmen die Schlaglöcher zu

Anteil der Personen im obersten Dezil am BIP

Abfall von 80% auf 50% und Wiederanstieg (Bofinger)



Inhalt

1 Die Zahlenwelt der Griechen

2 Einführung Dezimalsystem mit Null

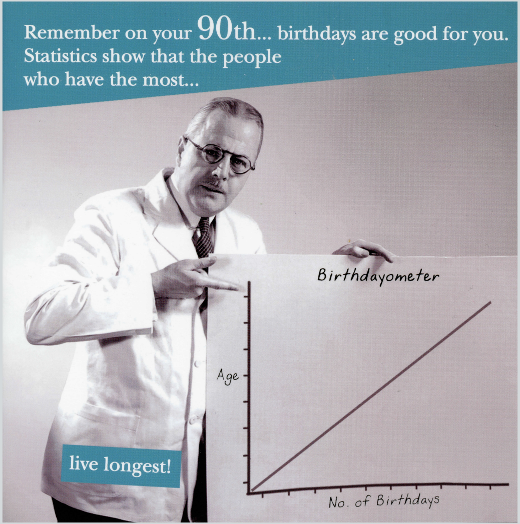
3 Null und Unendlich

4 Die Badewannenkurve

5 28 2/3 Jahre in Bingen
- Statistische Wahrheit
- Die Macht von 3333

Anzahl Geburtstage

Korreliert Alter mit der Anzahl der Geburtstage?



Klar doch:
Eine empirische Studie ergab, dass die Anzahl der Geburtstage gleich dem Alter (in Jahren) ist!

Die Macht von 3333

Die Macht von 3333

$$2.1.1988 + 3333 \cdot \pi \ \text{Tage} = 1.9.2016$$

Die Macht von 3333

Meine Tage an der TH Bingen

$$2.1.1988 + 3333 \cdot \pi \text{ Tage} = 1.9.2016$$

Die Macht der Uhr

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!