

INFORMATIK I

Tutorium 4 — 08. November 2024

haskell.hs

Name Last
Universität Münster



L^AT_EX-Vorlage von
Florian Sihler

Übungsblatt 3

1

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Lösung 1: a)

1. Vollständig:
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine **Zahl** von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Lösung 1: a)

1. Vollständig:
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Lösung 1: a)

1. Vollständig: Welche Zahlendarstellung? Negative Zahlen? ✕
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, **berechne die Quadratwurzel**, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Lösung 1: a)

1. Vollständig: Welche Zahlendarstellung? Negative Zahlen? ✕
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Lösung 1: a)

1. Vollständig: Welche Zahlendarstellung? Negative Zahlen? ✕
2. Detailliert: Welche Grundoperationen sind erlaubt? ✕
3. Unzweideutig:

SPEZIFIKATIONEN

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und **gib das Ergebnis am Bildschirm aus.**

Lösung 1: a)

1. Vollständig: Welche Zahlendarstellung? Negative Zahlen? ✕
2. Detailliert: Welche Grundoperationen sind erlaubt? ✕
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: a) 'Spezifikation' erfüllt?

Lies eine Zahl von der Tastatur ein, berechne die Quadratwurzel, und gib das Ergebnis am Bildschirm aus.

Lösung 1: a)

1. Vollständig: Welche Zahlendarstellung? Negative Zahlen? ✖
2. Detailliert: Welche Grundoperationen sind erlaubt? ✖
3. Unzweideutig: Was heißt „ausgeben“? ✖

Aufgabe 1: b) 'Spezifikation' erfüllt?

Berechne die Länge des Wortes als Binärzahl, und zwar in der Formulierung aus Aufgabe 4 von Übungsblatt 2.

Lösung 1: b)

1. Vollständig:
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: b) 'Spezifikation' erfüllt?

Berechne die Länge des Wortes als Binärzahl, und zwar in der Formulierung aus Aufgabe 4 von Übungsblatt 2.

Lösung 1: b)

1. Vollständig:
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

AUFGABE 4

(TURINGMASCHINE, 8P)

Geben Sie eine Turingmaschine an, welche *jedes* nichtleere Wort über dem Eingabealphabet $\Sigma = \{0, 1\}$ akzeptiert und welche die Länge des Wortes als Binärzahl als Ausgabe produziert.

Beachten Sie folgende Vorgaben:

- Der Lese-/Schreibkopf stehe initial auf dem ersten (von links) Zeichen der Eingabe.
- Neben dem Wort sei der Rest des Arbeitsbands mit # beschrieben.
- Am Ende der Abarbeitung stehe lediglich die binär kodierte Länge auf dem Arbeitsband, der Lese-/Schreibkopf befinde sich über dem höchstwertigen Bit der Ausgabe.
- Geben Sie die Turingmaschine als Tupel an. Stellen Sie die Übergangsfunktion δ tabellarisch dar (wie in der Vorlesung und in der vorangehenden Aufgabe).
- Geben Sie die Bedeutung der von Ihnen verwendeten Zustände an.
- Wenn Sie zusätzliche Bandzeichen nutzen, erläutern Sie diese.
- Es steht Ihnen frei, was die Turingmaschine mit dem leeren Wort macht. Dokumentieren Sie Ihre Entscheidung.

Aufgabe 1: b) 'Spezifikation' erfüllt?

Berechne die Länge des Wortes als Binärzahl, und zwar in der Formulierung aus Aufgabe 4 von Übungsblatt 2.

Aufgabe 4 (Trennzeichen: 4P)
Gib für die Folgende Spezifikation an, welche jeder einzelne Wert, der aus Ergebnissen $1 \leq i \leq 10$ abgeleitet wird, welche die Länge des Wortes in Binärzahl die Angabe produziert. Ordnen Sie folgende Aussagen zu:
• Die Länge (Schreibweise) ist auf dem ersten (von links) Zeichen der Angabe.
• Die Länge des Wortes ist die Summe der Längen aller i Zeichen.
• Am Ende der Beschreibung steht die Länge des Wortes (Länge) und das Schließfeld der Länge (Schließfeld) enthält sich über dem letzten Zeichen der Angabe.
• Geben Sie die Trennzeichen an. Geben Sie die Trennzeichen an (schließen Sie die Länge in die Trennung und in der Trennung ab).
• Geben Sie die Bedeutung der von Ihnen verwendeten Zeichen an.
• Wenn Sie zusätzliche Details setzen, erläutern Sie dies.
• Es sind keine, wenn die Folgende Spezifikation mit dem besten Wert macht. Dokumentieren Sie Ihre Entscheidung.

Lösung 1: b)

1. Vollständig: ✓
2. Detailliert:
3. Unzweideutig:

Berechne die Länge des Wortes als Binärzahl, und zwar in der Formulierung aus Aufgabe 4 von Übungsblatt 2.

Lösung 1: b)

1. Vollständig: ✓
2. Detailliert: mathematisch formales Maschinenmodell ✓
3. Unzweideutig:

Aufgabe 1: b) 'Spezifikation' erfüllt?

Berechne die Länge des Wortes als Binärzahl, und zwar in der Formulierung aus Aufgabe 4 von Übungsblatt 2.

Aufgabe 4 (Trennzeichen: #)
Geben Sie eine Turingmaschine an, welche jede natürliche Zahl n (der Eingabeband) in Binärzahl 2^n (Bsp. 1) akzeptiert und welche die Länge des Wortes in Binärzahl n (Bsp. 1) akzeptiert.
Definieren Sie folgende Eingabe:
• Die Leer-Schleife (oder initial auf dem ersten (von links) Symbol der Eingabe)
• Nach dem Wort von der Band des Arbeitsbandes mit 2^n (Bsp. 1)
• Am Ende der Beschreibung einer Turingmaschine (oder initial auf dem ersten Symbol der Eingabe-Schleife) befindet sich das Symbol n (Bsp. 1)
• Geben Sie die Turingmaschine als Text an. Stellen Sie die Übergangsfunktion f (Arbeitsband, das Wort in der Eingabe und in der vorangegangenen Eingabe)
• Geben Sie die Bedeutung der von Ihnen verwendeten Symbole an.
• Wenn Sie zusätzliche Details einfügen möchten, erläutern Sie dies.
• Es sollte keine sein, was die Turingmaschine auf dem ersten Wort macht. Dokumentieren Sie Ihre Konstruktion.

Lösung 1: b)

1. Vollständig: ✓
2. Detailliert: mathematisch formales Maschinenmodell ✓
3. Unzweideutig: Turingmaschine ✓

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

▷ $m = 27, n = 12$

```
if  $m = 0$  then  
    result  $\leftarrow n$   
else  
    while  $n \neq 0$  do  
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then
    result  $\leftarrow n$ 
else
    while  $n \neq 0$  do
        if  $m > n$  then
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

▷ $m = 27, n = 12$
▷ $27 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 27, n = 12$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $27 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $12 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 27, n = 12$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $27 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $12 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                        ▷  $27 > 12?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then
    result  $\leftarrow n$ 
else
    while  $n \neq 0$  do
        if  $m > n$  then
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

▷ $m = 15, n = 12$
▷ $27 = 0?$
▷ $12 \neq 0?$
▷ $27 > 12?$
▷ $m \leftarrow 27 - 12?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then
    result  $\leftarrow n$ 
else
    while  $n \neq 0$  do
        if  $m > n$  then
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

▷ $m = 15, n = 12$
▷ $15 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 15, n = 12$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $15 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $12 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then
    result  $\leftarrow n$ 
else
    while  $n \neq 0$  do
        if  $m > n$  then
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

▷ $m = 15, n = 12$
▷ $15 = 0?$

▷ $12 \neq 0?$
▷ $15 > 12?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 12$ 
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $15 = 0?$ 
else
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $12 \neq 0?$ 
        if  $m > n$  then                          ▷  $15 > 12?$ 
             $m \leftarrow m - n$                 ▷  $m \leftarrow 15 - 12?$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then
    result  $\leftarrow n$ 
else
    while  $n \neq 0$  do
        if  $m > n$  then
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

$\triangleright m = 3, n = 12$
 $\triangleright 3 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 12$ 
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$ 
else
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $12 \neq 0?$ 
        if  $m > n$  then
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 12$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0$ ?  
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $12 \neq 0$ ?  
        if  $m > n$  then                          ▷  $3 > 12$ ?  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 9$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                            ▷  $12 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                            ▷  $3 > 12?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$                     ▷  $n \leftarrow 12 - 3?$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

if $m = 0$ **then**

$\text{result} \leftarrow n$

else

while $n \neq 0$ **do**

if $m > n$ **then**

$m \leftarrow m - n$

else

$n \leftarrow n - m$

end if

end while

$\text{result} \leftarrow m$

end if

▷ $m = 3, n = 9$

▷ $3 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 9$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                            ▷  $9 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 9$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $9 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                        ▷  $3 > 9?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```


EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 6$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $9 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                          ▷  $3 > 9?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$                   ▷  $n \leftarrow 9 - 3?$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

if $m = 0$ **then**

$\text{result} \leftarrow n$

else

while $n \neq 0$ **do**

if $m > n$ **then**

$m \leftarrow m - n$

else

$n \leftarrow n - m$

end if

end while

$\text{result} \leftarrow m$

end if

▷ $m = 3, n = 6$

▷ $3 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 6$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $6 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 6$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $6 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                          ▷  $3 > 6?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 3$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $6 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                        ▷  $3 > 6?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$                 ▷  $n \leftarrow 6 - 3?$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

if $m = 0$ **then**

$\text{result} \leftarrow n$

else

while $n \neq 0$ **do**

if $m > n$ **then**

$m \leftarrow m - n$

else

$n \leftarrow n - m$

end if

end while

$\text{result} \leftarrow m$

end if

▷ $m = 3, n = 3$

▷ $3 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 3$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $3 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 3$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $3 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then                          ▷  $3 > 3?$   
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```


EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 0$ 
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$ 
else
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $3 \neq 0?$ 
        if  $m > n$  then                          ▷  $3 > 3?$ 
             $m \leftarrow m - n$ 
        else
             $n \leftarrow n - m$                 ▷  $n \leftarrow 3 - 3?$ 
        end if
    end while
    result  $\leftarrow m$ 
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

if $m = 0$ **then**

$\text{result} \leftarrow n$

else

while $n \neq 0$ **do**

if $m > n$ **then**

$m \leftarrow m - n$

else

$n \leftarrow n - m$

end if

end while

$\text{result} \leftarrow m$

end if

▷ $m = 3, n = 0$

▷ $3 = 0?$

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 0$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $0 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$   
end if
```

EUKLIDISCHER ALGORITHMUS

Aufgabe 2: a)

Führen Sie den Algorithmus *schrittweise* für $m = 27$ und $n = 12$ aus.

Lösung 2: a)

```
if  $m = 0$  then                                ▷  $m = 3, n = 0$   
    result  $\leftarrow n$                         ▷  $3 = 0?$   
else  
    while  $n \neq 0$  do                          ▷  $0 \neq 0?$   
        if  $m > n$  then  
             $m \leftarrow m - n$   
        else  
             $n \leftarrow n - m$   
        end if  
    end while  
    result  $\leftarrow m$                           ▷ result  $\leftarrow 3$   
end if
```

Aufgabe 2: b)

Welches Ergebnis produziert der Algorithmus? Warum führen die Subtraktionen zum gewünschten Ergebnis?

Aufgabe 2: b)

Welches Ergebnis produziert der Algorithmus? Warum führen die Subtraktionen zum gewünschten Ergebnis?

Lösung 2: b)

- Der Algorithmus berechnet den größten gemeinsamen Teiler (ggT) von m und n . ($m = 0 \implies \text{return } n$; $n = 0 \implies \text{return } m$)

Aufgabe 2: b)

Welches Ergebnis produziert der Algorithmus? Warum führen die Subtraktionen zum gewünschten Ergebnis?

Lösung 2: b)

- Der Algorithmus berechnet den größten gemeinsamen Teiler (ggT) von m und n . ($m = 0 \implies \text{return } n$; $n = 0 \implies \text{return } m$)
- Jeder gemeinsame Teiler von $m > n$ muss auch Teiler von $m - n$ sein:
 $m = t \cdot k_1, n = t \cdot k_2 \implies m - n = t \cdot k_1 - t \cdot k_2 = t \cdot (k_1 - k_2)$

Aufgabe 2: c)

Geben Sie das Ergebnis in Form einer Nachbedingung an.

Aufgabe 2: c)

Geben Sie das Ergebnis in Form einer Nachbedingung an.

Lösung 2: c)

`result = ggT(m,n)`: `result` ist Teiler von m und n und für jede Zahl $z : z \mid m \wedge z \mid n$ gilt $z \leq \text{result}$.

Aufgabe 3

- a) Euer Betriebssystem?
- b) Arbeit mit der Kommandozeile

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium  
cd Studium
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium  
cd Studium  
mkdir 2024-WiSe
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium  
cd Studium  
mkdir 2024-WiSe  
mkdir 2024-WiSe/Informatik-I
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium  
cd Studium  
mkdir 2024-WiSe  
mkdir 2024-WiSe/Informatik-I  
cd 2024-WiSe/Informatik-I
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium  
cd Studium  
mkdir 2024-WiSe  
mkdir 2024-WiSe/Informatik-I  
cd 2024-WiSe/Informatik-I  
mkdir Folien
```


Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Studium  
cd Studium  
mkdir 2024-WiSe  
mkdir 2024-WiSe/Informatik-I  
cd 2024-WiSe/Informatik-I  
mkdir Folien  
mkdir Übungen
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
cd Studium
mkdir 2024-WiSe
mkdir 2024-WiSe/Informatik-I
cd 2024-WiSe/Informatik-I
mkdir Folien
mkdir Übungen
cd ~/Downloads
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir 2024-WiSe/Informatik-I
cd 2024-WiSe/Informatik-I
mkdir Folien
mkdir Übungen
cd ~/Downloads
mv 00_Organisatorisches_v2.pdf ~/Studium/2024-WiSe/↵
    Informatik-I/Folien
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
cd 2024-WiSe/Informatik-I
mkdir Folien
mkdir Übungen
cd ~/Downloads
mv 00_Organisatorisches_v2.pdf ~/Studium/2024-WiSe/↵
    Informatik-I/Folien
cd ~/Studium/2024-WiSe/Informatik-I/Übungen
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Folien
mkdir Übungen
cd ~/Downloads
mv 00_Organisatorisches_v2.pdf ~/Studium/2024-WiSe/↵
    Informatik-I/Folien
cd ~/Studium/2024-WiSe/Informatik-I/Übungen
ghc -o hello hello.hs
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
mkdir Übungen
cd ~/Downloads
mv 00_Organisatorisches_v2.pdf ~/Studium/2024-WiSe/↵
    Informatik-I/Folien
cd ~/Studium/2024-WiSe/Informatik-I/Übungen
ghc -o hello hello.hs
ls                               #> hello hello.hi hello.hs hello.o
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
cd ~/Downloads
mv 00_Organisatorisches_v2.pdf ~/Studium/2024-WiSe/↵
    Informatik-I/Folien
cd ~/Studium/2024-WiSe/Informatik-I/Übungen
ghc -o hello hello.hs
ls                                #> hello hello.hi hello.hs hello.o
/hello                           #> Hello World!
```

Lösung 3: b) Arbeit mit der Kommandozeile

```
cd ~/Downloads
mv 00_Organisatorisches_v2.pdf ~/Studium/2024-WiSe/↵
    Informatik-I/Folien
cd ~/Studium/2024-WiSe/Informatik-I/Übungen
ghc -o hello hello.hs
ls                                #> hello hello.hi hello.hs hello.o
/hello                           #> Hello World!
```

Hier sollte eine tolle Animation hin, aber es ist ^{04:56}~~04:55~~...

Aufgabe 4

Programmieren Sie folgende Funktionen in Haskell:

- a) inchesToCentimeters
- b) footToCentimeters
- c) circleArea

Lösung 4: a) inchesToCentimeters

```
-- 1 Zoll = 2,54 cm
```

Lösung 4: a) inchesToCentimeters

```
-- 1 Zoll = 2,54 cm  
centimetersPerInch :: Float  
centimetersPerInch = 2.54
```

Lösung 4: a) inchesToCentimeters

```
-- 1 Zoll = 2,54 cm  
centimetersPerInch :: Float  
centimetersPerInch = 2.54  
  
-- Einfach nur multiplizieren :D
```

Lösung 4: a) inchesToCentimeters

```
-- 1 Zoll = 2,54 cm
centimetersPerInch :: Float
centimetersPerInch = 2.54

-- Einfach nur multiplizieren :D
inchesToCentimeters :: Float -> Float
inchesToCentimeters inches = inches * centimetersPerInch
```

Lösung 4: b) footToCentimeters

```
-- 1 Fuß = 12 Zoll
```

Lösung 4: b) footToCentimeters

```
-- 1 Fuß = 12 Zoll  
inchesPerFoot :: Float  
inchesPerFoot = 12
```

Lösung 4: b) footToCentimeters

```
-- 1 Fuß = 12 Zoll  
inchesPerFoot :: Float  
inchesPerFoot = 12  
  
-- Multiplizieren und Umwandeln
```


Lösung 4: b) footToCentimeters

```
-- 1 Fuß = 12 Zoll
inchesPerFoot :: Float
inchesPerFoot = 12

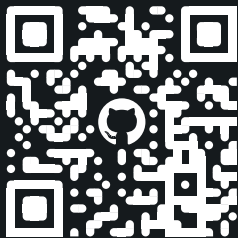
-- Multiplizieren und Umwandeln
footToCentimeters :: Float -> Float
footToCentimeters foot = inchesToCentimeters (foot * ←
    inchesPerFoot)
```

Lösung 4: c) circleArea

```
-- Radius -> cm -> pi * r^2
```

Lösung 4: c) circleArea

```
-- Radius -> cm -> pi * r^2
circleArea :: Float -> Float
circleArea radiusFoot = pi * (footToCentimeters radiusFoot)^2
```



Die Tutoriumsfolien sind jetzt auch auf [GitHub](#) !

Name Last

Münster, 30. Januar 2025

name.last@uni-muenster.de