TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

ALGORITHMEN UND DATENSTRUKTUREN

ÜBUNG 5: FUNKTIONEN & PULSIERENDER SPEICHER

Eric Kunze

eric.kunze@tu-dresden.de

TU Dresden, 10. November 2021

WER BIN ICH?

- **Eric** Kunze
- `eric.kunze@tu-dresden.de`
- Telegram: `@oakoneric` bzw. `t.me/oakoneric`
- Fragen, Wünsche, Vorschläge, ...
- Website mit Material:
  `https://oakoneric.github.io/aud21`
  keine Garantie für Vollständigkeit/Korrektheit
- Anwesenheitsliste & Abmeldung bei Nichterscheinen
  (weiterhin) per Mail oder Telegram

FUNKTIONEN

Deklaration einer Funktion:

```
<return_type> <function_name> (<argument_list>...);
```

- `return` Keyword zur Rückgabe eines Wertes
- `void` als `return_type`, wenn keine Rückgabe erfolgen soll

Funktionsaufruf:

```
<function_name>(<argument1>, <argument2>...);
```

Beispiel:

```
int square (int x) {
  return x * x;
}

int main () {
  int y = square(4);
}
```

DIE ACKERMANN-FUNKTION

"Die Ackermannfunktion ist eine 1926 von Wilhelm Ackermann gefundene, extrem schnell wachsende mathematische Funktion, mit deren Hilfe in der theoretischen Informatik Grenzen von Computer- und Berechnungsmodellen aufgezeigt werden können."

Quelle: `https://de.wikipedia.org/wiki/Ackermannfunktion`

Definition von ack : $\mathbb{N} \times \mathbb{N} \to \mathbb{N}$

$$\mathbf{ack}(0, y) = y + 1 \qquad (y \geq 0)$$

$$\mathbf{ack}(x, 0) = \mathbf{ack}(x - 1, 1) \qquad (x > 0)$$

$$\mathbf{ack}(x, y) = \mathbf{ack}(x - 1, \mathbf{ack}(x, y - 1)) \qquad (x, y > 0)$$

DIE ACKERMANN-FUNKTION

Definition von ack : $\mathbb{N} \times \mathbb{N} \to \mathbb{N}$

$$\mathbf{ack}(0, y) = y + 1 \qquad (y \geq 0)$$

$$\mathbf{ack}(x, 0) = \mathbf{ack}(x - 1, 1) \qquad (x > 0)$$

$$\mathbf{ack}(x, y) = \mathbf{ack}(x - 1, \mathbf{ack}(x, y - 1)) \qquad (x, y > 0)$$

einige Werte

$x \setminus y$	0	1	2	3	4	...	m
0	1	2	3	4	5	...	$m+1$
1	2	3	4	5	6	...	$m+2$
2	3	5	7	9	11	...	$2m+3$
3	5	13	29	61	125	...	$8 * 2^m - 3$
4	13	65533	$2^{65536} - 3$	...	...	...	$\underbrace{2^{2^{\cdot^{\cdot^{2}}}}}_{m+3} - 3$

AUFGABE 1

```
1  #include <stdio.h>
2  int ack(int x, int y){
3    if ((x == 0) && (y >= 0))          return y + 1;
4    else if ((x > 0) && (y == 0))      return ack(x-1, 1);
5    else if ((x > 0) && (y > 0)){
6      return ack(x-1, ack(x, y-1));};    }
7  }
8  int main() {
9    int x = 0, y = 0, a;
10   printf("\nAckermannfunktion\n");
11   printf("x = ");    scanf("%d", &x);
12   printf("y = ");    scanf("%d", &y);
13   a = ack(x,y);
14   printf("ack(%i,%i)=%i.\n", x, y, a);
15   return 0;
16 }
```

ARRAYS

Deklaration (als EBNF): `ElementType Ident` $\hat{\{}$ `[Number]` $\hat{\}}$ `;`

- `ElementType` ... Typ eines Eintrags
- `Number` ... Anzahl der Einträge
- `Ident` ... Bezeichner des Arrays

ARRAYS

Deklaration (als EBNF): `ElementType Ident` $\hat{\{}$ `[Number]` $\hat{\}}$ `;`

- `ElementType` ... Typ eines Eintrags
- `Number` ... Anzahl der Einträge
- `Ident` ... Bezeichner des Arrays

Beispiele:

- Liste: `int liste[5];`
- Matrix: `int matrix[3][4];`

ARRAYS

Deklaration (als EBNF): `ElementType Ident` $\hat{\{}$ `[Number]` $\hat{\}}$ `;`

- `ElementType` ... Typ eines Eintrags
- `Number` ... Anzahl der Einträge
- `Ident` ... Bezeichner des Arrays

Beispiele:

- Liste: `int liste[5];`
- Matrix: `int matrix[3][4];`

Initialisierungen:

- `int liste[5] = {2,7,0,-4,1};`
- `int matrix[3][4] = { {1,2,3,4}, {5,6,7,8}, {2,3,4,5} };`

ARRAYS

Deklaration (als EBNF): `ElementType Ident` $\hat{\{}$ `[Number]` $\hat{\}}$ `;`

- `ElementType` ... Typ eines Eintrags
- `Number` ... Anzahl der Einträge
- `Ident` ... Bezeichner des Arrays

Beispiele:

- Liste: `int liste[5];`
- Matrix: `int matrix[3][4];`

Initialisierungen:

- `int liste[5] = {2,7,0,-4,1};`
- `int matrix[3][4] = { {1,2,3,4}, {5,6,7,8}, {2,3,4,5} };`

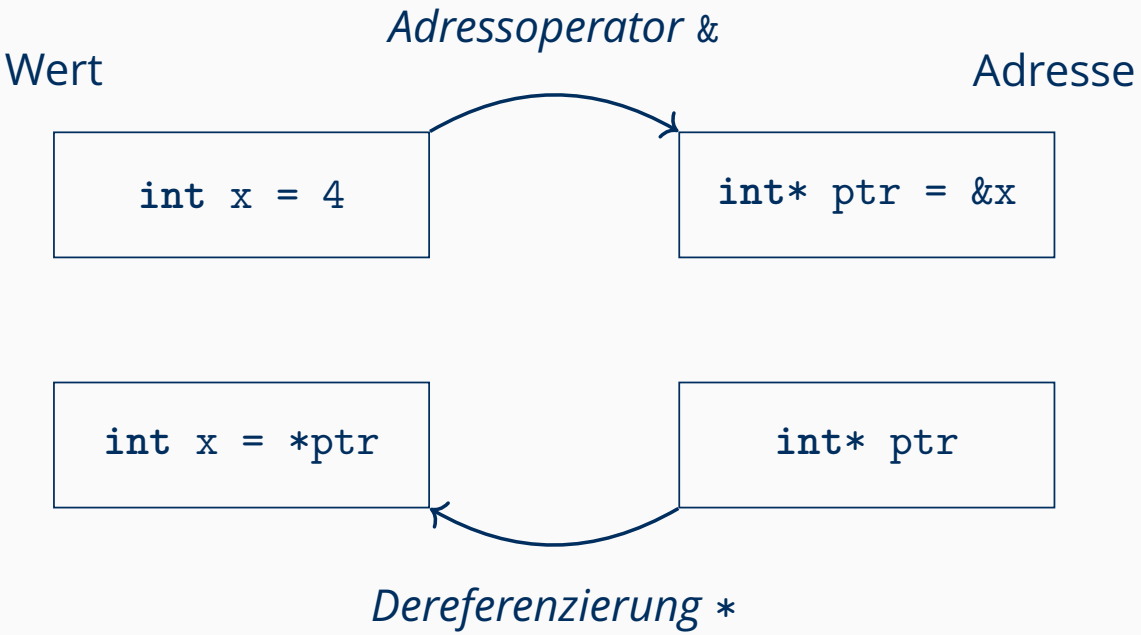
Zuweisungen: *Indizierung beginnt bei 0*

- `liste[2] = 16;` $\rightsquigarrow$ `[2,7,16,-4,1]`
- `matrix[1][3] = 0;` $\rightsquigarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 0 \\ 2 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}$

POINTER

Pointer-Type: `<base_type>* <pointer_name>`

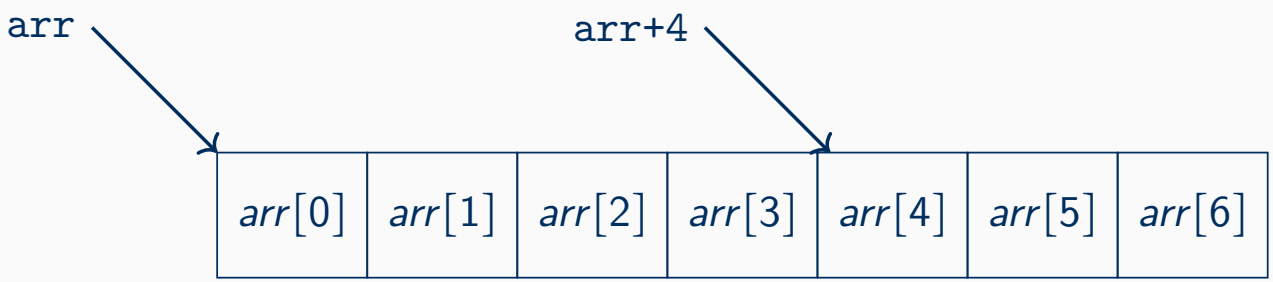
Wert einer Variable **vs.** Speicheradresse einer Variable



Nutzen: „Verlängerung“ Sichtbarkeit von Variablen (Veränderung innerhalb von Funktionen „speichern“), dynamische Datentypen

ARRAY-POINTER-DUALITÄT

Ein Array ist ein Pointer, der auf die erste Komponente des Arrays zeigt.



Pointerarithmetik: `ptr + i` zeigt auf die `i`-te Speicherzelle nach `ptr` (analog `ptr - i`, `ptr++` usw.)

Der Elementzugriff `arr[i]` ist gleichbedeutend mit `*(arr + i)`.

AUFGABE 1

```
1  void palindrom(char str[], int l, int *korrekt) {
2    int i = 0;
3    l = l - 1;
4    *korrekt = 1;
5
6    while (i < l && *korrekt) {
7      *korrekt = str[i] == str[l];
8      i = i + 1;
9      l = l - 1;
10   }
11 }
12
13 int main () {
14   char[...] str;
15   int korr;
16   int len;
17   ...
18   palindrom(str, len, &korr);
19 }
```

AUFGABE 2

```c
#include <stdio.h>

void swoop(int a, int b) {
  /* label 1 */
  a = b;
  b = a;
  /* label 2 */
}

int main() {
  int x = 3, y = 6;
  /* label 3 */
  swoop(x, y); /*$1*/
  /* label 4 */
  printf("x = %d, y = %d", x, y);
  return 0;
}
```

AUFGABE 2 — TEIL (A)

Label	RM	1	2	3	4
label3	—	x 3	y 6		
label1	1			a 3	b 6
label2	1			a 6	b 6
label4	—	x 3	y 6		

AUFGABE 2 — TEIL (B)

```c
#include <stdio.h>
void swap(int *x, int *y){
  int tmp;
  tmp = *x;
  *x = *y;
  *y = tmp;
}
int main() {
  int x = 4, y = 6;
  printf("x = %d, y = %d \n", x, y);
  swap(&x, &y);
  printf("x = %d, y = %d \n", x, y);
  return 0;
}
```

Gültigkeitsbereiche von Objekten:

- Eine Funktion ist ab ihrer Deklaration bis zum Programmende sichtbar. Vorwärtsdeklarationen beachten!
- Ihre formalen Parameter jedoch nur innerhalb der Funktionsdefinition!
- Gibt es gleichlautende formale Parameter in verschiedenen Funktionen, müssen diese in der Tabelle natürlich unterschieden werden (z.B. durch „x in f“).
- Vorsicht bei Namenskonflikten: lokale Variablen überschreiben die Sichtbarkeit globaler Variablen.

PULSIERENDER SPEICHER

Speicherprotokoll:

- Für jeden Funktionsaufruf werden erst die Parameter, dann die lokalen Variablen in Reihenfolge ihres Auftretens in der Umgebung notiert. Globale Variablen stehen ganz vorn.
- Variablennamen werden nur notiert, wenn die Variablen sichtbar sind. Globale Variablennamen werden immer notiert.
- Der Wert von nicht sichtbaren Variablen muss nur notiert werden wenn er sich ändert.
- Uninitialisierte Variablen werden mit Inhalt „?“ notiert.

AUFGABE 3

```
1  #include <stdio.h>
2  int a;
3
4  void g(int a, int *b);
5
6  void f(int *i, int j) {
7    /*label1*/
8    if (*i + j < a) {
9      *i = *i + 1;
10     f(i, j);              /*$1*/
11   }
12   /*label2*/
13 }
14
15 void g(int a, int *b) {
16   int i = 2;
17   /*label3*/
18   while (a != 1) {
19     f(&i, a);             /*$2*/
20     a = a / 2;
21     *b = *b + 1;
22     /*label4*/
23   }
24 }
25
26 int main() {
27   int x = 0;
28   scanf("%i", &a);
29   /*label5*/
30   g(a, &x);               /*$3*/
31   /*label6*/
32   return 0;
33 }
```

Gültigkeitsbereiche

Objektname	Gültigkeitsbereich
`a`	2 – 14 und 25 – 33
`g`	4 – 33
`a`, `b` in `g`	15 – 24
`i` in `g`	16 – 24
`f`	6 – 33
`i`,`j` in `f`	6 – 13
`main`	26 – 33
`x` in `main`	27 – 33

AUFGABE 3 — TEIL (B)

Label	RM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
label5	–	a 7	x 0										
label3	3			a 7	b 2	i 2							
label1	2:3	a 7					i 5	j 7					
label2	2:3	a 7					i 5	j 7					
label4	3		1	a 3	b 2	i 2							
label1	2:3	a 7					i 5	j 3					
label1	1:2:3	a 7				3			i 5	j 3			
label1	1:1:2:3	a 7				4					i 5	j 3	
label2	1:1:2:3	a 7									i 5	j 3	
label2	1:2:3	a 7							i 5	j 3			
label2	2:3	a 7					i 5	j 3					
label4	3		2	a 1	b 2	i 4							
label6	–	a 7	x 2										