

Ideen und Konzepte der Informatik

Programme und Algorithmen

Kurt Mehlhorn



26. Oktober 2015



max planck institut
informatik

Programmiersprache = Kunstsprache mit genau definierter Syntax (was ist ein zulässiger Satz) und Semantik (was bedeutet ein Satz) zur Formulierung von Programmen.

Programm = bis in alle Details spezifizierte Rechenvorschrift zu Lösung eines Problems. Kann von einer Maschine ausgeführt werden.

Algorithmus = Rechenvorschrift so aufgeschrieben, dass ein (entsprechend ausgebildeter) Mensch sie ausführen kann.

Thema heute:

- Pseudocode zur Formulierung von Algorithmen.
- Unsere ersten beiden Algorithmen
 - Addition von Dezimalzahlen
 - Test ob ein gegebenes Wort in einem Text vorkommt

Variable

- haben einen Namen, z.B. x , y , *Gehalt*, i , ...
- und zu jedem Zeitpunkt einen Wert, z.B. x hat den Wert 5.
- Der Wert kann durch eine Wertzuweisung geändert werden, z.B. $x \leftarrow 7$ lies: x bekommt den Wert 7.

Wertzuweisung: Variable \leftarrow Ausdruck

- Beispiele: $x \leftarrow 5$; $y \leftarrow 7$; $x \leftarrow x + y$;
- Vor der Zuweisung $x \leftarrow x + y$ hat x und y die Werte 5 und 7.
- Zur Bestimmung des Werts des Ausdrucks $x + y$ werden die Variablen durch ihre augenblicklichen Werte ersetzt und dann gerechnet $x + y \rightarrow 5 + 7 \rightarrow 12$.
- Der so bestimmte Wert wird der neue Wert von x .

```
n ← 3;  
s ← 0;  
i ← 1;  
while i ≤ n  
    s ← s + i;  
    i ← i + 1;  
drucke s;
```

Das obige nennt sich
eine **While-Schleife**.

Solange die Bedingung
 $i \leq n$ zutrifft, führe den
Rumpf der Schleife aus

Die Ausführung

```
n ← 3;  
s ← 0;  
i ← 1;  
i ≤ n ist wahr (da  $1 \leq 3$  wahr ist)  
s ← s + i = 0 + 1 = 1;  
i ← i + 1 = 1 + 1 = 2;  
i ≤ n ist wahr;
```

“drucke s” gibt 6 aus.

Die Ausgabe der Rechnung ist die
Summe $1 + 2 + 3$.

Übung

Der Wert eine Variablen ist unveränderlich. wahr oder falsch?

```
n ← 7;  
s ← 0;  
i ← 1;  
while i ≤ n  
    s ← s + i;  
    i ← i + 2;  
drucke s;
```

Fragen:

1. Was ist der Entwert von s ? Antwort 14 oder 16 oder 20?
2. Was ist der Endwert von i ? Antwort 7 oder 9?



Ein erstes interessantes Programm

```
 $n \leftarrow$  Eingabe;  
 $s \leftarrow 0$ ;  
 $i \leftarrow 1$ ;  
while  $i \leq n$   
     $s \leftarrow s + i$ ;  
     $i \leftarrow i + 1$ ;  
drucke  $s$ ;
```

Wir weisen n keinen festen Wert mehr zu, sondern lesen ihn ein.

Bei Eingabe 3 berechnet das Programm die Summe $1 + 2 + 3 = 6$.

Bei Eingabe 100 berechnet das Programm die Summe $1 + 2 + \dots + 100 = 5050$.

Das Flussdiagramm
zur Schleife

und als For-Schleife



Bedingte Anweisungen

```
if Bedingung  
    dann-Fall  
else  
    sonst-Fall
```

Werte die Bedingung aus; die Bedingung ist ein logischer Ausdruck, der sich zu *wahr* oder *falsch* auswertet.

Falls wahr, dann führe den dann-Fall aus.

Falls falsch, dann führe den sonst-Fall aus.

```
 $i \leftarrow 1;$   
if  $i$  ist ungerade  
     $i \leftarrow i + 1;$   
else  
     $i \leftarrow i + 2;$ 
```

Ausführung

```
 $i \leftarrow 1;$   
 $(i \text{ ist ungerade})$  ist wahr;  
daher wird der dann-Fall  
ausgeführt;  
 $i \leftarrow i + 1 = 1 + 1 = 2;$ 
```

und nun mit Anfangswert 2

```
 $i \leftarrow 2;$ 
```

```
s ← 0;  
i ← 1;  
while i ≤ 4  
    s ← s + i;  
    i ← i + 1;  
    if i is ungerade  
        drucke s  
    else  
        i ← i + 1  
drucke s;
```



```
s ← 0;
i ← 1;
while i ≤ 4
  s ← s + i;
  i ← i + 1;
  if i is ungerade
    drucke s
  else
    i ← i + 1
drucke s;
```

Ausführung

```
s ← 0;
i ← 1;
i ≤ 4 ist wahr
s ← s + i = 0 + 1 = 1;
i ← i + 1 = 1 + 1 = 2;
i is ungerade ist falsch
i ← i + 1 = 2 + 1 = 3;
i ≤ 4 ist wahr;
s ← s + i = 1 + 3 = 4;
i ← i + 1 = 3 + 1 = 4;
i is ungerade ist falsch
i ← i + 1 = 4 + 1 = 5;
i ≤ 4 ist falsch;
“drucke s” gibt 4 aus.
```

Auch kurze Programme können knifflig sein (Lothar Collatz)

```
 $n \leftarrow$  eine natürliche Zahl  
while  $n > 1$   
  if  $n$  is gerade  
     $n \leftarrow n/2$ ;  
  else  
     $n \leftarrow 3n + 1$ ;
```

Ausführungen

$16 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$

$6 \rightarrow 3 \rightarrow 10 \rightarrow 5 \rightarrow 16 \rightarrow \dots$

$17 \rightarrow 52 \rightarrow 26 \rightarrow 13 \rightarrow 40 \rightarrow 20 \rightarrow$
 10

$7 \rightarrow$



Auch kurze Programme können knifflig sein (Lothar Collatz)

```
 $n \leftarrow$  eine natürliche Zahl  
while  $n > 1$   
  if  $n$  is gerade  
     $n \leftarrow n/2$ ;  
  else  
     $n \leftarrow 3n + 1$ ;
```

Es ist nicht bekannt, ob dieses Programm für jede Eingabe hält.

Probieren sie den Startwert 27.

Ausführungen

16 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1

6 \rightarrow 3 \rightarrow 10 \rightarrow 5 \rightarrow 16 \rightarrow ...

17 \rightarrow 52 \rightarrow 26 \rightarrow 13 \rightarrow 40 \rightarrow 20 \rightarrow
10

7 \rightarrow



Auch kurze Programme können knifflisch sein (Lothar Collatz)

```
 $n \leftarrow$  eine natürliche Zahl  
while  $n > 1$   
  if  $n$  is gerade  
     $n \leftarrow n/2$ ;  
  else  
     $n \leftarrow 3n + 1$ ;
```

Ausführungen

16 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1

6 \rightarrow 3 \rightarrow 10 \rightarrow 5 \rightarrow 16 \rightarrow ...

17 \rightarrow 52 \rightarrow 26 \rightarrow 13 \rightarrow 40 \rightarrow 20 \rightarrow
10

7 \rightarrow

Es ist nicht bekannt, ob dieses Programm für jede Eingabe hält.

Probieren sie den Startwert 27.

27, 82, 41, 124, 62, 31, 94, 47, 142, 71, 214, 107, 322, 161, 484, 242, 121, 364, 182, 91, 274, 137, 412, 206, 103, 310, 155, 466, 233, 700, 350, 175, 526, 263, 790, 395, 1186, 593, 1780, 890, 445, 1336, 668, 334, 167, 502, 251, 754, 377, 1132, 566, 283, 850, 425, 1276, 638, 319, 958, 479, 1438, 719, 2158, 1079, 3238, 1619, 4858, 2429, 7288, 3644, 1822, 911, 2734, 1367, 4102, 2051, 6154, 3077, 9232, 4616, 2308, 1154, 577, 1732, 866, 433, 1300, 650, 325, 976, 488, 244, 122, 61, 184, 92, 46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

Ein erster Algorithmus: Addition von Dezimalzahlen

Summand	4	7	2	3
Summand	5	4	4	8
Überträge				0
Summe				

Der Übertrag in die letzte Spalte ist 0.

Wir addieren die drei Ziffern in einer Spalte. Nenne die Summe S .

$S \geq 10$: Übertrag ist 1, und Summenziffer ist $S - 10$.

$S \leq 10$: Übertrag ist 0, und Summenziffer ist S .

Zahl 1 hat Ziffern a_3, \dots, a_0 .

Zahl 2 hat Ziffern b_3, \dots, b_0 .

Summe hat Ziffern s_4, s_3, \dots, s_0 .

Wir haben auch noch einen Übertrag c .

```
 $c \leftarrow 0;$   
for  $i$  von 0 bis 3  
   $S \leftarrow a_i + b_i + c;$   
  if  $S \leq 9$   
     $s_i \leftarrow S; c \leftarrow 0;$   
  else  
     $s_i \leftarrow S - 10; c \leftarrow 1;$   
 $s_4 \leftarrow c;$ 
```



Man kann nicht nur mit Zahlen rechnen

Ein Wort ist eine Folge von Buchstaben, z.B., „Kurt“. Wir wollen feststellen, ob ein Wort (das *Muster*) in einem anderen Wort (dem *Text*) vorkommt?

Dazu legen wir das Muster an jeder Stelle des Textes an und vergleichen Buchstabe für Buchstabe.

Muster = „Kurt“

Text = „MehlhornKurt“

probiere

Text hat Buchstaben t_0, \dots, t_{n-1} .

Muster hat Buchstaben p_0, \dots, p_{k-1} .

```
for  $i$  von 0 bis  $n - k$ 
   $passt \leftarrow$  wahr;
  for  $j$  von 0 bis  $k - 1$ 
    if  $t_{i+j} \neq p_j$ 
       $passt \leftarrow$  falsch;
  if  $passt =$  wahr
    drucke  $i$ ;
```



```
s ← 0; i ← 1;
while i ≤ 8
  s ← s + i; i ← i + 1;
  if i is gerade
    drucke s
  else
    i ← i + 1
drucke s;
```

Fragen:

1. Führen sie das Programm aus.
2. Wieviele Zahlen werden gedruckt? Hinweis: zwei.
3. Was ist der Entwert von s ?
4. Was ist der Endwert von i ?