

# Vorlesung Systemnahe Informatik

## Sommersemester 2023

Prof. Dr. Peter Martini, Dr. Matthias Frank, Lennart Buhl M.Sc.

### 4. Übungszettel

**Ausgabe:** Dienstag, 02. Mai 2023.  
**Abgabe:** Sonntag, 07. Mai 2023  
**Besprechung:** In den Übungen ab Montag, 08. Mai 2023.  
**Hinweis:** Abgabe erfolgt freiwillig per PDF über eCampus, siehe Hinweise in Aufgabe 1 auf dem 1. Übungszettel  
Sie können Kontakt zu Ihrer Tutor/in aufnehmen durch E-mail an `cs4+ueb-si-XX@cs.uni-bonn.de` mit *XX* als Gruppennummer.

#### Aufgabe 1: Alpha-Notation, Matrizen

Gegeben seien zwei Matrizen der Form

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad B = \begin{pmatrix} w & x \\ y & z \end{pmatrix}$$

Dabei stehen die Matrix-Einträge in den Speicherzellen *a*, *b*, *c*, *d* und *w*, *x*, *y*, *z*.

Bei dieser Aufgabe stehen Ihnen ausschließlich die folgenden Befehle zur Verfügung ( $k \in \mathbb{Z}$ ,  $h, i, j \in \{a, b, c, d, w, x, y, z, h_1, h_2, h_3, h_4\}$ ,  $\text{op} \in \{+, -, *\}$ ). Sie dürfen beliebig viele Sprunglabel *label* verwenden.

$\alpha := \rho(i)$ $\rho(i) := \alpha$ $\alpha := \alpha \text{ op } \rho(i)$ $\alpha := \rho(i) \text{ op } \alpha$	$\alpha := \rho(i) \text{ op } \rho(j)$ $\rho(i) := \rho(j) \text{ op } \alpha$ $\rho(i) := \alpha \text{ op } \rho(j)$ $\rho(i) := \rho(j)$ $\rho(h) := \rho(i) \text{ op } \rho(j)$	$\alpha := \rho(i) \text{ op } k$ $\rho(i) := \rho(j) \text{ op } k$ $\rho(i) := \alpha \text{ op } k$ $\alpha := \alpha \text{ op } k$ $\alpha := k$	if $\alpha = 0$ then goto <i>label</i> goto <i>label</i> call <i>label</i> return
--	---	---	--

- a) Schreiben Sie ein Unterprogramm „*mult*“, das das Ergebnis der Matrizenmultiplikation  $A \cdot B$  berechnet und an den Speicherplatz der Matrix *A* schreibt. Zur Berechnung von Zwischenergebnissen stehen Ihnen maximal vier weitere Speicherzellen ( $h_1, h_2, h_3, h_4$ ) zur Verfügung.  
Die Art des Unterprogramms dürfen Sie dabei frei auswählen, benennen Sie aber bitte die von Ihnen gewählte Art des Unterprogramms.
- b) Schreiben Sie ein Unterprogramm „*det*“, das die Determinante von  $A \cdot B$  berechnet und das Ergebnis in Speicherzelle  $h_1$  abspeichert.  
Die Art des Unterprogramms dürfen Sie dabei frei auswählen, benennen Sie aber bitte die von Ihnen gewählte Art des Unterprogramms. Überlegen Sie ferner, welche der aus

der Vorlesung bekannten Unterprogramm-Arten hier sinnvoll sind.

Kommentieren Sie Ihren Code.

## Aufgabe 2: Alpha-Notation, Matrizen

Gegeben sei eine Matrix der Form

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

und eine natürliche Zahl  $n$ . Die jeweiligen Buchstaben stehen hierbei ebenfalls für die Speicherzellen an denen die Zahlen abgespeichert sind.

Bei dieser Aufgabe stehen Ihnen ausschließlich die folgenden Befehle zur Verfügung ( $k \in \mathbb{Z}$ ,  $h, i, j \in \{n, a, b, c, d, w, x, y, z\}$ ,  $\text{op} \in \{+, -, *\}$ ). Sie dürfen beliebig viele Sprunglabel *label* verwenden.

$\alpha := \rho(i)$	$\rho(i) := \rho(j) \text{ op } \alpha$	$\rho(i) := \rho(j) \text{ op } k$	if $\alpha = 0$ then goto <i>label</i>
$\rho(i) := \alpha$	$\rho(i) := \alpha \text{ op } \rho(j)$	$\rho(i) := \alpha \text{ op } k$	goto <i>label</i>
$\alpha := \alpha \text{ op } \rho(i)$	$\rho(i) := \rho(j)$	$\alpha := \alpha \text{ op } k$	call <i>label</i>
$\alpha := \rho(i) \text{ op } \rho(j)$	$\alpha := \rho(i) \text{ op } k$	$\alpha := k$	return

Schreiben Sie ein Hauptprogramm „*pot*“, das die Berechnung  $A := A^n$  durchführt. Nutzen Sie dabei den Aufruf des Unterprogramms „*mult*“ aus der vorangegangenen Aufgabe. Nach der Berechnung springen Sie zur Marke „*ende*“ (in der LowerAlpha-IDE wird das Hauptprogramm mit return beendet).

Überlegen Sie, ob Ihre Lösung auch für die Eingabe  $n = 0$  korrekt arbeiten würde und kommentieren Sie Ihren Code.

## Aufgabe 3: Alpha-Notation, Unterprogramme

Bei dieser Aufgabe stehen Ihnen ausschließlich die folgenden Befehle zur Verfügung ( $k \in \mathbb{Z}$ ,  $i, j, h \in \{0, \dots, 5\}$ ,  $\text{op} \in \{+, -, *, /\}$ ). Sie dürfen beliebig viele Sprunglabel *label* verwenden. Ihnen stehen die Register  $\alpha_0, \dots, \alpha_5$  zur Verfügung, aber keine Hilfsspeicherzellen. Die Speicheradresse  $a$  ist dabei fest vorgegeben.

$\alpha_i := \rho(a)$	$\alpha_i := \rho(a) \text{ op } \rho(a)$	$\rho(a) := \alpha_i \text{ op } k$
$\rho(a) := \alpha_i$	$\rho(a) := \rho(a) \text{ op } \alpha_i$	$\alpha_i := \alpha_j \text{ op } k$
$\alpha_i := \alpha_j \text{ op } \rho(a)$	$\alpha_i := \rho(a) \text{ op } k$	$\alpha_i := k$
$\alpha_i := \rho(a) \text{ op } \alpha_j$	if $\alpha_i > \alpha_j$ then goto <i>label</i>	goto <i>label</i>
$\alpha_i := \alpha_j \text{ op } \alpha_h$	call <i>label</i>	return
$\alpha_i := \alpha_j$		

Implementieren Sie die unten stehende verschachtelte Summe mit einem (oder mehreren) mehrstufigen, nicht erneut aufrufbaren Unterprogramm(en) (vgl. Vorlesung Kapitel 1.3.5.3):

$$\sum_{i=0}^A \left( (i - 2) \cdot \sum_{j=0}^i j \right)$$

$A$  sei der Wert der Speicherzelle mit der Adresse  $a$ . Speichern Sie das Ergebnis wiederum in Speicherzelle  $a$ .

Am Ende Ihres Hauptprogrammes soll zu einem vordefinierten Label "ende" gesprungen werden. Man kann sich darunter vorstellen, dass nach Programmende das Betriebssystem die weitere Kontrolle übernimmt.

(In der Alpha-IDE "LowerAlpha" muss allerdings das Hauptprogramm mit return beendet werden)