

Peter Holland:

Wang LOCI - Rechnen mit Logarithmen

Wir alle sind gewohnt an den Zusammenhang zwischen Logarithmen und Rechenschiebern:



Doch gibt es auch einen Zusammenhang zwischen Logarithmen und Computern?



Gewöhnlich rechnen Computer, indem sie die Multiplikation auf die fortgesetzte Addition zurückführen:

Aufgabe:

$$9 \times 7 = ??$$

Berechnung:

$$9 \times 7 = 9$$

9

9

9

9

9

$$\begin{array}{r} 9 \\ 9 \\ 9 \\ 9 \\ 9 \\ +9 \\ \hline 63 \end{array}$$

Dabei rechnen sie auch noch im Dualsystem:

Beispiel:

$$\text{Dezimal } 0 = \text{Dual } 000$$

Dezimal 1 = Dual 001
Dezimal 2 = Dual 010
Dezimal 3 = Dual 011
Dezimal 4 = Dual 100
Dezimal 5 = Dual 101
Dezimal 6 = Dual 110
Dezimal 7 = Dual 111

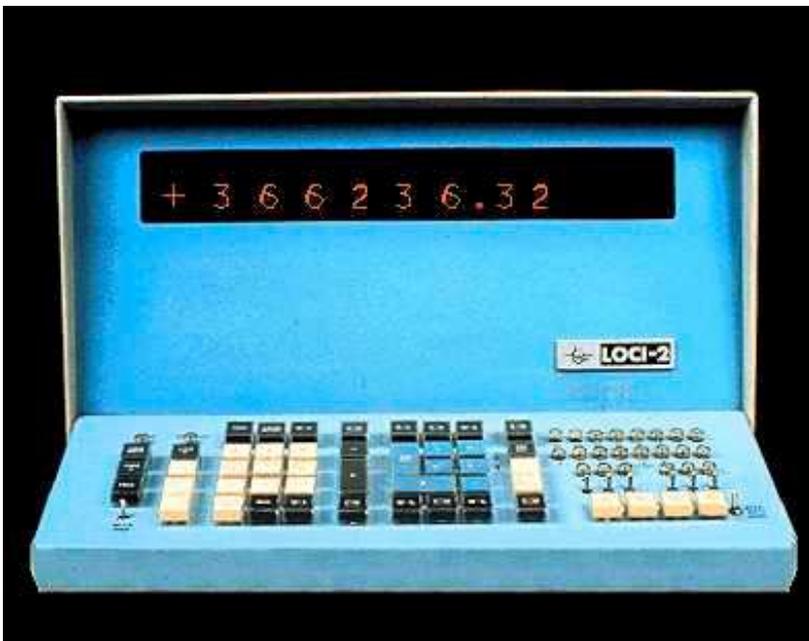
Vorteile:

- Strom // kein Strom

Größter Vorteil:

- ideal für Computer: **primitiv, aber langwierig**

Es gab jedoch einen Computer, der anders rechnete: den Wang LOCI



Der Wang LOCI wurde von Dr. An Wang konstruiert.



Eine kurze Biographie von Dr. An Wang:

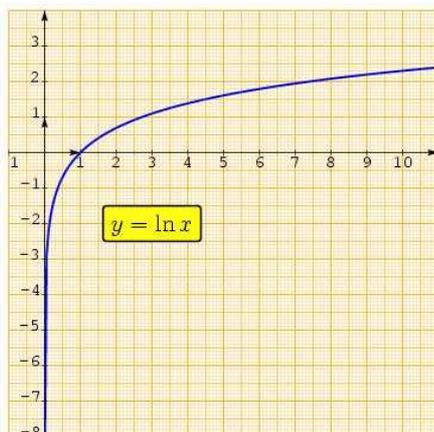
- 1920 geboren in Shanghai
- 1945 Auswanderung USA
- 1948 Promotion in Harvard
- 1949 Patent: Magnetkern-Speicher
- 1951 Wang Laboratories
- 1965 LOCI
- 1982 Rückzug aus Firma
 - Jahresumsatz 3 Mrd. \$
 - 30.000 Beschäftigte
- 1990 Tod



Der Name LOCI bedeutete:

LOgarithmic **C**alculating **I**nstrument

Der LOCI rechnete mit Hilfe von Logarithmen; und zwar mit natürlichen Logarithmen:



Welche Probleme stellen sich dabei?

Entweder muss eine komplette Logarithmen-Tafel im Speicher des Rechners vorhanden sein. Aber das ging damals nicht, der Speicher war zu klein!!

Oder die Logarithmen müssen jeweils im Computer berechnet werden. Aber sie sollten ja gerade benutzt werden, um rechnen zu können (Widerspruch!)

Seit Jahrzehnten arbeiteten Tafelmacher so, dass sie nur die Logarithmen der Primzahlen berechneten. Aber Dr. Wang fand **eine andere Lösung**:

Er entwarf eine **Transistor-Schaltung**, die aus nur **6 (sechs!) Logarithmen**, die im Speicher vorhanden waren, den Logarithmus jeder Zahl berechnete!

Und dazu meldete er ein Patent an: US 3402285

United States Patent Office

3,402,285

Patented Sept. 17, 1968

1

2

3,402,285
CALCULATING APPARATUS
An Wang, Lincoln, Mass., assignor to Wang Laboratories,
Tewksbury, Mass., a corporation of Massachusetts
Filed Sept. 22, 1964, Ser. No. 398,254
24 Claims. (Cl. 235—160)

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A calculator includes an input register and a log register, each having adder circuitry coupled to it. Ten manual control buttons are provided for entering numerical values 0 through 9 into the input register. The calculator also includes a store of logarithmic values of the following constants: 10, 2, 0.9, 1.01, 0.999 and 1.0001 and a sequencer. Operation of the sequencer is initiated

stants. The selected constants are preferably related to the radix of the natural number in the form $1 \pm 1/R^A$, where R is the radix and A is an integer. Use of such constants enables each multiplication operation to be performed by a shift and single addition step. Means are provided to sense the size of the natural number as it is varied in the multiplication operation, and in response to each sensing of a predetermined numerical condition, the value of the constant is changed. With the present day logic technology, the invention enables the generation of the logarithm from a base number in less than fifty milliseconds.

The generation of antilogarithms is accomplished through modified control of the same circuitry. Logarithmic values are stored in digital form available for immediate and direct manipulation or for transfer to auxiliary temporary storage, as desired, in accord with the nature

In diesem Patent heißt es schon auf Seite 1:

The calculator also includes a store of logarithmic values of the following constants: 10, 2, 0.9, 1.01, 0.999 and 1.0001

Der LOCI enthält also im Speicher die natürlichen Logarithmen dieser Werte:

10, 2, 0.9, 1.01, 0.999, 1.0001

10	2,30259
2	0,69315
0,9	0,10536
1,01	0,00995
0,999	0,00010

1,0001	0,00001
--------	---------

Was ist das Besondere an diesen Zahlen??

Sie lassen sich z.B. so darstellen:

10	??
2	$1 + 1/1$
0,9	$1 - 1/10$
1,01	$1 + 1/100$
0,999	$1 - 1/1000$
1,0001	$1 + 1/10000$

Das sieht sehr nach einer Verwandtschaft mit Potenzreihen aus, aber was ist mit der 10? Ich weiß es nicht!!

Wie lief nun die Berechnung eines beliebigen Logarithmus ab?

Nehmen wir als Beispiel die 18; sie muss durch Division und Multiplikation mit den Numeri der sechs gegebenen Logarithmen möglichst nahe an die 1 gebracht werden. Dies geschieht dadurch, dass ein Algorithmus verwendet wird, der sie alternierend jeweils ‚von oben‘ oder ‚von unten‘ den Grenzwert 1 überschreiten lässt:

Wert	Manipulation	Ergebnis	Ln(Manipulation)
			positiv bei (Wert > 1)
			negativ bei (Wert < 1)
18	/ 10	1,8	+ 2,30259
1,8	/ 10	0,18	+ 2,30259
0,18	* 2	0,36	- 0,69315
0,36	* 2	0,72	- 0,69315
0,72	* 2	1,44	- 0,69315
1,44	* 0,9	1,296	+ 0,10536
1,296	* 0,9	1,1664	+ 0,10536

Wenn man dieses Verfahren weiter durchführt, dann ergibt die Summation aller Ln(Manipulation) den Ln(Wert)!!

Wert	Manipulation	Ergebnis	Σ (Ln(Manipulation))
18			2,8904

Mir erscheint dieses Verfahren des Wang LOCI erwähnenswert wegen:

- **eleganter Berechnung der Logarithmen**
- **Benutzung der Logarithmen für Multiplikation und Division**
- **dadurch sehr schnelle Rechenoperationen**
- **Stückpreis nur 6.700 \$**
- **dadurch Einzelstellung im Markt ab 1965**
- **bis dann 1969 der HP 9100 erschien (mit ICs)**

Dadurch wirkt der Wang LOCI für mich vergleichbar mit:

- **Wankel-Motor**
- **Videosystem Betamax**
- **Apple MacIntosh**

Quellen:

<http://www.computermuseum-muenchen.de/computer/wang/index.html>

<http://www.xnumber.com/xnumber/anwang.htm>

<http://www.oldcalculatormuseum.com/wangloci.html>

<http://kerlins.net/bobbi/research/myresearch/timeline.html>

<http://www.sfusd.k12.ca.us/schwww/sch405/IUP/computer.html>

Patente: US 3402285
 DE 1499281 (dieses deutsche Patent wurde von Prof. Kleine ermittelt)