ETH zürich

Departement Informatik

Programmieren und Problemlösen

Schleifen, Listen und Strings

Dennis Komm

Frühling 2021 – 4. März 2021

Ausgaben

Die Funktion `print()`

Ausgabe auf Bildschirm erfolgt mit **`print()`**

Die Funktion `print()`

Ausgabe auf Bildschirm erfolgt mit `print()`

- **Standard:** Zeilenumbruch nach Ausgabe
- Zeilenumbruch kann per `end` ersetzt werden

```
print("Der Wert von x ist", end=" ")
print(x)
```

Die Funktion `print()`

Ausgabe auf Bildschirm erfolgt mit `print()`

- **Standard:** Zeilenumbruch nach Ausgabe
- Zeilenumbruch kann per `end` ersetzt werden

```
print("Der Wert von x ist", end=" ")
print(x)
```

- Mehrere Parameter ebenfalls mit Komma trennen

```
print("Der doppelte Wert von", x, "ist", 2 * x)
```

Die Funktion `print()`

Ausgabe auf Bildschirm erfolgt mit `print()`

- **Standard:** Zeilenumbruch nach Ausgabe
- Zeilenumbruch kann per `end` ersetzt werden

```
print("Der Wert von x ist", end=" ")
print(x)
```

- Mehrere Parameter ebenfalls mit Komma trennen

```
print("Der doppelte Wert von", x, "ist", 2 * x)
```

- **Standard:** Leerzeichen zwischen Strings
- Leerzeichen kann per `sep` ersetzt werden

Benutzereingaben

Benutzereingaben

Variablen

- Variablen sind „Behälter für Werte“
- Bislang wurden Werte im Programm festgelegt

```
name = "Brunhold"
print("Hallo", name)
```

Benutzereingaben

Variablen

- Variablen sind „Behälter für Werte“
- Bislang wurden Werte im Programm festgelegt

```
name = "Brunhold"
print("Hallo", name)
```

- In der Praxis werden Werte meist
  - eingegeben durch Nutzerin
  - eingelesen aus Datei / Datenbank

Benutzereingaben

Variablen

- Variablen sind „Behälter für Werte“
- Bislang wurden Werte im Programm festgelegt

```
name = "Brunhold"
print("Hallo", name)
```

- In der Praxis werden Werte meist
  - eingegeben durch Nutzerin
  - eingelesen aus Datei / Datenbank (später)

Celsius-zu-Fahrenheit-Rechner

Benutzereingabe erfolgt über Funktion `input()`

```
name = input("Geben Sie einen Namen ein: ")
print("Hallo", name)
```

Celsius-zu-Fahrenheit-Rechner

Benutzereingabe erfolgt über Funktion `input()`

```
name = input("Geben Sie einen Namen ein: ")
print("Hallo", name)
```

Achtung

Eingabe ist String (der aus Ziffern bestehen kann) und **keine Zahl**

```
x = input("Geben Sie eine Zahl ein: ")
ausgabe = 3 * x
print(ausgabe)   # String-Konkatenation statt Multiplikation
```

Celsius-zu-Fahrenheit-Rechner

Um Zahl zu erhalten, muss Eingabe mit Funktion `int()` konvertiert werden

```
x = input("Geben Sie die Temperatur in Grad Celsius ein: ")
celsius = int(x)
fahrenheit = 9 * celsius / 5 + 32
print("Die Temperatur in Grad Fahrenheit ist", fahrenheit)
```

Celsius-zu-Fahrenheit-Rechner

Um Zahl zu erhalten, muss Eingabe mit Funktion `int()` konvertiert werden

```
x = input("Geben Sie die Temperatur in Grad Celsius ein: ")
celsius = int(x)
fahrenheit = 9 * celsius / 5 + 32
print("Die Temperatur in Grad Fahrenheit ist", fahrenheit)
```

oder kürzer...

```
celsius = int(input("Geben Sie die Temperatur in Grad Celsius ein: "))
fahrenheit = 9 * celsius / 5 + 32
print("Die Temperatur in Grad Fahrenheit ist", fahrenheit)
```

Einfache Schleifen

`for`-Schleifen

Wiederhole **Anweisungsblock** eine gewisse Anzahl Male

`for`-Schleifen

Wiederhole **Anweisungsblock** eine gewisse Anzahl Male

Eine **`for`-Schleife** besteht aus folgenden Teilen

`for`-Schleifen

Wiederhole **Anweisungsblock** eine gewisse Anzahl Male

Eine **`for`-Schleife** besteht aus folgenden Teilen

- Im **Schleifenkopf** wird eine **Laufvariable** definiert

`for`-Schleifen

Wiederhole **Anweisungsblock** eine gewisse Anzahl Male

Eine **`for`-Schleife** besteht aus folgenden Teilen

- Im **Schleifenkopf** wird eine **Laufvariable** definiert
- Zusätzlich wird Bereich von Werten angegeben, die die Variable annimmt

`for`-Schleifen

Wiederhole **Anweisungsblock** eine gewisse Anzahl Male

Eine **`for`-Schleife** besteht aus folgenden Teilen

- Im **Schleifenkopf** wird eine **Laufvariable** definiert
- Zusätzlich wird Bereich von Werten angegeben, die die Variable annimmt
- Der **Schleifenkörper** wird nacheinander mit jedem möglichen Wert der Laufvariablen ausgeführt

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

Schleifenkopf

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

Schleifenkörper (eingerückt)

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

Laufvariable

for-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

Bereich

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

Bereich

Achtung

Letzter Wert für `i` ist 3 und nicht 4

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

führt zu Ausführung von...

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

führt zu Ausführung von...

```
print("Test")
print(1)
```

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

führt zu Ausführung von...

```
print("Test")
print(1)
```

```
print("Test")
print(2)
```

`for`-Schleifen

```
for i in range(1, 4):
    print("Test")
    print(i)
```

führt zu Ausführung von...

```
print("Test")
print(1)
```

```
print("Test")
print(2)
```

```
print("Test")
print(3)
```

Übung – Quadratzahlen

Schreiben Sie ein Programm, das

- eine Zahl vom Benutzer einliest
- diese in einer Variablen `x` speichert
- die ersten `x` Quadratzahlen ausgibt (beginnend bei 1)

Übung – Quadratzahlen

```
x = int(input("Eingabe: "))

for i in range(1, x+1):
    print(i * i)
```

Verschachtelte Schleifen

Verschachtelte Schleifen

Programm

```
for i in range(0, 10):
    for j in range(0, 10):
        print(j, end=" ")
    print()
```

Verschachtelte Schleifen

Programm

```
for i in range(0, 10):
    for j in range(0, 10):
        print(j, end=" ")
    print()
```

Ausgabe

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

Übung – Zahlendreieck

Schreiben Sie ein Programm, das die folgende Ausgabe liefert:

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

Übung – Zahlendreieck

```
for i in range(0, 10):
    for j in range(i, 10):
        print(j, end=" ")
    print()
```

Listen

Listen

Einfacher Zugriff auf zusammengehörige Daten

Listen

Einfacher Zugriff auf zusammengehörige Daten

Beispiel

Listen

Einfacher Zugriff auf zusammengehörige Daten

Beispiel

- `daten = [5, 1, 4, 3]`

Listen

Einfacher Zugriff auf zusammengehörige Daten

Beispiel

- `daten` $=$ `[5, 1, 4, 3]`
- Jedes Element der Liste hat einen **Index**, beginnend bei 0
- Zugriff auf einzelne Elemente mit eckigen Klammern
- `daten[0]` $=$ `5`

Listen

Einfacher Zugriff auf zusammengehörige Daten

Beispiel

- `daten` $=$ `[5, 1, 4, 3]`
- Jedes Element der Liste hat einen **Index**, beginnend bei 0
- Zugriff auf einzelne Elemente mit eckigen Klammern
- `daten[0]` $=$ `5`
- Länge der Liste = Anzahl Elemente
- `len(daten)` $=$ `4`

Schleifen über Listen

Alle Elemente einer Liste ausgeben

Schleifen über Listen

Alle Elemente einer Liste ausgeben

```
daten = [5, 1, 4, 3]
for item in daten:
    print(item)
```

Schleifen über Listen

Alle Elemente einer Liste ausgeben

```
daten = [5, 1, 4, 3]
for item in daten:
    print(item)
```

Nimmt den Wert aller Elemente in Liste an

Schleifen über Listen

Alle Elemente einer Liste ausgeben

```
daten = [5, 1, 4, 3]
for item in daten:
    print(item)
```

Nimmt den Wert aller Elemente in Liste an

oder alternativ...

```
daten = [5, 1, 4, 3]
for i in range(0, len(daten)):
    print(daten[i])
```

Schleifen über Listen

Alle Elemente einer Liste ausgeben

```
daten = [5, 1, 4, 3]
for item in daten:
    print(item)
```

Nimmt den Wert aller Elemente in Liste an

oder alternativ...

```
daten = [5, 1, 4, 3]
for i in range(0, len(daten)):
    print(daten[i])
```

Nimmt den Wert aller Indizes der Liste an

Schleifen über Listen – die Funktion `reversed()`

Liste rückwärts durchlaufen

Schleifen über Listen – die Funktion `reversed()`

Liste rückwärts durchlaufen

```
daten = [6, 7, 5, 1]
for item in reversed(daten):
    print(item, end=" ")
```

Schleifen über Listen – die Funktion `reversed()`

Liste rückwärts durchlaufen

```
daten = [6, 7, 5, 1]
for item in reversed(daten):
    print(item, end=" ")
```

oder alternativ...

```
for i in range(len(daten)-1, -1, -1):
    print(daten[i], end=" ")
```

Schleifen über Listen – die Funktion `reversed()`

Liste rückwärts durchlaufen

```
daten = [6, 7, 5, 1]
for item in reversed(daten):
    print(item, end=" ")
```

oder alternativ...

```
for i in range(len(daten)-1, -1, -1):
    print(daten[i], end=" ")
```

Resultat

```
1 5 7 6
```

Einfache Initialisierung

Liste mit dem gleichen Wert in allen Zellen initialisieren

Einfache Initialisierung

Liste mit dem gleichen Wert in allen Zellen initialisieren

```
daten = [0] * 1000
print(daten)
```

Einfache Initialisierung

Liste mit dem gleichen Wert in allen Zellen initialisieren

```
daten = [0] * 1000
print(daten)
```

```
daten = [0, 0, 0, 0] * 250
print(daten)
```

Einfache Initialisierung

Liste mit dem gleichen Wert in allen Zellen initialisieren

```
daten = [0] * 1000
print(daten)
```

```
daten = [0, 0, 0, 0] * 250
print(daten)
```

Resultat

`[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ..., 0]` (1000 Nullen)

Die Funktion `append()`

Füge Element am Ende einer Liste ein

Die Funktion `append()`

Füge Element am Ende einer Liste ein

Beispiel

- Liste `daten`
- `daten.append(5)` fügt eine 5 am Ende ein

Die Funktion `append()`

Füge Element am Ende einer Liste ein

Beispiel

- Liste `daten`
- `daten.append(5)` fügt eine 5 am Ende ein

```
daten = [1, 4, 8]
daten.append(9)
daten.append(14)

print(daten)
```

Übung – Liste initialisieren

Schreiben Sie ein Programm, das

- eine Zahl vom Benutzer einliest
- diese in einer Variablen `x` speichert
- eine Liste mit den ersten `x` geraden Zahlen initialisiert (bei 0 beginnend)

Übung – Liste initialisieren

```
x = int(input("Eingabe: "))

daten = []

for i in range(0, x):
    daten.append(2 * i)

print(daten)
```

Listen zusammenfügen

Füge Listen zusammen mit +

Listen zusammenfügen

Füge Listen zusammen mit +

Beispiel

- Liste `daten`
- `daten + [1, 2]` fügt Elemente 1 und 2 an

Listen zusammenfügen

Füge Listen zusammen mit +

Beispiel

- Liste `daten`
- `daten + [1, 2]` fügt Elemente 1 und 2 an

```
daten = [4, 6, 7]
daten2 = daten + [9]
daten2 = [1, 3] + daten2 + [12, 14]

print(daten2)
```

Zeichenketten (Strings)

Zeichenketten (Strings)

Zeichenketten sind „Listen von Zeichen“ (es gibt Unterschiede)

Zeichenketten (Strings)

Zeichenketten sind „Listen von Zeichen“ (es gibt Unterschiede)

- Zeichen entsprechen (grösstenteils) Tasten auf der Tastatur
- Strings stehen in Anführungszeichen
- Zugriff auf einzelne Zeichen mit eckigen Klammern

Zeichenketten (Strings)

Zeichenketten sind „Listen von Zeichen“ (es gibt Unterschiede)

- Zeichen entsprechen (grösstenteils) Tasten auf der Tastatur
- Strings stehen in Anführungszeichen
- Zugriff auf einzelne Zeichen mit eckigen Klammern

- Zeichenkette `wort = "HALLO WELT"`
- `wort[0]` ist der erste Buchstabe
- `wort[1]` ist der zweite Buchstabe
- `...`
- `wort[len(wort)-1]` ist der letzte Buchstabe (alternativ `wort[-1]`)

Zeichen – Die Unicode-Tabelle

0–18		19–37		38–56		57–75		76–94		95–113		114–127	
Dez.	**Zeichen**	**Dez.**	**Zeichen**	**Dez.**	**Zeichen**	**Dez.**	**Zeichen**	**Dez.**	**Zeichen**	**Dez.**	**Zeichen**	**Dez.**	**Zeichen**
0	NUL	19	DC3	38	&	57	9	76	L	95	_	114	r
1	SOH	20	DC4	39	’	58	:	77	M	96	‘	115	s
2	STX	21	NAK	40	(	59	;	78	N	97	a	116	t
3	ETX	22	SYN	41	)	60	<	79	O	98	b	117	u
4	EOT	23	ETB	42	*	61	=	80	P	99	c	118	v
5	ENQ	24	CAN	43	+	62	>	81	Q	100	d	119	w
6	ACK	25	EM	44	,	63	?	82	R	101	e	120	x
7	BEL	26	SUB	45	-	64	@	83	S	102	f	121	y
8	BS	27	ESC	46	.	65	A	84	T	103	g	122	z
9	HT	28	FS	47	/	66	B	85	U	104	h	123	{
10	LF	29	GS	48	0	67	C	86	V	105	i	124	|
11	VT	30	RS	49	1	68	D	87	W	106	j	125	}
12	FF	31	US	50	2	69	E	88	X	107	k	126	~
13	CR	32	SP	51	3	70	F	89	Y	108	l	127	DEL
14	SO	33	!	52	4	71	G	90	Z	109	m	...	
15	SI	34	“	53	5	72	H	91	[	110	n		
16	DLE	35	#	54	6	73	I	92	\	111	o		
17	DC1	36	$	55	7	74	J	93	]	112	p		
18	DC2	37	%	56	8	75	K	94	^	113	q		

Zeichen – Die Unicode-Tabelle

Verwende Funktionen `ord()` und `chr()`

Zeichen – Die Unicode-Tabelle

Verwende Funktionen `ord()` und `chr()`

- `ord(x)` gibt Position von Zeichen `x` in Unicode-Tabelle an
- `chr(y)` gibt Zeichen an Position `y` in Unicode-Tabelle an

Zeichen – Die Unicode-Tabelle

Verwende Funktionen `ord()` und `chr()`

- `ord(x)` gibt Position von Zeichen `x` in Unicode-Tabelle an
- `chr(y)` gibt Zeichen an Position `y` in Unicode-Tabelle an

```
x = input("Geben Sie ein Zeichen ein: ")
print("Das Zeichen", x, "steht an Stelle", ord(x))
```

Übung – Buchstaben ausgeben

Schreiben Sie ein Programm, das

- alle 26 Grossbuchstaben ausgibt
- dazu eine `for`-Schleife verwendet

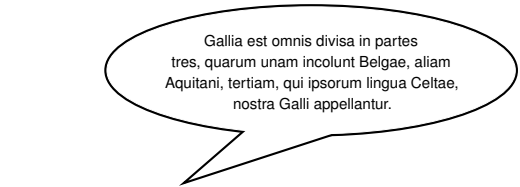
Zur Erinnerung

Der Buchstabe `A` steht an Stelle 65 in der Unicode-Tabelle

Übung – Buchstaben ausgeben

```
for i in range(65,91):
    print(chr(i))
```

Cäsar-Verschlüsselung


Gallia est omnis divisa in partes
tres, quarum unam incolunt Belgae, aliam
Aquitani, tertiam, qui ipsorum lingua Celtae,
nostra Galli appellantur.


Gallia est omnis divisa in partes
tres, quarum unam incolunt Belgae, aliam
Aquitani, tertiam, qui ipsorum lingua Celtae,
nostra Galli appellantur.

Unsicherer Kanal

Symmetrische Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal sicher kommunizieren
- Gemeinsamer Schlüssel k
- A verschlüsselt Nachricht mit k
- A sendet verschlüsselte Nachricht an B
- B entschlüsselt Nachricht mit k

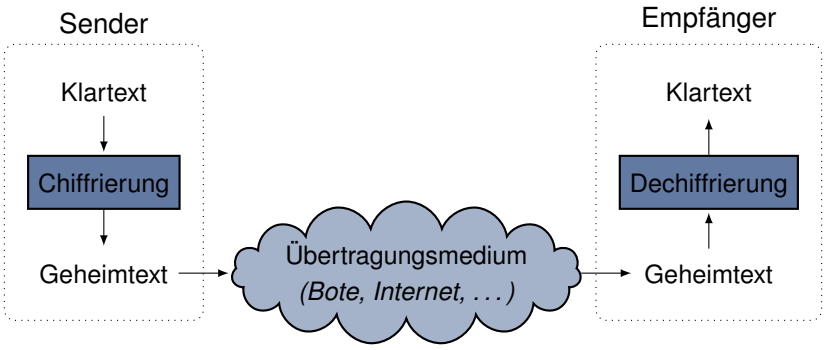
Symmetrische Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal sicher kommunizieren
- Gemeinsamer Schlüssel k
- A verschlüsselt Nachricht mit k
- A sendet verschlüsselte Nachricht an B
- B entschlüsselt Nachricht mit k

- A heisst **Sender**
- B heisst **Empfänger**
- **Symmetrisch:** Gleicher Schlüssel für Ver- und Entschlüsselung

Symmetrische Verschlüsselung



Cäsar-Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal diesmal mittels Cäsar-Verschlüsselung kommunizieren

Cäsar-Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal diesmal mittels Cäsar-Verschlüsselung kommunizieren
- Gemeinsamer Schlüssel k als Zahl zwischen 1 und 25

Cäsar-Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal diesmal mittels Cäsar-Verschlüsselung kommunizieren
- Gemeinsamer Schlüssel k als Zahl zwischen 1 und 25
- A verschlüsselt Nachricht, indem k zu jedem Buchstaben addiert wird

Cäsar-Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal diesmal mittels Cäsar-Verschlüsselung kommunizieren
- Gemeinsamer Schlüssel k als Zahl zwischen 1 und 25
- A verschlüsselt Nachricht, indem k zu jedem Buchstaben addiert wird
- A sendet verschlüsselte Nachricht an B

Cäsar-Verschlüsselung

Situation

- Parteien A und B wollen über unsicheren Kanal diesmal mittels Cäsar-Verschlüsselung kommunizieren
- Gemeinsamer Schlüssel k als Zahl zwischen 1 und 25
- A verschlüsselt Nachricht, indem k zu jedem Buchstaben addiert wird
- A sendet verschlüsselte Nachricht an B
- B entschlüsselt Nachricht, indem k von jedem Buchstaben abgezogen wird

Cäsar-Verschlüsselung

Verschiebe Buchstaben um festen Wert k durch Addition von k

Cäsar-Verschlüsselung

Verschiebe Buchstaben um festen Wert k durch Addition von k

Beispiel

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V

Cäsar-Verschlüsselung

Verschiebe Buchstaben um festen Wert k durch Addition von k

Beispiel

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V

- **Klartext:** HALLO WELT
- **Verschlüsselter Text:** DWHHK SAHP

Cäsar-Verschlüsselung

1. Eingegebener Buchstabe ist Unicode-Zeichen von **A** bis **Z**

A	B	...	W	X	Y	Z
65	66	...	87	88	89	90

Cäsar-Verschlüsselung

1. Eingegebener Buchstabe ist Unicode-Zeichen von **A** bis **Z**

A	B	...	W	X	Y	Z
65	66	...	87	88	89	90

2. Ziehe **65** ab, dann ist das Resultat zwischen **0** und **25**

A	B	...	W	X	Y	Z
0	1	...	22	23	24	25

Cäsar-Verschlüsselung

1. Eingegebener Buchstabe ist Unicode-Zeichen von **A** bis **Z**

A	B	...	W	X	Y	Z
65	66	...	87	88	89	90

2. Ziehe **65** ab, dann ist das Resultat zwischen **0** und **25**

A	B	...	W	X	Y	Z
0	1	...	22	23	24	25

3. Addiere nun Schlüssel (zum Beispiel **3**) und rechne **modulo 26**

A	B	...	W	X	Y	Z
3	4	...	25	0	1	2

Cäsar-Verschlüsselung

1. Eingegebener Buchstabe ist Unicode-Zeichen von **A** bis **Z**

A	B	...	W	X	Y	Z
65	66	...	87	88	89	90

2. Ziehe **65** ab, dann ist das Resultat zwischen **0** und **25**

A	B	...	W	X	Y	Z
0	1	...	22	23	24	25

3. Addiere nun Schlüssel (zum Beispiel **3**) und rechne **modulo 26**

A	B	...	W	X	Y	Z
3	4	...	25	0	1	2

4. Addiere nun wieder **65** zum Ergebnis

A	B	...	W	X	Y	Z
68	69	...	90	65	66	67

Division mit Rest (Modulo-Rechnen)

- Mit „%“ wird der Rest bei der ganzzahligen Division ausgegeben
- Analog wird mit “`//`” der Teil vor dem Komma ausgegeben

Division mit Rest (Modulo-Rechnen)

- Mit „%“ wird der Rest bei der ganzzahligen Division ausgegeben
- Analog wird mit “//” der Teil vor dem Komma ausgegeben

- $10 \,\%\, 3 = 1$, denn $9 = 3 \cdot 3$
- $10 \,\%\, 4 = 2$, denn $8 = 4 \cdot 2$
- $11 \,//\, 5 = 2$, denn $10 = 5 \cdot 2$
- $23 \,//\, 4 = 5$, denn $20 = 4 \cdot 5$
- $12 \,\%\, 3 = 0$, denn $12 = 4 \cdot 3$

Division mit Rest (Modulo-Rechnen)

- Mit „%“ wird der Rest bei der ganzzahligen Division ausgegeben
- Analog wird mit “//” der Teil vor dem Komma ausgegeben

- $10 \,\%\, 3 = 1$, denn $9 = 3 \cdot 3$
- $10 \,\%\, 4 = 2$, denn $8 = 4 \cdot 2$
- $11 \,//\, 5 = 2$, denn $10 = 5 \cdot 2$
- $23 \,//\, 4 = 5$, denn $20 = 4 \cdot 5$
- $12 \,\%\, 3 = 0$, denn $12 = 4 \cdot 3$

$(10 - 3) \,\%\, 11$ ist dasselbe wie $(10 + (11 - 3)) \,\%\, 11$

Übung – Cäsar-Verschlüsselung

Schreiben Sie ein Programm, das

- einen gegebenen String durchläuft
- jeden Buchstaben mit einem Schlüssel k entschlüsselt
- dabei jeden Schlüssel k ausprobiert
- dafür folgende Formel verwendet:

$$\mathsf{e} = (\mathsf{v} - 65 - k) \,\%\, 26 + 65$$

Entschlüsseln Sie `TYQZCXLETVTDEVCPLETGPLCMPTE`

Danke für die Aufmerksamkeit