

---

## Übungsblatt 5

---

**Abgabe: 28.11.2022 9:00 Uhr**

- Dieses Übungsblatt muss im Team abgegeben werden (Einzelabgaben sind nicht erlaubt!).
- Die **Zeitangaben** geben zur Orientierung an, wie viel Zeit für eine Aufgabe später in der Klausur vorgesehen wäre; gehen Sie davon aus, dass Sie zum jetzigen Zeitpunkt wesentlich länger brauchen und die angegebene Zeit erst nach ausreichender Übung erreichen.

\* leichte Aufgabe / \*\* mittelschwere Aufgabe / \*\*\* schwere Aufgabe

### Offener Zoom-Arbeitsraum (OZR):

Da zwischenzeitlich ein falscher Link zum offenen Zoom-Raum veröffentlicht war, finden Sie hier den korrekten Link:

<https://uni-augsburg.zoom.us/j/97733319417?pwd=RnZjOVhpZktINlVKt1VPcm1uTEEyUT09>

Der offene Zoom-Raum findet immer freitags von 14:00 bis 17:00 Uhr statt. Dort sind ein Mitarbeiter und einige Tutoren anwesend, denen Sie Fragen zum aktuellen Stoff und zum aktuellen Übungsblatt stellen können. Außerdem können Sie dort in Breakout-Sessions mit Ihrem Team oder anderen Studierenden gemeinsam am Übungsblatt arbeiten.

### Aufgabe 17 \* (*EX-q-Codierung, 20 Minuten*)

Geben Sie zu jeder Teilaufgabe jeweils den Rechenweg oder eine Begründung an.

a) (\*, Codierung und Decodierung, 6 Minuten)

Jeweils 1 Minute.

1. Berechnen Sie  $c_{EX-127,8}(9)$ .
2. Berechnen Sie  $c_{EX-127,8}(-12)$ .
3. Berechnen Sie  $(0111\ 1111)_{EX-127,8}$ .
4. Berechnen Sie  $(1010\ 1001)_{EX-127,8}$ .
5. Berechnen Sie  $c_{EX-127,8}(-111)$ .
6. Berechnen Sie  $(0110\ 0110)_{EX-127,8}$ .

b) (\*, Arithmetik, 8 Minuten)

Jeweils 2 Minuten.

1. Berechnen Sie  $c_{EX-127,8}(13) \oplus_{EX-127,8} c_{EX-127,8}(-13)$ .
2. Berechnen Sie  $c_{EX-127,8}(72) \ominus_{EX-127,8} c_{EX-127,8}(-31)$ .
3. Berechnen Sie  $1001\ 0110 \oplus_{EX-127,8} 0101\ 0101$ .
4. Berechnen Sie  $1001\ 0110 \ominus_{EX-127,8} 0101\ 0101$ .

---

c) (\*, Wertebereich, 3 Minuten)

Entscheiden Sie jeweils, ob die angegebene ganze Zahl mit der EX-1023-Codierung in 11 Bit codierbar ist (jeweils 0.5 Minuten):

1.  $-750$
2.  $1500$
3.  $-1024$
4.  $555$
5.  $1024$
6.  $0$

d) (\*, Anwendung in GK-Codierungen, 3 Minuten)

Jeweils 1 Minute.

1. Welche EX-q-Codierung wird zur Codierung des Exponenten in der GK-Codierung  $c_{GK,11,16}$  verwendet?
2. Geben Sie das Bitmuster des größtmöglichen Exponenten in der binary16-Codierung der IEEE 754 Norm an.
3. Geben Sie den Wert des kleinstmöglichen Exponenten in der binary16-Codierung der IEEE 754 Norm an.

### Aufgabe 18 \* (FK-Codierung, 22 Minuten)

Geben Sie zu jeder Teilaufgabe jeweils den Rechenweg oder eine Begründung an.

a) (\*, Codierung und Decodierung, 5 Minuten)

Jeweils 1 Minute.

1. Berechnen Sie  $c_{FK,4,4}(0.25)$ .
2. Berechnen Sie  $c_{FK,4,4}(0.7)$ .
3. Berechnen Sie  $c_{FK,4,4}(0.6)$ .
4. Berechnen Sie  $(c_{FK,4,4}(0.6))_{FK,4,4}$
5. Berechnen Sie  $(0111)_{FK,4,4}$

b) (\*, Arithmetik, 3 Minuten)

Jeweils 1 Minute.

1. Berechnen Sie  $c_{FK,4,4}(0.4) \oplus_{FK,4,4} c_{FK,4,4}(0.1)$ .
2. Berechnen Sie  $1001 \oplus_{FK,4,4} 0011$ .
3. Berechnen Sie  $1001 \ominus_{FK,4,4} 0011$ .

c) (\*, Wertebereich, 6 Minuten)

Entscheiden Sie jeweils, ob die angegebene ganze Zahl mit der FK-Codierung in 4 Bit mit 4 Nachkommastellen codierbar ist, und wenn ja, ob die Zahl exakt codierbar ist (jeweils 1 Minute):

1.  $0.25$
2.  $0.0025$
3.  $1.5$
4.  $0.4375$
5.  $0.7$
6.  $0.0625$

---

d) (Rundungsfehler und Anwendung in GK-Codierungen, 8 Minuten)

1. (\*, 1 Minute)  
Berechnen Sie den absoluten Rundungsfehler bei der FK-Codierung in 4 Bit mit 4 Nachkommastellen der Zahl 0.3.
2. (\*, 1 Minute)  
Berechnen Sie den absoluten Rundungsfehler bei der Addition der FK-Codes in 4 Bit mit 4 Nachkommastellen der Zahlen 0.2 und 0.6.
3. (\*, 1 Minute)  
Welche FK-Codierung wird zur Codierung der Mantisse in der GK-Codierung  $c_{GK,53,64}$  verwendet?
4. (\*, 1 Minute)  
Wie groß ist maximal der absolute Rundungsfehler bei der FK-Codierung in 8 Bit mit 4 Nachkommastellen?
5. (\*\*, 1 Minute)  
Wie viele Bit  $k$  für Nachkommastellen muss eine FK-Codierung mindestens haben, damit der absolute Rundungsfehler maximal 0.01 ist?
6. (\*\*, 3 Minuten)  
Berechnen Sie den absoluten Rundungsfehler bei der Codierung  $c_{FK,4,4}(0.8)$ .

**Aufgabe 19 \*\*** (GK-Codierung: Normierung / (De-)Codierung, 23 Minuten)

Geben Sie zu jeder Teilaufgabe jeweils den Rechenweg oder eine Begründung an.

a) (\*, Normierung, 2 Minuten)

Jeweils 1 Minute.

1. Geben Sie die Dezimalzahl 17.5 in normierter Gleitkommadarstellung zur Basis 2 an.
2. Geben Sie die Dezimalzahl 0.021 in normierter Gleitkommadarstellung zur Basis 2 an.

b) (Codierung / Decodierung, 21 Minuten)

1. (\*\*, 4 Minuten)  
Berechnen Sie  $c_{GK,11,16}(0.3)$ .
2. (\*\*, 3 Minuten)  
Berechnen Sie  $(c_{GK,11,16}(0.3))_{GK,11,16}$  (gerne mit Taschenrechner – in der Klausur werden die Zahlen geeignet für eine Kopfrechnung sein).
3. (\*, 1 Minute)  
Berechnen Sie den absoluten Rundungsfehler bei der GK-Codierung in 16 Bit mit 10 Nachkommastellen der Zahl 0.3 (gerne mit Taschenrechner – in der Klausur werden die Zahlen geeignet für eine Kopfrechnung sein).
4. (\*\*, 4 Minuten)  
Berechnen Sie  $c_{GK,11,16}(-24)$ .
5. (\*\*, 3 Minuten)  
Berechnen Sie  $(1101\ 0000\ 1001\ 0000)_{GK,11,16}$ .
6. (\*, 1 Minute)  
Geben Sie den Code der kleinsten positiven exakt darstellbaren Zahl bezüglich der GK-Codierung  $c_{GK,8,12}$  an.
7. (\*\*\*, 5 Minuten)  
Geben Sie die zweitgrößte positive exakt darstellbare Zahl bezüglich der binary16-Codierung der IEEE 754 Norm an. Sie dürfen das Ergebnis als normierte Gleitkommazahl angeben (gerne mit Taschenrechner – in der Klausur werden die Zahlen geeignet für eine Kopfrechnung sein).

---

## Aufgabe 20 \*\* (GK-Codierung - Rundungsfehler / Arithmetik, 28 Minuten)

Geben Sie zu jeder Teilaufgabe jeweils den Rechenweg oder eine Begründung an.

a) (Rundungsfehler, 7 Minuten)

1. (\*\*, 1 Minute)

Wie groß muss man  $k$  mindestens wählen, damit der relative Rundungsfehler bei der Codierung einer Zahl mit einer GK-Codierung  $c_{GK,k,n}$  maximal 0.001 ist?

2. (\*, 1 Minute)

Wie groß ist maximal der relative Rundungsfehler bei der  $c_{GK,11,16}$ -Codierung?

3. (\*\*, 1 Minute)

Wie groß muss man  $k$  mindestens wählen, damit bei der  $c_{GK,k,n}$ -Codierung einer positiven Zahl  $r$  mit einer normierten Gleitkommadarstellung  $r = m \cdot 2^{-3}$  ein maximaler **absoluter** Rundungsfehler von 0.001 auftritt?

4. (\*\*, 4 Minuten)

Berechnen Sie den absoluten Rundungsfehler bei der Codierung  $c_{GK,5,8}(10.4)$ .

b) (Arithmetik, 11 Minuten)

1. (\*\*, 3 Minuten)

Berechnen Sie das Ergebnis der Addition der Zahlen 12 und 0.25 bezüglich der  $c_{GK,5,8}$ -Codierung und geben Sie den dabei auftretenden absoluten Rundungsfehler an.

2. (\*\*\*, 5 Minuten)

Berechnen Sie das Ergebnis der Addition der Zahlen 1.9375 und 3.2 bezüglich der  $c_{GK,5,8}$ -Codierung und geben Sie den dabei auftretenden absoluten Rundungsfehler an.

3. (\*\*, 3 Minuten)

Geben Sie zwei exakt darstellbare positive reelle Zahlen  $r$  und  $s$  an, bei deren Addition bezüglich der  $c_{GK,11,16}$ -Codierung alle Stellen von  $s$  ausgelöscht werden, so dass

$$c_{GK,11,16}(r) \oplus_{GK,11,16} c_{GK,11,16}(s) = c_{GK,11,16}(r)$$

c) (\*\*, 10 Minuten)

Schreiben Sie eine Funktion, die als Parameter ein **int**-Feld sowie zwei ganze Zahlen  $n$  und  $k$  erwartet. Gehen Sie davon aus, dass das **int**-Feld bis zur Länge  $n$  mit 0-en oder 1-en gefüllt ist. Die Funktion soll das enthaltene Bit-Muster als Code einer Festkomma-Codierung mit  $n$  Bits und  $k$  Nachkommastellen interpretieren und den dekodierten Wert zurückgeben.

Geben Sie Ihrer Funktion einen aussagekräftigen Namen und testen Sie Ihre Funktion mit einem kurzen **main**-Programm.