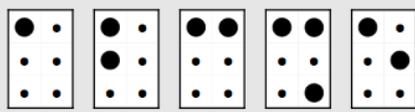


Wie viele mögliche Zustände oder verschiedene Zeichen (Zeichenmenge) können folgende Objekte theoretisch darstellen?

| Objekt  | Zustände   |   |  |   |   |   |   |   |  |  |
|---|--|---|--|---|---|---|---|---|--|--|
| Blindenschrift-Matrix von 2x3 Elementen (tastbare Erhebung vs. Nicht-Erhebung).<br>Beispiel-Zeichen rechts: | <br>die ersten Buchstaben A bis E  |   |  |   |   |   |   |   |  |  |
| 7-Segment-Anzeige für Ziffern auf Taschenrechnern oder Digitaluhren (s. rechts).                            | <br>jedes Segment kann <i>einzel</i> n an oder aus sein   |   |  |   |   |   |   |   |  |  |
| Tic-Tac-Toe-Spiel mit zwei Arten von Spielsteinen.<br>Beispiel-Spielfeld rechts:                            | <table border="1" data-bbox="686 660 805 772"> <tr><td>o</td><td></td><td>o</td></tr> <tr><td>o</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td></td><td></td></tr> </table><br>jedes Feld kann <i>unabhängig</i> besetzt oder leer sein | o |  | o | o | x | x | x |  |  |
| o   |  | o |  |   |   |   |   |   |  |  |
| o   | x  | x |  |   |   |   |   |   |  |  |
| x   |  |   |  |   |   |   |   |   |  |  |

| Objekt   | Zustände |
|--|----------|
| zwei Hände mit zehn Fingern (jeder kann einzeln gehoben oder gesenkt sein) |          |
| 4x4-Raster von Schwarz-Weiß- oder Hell-Dunkel-Pixeln                       |          |

Bei welchen Zeichenmengen handelt es sich um ein Alphabet, bei welchen um einen Zeichenvorrat?

| Zeichenmenge                | Alphabet oder Zeichenvorrat       |  |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| Blindenschrift-Matrix       | <input type="checkbox"/> Alphabet | <input type="checkbox"/> Zeichenvorrat |
| 7-Segment-Anzeige           | <input type="checkbox"/> Alphabet | <input type="checkbox"/> Zeichenvorrat |
| zwei Hände mit zehn Fingern | <input type="checkbox"/> Alphabet | <input type="checkbox"/> Zeichenvorrat |
| Tic-Tac-Toe-Spiel           | <input type="checkbox"/> Alphabet | <input type="checkbox"/> Zeichenvorrat |
| 4x4-Raster von Pixeln       | <input type="checkbox"/> Alphabet | <input type="checkbox"/> Zeichenvorrat |

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten folgender sechs Zeichenereignisse und ordnen Sie diese anschließend nach ihrem Überraschungs- bzw. Prognosewert an:

- \* Auftreten einer Seite eines Polyeders:
  - \* Tetraeder (Vierflächler);
  - \* Oktaeder (Achtflächler);
  - \* Dodekaeder (Zwölfflächler);
  - \* Ikosaeder (Zwanzigflächler).
- \* Erraten einer Karte aus einem Kartenspiel mit 52 Karten (4 Farben, 13 Werte);
- \* Ermittlung der Position einer Schachfigur auf einem Schachbrett mit 64 Feldern.

| Rang | Ereignis E | $p_E$ |
|------|------------|-------|
| 1.   |            |       |
| 2.   |            |       |
| 3.   |            |       |
| 4.   |            |       |
| 5.   |            |       |
| 6.   |            |       |

S.44/45

Machen Sie sich Gedanken über folgende Sonderfälle von Auswahlmengen:

| Fall | Frage   | Antwort |
|------|---|---------|
| 1    | Wie viele Fragen benötigt man, um eine Auswahl aus einer Menge mit genau <i>einem</i> Element zu treffen? |         |
|      | Was heißt dies für den Informationsgehalt des Ereignisses?  |         |
| 0    | Wie viele Fragen benötigt man, um eine Auswahl aus einer leeren Menge zu treffen (0 Alternativen)?        |         |
|      | Wie würde sich entsprechend der Informationsgehalt berechnen?   |         |

Wie hoch ist der Informationsgehalt bei folgenden Ereignissen, d. h. wie viele Entscheidungsfragen benötigt man im Mittel zur Identifizierung eines (Zeichen-)Ereignisses (vgl. Anhang für Logarithmus):

| Ereignis                                    | Informationsgehalt |
|---|--------------------|
| Auswahl eines Tages der Woche               |                    |
| Auswahl eines Feldes beim Tic-Tac-Toe (3×3) |                    |
| Auswahl einer Stunde des Tages              |                    |
| Auswahl einer Lottozahl aus 49 Kugeln       |                    |
| Auswahl einer Sekunde oder Minute           |                    |
| Auswahl einer Person aus 1048576            |                    |

S.53-55

Berechnen Sie für folgende Auswahl-Ereignisse den mittleren Informationsgehalt/Überraschungswert:

| Ereignis   | Informationsgehalt/Überraschungswert |
|--|--------------------------------------|
| Farbenblindheit (Rot-Grün-Verwechsler) mit einem Anteil von etwa 10% an der Bevölkerung      |                                      |
| Geburt an einem Arbeits- vs. Wochenendtag (gerechnet auf eine einzelne Woche ohne Feiertage) |                                      |

|   |  |
|---|--|
| Aufschlag eines Meteoriten im Wasser bzw. auf Land bei einem Wasseranteil von 70.8% an der Erdoberfläche                |  |
| Eintreten eines Vorfalles A, B oder C, wenn B doppelt so wahrscheinlich ist wie A und C doppelt so wahrscheinlich wie B |  |
| Geburt in einem der vier Quartale eines normalen Jahres mit 365 Tagen   |  |

### Weitere Aufgaben zur Vertiefung:

- \* Verlieren eines Teils einer bestimmten Sorte eines zerlegten 3x3x3-Zauberwürfels mit folgenden Sorten von Teilen:

| Sorte des Teils | Eckstück | Kantenstück | Mittelstück | Innenstück |
|-----------------|----------|-------------|-------------|------------|
| Anzahl/Chance   |          |             |             |            |

- \* Wurf mit unfairem Würfel:

| Auge   | 1   | 2  | 3     | 4     | 5   | 6   |
|--------|-----|----|-------|-------|-----|-----|
| Chance | 20% | 5% | 12.5% | 12.5% | 15% | 35% |

- \* Blutgruppenzugehörigkeit in Deutschland:

| Blutgruppe | 0   | A   | B  | AB |
|------------|-----|-----|----|----|
| Rhesus +   | 35% | 37% | 9% | 4% |
| Rhesus -   | 6%  | 6%  | 2% | 1% |

S.75-86

Konstruieren Sie jeweils einen Kodebaum für einen fairen Tetraeder, Hexaeder, Oktaeder und Dodekaeder.

Tetraeder:

Hexaeder:

Oktaeder:

Dodekaeder:

### Frage und Antwort:

| Frage  | Antwort |
|--|---------|
| Wie lange ist der Kode eines Zeichens Z aus einer Auswahlmenge von $M \geq 2$ Zeichen, wenn Z eine Auftretenswahrscheinlichkeit von $p_1 > 0.5$ besitzt (d. h. alle anderen Zeichen zusammen besitzen eine Wahrscheinlichkeit von $p_{2-M} < 0.5$ )? |         |
| Warum beginnt man bei der Konstruktion eines Huffman-Kodebaums bei den Zeichen mit den geringsten Wahrscheinlichkeiten? Was würde passieren, wenn man mit den wahrscheinlichsten Zeichen beginnen würde?   |         |

Folgender Huffman-Kode ist gegeben:

| Zeichen | A  | B  | D   | E   | K    | M    | O    | U    |
|---------|----|----|-----|-----|------|------|------|------|
| Kode    | 00 | 01 | 100 | 101 | 1100 | 1101 | 1110 | 1111 |

\* Dekodieren Sie folgende Bitkette in Klartext:

|          |   |
|----------|---|
| Kode     | 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 |
| Klartext |   |

\* Enkodieren Sie folgendes Wort als Bitkette:

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Kode     |                 |
| Klartext | B A D E M O D E |

\* Konstruieren Sie einen entsprechenden Kodebaum für den oben gegebenen Huffman-Kode:

Erzeugen Sie jeweils einen Huffman-Kode für folgende Zeichenketten:

\* "MISSISSIPPI":

## \* "ERSCHEINUNGSFORM" und "MEINUNGSFORSCHER":

Ein Farbbild aus acht Farben weist die rechts stehende Verteilung an Farben/Farbpixeln auf:

- \* Erzeugen Sie einen Huffman-Kode für die acht Bildfarben, d. h. jeder Bildfarbe wird letztlich eine Bitkette (via Kodebaum) zugeordnet, die ein Pixel der entsprechenden Farbe kodiert.

| Farbe   | Anteil | Kodebits |
|---------|--------|----------|
| Schwarz | 30%    |          |
| Weiß    | 25%    |          |
| Rot     | 10%    |          |
| Grün    | 10%    |          |
| Blau    | 10%    |          |
| Gelb    | 5%     |          |
| Cyan    | 5%     |          |
| Magenta | 5%     |          |

'Nebenrechnung': Huffman-Kodebaum

Berechnen Sie die Gesamtkodelänge in Bits für ein Bild mit 1024×768 Pixeln unter zwei Bedingungen:

| Szenario 1  | Szenario 2   |
|---|--|
| wenn für jede Pixelfarbe eine Gleichverteilung unterstellt würde (12.5% für jede Farbe) | wenn jede Pixelfarbe wie in der oben stehenden Tabelle verteilt ist (Ungleichverteilung) |
|   |  |

Berechnen Sie jeweils den Informationsgehalt in bit für die beiden obigen Szenarien (jeweils acht Wahrscheinlichkeiten) und multiplizieren Sie jeweils mit  $1024 \cdot 768$ :

| Szenario 1 | Szenario 2 |
|------------|------------|
|            |            |

S.94

Berechnen Sie, wie viele Bytes die Informationsmengen 1 GB (1 GByte) bzw. 1 TB (1 TByte) aufweisen:

- \* wenn die Informationsmenge zur Basis 2 ermittelt wird;
- \* wenn die Informationsmenge zur Basis 10 ermittelt wird.

| Informationsmenge in Bytes | Informationsmenge in Bytes zur Basis 2 | Informationsmenge in Bytes zur Basis 10 |
|----------------------------|--|---|
| 1 GB (Gigabyte)            |  |   |
| 1 TB (Terabyte)            |  |   |

Warum werden Speichergrößen bei Festplatten und anderen Speichermedien gerne in GB/TB zur Basis 10 statt 2 angegeben?

Zahlensysteme S.30-33

Stellen Sie folgende Zahlen in Summenschreibweise dar und geben Sie jeweils die dezimalen Werte an:

| System    | Zahl 1 | Zahl 2 | Zahl 3 |
|-----------|--------|--------|--------|
| Dual      | 10     | 0.1    | 10.01  |
| Quaternal | 10     | 0.2    | 32.10  |
| Hexal     | 10     | 0.3    | 54.32  |

| System      | Zahl 1 | Zahl 2 | Zahl 3    |
|-------------|--------|--------|-----------|
| Oktal       | 10     | 0.4    | 75.31     |
| Dezimal     | 10     | 0.5    | 96.30     |
| Duodezimal  | 10     | 0.6    | AB.BA     |
| Hexadezimal | 10     | 0.8    | CAFE.AFFE |

Analysieren Sie folgende Beispiele und überlegen Sie, warum die gegebenen Zusammenhänge immer gelten müssen:

|            | $10_B = B_{10}$ (beliebige Basen B)   | $100_B = 10_B \cdot 10_B$ (beliebige B)   |
|------------|---|---|
| Beisp.e    | $10_2 = 2_{10}$ , $10_3 = 3_{10}$ ,<br>$10_4 = 4_{10}$ , $10_8 = 8_{10}$ ,<br>$10_{12} = 12_{10}$ , $10_{16} = 16_{10}$ | $100_2 = 10_2 \cdot 10_2$ ( $2 \cdot 2 = 4$ ),<br>$100_4 = 10_4 \cdot 10_4$ ( $4 \cdot 4 = 16$ ),<br>$100_{16} = 10_{16} \cdot 10_{16}$ ( $16 \cdot 16 = 256$ ) |
| Begründung |   |   |

Lösen Sie folgende beide Aufgaben:

| Aufgabe 1:   | Aufgabe 2:   |
|--|--|
| Ermitteln Sie, für welche Basis die Gleichung $42_B + 242_B = 16_B^2$ aufgeht. | Finden Sie eine Lösung für die Gleichung $X^Y = Y^X$ ( $X \neq Y!$ ) in einem beliebigen Zahlensystem. |
|  |  |

S.47-49

Wandeln Sie folgende Zahlen des vorgegebenen Ausgangssystems mit einem geeigneten Verfahren in das angegebene Zielsystem um:

| Konversion von Dezimal nach Dual |                  |                     |                      |
|----------------------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| $99_{10} = ?_2$                  | $666_{10} = ?_2$ | $0.9375_{10} = ?_2$ | $15.9375_{10} = ?_2$ |
|                                  |                  |                     |                      |

| Konversion Dezimal nach Trial  |                   | Konversion Dezimal nach Quat. |                   |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| $99_{10} = ?_3$                | $666_{10} = ?_3$  | $111_{10} = ?_4$              | $2222_{10} = ?_4$ |
| Konversion Dezimal nach Pental |                   | Konversion Dezimal nach Hexal |                   |
| $333_{10} = ?_5$               | $5555_{10} = ?_5$ | $555_{10} = ?_6$              | $8888_{10} = ?_6$ |

| Konversion Dezimal nach Oktal       |                       | Konversion Dez. nach Duodez. |                        |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|
| $64_{10} = ?_8$                     | $30064_{10} = ?_8$    | $131_{10} = ?_{12}$          | $19006_{10} = ?_{12}$  |
| Konversion Dezimal nach Hexadezimal |                       |                              |                        |
| $205_{10} = ?_{16}$                 | $45054_{10} = ?_{16}$ | $12.8125_{10} = ?_{16}$      | $0.9375_{10} = ?_{16}$ |

S.83-86

Führen Sie die angegebenen Operationen im vorgegebenen Zahlensystem *ohne Konversionen* durch:

| System | Addition                    | Subtraktion                 | Multiplikation  | Division          |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|
| Dual   | $11100100+$<br>$10010011$   | $11100100-$<br>$10010011$   | $11 \cdot 11$   | $110 \div 10$     |
|        | $1110.0100+$<br>$1001.0011$ | $1110.0100-$<br>$1001.0011$ | $101 \cdot 110$ | $100011 \div 101$ |
|        | $1011.01+$<br>$10.1101$     | $1011.01-$<br>$10.1101$     |                 |                   |

| System | Multiplikation | Division       |
|--------|----------------|----------------|
| Dual   | 1011•1101      | 1010001÷1001   |
|        | 101•11011      | 11111111÷10001 |

| System    | Addition      |                       | Subtraktion   |                       |
|-----------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Trial     | 2220+<br>1211 | 21011220+<br>12121021 | 2220-<br>1211 | 21011220-<br>12121021 |
| Quaternal | 3201+<br>1320 | 23010132+<br>00332211 | 3201-<br>1320 | 23010132-<br>00332211 |
| Hexal     | 5204+<br>3415 | 41203542+<br>32415520 | 5204-<br>3415 | 41203542-<br>32415520 |

| System      | Addition      |                       | Subtraktion   |                       |
|-------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Oktal       | 7513+<br>4620 | 70615243+<br>52437061 | 7513-<br>4620 | 70615243-<br>52437061 |
| Dodezimal   | AB05+<br>9637 | 6420A93B+<br>50873142 | AB05-<br>9637 | 6420A93B-<br>50873142 |
| Hexadezimal | FADE+<br>AFFE | 9A8B7C6D+<br>0F1E2D3C | FADE-<br>AFFE | 9A8B7C6D-<br>0F1E2D3C |

S.101-106

Verknüpfen Sie folgende Zahlen mit den angegebenen logischen Operatoren im vorgegebenen Zahlensystem (vorübergehende Konversion nach Dual erlaubt):

| Operator    | Dual                  | Quaternal     | Oktal         |
|-------------|-----------------------|---------------|---------------|
| Negation    | ~10001101             | ~3210         | ~7205         |
| Konjunktion | 10011110∧<br>11100100 | 3102∧<br>2031 | 7531∧<br>2460 |

| Operator         | Dezimal               | Hexadezimal           |
|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Negation         | -2782                 | -CAFE                 |
| Kon-<br>junktion | 2782 $\wedge$<br>1620 | CAFE $\wedge$<br>0815 |

| Operator            | Dual                               | Quaternar                  | Oktal                      |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dis-<br>junktion    | 10011110 $\vee$<br>11100100        | 3102 $\vee$<br>2031        | 7531 $\vee$<br>2460        |
| Kontra-<br>junktion | 10011110 $\oplus$<br>11100100      | 3102 $\oplus$<br>2031      | 7531 $\oplus$<br>2460      |
| Sub-<br>junktion    | 10011110 $\rightarrow$<br>11100100 | 3102 $\rightarrow$<br>2031 | 7531 $\rightarrow$<br>2460 |

| Operator            | Dezimal                    | Hexadezimal                |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dis-<br>junktion    | 2782 $\vee$<br>1620        | CAFE $\vee$<br>0815        |
| Kontra-<br>junktion | 2782 $\oplus$<br>1620      | CAFE $\oplus$<br>0815      |
| Sub-<br>junktion    | 2782 $\rightarrow$<br>1620 | CAFE $\rightarrow$<br>0815 |

| Operator           | Dual                  | Quaternal     | Oktal         |
|--------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| Bi-junktion        | 10011110↔<br>11100100 | 3102↔<br>2031 | 7531↔<br>2460 |
| Negat-kon-junktion | 10011110¬<br>11100100 | 3102¬<br>2031 | 7531¬<br>2460 |
| Negat-dis-junktion | 10011110∇<br>11100100 | 3102∇<br>2031 | 7531∇<br>2460 |

| Operator           | Dezimal       | Hexadezimal   |
|--------------------|---------------|---------------|
| Bi-junktion        | 2782↔<br>1620 | CAFE↔<br>0815 |
| Negat-kon-junktion | 2782¬<br>1620 | CAFE¬<br>0815 |
| Negat-dis-junktion | 2782∇<br>1620 | CAFE∇<br>0815 |

S.118-121

Bestimmen Sie durch Wertetabellen, ob die linken und rechten Seiten jeweils gleich sind:

| (Un-)Gleichung:   | Rechnung (Wertetabelle): |
|---|--------------------------|
| $X \rightarrow Y \stackrel{!}{=} \neg X \vee Y$         |                          |
| $X \rightarrow Y \stackrel{!}{=} \neg(X \wedge \neg Y)$ |                          |

|  |  |
|--|--|
| $\neg X \rightarrow \neg Y \stackrel{!}{=} X \rightarrow Y$                      |  |
| $\neg X \rightarrow \neg Y \stackrel{!}{=} Y \rightarrow X$                      |  |
| $X \leftrightarrow Y \stackrel{!}{=} (X \rightarrow Y) \wedge (Y \rightarrow X)$ |  |
| $X \oplus Y \stackrel{!}{=} \neg(X \leftrightarrow Y)$                           |  |
| $X \oplus Y \stackrel{!}{=} \neg(X \rightarrow Y) \wedge \neg(Y \rightarrow X)$  |  |
| $X \oplus Y \stackrel{!}{=} (X \wedge \neg Y) \vee (\neg X \wedge Y)$            |  |

Weisen Sie ferner die Gültigkeit der beiden DeMorgan-Gesetze per Wertetabelle nach:

| Gesetz 1:                               | Gesetz 2:                               |
|---|---|
| $\neg(X \wedge Y) = \neg X \vee \neg Y$ | $\neg(X \vee Y) = \neg X \wedge \neg Y$ |
|   |   |

S.134/135

Bilden Sie das Zweier-Komplement folgender Zahlen im jeweils vorgegebenen Zahlensystem:

| Zahl (8 Bits) | Rechnung | Zahl (8 Bits) | Rechnung |
|---------------|----------|---------------|----------|
| $01101001_2$  |          | $10010110_2$  |          |
| $2222_4$      |          | $0000_4$      |          |
| $96_{16}$     |          | $FF_{16}$     |          |

Stellen Sie folgende Zahlen im jeweiligen Zahlensystem in normalisierter Schreibweise dar:

| Zahl                       | Normalisierung (ohne Zweierkomplement oder Verschiebekonstante im Exponenten) |
|----------------------------|---|
| 16777216 <sub>10</sub>     |   |
| 0.000256 <sub>10</sub>     |   |
| 299792.458 <sub>10</sub>   |   |
| 1010.0101 <sub>2</sub>     |   |
| 32103210.3210 <sub>4</sub> |   |
| AB.BAABBA <sub>12</sub>    |   |
| CAFE.AFFE <sub>16</sub>    |   |

Rechnerarchitektur S.44-46

| Frage  | Antwort |
|--|---------|
| <p>Nennen Sie ein Beispiel aus der realen Welt, wo eine Fließband-Verarbeitung ('Pipelining') ins Stocken gerät:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was bringt analog eine CPU-Pipeline ins Stocken?</li> <li>• Was könnte man dagegen tun?</li> </ul> |         |
| <p>Wie weit kommt das Licht in 1 Taktzyklus bei einer Taktfrequenz von 2.5 bzw. 5 GHz? (Lichtgeschwindigkeit <math>c = 299792458</math> m/s).</p>  |         |

| Frage  | Antwort |
|--|---------|
| <p>In einer Pipeline mit 12 Stufen dauert es 12 Takte, bis ein Befehl vollständig abgearbeitet wurde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie lange braucht ein Befehl bei 2 GHz Takt, bis er komplett ausgeführt wurde ('Latenz', Verzögerung)?</li> <li>• Wie viele Befehle pro Sekunde kann ein mit 4 GHz getakteter Prozessor in einer 12-stufigen Pipeline im Idealfall maximal</li> </ul> |         |

| Frage  | Antwort |
|--|---------|
| <p>In einer Pipeline mit 12 Stufen dauert es 12 Takte, bis ein Befehl vollständig abgearbeitet wurde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie lange braucht ein Befehl bei 2 GHz Takt, bis er komplett ausgeführt wurde ('Latenz', Verzögerung)?</li> <li>• Wie viele Befehle pro Sekunde kann ein mit 4 GHz getakteter Prozessor in einer 12-stufigen Pipeline im Idealfall maximal abarbeiten?</li> </ul> |         |

| Frage   | Antwort |
|---|---------|
| Warum wird die Rechenleistung von Supercomputern eher in FLOPS (Fließkomma-Operationen) anstelle von MIPS (Ganzzahl-Operationen) gemessen?  |         |
| Warum ist wohl eine GPU (Grafik-Prozessor) im Bereich FLOPS etwa 10 Mal schneller als eine CPU (Hauptprozessor)? Denken Sie daran, was mit einer GPU bzw. CPU jeweils hauptsächlich berechnet wird. |         |

Welchen Effekt haben folgende Assemblerbefehle:

| Befehl        | Effekt |
|---------------|--------|
| XCHG EAX, EAX |        |
| SUB EAX, EAX  |        |
| ADD EAX, EAX  |        |
| MUL EAX, EAX  |        |
| DIV EAX, EAX  |        |
| XOR EAX, EAX  |        |
| AND EAX, EAX  |        |
| OR EAX, EAX   |        |

Was ist der Unterschied zwischen folgenden beiden Befehlspaaren:

| Befehl 1      | Befehl 2     | Unterschied |
|---------------|--------------|-------------|
| TEST EAX, EBX | AND EAX, EBX |             |
| CMP EAX, EBX  | SUB EAX, EBX |             |

Prüfen und begründen Sie, ob folgende Befehle gleiche oder verschiedene Ergebnisse liefern:

| Befehl 1   | Befehl 2     | Ergebnis |
|------------|--------------|----------|
| SHL EAX, 1 | ADD EAX, EAX |          |
| SHR EAX, 1 | SUB EAX, EAX |          |

Analysieren Sie folgende Assemblerprogramme auf ihre Funktionalität und ermitteln Sie, was das jeweilige Programm als Ergebnis berechnet:

```

; Klausuraufgabe ws 11/12
  MOV ECX,10      ; initialisiere ECX mit 10
  MOV EBX,0       ; initialisiere EBX mit 0
Loop: MOV EAX,ECX ; kopiere ECX nach EAX
      MUL EAX     ; multipliz. EAX mit EAX nach EAX
      ADD EBX,EAX ; addiere EAX auf EBX
      DEC ECX    ; erniedrige ECX um 1
      JNZ Loop   ; springe zurück zur Stelle Loop,
                  ; wenn letztes Ergebnis ≠ 0
                  ; Endergebnis steht in EBX

```

```

; Assembler-Programm für bestimmte Funktion mit
; zwei Variablen X und Y
MOV EAX,[X]           ; X nach EAX kopieren
AND EAX,[Y]           ; Y dazukonjungieren
NOT EAX                ; Ergebnis negieren
; Endergebnis in EAX

```

```

; Assembler-Programm für bestimmte Funktion mit
; zwei Variablen X und Y
MOV EAX,[X]           ; X nach EAX kopieren
OR EAX,[Y]            ; Y dazudisjungieren
NOT EAX                ; Ergebnis negieren
; Endergebnis in EAX

```

```

; Assembler-Programm mit zwei verschachtelten Schleifen
MOV ECX,10             ; initialisiere ECX mit 10
Loop1: MOV EBX,10         ; initialisiere EBX mit 10
Loop2: MOV EAX,ECX        ; kopiere ECX nach EAX
MUL EBX                ; multipliz. EAX mit EBX nach EAX
; in EAX steht nun ein Berechnungsergebnis, das
; z. B. auf dem Bildschirm ausgegeben werden kann
DEC EBX                ; erniedrige EBX um 1
JNZ Loop2                ; springe zu Loop2, wenn EBX ≠ 0
DEC ECX                ; erniedrige ECX um 1
JNZ Loop1                ; springe zu Loop1, wenn ECX ≠ 0
; hier endet das Programm (es wird kein Endergebnis
; berechnet, sondern die Zwischenergebnisse in EAX
; oben werden ausgegeben oder anderweitig
; weiterverarbeitet)

```

```

; Manipulation von Bitgruppen
MOV EAX,12345678h     ; Beispielzahl
MOV BX,AX
SHL EBX,16
SHR EAX,16
OR EAX,EBX
; Was steht jetzt in EAX? Was tut das Programm?

```

```

; Klausuraufgabe SS 12
MOV AL,10             ; Zahl 1
MOV DL,20             ; Zahl 2
XOR AL,DL             ; die Zahlen 1 und 2
XOR DL,AL             ; mehrmals kontra-
XOR AL,DL             ; jungieren
Done: ; Was steht in AL und DL? Was tut das Programm?

```

## Schreiben Sie Assembler-Programme für folgende Aufgaben:

### \* Schwierigkeitsgrad leicht:

- \* Austausch der beiden Registerinhalte von EAX und EDX, ohne den XCHG-Befehl zu benutzen;
- \* Berechnung der Subjunktion und Bi(sub)junktion zweier Werte X und Y (Hinweis:  $X \rightarrow Y = \neg X \vee Y$ );
- \* Mittelwertberechnung von 4 Zahlen in EAX, EBX, ECX und EDX nach EAX;
- \* Berechnung des Minimums zweier Zahlen nach EAX analog zum Maximum zweier Zahlen;
- \* Berechnung des mathematischen Ausdrucks  $2 \cdot (7-4) \div 3 + 8$  nach EAX.

### Schwierigkeitsgrad mittel:

- \* Test auf Teilbarkeit einer Ganzzahl durch 4 (8, 16 usw.) analog Test auf Geradheit bzw. Teilbarkeit durch 2 (ohne den Divisionsbefehl mit Restwertbildung zu benutzen!).
- \* Ermittlung des Absolutbetrags einer Zahl Z im Zweierkomplement (ABS-Funktion):
  - \*  $ABS(Z) = -Z$ , wenn  $Z < 0$ ;
  - \*  $ABS(Z) = Z$ , wenn  $Z \geq 0$ .
- \* Ermittlung des Vorzeichens einer Zahl Z im Zweierkomplement nach EAX (SIGN-Funktion):
  - \*  $SIGN(Z) = -1$ , wenn  $Z < 0$ ;
  - \*  $SIGN(Z) = 0$ , wenn  $Z = 0$ ;
  - \*  $SIGN(Z) = +1$ , wenn  $Z > 0$ .
- \* Berechnung des Produkts der Zahlen von 1 bis N ('Fakultät') analog zur Summe aller Zahlen von 1 bis N:
  - \* Fakultät allgemein:  $N! = N \cdot (N-1) \cdot \dots \cdot 1$ ;
  - \* Sonderfälle der Fakultät:  $0! = 1$ ,  $1! = 1$ .
- \* Schwierigkeitsgrad schwer:
  - \* Berechnung des Wertes  $2^N$  nach EAX, wobei N eine Variable mit einem beliebigen Wert (auch 0!) an einem entsprechenden Speicherplatz sein soll;
  - \* Berechnung des Mittelwerts von N Zahlen ab Speicherstelle A nach EAX;
  - \* Umkehrung der Reihenfolge aller Bits einer 32-Bit-Zahl in EDX nach EAX.