

706.088 INFORMATIK 1

GESCHICHTE & BINÄRE OPERATIONEN

WIEDERHOLUNG PROGRAMMIERUNG

DEKLARATION VON VARIABLEN

- › Boolesche Werte (True, False)
- › Natürliche Zahlen (integer: 1, 11, 100000)
- › Reelle Zahlen (float: 0.1, 3.7)
- › Text (string: "Kette von Zeichen")
- › Kein Wert (None)
- › Tupel
- › Listen
- › Dictionary

OPERATOREN

Operatoren definieren die Interaktion
von Variablen und (deren) Werten

Operator	Beispiel	Ausgabe
+x, -x	-2	-2
+, -	3 + 4	7
*, /	3 * 4	12

OPERATOREN

Operator	Beispiel	Ausgabe
//, %	13//3, 13 % 3	4,1
**	3**2	9

OPERATOREN

Operator	Beispiel	Ausgabe
not	not True	False
and, or	True or False, True and False	True, False
<, <=, >=, >, ==	4 > 5	False

OPERATOREN

Zuweisung

Operator	Beispiel	Ausgabe
=	a = 4, b = a	a = 4, b = 4
+=	a += b	a = 8, b = 4
-=	a -= b	a = 4, b = 4
*=	a *= 3	a = 12, b = 4
/=	a /= b	a = 3.0, b = 4
//=	b //= a	a = 3.0, b = 1.0

KONTROLLSTRUKTUREN

```
if True:  
    print("always here")  
else:  
    print("never here")
```

```
always here
```

SCHLEIFEN

```
print("forever")
while True:
    print("and ever")
```

```
forever
and ever
and ever
and ever
...
```

SCHLEIFEN

```
list = ["test1", "test2", "test3"]
for element in list:
    print(element)
```

```
test1
test2
test3
```

FUNKTIONEN

```
def add(x, y):
    return x + y

def print_result(result):
    print("Result: {}".format(result))

def main():
    a = 10
    b = 20
    c = add(a, b)
    print_result(c)

if __name__ == "__main__":
    main()
```

```
Result: 30
```

GESCHICHTE DER INFORMATIK

WAS IST INFORMATIK

Wissenschaft der " systematischen " oder " automatischen
Verarbeitung " von " Information "

Information + Automatik

GESCHICHTE DER INFORMATIK

- › Aus 3 Teilgebieten zusammengesetzt
 - › Mathematik
 - › Mechanik
 - › Elektronik
- › ... oder vom Abakus zum Quantencomputer

GESCHICHTE DER INFORMATIK

'Logische Maschinen' bereits im 13. Jahrhundert

Wunsch der Automation von mathematischen
Berechnungen

Erstes **mechanisches** Rechengerät wurde im Jahr 1623 von
Wilhelm Schickard gebaut

MATHEMATIK, MECHANIK UND INFORMATIK



Schickard'sche Rechenmaschine (1623 n. Chr)
By Herbert Klaeren - Transferred from [1], CC BY-SA 3.0, Link

SCHICKARD'SCHE RECHENMASCHINE

- › 1623 n. Chr
- › Basierend auf Zahnräderen
- › Addition und Subtraktion von bis zu **sechsstelligen** Zahlen
- › Speicherüberlauf
 - » Akustisches Signal
- › Pläne bis 1960 verloren

BLAISE PASCAL - PASCALINE



Pascaline

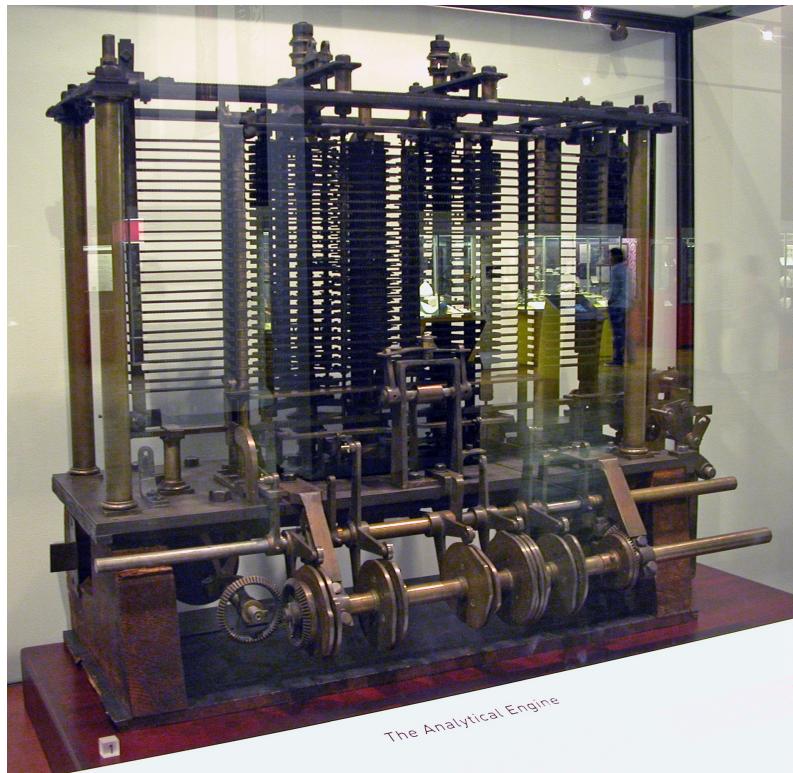
By © 2005 David Monniaux / , CC BY-SA 3.0, [Link](#)

8 . 1

- › Erster (mechanischer) Taschenrechner
- › 50 Prototypen
- › Öffentliche Präsentation 1645
- › Funktionsumfang
 - » Addition
 - » Subtraktion
 - » von 2 Zahlen

MATHEMATIK, MECHANIK UND INFORMATIK

- › Charles Babbage (1791 - 1871)
 - » Mathematiker, Philosoph, Erfinder und Entwickler.
 - » “Einer der Väter des (mechanischen) Computers”
 - » Bekannt für die Babbage- oder Difference-Engine zur Lösung polinomialer Gleichungen.



Analytical Machine von Babbage
Von Bruno Barral (ByB), CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6839854>

MATHEMATIK, MECHANIK UND INFORMATIK

- › Herman Hollerith (1860 - 1929)
 - » Erfand das Lochkartensystem zur Datenspeicherung (1884)
 - » Automatische Auswertung der gespeicherten Daten durch 'Lochkarten-Leser'
 - » Ebnete den Weg zur Speicherung von ersten Computer-Instruktionen.
 - » Verwendung der Hollerith Maschine (Tabulating machine) zur Volkszählung 1890 in den USA

	1	1	3	0	2	4	10	On	S	A	C	E	a	c	e	g		EB	SB	Ch	Sy	U	Sh	Hk	Br	Rm
2	2	4	1	3	E	15	Off	IS	B	D	F	b	d	f	h		SY	X	Fp	Cn	R	X	Al	Cg	Kg	
3	0	0	0	0	W	20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	1	1	1	1	0	25	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
B	2	2	2	2	5	30	B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
C	3	3	3	3	0	3	C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
D	4	4	4	4	1	4	D	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
E	5	5	5	5	2	C	E	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
F	6	6	6	6	A	D	F	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
G	7	7	7	7	B	E	Q	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
H	8	8	8	8	a	F	H	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
I	9	9	9	9	b	c	I	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	

Lochkarte

By Unknown - Library of Congress <http://memory.loc.gov/mss/mcc/023/0008.jpg>, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30538485>

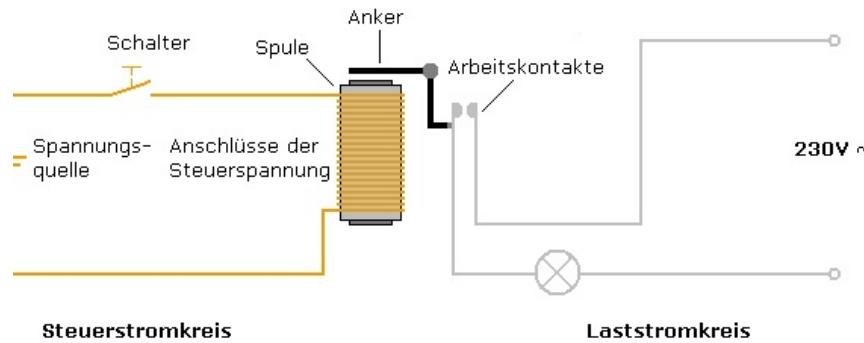


11.1

RELAIS

- › Mechanischer Schalter
 - » Probleme:
 - › Umschalten dauert einige Sekundenbruchteile
 - › Benötigt viel Platz
 - › Taktfrequenz sehr beschränkt
 - › Mechanische Abnutzung

RELAIS



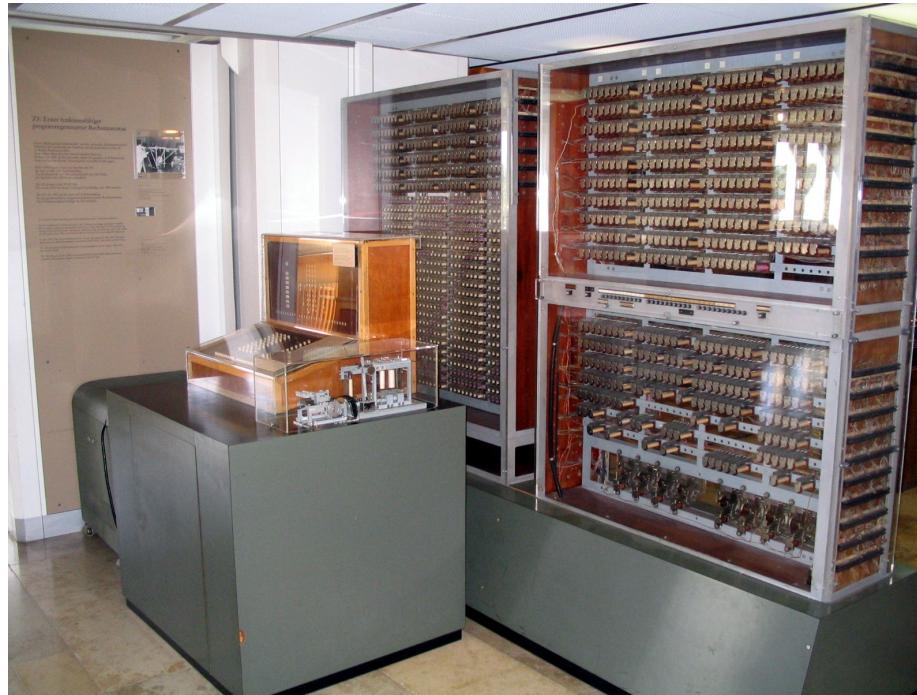
Spule wird unter Strom gesetzt, Magnetfeld zieht Anker, Arbeitskontakte werden geschlossen, Strom kann fließen

Stefan Riepl in der Wikipedia auf Deutsch - Eigenes Werk, CC BY-SA 2.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10663175>

KONRAD ZUSE (1910 - 1995)

Entwickelte den ersten Digital-rechner weltweit,
die Z3 (1941)

- › 600 Relais für den Prozessor
- › 1600 Relais für den Speicher
- › Basierte auf **binärer Gleitkommaarithmetik**
- › So groß wie ein (sehr großer) Kleiderschrank
- › 15-20 Arithmetische Operationen / Sekunde Weitere Informationen zu Konrad Zuse: <http://zuse.zib.de>



Z3 im Deutschen Museum

Von Venusianer aus der deutschsprachigen Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3632073>

FIRST BUG



- › Bezeichnung 'Bug' für Fehler in Programmabläufen geht zurück auf Computer Pionierin **Grace Hopper**
- › Am 9. September 1947 dokumentierte sie eine Motte in einem Relais des Computers **Mark II Aiken Relay Calculator** im Log-Buch mit den Worten: "**First actual case of bug being found**"

9/9

0800 Autan started
 1000 " stopped - autan ✓ { 1.2700 9.037847025
 13' WC (032) MP - MC 1.982167000 9.037846995 correct
 (033) PRO. 2 2.130476415
 correct 2.130676415
 Relays 6-2 in 033 failed special speed test
 in relay " 11.00 test -
 1100 Relays changed
 Started Cosine Tape (Sine check)
 1525 Started Multi Adder Test.
 1545 Relay #70 Panel F
 (moth) in relay.

 First actual case of bug being found.
 1600 Autan started.
 1700 closed down.

By Courtesy of the Naval Surface Warfare Center, Dahlgren, VA., 1988. - U.S. Naval Historical Center Online Library
Photograph NH 96566-KN, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=165211>



Grace Hopper, By James S. Davis - Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12421475>
Grace Hopper "Queen of Software" on Letterman 

ELEKTRONENRÖHRE

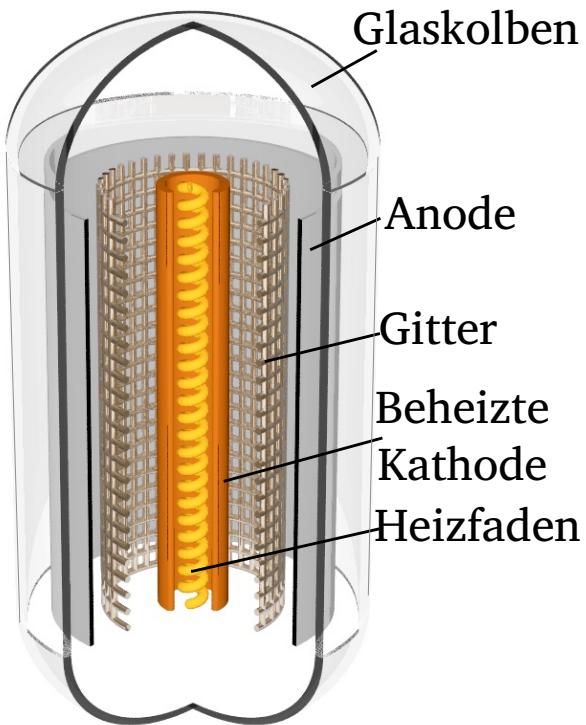


12 . 1

ELEKTRONENRÖHRE

- › ist auch Schalter
- › 1000 mal schneller als Relais
- › Probleme:
 - » benötigt viel Strom
 - » Lebensdauer gering
 - » Programmierer für ENIAC waren eher Mechaniker

ELEKTRONENRÖHRE



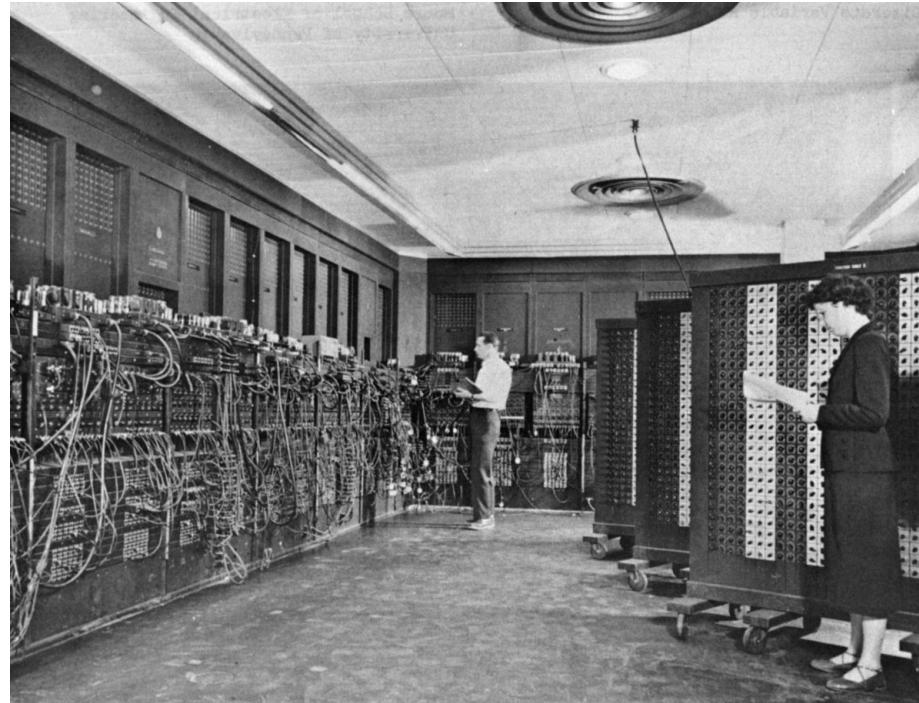
Stromführende Kathode,
Stromaufnehmende Anode,
Spannungsgefälle: Elektronen
wandern von Kathode zu
Anode, Strom fließt. Ist Gitter
unter Strom werden
Elektronen abgestoßen,
Stromfluss stoppt.

Von [Svjo](#); German translation: Wdwd - [File:Triode-english-text.svg](#), CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50578519>

ENIAC

Erster 'rein elektronischer' Rechner

- › 1946 vorgestellt
- › Elektronenröhren (Vacuum Tubes) zur elektrischen Speicherung von Zahlen
- › 17.468 Elektronenröhren
- › 167 m²
- › 27 Tonnen
- › 170 kW
- › USD 468.000 ~ heute USD 6.8 Mio



Eniac

Von Unbekannt - U.S. Army Photo, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=55124>

ANGLEBIGKEIT VON ELEKTRONENRÖHREN



By Stefan Riepl (Quark48) - Self-photographed, CC BY-SA 2.0 de, [Link](#)

Ca. alle zwei Tage kam es zu einem Ausfall einer
Elektronenröhre

15 Minuten bis fehlerhafte Elektronenröhre gefunden wurde

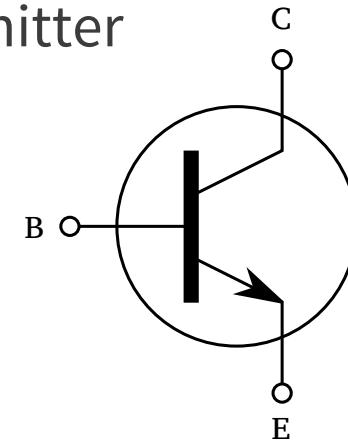
TRANSISTOR

Shockley, Bardeen und Brattain (Bell Labs)
entdecken 1947 den ersten Transistoreffekt
und stellen den ersten **Transistor** vor.

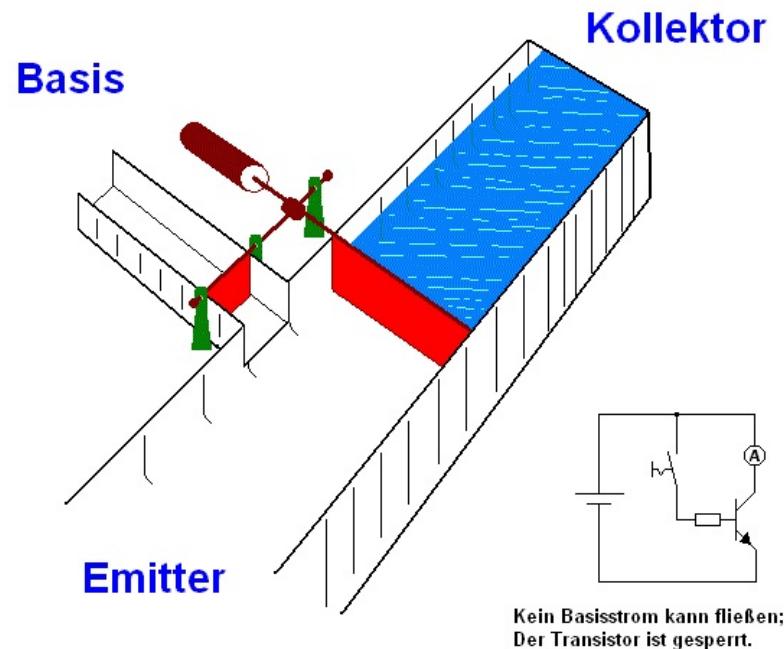
› 1956 Nobelpreis für Physik

TRANSISTOR

- › Kleiner Strom zwischen Basis und Emitter schaltet großen Strom zwischen Kollektor und Emitter
- › Basis ist im Sperrbetrieb
 - » kein Strom fließt
 - » Kollektor wartet auf Strom
- › Wenn Spannung an Basis anlegt schaltet der Transistor
 - » Strom fließt zwischen Collector und Emitter
 - » Transistor leitet



TRANSISTOR



Von Stefan Riepl (Quark48 21:02, 2. Dez. 2007 (CET)) - Eigenes Werk (Originaltext: selbst erstellt), CC BY-SA 2.0 de, [Link](#)

Rechenleistung bis ca. 1960

- › 1-2 KByte Speicher
- › 0.02 MIPS

Rechenleistung 1986 bis heute

- › 8 MByte - ~ 32GByte
- › > 100 MIPS

MAILÜFTERL

- › 1955 an der TU Wien von Heinz Zemanek mit Studierenden gebaut.
- › erster Volltransistor Rechner am Europäischen Festland
- › 3.000 Transistoren, 5.000 Dioden, 20 km Draht, 132 kHz
- › Transistorspende von Philips
- › erste Berechnung 1958

MAILÜFTERL



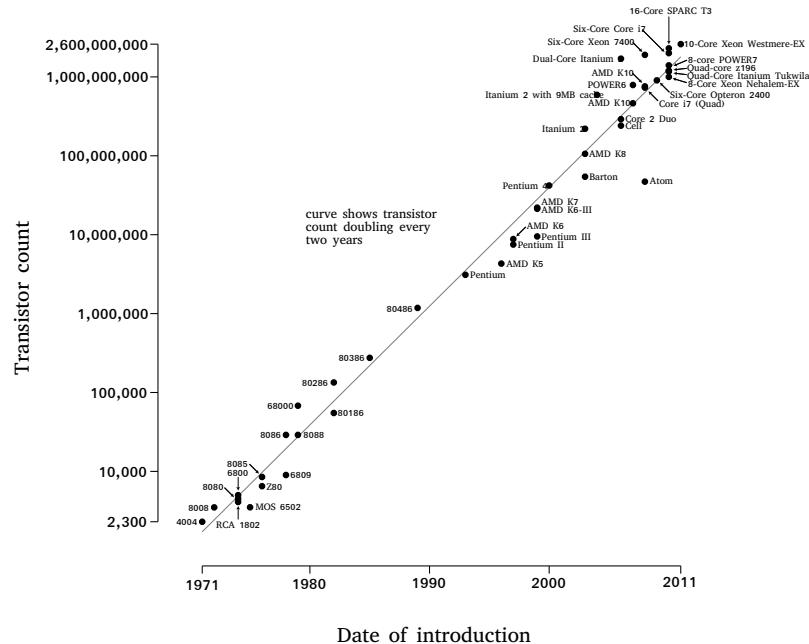
 go there

MOORE'S LAW

- › Anzahl der Transistoren verdoppelt sich in regelmäßigen Abständen (alle 2 Jahre). → Leistung in **MIPS** verdoppelt sich auch.

MOORE'S LAW

Microprocessor transistor counts 1971-2011 & Moore's law



By Wg simon - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15193542>



ZAHLENSYSTEME

14 . 1

DEZIMAL

- › Dezimal-system: Basis 10 (std. Integer)

Ziffern	Präfix
---------	--------

0-9	"" (keiner)
-----	-------------

```
>>> i = 123
>>> i
123
>>> f = int("99")
>>> f
99
>>>
```

HEX

› Hexadezimal-system: Basis 16

Ziffern Präfix

0-9, A-F "0x"

```
>>> h = 0xA  
>>> h  
10  
>>> h2 = 0xFF  
>>> h2  
255
```

OKTAL

› Oktal-system: Basis 8

Ziffern Präfix

0-7 "0o" (Null-O)

```
>>> o = 0o7
>>> o
7
>>> o2 = 0o144
>>> o2
100
```

BINÄR

› Binär-system oder Dual-system: Basis 2

Ziffern Präfix

0,1 "0b"

```
>>> b = 0b101
>>> b
5
>>> b2 = 0b111111
>>> b2
63
```

BINÄRSYSTEM

- › Basis für Computer
- › Reduktion auf 2 Zustände
 - » 0: kein Strom, Spannung
 - » 1: Strom, Spannung

BINÄRSYSTEM

- › Einzelne Stelle heisst: Bit (BInary digit)
- › rechteste Stelle: Least Significant Bit (LSB)
- › linkeste Stelle: Most Significant Bit (MSB)

BINÄRSYSTEM

```
# Dezimal  
i = 1*10**3 + 8*10**2 + 1*10**1 + 1*10**0 # 1811  
  
# Binär  
b = 1*2**3 + 1*2**2 + 0*2**1 + 1*2**0 # 13
```

BINÄRSYSTEM UMRECHNUNG (N=2)

- › $x(10) \rightarrow x(n)$:
 - » $x/n \Rightarrow y$, Rest z
 - » z an Stelle 0
 - » $y \Rightarrow x$ wenn $y \neq 0$
 - » von Vorne für Stelle 1, 2, ...
 - » wenn $y = 0$ fertig.

BINÄRSYSTEM UMRECHNUNG

$25(10) \rightarrow$ binär:

- › $25/2 \Rightarrow 12$, Rest 1
- › 1 an Stelle 0 (LSB)
- › $12/2 \Rightarrow 6$, Rest 0
- › 0 an Stelle 1
- › $6/2 \Rightarrow 3$, Rest 0
- › 0 an Stelle 2
- › ...

- › $3/2 \Rightarrow 1$, Rest 1
- › 1 an Stelle 3
- › $1/2 \Rightarrow 0$, Rest 1
- › 1 an Stelle 4
- › fertig: 11001

RECHNEN IM BINÄRSYSTEM

Grundregeln für Addition:

$$\begin{array}{r} 0 + 0 \\ \hline = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 + 1 \\ \hline = 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 + 0 \\ \hline = 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 + 1 \\ \hline = 0 \text{ (1 Übertrag)} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 + 1 + 1 \\ \hline = 1 \text{ (1 Übertrag)} \end{array}$$

BINÄRE ADDITION

$$\begin{array}{r} + \\ \hline 0101101 = 45 \\ \hline 0110110 = 54 \\ \hline 1111 = \text{Übertrag} \\ \hline 1100011 = 99 \end{array}$$

BINÄRE SUBTRAKTION

Computer führt Subtraktion auf Addition zurück: möglich durch Zweier-Komplementbildung

- › Darstellung von negativen Zahlen:
 - » MSB trägt Information über Vorzeichen
- › Limit an darstellbaren Zahlen:
 - » s: verfügbare Bits
 - » Kleinste darstellbare Zahl: $-2^{** (s-1)}$
 - » Größte darstellbare Zahl: $2^{** (s-1)} - 1$

POSITIVE UND NEGATIVE BINÄRZAHLEN

bin	dec	bin	dec
0000	0	1000	-8
0001	1	1001	-7
0010	2	1010	-6
0011	3	1011	-5
0100	4	1100	-4
0101	5	1101	-3
0110	6	1110	-2
0111	7	1111	-1

ZWEIER-KOMPLEMENTBILDUNG

- › ist MSB 1, ist die Zahl negativ
- › Schritt 1: alle Bits invertieren
- › Schritt 2: zum Schluss 1 addieren

$5(10) \rightarrow -5$

$0101(2)$ $-5(10) \rightarrow 5$ $1011(2)$

Schritt 1: invertieren

1010

0100

Schritt 2: +1

1011

0101

SUBTRAKTION

Entspricht einer Addition mit dem Zweier-Komplement

› Was geschieht mit Überläufen?

» werden verworfen

$$\begin{array}{r} 6(10) - 2(10) \\ \hline 6(10) & 0110 \\ \hline -2(10) & 1110 \\ \hline & 10100 = 4 \end{array}$$

MULTIPLIKATION

kann manchmal durch Verschieben der Bits nach links
durchgeführt werden

- › Multiplikation mit 2^{**n} : (Shiften um n Bits)

$$\begin{array}{r} 3*2 \\ \hline 3 \\ \hline 2 (2^{**1}) \\ \hline 6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20*8 \\ \hline 011 \quad 20 \\ \hline 10 \quad 8 (2^{**3}) \\ \hline 110 \quad 160 \end{array} \quad \begin{array}{r} 010100 \\ \hline 001000 \\ \hline 010100000 \end{array}$$

AUSNAHMEN MULTIPLIKATION

Bei Multiplikation mit Zahlen ungleich 2^{**n}

```
13(10) * 5(10)
1101   * 101

 1101
+ 0000
+ 1101
1000001 = 65
```

DIVISION

kann manchmal durch Verschieben der Bits nach rechts
durchgeführt werden

- › Division mit 2^{**n} : (Shiften um n Bits)

$4//2 = 2$	$24//8 = 3$
4	100
2 (2^{**1})	24
2	11000
10	01000
3	11

AUSNAHMEN DIVISION

Bei Division mit Zahlen ungleich $2^{**}n$

```
25(10) // 5(10)
      11001 // 101 = 101
      110          ^^^
      -101 >-----/ ||
-----
      110          ||
+1010  Komplement  ||
+   1          ||
-----
      10001          ||
      10 >-----/ |
      101          |
      -101 >-----/ |
-----
      101          ||
+1010  Komplement  ||
+   1          ||
-----
      10000 ---> kein Rest
```

LIMITIERUNG DER DARSTELLBAREN ZAHLEN

- › Gängige Computer haben 32-bit oder 64-bit Architektur:
 - » 32-bit: max positive Zahl $2^{32} - 1$
 - » 64-bit: max positive Zahl $2^{64} - 1$
 - » Python kann in Version 3 gut mit langen Zahlen umgehen.
 - » Grundproblem bleibt generell für Computer bestehen.

```
>>> i = 0b1111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111  
>>> i  
4294967295  
>>> i.bit_length()  
32  
>>> j = i+1  
>>> j.bit_length()  
33  
>>> bin(j)  
'0b10000000000000000000000000000000'  
>>> i64 = 0b1111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111  
>>> i64.bit_length()  
64  
>>> i64  
18446744073709551615
```

UMWANDLUNG VON 64-BIT IN 16-BIT

› Ariane 5 Explosion  

BITOPERATOREN

BITOPERATOREN

Operatoren für Binärdarstellung

Operator	Zuweisung	Ergebnis
$\sim x$		bitweises Komplement (Einerkomplement) ($= -x-1$)
$\sim x+1$		Zweierkomplement ($= -x$)
$x \& y$	$x \&= y$	bitweises UND (AND)
$x y$	$x = y$	bitweises ODER (OR)
$x ^ y$	$x ^= y$	bitweises ausschließendes ODER (XOR)
$x << n$	$x <<= n$	shiften von x um n Bit nach links
$x >> n$	$x >>= n$	shiften von x um n Bit nach rechts

BITOPERATOREN

```
>>> a = 0b1001
>>> b = 0b0110
>>> bin(a | b)
'0b1111'
>>> bin(a & b)
'0b0'
>>> bin(a ^ b)
'0b1111'
>>> bin(~a)
'-0b1010'
>>> bin(~a & b)
'0b110'
```

BITOPERATOREN

```
>>> a = 0b1001
>>> b = 0b0110
>>> b >= 1
>>> b
3
>>> bin(b)
'0b11'
>>> bin(a ^ b)
'0b1010'
>>> a << 2
36
>>> bin(a << 2)
'0b100100'
```

BITOPERATOREN IN DER PRAXIS

DEMO

FRAGEN?

16 . 6