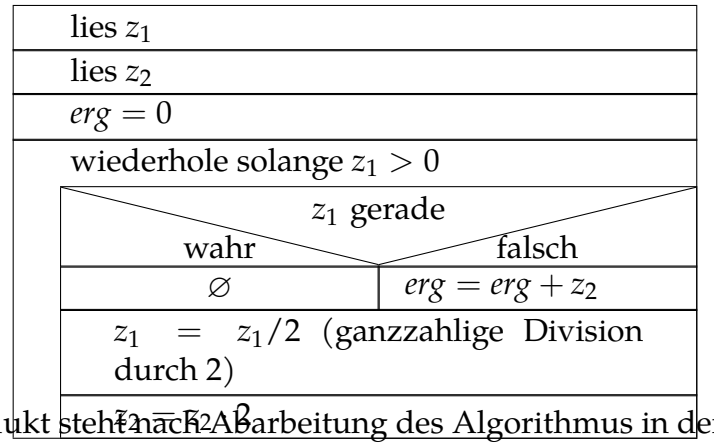
Abitur 2015 IV

(*Papyrus Rhind*)

Stichwörter: Ein-Adress-Befehl-Assembler

Auf dem ägyptischen *Papyrus Rhind*, der etwa auf das Jahr 1550 v. Chr. datiert wird, ist eine Möglichkeit zur Multiplikation zweier natürlicher Zahlen z_1 und z_2 beschrieben. Als Struktogramm lässt sich dieser Algorithmus folgendermaßen darstellen:



Das berechnete Produkt steht nach Abarbeitung des Algorithmus in der Variablen *erg*.

(a) Berechnen Sie mithilfe der beschriebenen ägyptischen Multiplikation schrittweise das Produkt aus $z_1 = 13$ und $z_2 = 5$.

Lösungsvorschlag

z_1	z_2	erg
13	5	5
6	10	-
3	20	25
1	40	65
0	80	-
		65

(b) Nennen Sie die wesentliche Idee des Speichermodells eines Rechners, der nach dem von-Neumann-Prinzip aufgebaut ist. Geben Sie einen Vor- und einen Nachteil dieses Speichermodells an.

Lösungsvorschlag

Die 7 Grundprinzipien der *Von-Neumann-Architektur*:

(i) Der Rechner besteht aus 4 Werken.

(ii) Der Rechner ist programmgesteuert.

(iii) Die Programme und Daten liegen im selben Speicher.

(iv) Der Hauptspeicher ist in Zellen gleicher Größe aufgeteilt.

(v) Die Programme bestehen aus Folgen von Befehlen (Sequentielle Ausführung)

(vi) Der Programmablauf ist durch Sprünge möglich.

(vii) Die Daten und Programme werden in Binärdarstellung gespeichert und verarbeitet.

Vorteil: Da in von-Neumann-Rechnern keine redundanten Komponenten verbaut werden, bleibt der Hardwareaufwand gering.

Nachteil: Der wichtigste Nachteil ist der sogenannte Von-Neumann-Flaschenhals. Er existiert, da das Bussystem alle Befehle und Daten streng sequentiell transportiert.

(c) Bestätigen Sie anhand zweier Beispiele, dass mithilfe des folgenden Programmausschnitts entschieden werden kann, ob Speicherzelle 101 eine gerade oder ungerade Zahl enthält.

```
LOAD 101
SHRI 1
SHLI 1
SUB 101
```

	gerade Zahl	ungerade Zahl
`LOAD 101`	8 (0b1000)	9 (0b1001)
`SHRI 1`	4 (0b0100)	4 (0b0100)
`SHLI 1`	8 (0b1000)	8 (0b1000)
`SUB 101`	0	-1

(d) Schreiben Sie ein Programm für die angegebene Registermaschine, das den Algorithmus des *Papyrus Rhind* umsetzt. Gehen Sie dabei davon aus, dass die beiden positiven ganzzahligen Faktoren z_1 und z_2 bereits in den Speicherzellen 101 und 102 stehen und dass alle weiteren nicht vom Programm belegten Speicherzellen mit dem Wert 0 vorbelegt sind.

Lösungsvorschlag

Assembler

```
# z1 := 13;
# z2 := 5;
werte_setzen:   LOADI 13
                STORE 101 # wird verändert
                STORE 90 # z1 Eingabe, oberhalb des Ergebnisses
                LOADI 5
                STORE 102 # wird verändert
                STORE 91 # z2 Eingabe, rechts neben z1 Eingabe

# WHILE z1 > 0 DO
solange:        LOAD 101
                JMPNP ende

# IF (z1 % 2) = 1 THEN
modulo:         SHRI 1
                SHLI 1
```

```
                SUB 101
                CMPI 0
                JMPZ werte_aendern

# erg := erg + z2;
ist_ungerade:   LOAD erg
                ADD 102
                STORE erg

# z1 halbieren
# z1 := z1 / 2;
werte_aendern:  LOAD 101
                DIVI 2
                STORE 101

# z2 verdoppeln
# z2 := z2 * 2;
                LOAD 102
                MULI 2
                STORE 102
                JMP solange

# Ergebnis auf Speicherzelle 100 setzen,
# damit man das Ergebnis besser sieht.
ende:           LOAD erg
                STORE 100
                HOLD

erg:            WORD 0
```

Minisprache

```
PROGRAM papyrus_rhind;
VAR z1, z2, erg;
BEGIN
  z1 := 13;
  z2 := 5;
  erg := 0;
  WHILE z1 > 0 DO
    IF (z1 % 2) = 1 THEN
      erg := erg + z2;
    END;
    z1 := z1 / 2;
    z2 := z2 * 2;
  END
END papyrus_rhind.
```

Java (iterativ)

```
    int ergebnis = 0;
    while (z1 > 0) {
      if (z1 % 2 == 1) {
```

```
        ergebnis = ergebnis + z2;
      }
      z1 = z1 / 2;
      z2 = z2 * 2;
    }
    return ergebnis;
  }
```

Code-Beispiel auf Github ansehen: src/main/java/org/bschlangaul/aufgaben/tech_info/assembler/ein_adress/AegyptischeMultiplikation.java

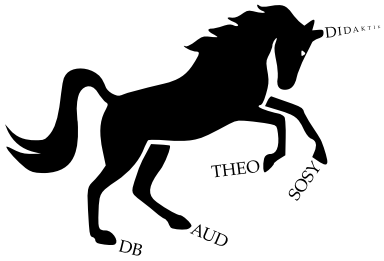
Java (rekursiv)

```
    return String.format("%3d ", zahl);
  }

  public static int multipliziereIterativAusgabe(int z1, int z2) {
    System.out.println(String.format("multipliziere %dx%d", z1, z2));
    int ergebnis = 0;
    System.out.print(formatiereZahl(z1));
    System.out.print(formatiereZahl(z2));

    while (z1 > 0) {
      if (z1 % 2 == 1) {
        System.out.println(formatiereZahl(z2));
        ergebnis = ergebnis + z2;
      } else {
```

Code-Beispiel auf Github ansehen: src/main/java/org/bschlangaul/aufgaben/tech_info/assembler/ein_adress/AegyptischeMultiplikation.java



Die Bschlangaul-Sammlung
Hermine Bschlangaul and Friends

Eine freie Aufgabensammlung mit Lösungen von Studierenden für Studierende zur Vorbereitung auf die 1. Staatsexamensprüfungen des Lehramts Informatik in Bayern.

Hilf mit! Die Hermine schafft das nicht allein! Das ist ein Community-Projekt! Verbesserungsvorschläge, Fehlerkorrekturen, weitere Lösungen sind herzlich willkommen - egal wie - per Pull-Request oder per E-Mail an hermine.bschlangaul@gmx.net.Der TEX-Quelltext dieses Dokuments kann unter folgender URL aufgerufen werden: https://github.com/bschlangaul-sammlung/examens-aufgaben/blob/main/Module/50_TECH/10_Ein-Adress/Aufgabe_04-Abitur-2015-IV-Papyrus-Rhind.tex