



# Informatik II

## Einführung in Python, Basics

### Vergleich mit C++

G. Zachmann  
Clausthal University, Germany  
[zach@in.tu-clausthal.de](mailto:zach@in.tu-clausthal.de)



## Intro

- Skript-Sprache
  - Nicht kompiliert, sondern "interpretiert"
  - "Glue"-Sprache (Filter-Skripte, Prototyping, ...)
- Erfinder: Guido von Rossum
- Web-Seite: [www.python.org](http://www.python.org)
- Newsgroup: comp.lang.python
- Sehr aktive Weiterentwicklung (PEPs):
  - "Python Enhancement Proposal"
  - <http://www.python.org/peps/>
  - Wohldefinierte Prozedur unter Einbeziehung der Community
- Achtung: wir verwenden Version 2.6 !



G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 2



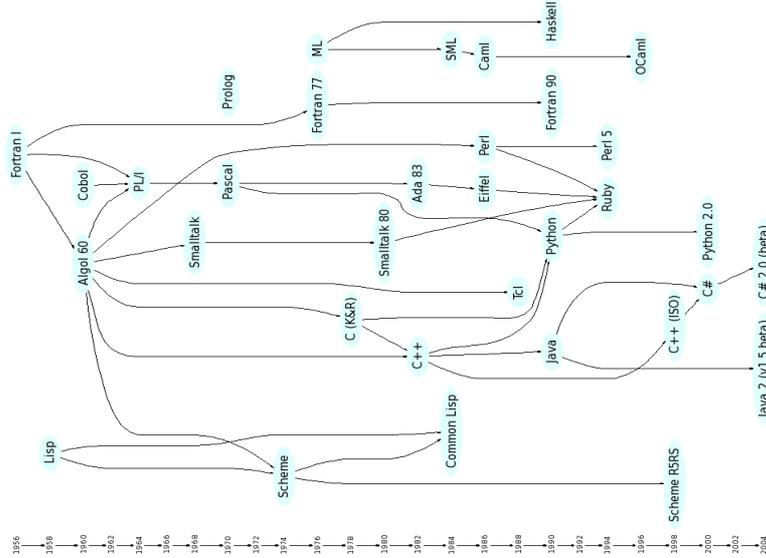
## Warum Python?

- Einige allgemeine Konzepte von Programmiersprachen lassen sich besonders leicht durch Vergleich (z.B. mit C++) erklären
- Als Informatiker muß man viele Sprachen lernen
- Als Informatiker muß man lernen, das dem Problem angepaßte "Mind-Set" (= Programmiersprache) zu wählen (→ Intuition!)
- Python ist eine VHL (very high level) Sprache → eignet sich gut zum "prototypischen" Programmieren
- Leicht erlernbar: wenig Keywords, klare Konzepte
  - "Life's better without braces" (Bruce Eckel)

*Programming languages are not merely technologies,  
but habits of mind as well.*  
[aus Paul Graham: "Beating the Averages", <http://www.paulgraham.com/avg.html>]



## Programming Languages History



## Hello World in Python



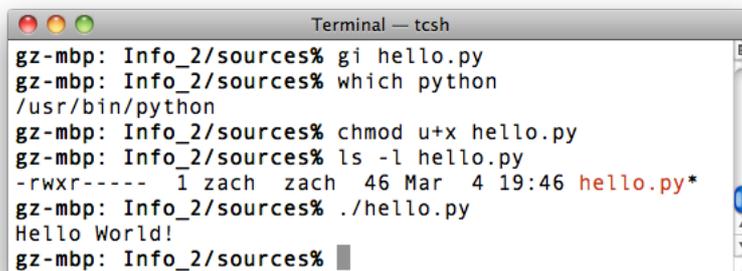
```
hello.py (-/Do..._2/sources) - VIM
#!/usr/bin/python
print "Hello World!"
█

"hello.py" 9L, 46C written
```

- Muß jeder Programmierer einmal geschrieben haben! ☺

## Python-Skripte

- Skript = ASCII-File mit gesetztem Exec-Permission-Bit (Linux / Mac)
- Beispiel:



```
Terminal -- tcsh
gz-mbp: Info_2/sources% gi hello.py
gz-mbp: Info_2/sources% which python
/usr/bin/python
gz-mbp: Info_2/sources% chmod u+x hello.py
gz-mbp: Info_2/sources% ls -l hello.py
-rwxr----- 1 zach zach 46 Mar 4 19:46 hello.py*
gz-mbp: Info_2/sources% ./hello.py
Hello World!
gz-mbp: Info_2/sources% █
```



## Python IDEs

- Nicht wirklich nötig in diesem Kurs!
- Boa Constructor: <http://boa-creator.sourceforge.net>
- Eclipse mit PyDev:
  - Nur geeignet für jemand, der Eclipse schon beherrscht
- Xcode: Mac only
  - Leider geht damit kein Debugging
- Wing IDE 101: <http://wingware.com/wingide-101>
  - Cross-platform; inkl. kleinem Debugger
- Eric: <http://eric-ide.python-projects.org/>

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 9

## Kommentare

- Startet mit #, bis zum Ende der Zeile

```
x = 10 # Bedeutung der Variable  
# Kommentarzeile
```

- Zum Vergleich in C++

```
const int Ntries; // the rest of the line ...  
// ... is treated like a comment
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 11



- Langer Kommentarblock

```
"""  
Blubber  
bla bla bla bla.  
"""
```

- Kann überall dort stehen, wo ein Statement stehen kann
- Funktioniert nicht so allgemein in der interaktiven Python-Shell

- In C/C++

```
const int Ntries;  
/* this is a multiline comment:  
   Everything is treated like a comment.  
   Comments can't be nested. The comment is  
   closed with a */
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 12



## Identifizier

- Wie in C++ und praktisch jeder anderen Sprache
- Anderes Wort für Name (Variablenname, Funktionsname)
- Zeichenkette
  - Zugelassen: alphanumerische Zeichen und Underscore ( \_ )
  - Erstes Zeichen darf nicht Ziffer sein
    - blub und \_bla sind ok
    - 2pi **nicht** ok
- Kein Limit auf Länge
- Case-sensitiv

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 13

## Keywords

- Wörter mit spezieller Bedeutung
- Sind reserviert, kann man nicht als Namen verwenden

Keywords in Python				
and	del	for	is	raise
assert	elif	from	lambda	return
break	else	global	not	try
class	except	if	or	while
continue	exec	import	pass	yield
def	finally	in	print	

In C++ :

keyword			
asm	else	operator	throw
auto	enum	private	true
bool	explicit	protected	try
break	extern	public	typedef
case	false	register	typeid
catch	float	reinterpret_	typename
char	for	return	union
class	friend	short	unsigned
const	goto	signed	using
const_cast	if	sizeof	virtual
continue	inline	static	void
default	int	static_cast	volatile
delete	long	struct	wchar_t
do	mutable	switch	while
double	namespace	template	
dynamic_cast	new	this	

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 14

## Eingebaute (*built-in*) einfache Typen

- int** : Integers (ganze Zahlen)
- bool** : Wahrheitswerte
- float** : Floating-Point-Zahlen (floats) ("reelle Zahlen")
- str** : Strings (im Gegensatz zu C++ echter Datentyp)
- Höhere Datenstrukturen
  - Liste, Komplexe Zahlen, Dictionary: später
  - Set, Module, File, ...
- Unterschiede zu C++:
  - int** kann beliebig groß werden (Python schaltet intern autom. um)
  - float = double** (ex. kein single precision float)
  - Höhere Datenstrukturen (**str**, Sequenzen, **complex**, **dict**, etc.) fest eingebaut, nicht über Header-Files / Libraries

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 15

## Literale

- Im großen ganzen wie in C++:

Literal	Bemerkung
123 0123 0x123	int's (decimal, octal, hex)
3.14 3E1	floats
" " "123"	string (first = null string)
"name"	
"a \"string\""	prints: a "string"
"""a string ...	string over
spanning two lines"""	several lines is built-in
True False	bool's
None	"Zeiger-Wert" / 0-Obj. (NULL in C++)
() (1,) (1,2,3)	Tupel
[] [1,2,3]	Liste
type(x)	Typen kann man vergleichen und zuweisen

## Variablen

- Ähnliche Funktion wie in Mathematik, speichert Wert
- Variable = Paar von Name und "Zeiger" auf Speicher (*Binding*)
- Unterschiede zu C++ und Java:
  - Variablenname hat keinen Typ!! Wert der Variable sehr wohl!!
  - Ist nur "Zeiger" auf Wert im Speicher, dieser kann beliebig oft geändert werden
  - Braucht **nicht deklariert** zu werden!
  - Muß natürlich vor der Verwendung **erzeugt** worden sein
- Erzeugung / Initialisierung:

```
pi = 3.1415926           # erzeugt Variable
seconds_per_day = 60*60*24 # dito
seconds_per_day = 86400  # ändert Wert
```

- Objekte im Speicher haben immer einen Typ

```
>>> a = 1
>>> type(a)
<type 'int'>
>>> a = "Hello"
>>> type(a)
<type 'string'>
>>> type(1.0)
<type 'float'>
```

## Style-Guidelines für Variablen

- Wie in C++ und jeder anderen Sprache
- "Kleine" Variablen:
  - Laufvariablen, Variablen mit sehr kurzer Lebensdauer
  - 1-3 Buchstaben
  - **i, j, k, ...** für int's
  - **a, b, c, x, y, z ...** für float's
- "Große" Variablen:
  - Längere Lebensdauer, größere Bedeutung
  - Labeling names! ("Sprechende Namen")
  - **mein\_alter, meinAlter, determinante, ...**

## Operatoren und Ausdrücke

- Ausdruck (*expression*) = mathematischer oder logischer Term
- Beispiele:
 

```
import math
sin(x)*sin(2*x)      # arithm. expression
"to " + "be"        # string expr.
2 < 1                # logic expression
(x > "aaa") and (x < "zzz") # dito
```
- Ausdruck setzt sich zusammen aus:
  - Literalen (Konstanten), Variablen, Funktionen
  - Operatoren
  - Klammern
  - Übliche Regeln

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 20

## Operatoren und Ausdrücke

Arithm. Operator	Meaning
-i    +w	<b>unary + and -</b>
a*b   a/b    i%2	<b>mult., div., modulo</b>
a+b   a-b	<b>binary + and -</b>
x**y	<b>power</b>

Definiert für **alle** numerischen Typen (im Gegensatz zu C++)

Bit-wise Operators	
~ i	<b>bitwise Complement</b>
i & j	<b>bitwise AND</b>
i   j	<b>bitwise OR</b>
i ^ j	<b>bitwise XOR</b>

Relational Operators	
<	<b>less than</b>
>	<b>greater than</b>
<=	<b>less or equal</b>
>=	<b>greater or equal</b>
==	<b>equals</b>
!=	<b>not equal</b>

Definiert für **alle** Typen! (im Gegensatz zu C++)

Assignment op.	equivalent
x □= y	x = x □ (y)
Bsp. :	
x -= y	x = x - y
x /= y	x = x / y
x &= y	x = x & y

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 21

## Boole'sche Operatoren

- in Python
 

Boolean Operators	
<code>not</code>	<b>unary not</b>
<code>and</code>	<b>logical and</b>
<code>or</code>	<b>logical or</b>
- Beispiele
 

```
not x
(not x) and y
((not x) and y) or (z and w)
```
- in C++
 

Boolean Operators	
<code>!</code>	<b>unary not</b>
<code>&amp;&amp;</code>	<b>logical and</b>
<code>  </code>	<b>logical or</b>

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 22

## Increment- / Decrement-Operatoren

- In C++:
 

Increment and decrement	Equivalent to
<code>k = ++ j;</code>	<code>j = j + 1; k = j;</code>
<code>k = j ++;</code>	<code>k = j; j = j + 1;</code>
<code>k = -- j;</code>	<code>j = j - 1; k = j;</code>
<code>k = j --;</code>	<code>k = j; j = j - 1;</code>
- Gibt es in Python nicht!
- Problem mit Increment- / Decrement-Operatoren:
  - Nebeneffekt → schlechte Wartbarkeit; und
    - Beispiel: Tabelle oben
  - Reihenfolge der Auswertung der Operanden nicht festgelegt → versch. Ergebnisse
    - Beispiel:
 

<pre>while ( source[j] )     dest[i++] = source[j++] ;</pre>	<pre>i = 2; j = (i++) * (i--); j = ?</pre>
--	--

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 24

## Ganzzahlarithmetik

- Wertebereich
  - Integers können beliebig lang werden
- Overflow:
  - Kein Überlauf in Python!
- Division:
  - wie in C++:  $3/2 \rightarrow 1$ ,  $3.0/2 \rightarrow 1.5$
- Division und Modulo:  $(x/y) * y + x \% y == x$

```
import sys
print sys.maxint
2147483647
print sys.maxint * 2
4294967294
```



G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 25

## Float-Arithmetik (praktisch identisch zu C++)

- Implementiert IEEE 754-1985 Standard
- Überlauf ("overflow"):
  - Zahl wird zu groß / zu klein
  - Beispiel: `max.float * 2`
  - Resultat =  $+\infty$  bzw.  $-\infty$
- Underflow:
  - Zahlen liegen zu dicht an der 0
  - Resultat =  $+0.0$  bzw.  $-0.0$
- NaN (Not a Number) (in C++):
  - Rechnungen, wo kein sinnvoller Wert rauskommt
  - Bsp.:  $1/0$ ,  $\infty * 0$ ,  $\text{sqrt}(-1.0)$
  - In Python: **Fehlermeldung**

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 26



## Typ-Konvertierung

- Wie in C++, mit anderer Syntax:

### Typ-Konvertierung

<code>int(x)</code>	Konvertiert x in eine Ganzzahl
<code>float(x)</code>	Konvertiert x in eine Fließkommazahl
<code>str(x)</code>	Konvertiert Objekt x in eine String-Darstellung
<code>repr(x)</code>	Konvertiert Objekt x in einen String-Ausdruck
<code>eval(x)</code>	Wertet String x aus und gibt ein Objekt zurück
<code>tuple(x)</code>	Konvertiert Sequenz in ein Tupel
<code>list(x)</code>	Konvertiert Sequenz in eine Liste
<code>chr(x)</code>	Konvertiert eine Ganzzahl in ein Zeichen
<code>ord(x)</code>	Konvertiert einzelnes Zeichen in dessen Zahlw.

- In C++:

### Schreibweise

```
y = static_cast<float>(x);
```



## Beispiel: Zufallszahlen

```
import random
N = 1000
# random() liefert eine Zufallszahl zwischen 0 und 1
r = random.random()
s = int( r*N )
# s = ganzzahlige Zufallszahl zwischen 0 und 1000
```

## Vergleichsoperatoren (wie in C++)

- Operanden sollten gleichen Typ haben
  - Sonst automatische Konvertierung
- Resultat: Wahrheitswert (in Python: False oder True)
- Achtung: verwechsle nicht = und == !
- Richtiger** Vergleich von Floating-Point-Werten siehe später!



G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 30

## Präzedenz und Assoziativität (fast wie in C++)

Präzedenz	Operator
[...,...] (...,...)	Liste-, Tupel-Bildung
[ ] ( )	Indizierung, Fkt.-aufruf
~ + -	unäre Operatoren
* / %	binäre multiplikative Op.
+ -	binäre additive Op.
&	bit-weise logisches UND
	bit-weises OR
< ... >=	Vergleichsoperatoren
== !=	
in	Bsp.: x in [1,2,4,8,16]
not	logische Verknüpfung
and	logische Verknüpfung
or	
= += ...  =	Zuweisungsoperatoren

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 32



## Short circuit logic bei Boole'schen Ausdrücken

- Wie bei C++
- **and** und **or** werden von links nach rechts ausgewertet
- Falls Wahrheitswert feststeht, keine weitere Auswertung!
  - **True or x → True**
  - **False and x → False**

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 33



## Statements (Anweisungen)

- Unterschied zu C++:
  - Eine Anweisung pro Zeile (normalerweise)
  - kein Semikolon nötig am Zeilenende
  - Leere Anweisung = **pass**

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 34



## Standard Output

- Flexible Schnittstelle für den Output von Programmen
- In Python wird der Output von `print` zu `stdout` geleitet
- Normalerweise wird `stdout` in einem Terminalfenster ausgegeben
- Man kann ihn aber auch in eine Datei umleiten, ohne Änderungen am Programm vorzunehmen



## Ausgabe auf stdout

- Unformatiert:

```
print "hallo", x, 2+3  
print "x:\t", x , "\ny:\t", y
```

- Formatiert:

```
print "format-string" % (arg1, arg2, ...)
```

- `%` ist ein **Operator**, der einen String und eine Liste nimmt, und wieder einen String liefert.

## Der Format-String

- Normale Zeichen und mit % eingeleitete **Formatierungsanweisung**
- Korrespondenz zwischen %-Anweisung und Argumenten:
 

```
print "Blub %· Bla %· Blubber ..." % (arg1, arg2, ...)
```
- in C++:
 

```
printf( "Blub %· Bla %· Blubber ...", arg1, arg2, ... );
```
- Häufige %-Formatangaben (wie in C++):
 

%-Angabe	Formatierung
%d	int
%u	unsigned int
%f	float
%s	string
%x	Hexadezimal-Zahl

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 38

## Beispiel: Tabellarische Ausgabe

- Einfache Ausgabe:
 

```
"%d %f"
```

x	y
-10	1.321
-1	3.452678
0	7.701345
117	-0.001
- Padding für positive Zahlen:
 

```
"% d % f"
```

Space
- Mit Spaltenbreite:
 

```
"% 10d % 10f"
```

x	y
-10	1.321
-1	3.452
0	7.701
117	-0.001
- Mit Präzision:
 

```
"% 10d % 10.3f"
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 39



## Lesen von stdin

- Ganze Zeile als String einlesen:

```
x = raw_input("Prompt:")
```

- Das Prompt ist optional

- Einzelne Zahl einlesen:

```
x = input("prompt")
```

- Klappt nur, wenn der eingegebene String eine einzelne Zahl ist
- Genauer: Eingabe muß ein einzelner gültiger Python-Ausdruck sein



## Komplexere Eingaben lesen

- Mehrere Zahlen in einer Zeile einlesen:

```
v1, v2, v3 = input("Geben Sie den Vektor ein: ")
```

- Eingabe muß 1, 2, 3 sein!

- Zeilen lesen bis Input leer:

```
import sys
for line in sys.stdin :
    # do something with line
```

- Von Tastatur einlesen:

```
% ./program
Geben Sie den Vektor ein: □
```
- Mit I/O-Redirection aus File lesen:

```
% ./program < vector.txt
Geben Sie den Vektor ein:
%
```
- Achtung: falls mit Schleife gelesen wird, muß man manchmal 2x Ctrl-D drücken zum Beenden der Eingabe (Bug in Python?)

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 43

## Kommando-Zeilen-Argumente

- Bei Aufruf der Form

```
% ./program arg1 arg2 arg3
```

werden Kommandozeilenargumente im sog. *Environment* des neuen Prozesses gespeichert
- Zugriff über die **argv**-Variable:

```
import sys
for arg in sys.argv:
    print arg
```
- Oder:

```
print argv[0], argv[1]
```
- **argv[0]** enthält Name des Skriptes

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 44



## File-Eingabe und -ausgabe



- Bisher gesehen:
  - Ausgaben in Datei mit Redirection: program > outfile
  - Eingaben aus einer Datei mit Redirection: program < infile
- Erstellen, Schreiben und Lesen von Dateien aber auch direkt im Programm selbst möglich:

```
f = open("filename") # Ergibt ein Datei-Objekt
line = f.readline() # Liest die erste Zeile der Datei
while line:         # Zeilenweise Lesen der Datei
    print line
    line = f.readline()
f.close()           #Schließen der Datei
```



- Man kann auch den gesamten Inhalt direkt lesen:

```
f = open( "filename" ) # Ergibt ein Datei-Objekt
inhalt = f.read()     # Liest die gesamte Datei
f.close()             # Schließen der Datei
```

- Erzeugen und Schreiben in eine Datei:

```
f = open( "out", "w" ) # Öffne Datei zum Schreiben
i = 0;
while i < 10:
    f.write( "%d\n" % i ) # Datei-Ausgabe
    i += 1
f.close()               #Schließen der Datei
```

## Beispiel

- Liste mit Daten von Studenten (Name, Matrikelnummer, Note der Informatik-Klausur) sei in File **Studenten.dat** gespeichert.
- Das Prüfungsbüro will eine Liste mit den Namen aller Studenten, die die Klausur bestanden haben.

Studenten.dat		
Name	MatrNr	Note
Müller	123456	1.0
Meier	348565	3.7
Mustermann	540868	5.0
...	...	...

```
import string

in = open( "Studenten.dat" )      # Ergibt ein Datei-Objekt
line = in.readline()
while line:                       # Zeilenweise Lesen der Datei
    a = string.split( line )
    name.append( a[0] )
    note.append( float(a[2]) )
    line = in.readline()
in.close()

out = open( "Bestanden.dat", "w" )
for i in range( 0, len(name) ):
    if note[i] < 5.0:
        out.write( "%s\n" % name[i] ) # Datei-Ausgabe

out.close()
```

Die Funktion "split" teilt einen String in einzelne Wörter auf und liefert ein Array

## System-Aufrufe

- Aufgabe: andere Programme von Skript aus aufrufen
- Lösung in Python: Das **os**-Modul

```
import os
os.system("command args ...")
```

- Beispiel: Mails aus einem Programm heraus versenden

```
import os

message = open("/tmp/msg", "w")
message.write("test 1 2 3 \n")
message.close()

os.system("mail -s Betreff zach < /tmp/msg")
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 50

## Kontrollstrukturen (*flow control*)

- Ändern den Ablauf der Ausführung der Befehle
- Fassen Befehle zu einem größeren Ganzen zusammen

We sometimes like to point out the close analogies between computer programs, on the one hand, and written poetry or written musical scores, on the other. All three present themselves as [...] symbols on a two-dimensional page [...]. Yet, in all three cases, the visual, two-dimensional, *frozen-in-time* representation communicates (or is supposed to communicate) something rather different, namely a process that *unfolds in time*. A poem is meant to be read; music, played; a program, executed as a sequential series of computer instructions.

(Numerical Recipes)

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 51



## Block

- Keine Kontrollstruktur im eigentlichen Sinn
- Dient zur Zusammenfassung mehrerer Anweisungen
- Unterschied zu C++: Blockzugehörigkeit wird in Python über **Einrückung** angezeigt!

- Beispiel:

```
a = 1
b = a*a
```

!selbe Einrückungstiefe!

- in C++:

```
{
    a = 1;
    b = a*a;
}
```

- Wird fast ausschließlich für Kontrollstrukturen gebraucht
- Kann man schachteln ("innerer" und "äußerer" Block)



- Etwas längerer Vergleich zeigt den Vorteil der Python-Syntax:

### Python

```
for i in range(20):
    if i%3 == 0:
        print i
        if i%5 == 0:
            print "Bingo!"
    print "---"
```

### C++

```
for (i = 0; i < 20; i++)
{
    if (i%3 == 0)
    {
        printf("%d\n", i);
        if (i%5 == 0)
            printf("Bingo!\n");
    }
    printf("---\n");
}
```



## Exkurs über Strukturierung von Blöcken



- Es gibt drei Möglichkeiten, Kontroll-Strukturen syntaktisch zu behandeln:
  1. Folgen von Anweisungen mit explizitem Ende (Algol-68, Ada, COBOL, Shell-Sprachen)
  2. Einzelne Anweisung (Algol-60, Pascal, C)
  3. Einrücken (ABC, Python)



```
IF condition THEN
  stmt;
  stmt;
  ..
ELSIF condition THEN
  stmt;
  ..
ELSE
  stmt;
  ..
END IF;
next statement;
```

Folge von  
Anweisungen  
mit Ende-Keyword

```
IF condition THEN
  BEGIN
    stmt;
    stmt;
  END ..
ELSIF condition THEN
  BEGIN
    stmt;
  END;
ELSE
  BEGIN
    stmt;
  END;
next-statement;
```

Einzelne Anweisung  
mit Block-Keywords

`begin ... end` ist,  
grammatikalisch gesehen,  
1 Statement! Dito für `{...}`

```
IF condition:
  stm;
  stm;
  ..
ELSIF condition:
  stm;
  ..
ELSE:
  stm;
  ..
next-statement
```

Einrückung

## Die Kontrollstrukturen im Überblick

- If:

```
if condition :  
    # Block: do something  
else:  
    # Block: do something else
```
- While:

```
while condition :  
    # Block: do something
```
- For:

```
for x in list :  
    # Block: do something
```
- Häufigster Fall:

```
for x in range(0,n):  
    # x = 0, 1, ..., n-1
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 56

- Break & continue:
  - Brechen eine Schleife ab bzw. starten den nächsten Schleifendurchlauf

```
while oder for:  
    if ...:  
        break  
    if ...:  
        continue  
    ...  
    # continue jumps here  
    # break jumps here
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 57

## If

- Beispiel:
 

```
if a < b :
    # Block: do something
else:
    # Block: do something else
```
- In C++:
 

```
if (a < b)
{
    ...
}
else
{
    ...
}
```
- Beliebte Falle:
 

```
if i = 1 :
    block
```
- In Python: zum Glück Fehlermeldung
- In C++: keine Fehlermeldung, aber schwierig zu findender Bug

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 58

## Geschachtelte If's

- Wie in C++: If's kann man schachteln, d.h., Anweisung(en) innerhalb `if` oder `else` können wieder `if`'s enthalten ("inneres" und "äußeres" If)
- Bei langen "Listen" von geschachtelten If's empfiehlt sich `elif`:

```
if condition1 :
    # Block1
else:
    if condition2 :
        # Block2
    else:
        if condition3 :
            # Block3
        else:
            # Block4
```

→

```
if condition1 :
    # Block1
elif condition2 :
    # Block2
elif condition3 :
    # Block3
else:
    # Block4
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 59

- Beispiel (vollständige Fallunterscheidung):

```
# sort 3 numbers
if x < y :
    if y < z :
        pass # schon sortiert
    else :
        if x < z :
            x, y, z = x, z, y
        else :
            x, y, z = z, x, y
else :
    if x < z :
        x, y, z = y, x, z
    else :
        if y < z :
            x, y, z = y, z, x
        else :
            x, y, z = z, y, x
```

- Hier kann man natürlich nicht umschreiben

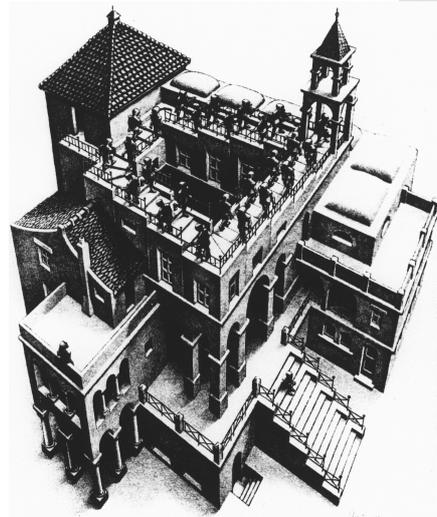
## Schleifen

"Life is just one damn thing after another."

-- Mark Twain

"Life isn't just one damn thing after another ... it's the same damn thing over and over and over again."

-- Edna St. Vincent Millay



## While-Schleife

- Definition (Syntax & Semantik):
 

```
while condition :
    statements
```
- Beispiel:
 

<p>Python</p> <pre>b = input() a = 1 while a &lt; b :     a *= 2 print a</pre>	<p>C++</p> <pre>// int b int a = 1; while ( a &lt; b ) {     a *= 2; }</pre>
--	--

```

graph TD
    Start(( )) --> Cond{condition}
    Cond -- true --> Statements[statement(s)]
    Statements --> Cond
    Cond -- false --> Exit(( ))
  
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10
Einführung in Python 62

## Beispiel: Quadratwurzeln (Newton-Raphson)

- Ziel: Berechnung der Quadratwurzel einer Floatingpoint-Zahl  $c$
- Initialisiere  $t = c$
- Ersetze  $t$  durch den Mittelwert von  $t$  und  $c/t$
- Wiederhole, bis  $t = c/t$

"A wonderful square root. Let's hope it can be used for the good of mankind."

```
c = 2.0 # input
t = c
while t - c/t > 0.0000000001 :
    t = ( c/t + t ) / 2.0
print t
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10
Einführung in Python 63

## Funktionsweise der Newton-Raphson-Methode

- Ziel: Finde die Nullstelle einer Funktion  $f(x)$ 
  - z.B.  $f(x) = x^2 - c$
- Starte mit einem beliebigen  $t_0$
- Betrachte die Tangente an dem Punkt  $(t_i, f(t_i))$
- $t_{i+1}$  ist der Punkt, an dem diese Tangente die x-Achse schneidet
  - d.h. 
$$t_{i+1} = t_i - \frac{f(t_i)}{f'(t_i)}$$
- Wiederhole dies, bis Nullstelle gefunden
- Anwendungen
  - Nullstellen differenzierbarer Funktionen finden
  - Extrempunkte zweifach differenzierbarer Funktionen finden

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 64

## For-Schleife

- Anders als in C++
- Definition:

```

for x in list:
    statements

```
- Oft wird *list* durch die **range**-Funktion generiert (s. später)
- Statt **range** kann jede andere Art von Listen stehen
- Erstes Beispiel eines **Iterators**!

```

graph TD
    Start(( )) --> Create[erzeuge Zahlenfolge]
    Create --> Decision{Folge noch nicht erschöpft}
    Decision -- true --> GetNext[x = nächstes Element aus Folge]
    GetNext --> Execute[statement(s)]
    Execute --> Decision
    Decision -- false --> End(( ))

```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 65

## Beispiel C++ vs. Python

- Beispiel: geometrische Reihe

```

# float q, int n
s = 0.0
# s = geom. Reihe 1 + q + q^2 + q^3 + ... + q^n
qq = 1.0
for i in range(0,n):
    s += qq
    qq *= q
print s

```

"Schleifenvariable"  
(loop variable)

Loop body  
(Schleifenrumpf)

- in C++:

```

// float q; unsigned int n;
float s = 0;
// s = geom. Reihe 1 + q + q^2 + q^3 + ... + q^n
float qq = 1;
for ( unsigned int i = 0; i < n; i ++ )
{
    s += qq;
    qq *= q;
}

```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 66

## Längeres Beispiel: Longest Run

```

list_size = 3
n_values = 0
longest_run = 0
length = 0
last_value = 0
while n_values < list_size:
    value = input()
    if value == last_value:
        length += 1
    else:
        length = 1
    if longest_run < length:
        longest_run = length
    last_value = value
    n_values += 1
print "Longest Run = %d\n" % (longest_run)

```

Angenommen, wir wüssten das

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 68

Eingabe: 1.0 5.0 5.0

```

list_size = 3
n_values = 0
longest_run = 0
length = 0
last_value = 0
while n_values < list_size:
    value = input()
    if value == last_value:
        length += 1
    else:
        length = 1
    if longest_run < length:
        longest_run = length
    last_value = value
    n_values += 1
print "Longest Run = %d\n" %(longest_run)

```

list_size	3
n_values	3
longest_run	2
length	2
last_value	5.0
value	5.0

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 69

### Korrekte Programme durch vollständige Fallunterscheidung

```

list_size = 3
n_values = 0
longest_run = 0
length = 0
last_value = 0
while n_values < list_size:
    value = input()
    if value == last_value:
        length += 1
    else:
        length = 1
    if longest_run < length:
        longest_run = length
    last_value = value
    n_values += 1
print "Longest Plateau = %d\n" % (longest_run)

```

Kennt man i.A. nicht!

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 70

```

import sys
lines = sys.stdin.readlines()
longest_run = 0
length = 0
last_value = 0
for line in lines:
    value = float(line)
    if value == last_value:
        length += 1
    else:
        length = 1
    if longest_run < length:
        longest_run = length
    last_value = value
print "Longest Plateau = %d\n" % (longest_run)

```

Diese Funktion liest alle Zeilen auf einmal in eine Liste

Problem: was, wenn float(lines[0]) == 0?!

NB: Eingabe auf stdin mit CTRL-D abschließen.  
(CTRL-D = EOF [end-of-file] unter unix)

```

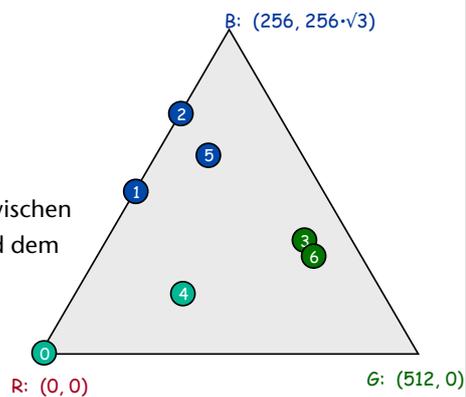
import sys
lines = sys.stdin.readlines()
length = 0
longest_run = 0
first = True
for line in lines:
    value = float(line)
    if first:
        last_value = value - 1
        first = False
    if value == last_value:
        length += 1
        if longest_run < length:
            longest_run = length
    else:
        length = 1
    last_value = value
print "Longest Plateau = %d\n" % (longest_run)

```

Noch ein Problem:  
was, wenn der input stream gar nicht mehr aufhört?!

## Beispiel: "Chaos Game"

- Spiel in einem gleichseitigem Dreieck, dessen Ecken rot, gelb und blau eingefärbt sind.
- Starte bei Punkt R
- Wiederhole:
  - Wähle zufällig einen Eckpunkt
  - Gehe die Hälfte der Strecke zwischen momentanen Standpunkt und dem ausgewählten Eckpunkt
  - Male dort einen Punkt



```
import Image
import random
import sys

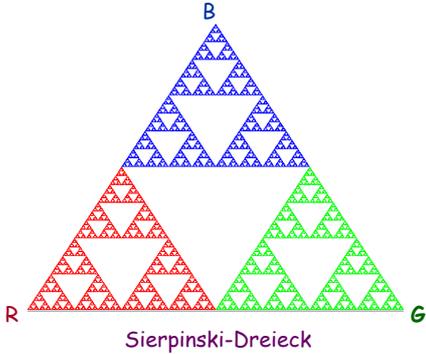
im = Image.new("RGB", (512, 512), (256, 256, 256) )
N = int( sys.argv[1] )
x = 0.0
y = 0.0

for i in range( 0, N ):
    r = random.random()
    if r < 0.333:
        x0 = 0.0
        y0 = 0.0
    elif r < 0.6667:
        x0 = 512.0
        y0 = 0.0
    else:
        x0 = 256.0
        y0 = 443.4
    x = ( x0 + x ) / 2.0
    y = ( y0 + y ) / 2.0
    im.putpixel ( ( int(x), int(y)), ( int(x), int(y), 0) )

im.show()
```

Hier fehlt eigtl ein Test, ob überhaupt ein Command-Line-Argument angegeben wurde!

`python3 ./ChaosGame.py 100000`



Sierpinski-Dreieck

- (Was passiert, wenn man einen zufälligen Punkt im Inneren des ursprünglichen RGB-Dreiecks als "Seed" nimmt?)

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 75

## Geschachtelte Schleifen (nested loops)

- Analog wie in anderen Sprachen
- Schleifenrumpf kann wieder Schleife enthalten:

```

for i in range(...):
    for j in range(...):
        ...
  
```

Andere Schleifenvariable nehmen!

- Beispiel:

```

for i in range(0,5):
    for j in range(0,i):
        print "*",
    print ""
  
```

Ausgabe

```

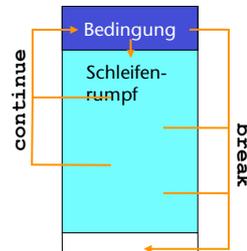
*
**
***
****
  
```

G. Zachmann Informatik 2 – SS 10 Einführung in Python 76



## Break und continue

- Wie in C++: zusätzliche Sprünge innerhalb der Schleife
  - break**: springt aus Schleife heraus (nur 1 Level!)
  - continue**: startet sofort den nächsten Schleifendurchlauf



```
while ...:
    if ...:
        break
    if ...:
        continue
    ...
    # continue jumps here
# break jumps here
```

```
while (...)
{
    if (...)
        break;
    if (...)
        continue;
    ...
    // continue jumps here
}
// break jumps here
```



## Interaktives Programm

- Lissajous-Figuren
  - Idee: zwei orthogonale Schlitten, die hin- und herfahren und gemeinsam einen Stift führen
  - Schlitten werden durch periodische Funktionen gesteuert, z.B. sin/cos

