

Klausur
Grundlagen der Informatik
SS 2015

– Lösungshilfe –

Personalien:

Name, Vorname:

Matrikelnummer:

Hinweise:

- Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.
- Alle schriftlichen Hilfsmittel sind zugelassen; andere Hilfsmittel, insb. elektronische Rechen- und Kommunikationsapparate dürfen nicht verwendet werden.
- Ausgesprochene Folgefehler (durch Übertragung falscher Zwischenergebnisse) werden in Folgerechnungen als richtig gewertet.
- Die Aufgaben sollen nur auf diesen Aufgabenblättern bearbeitet werden. Bei Bedarf kann zusätzliches Papier zur Verfügung gestellt werden.
- Zur sicheren Zuordnung aller Lösungen wird um eine persönliche Kennung (Name u./o. Matrikelnr.) auf allen Blättern gebeten.
- Auf Wunsch darf auch Bleistift verwendet werden.

Zur leichteren Lesbarkeit werden Substantive nur in einem Geschlecht („Nutzerin“) verwendet.

1. Aufgabe (20 Punkte)

a) Von wem und zwischen welchen Jahren wurden Z1 bis Z3 gebaut?

Von Konrad Zuse in den Jahren 1936-1941

b) Sie sind stolz auf Ihren neuen Führerschein, auf dem unter der Überschrift „*Weitere Angaben zur Person*“ Ihre Religionszugehörigkeit steht. Das war Ihnen schon immer sehr wichtig, weil Sie sich als religiöser Mensch verstehen.

Ist die Nennung Ihrer Religion für Sie eine Angabe, ein Datum oder eine Information über Ihre Person?

Begründen Sie bitte kurz Ihre Antwort!

Es ist ein Datum: eine Angabe, die Sie kennzeichnet.

Sie kommen in eine strenge Polizeikontrolle, an der viele Personen festgehalten werden. Sie zeigen Ihren neuen Führerschein und können sofort weitergehen. Als Sie den leitenden Polizeioffizier nach den Gründen für diese positive Behandlung fragen, erklärt er Ihnen, daß die Polizei nach einem fundamentalistischen Atheisten sucht. Die Angabe Ihrer Religion auf Ihrem Führerschein macht Sie unverdächtig.

War die Nennung Ihrer Religion für die Polizei eine Angabe, ein Datum oder eine Information?

Begründen Sie bitte kurz Ihre Antwort!

Es war Information: ein Datum, das in eine Entscheidung (Sie nicht zu verdächtigen) eingeht.

c) Welches Teilgebiet der Informatik lieferte jeweils die unten aufgeführten Objekte?

Objekt, Hilfsmittel	Teilgebiet der Informatik
Gültigkeitsgrenzen der Turing-Maschine	Theoretische Informatik
USB-Speicher	Technische Informatik
Intelligente Waschmaschinen	Angewandte Informatik
Betriebssystem LINUX	Praktische Informatik

d) Der mittlere Informationsgehalt H ...

(Zutreffendes bitte ankreuzen)

X	... ist eine minimale Grenze, die von der mittleren Binärstellenzahl nicht unterschritten werden kann.
X	... ist maximal, wenn die in Frage kommenden Nachrichten gleich wahrscheinlich sind.
	... ist eine Kennzahl, die bei korrekter Anwendung eines optimierten Codierungsverfahrens immer erreichbar sein sollte.
	... ist eine lineare Funktion der Auftretenswahrscheinlichkeit $p(x_i)$ der Form: $c_1 * p(x_1) + c_2 * p(x_2) + \dots$, mit konstanten c_1, c_2, \dots
X	... hilft erkennen, ob bzw. wie Datenkompression in einer bestimmten Anwendung sinnvoll ist.

e) Sie wollen die Bevölkerungszahl von Gießen (78.000) hexadezimal erfassen. Wie viele Hexadezimalziffern werden hierzu benötigt?

Sofern Sie nicht bekannte Logarithmen brauchen, verwenden Sie bitte hierzu ausschließlich die folgenden stark gerundeten Tabellenwerte. Die Bevölkerungszahl soll nicht codiert werden.

x	lg x
2,0	0,3
2,5	0,4

x	lg x
5,3	0,7
7,8	0,9

$$16^L \geq 78.000 = 7,8 * 10.000$$

$$\Rightarrow L * \lg 16 = L * 4 \geq \lg 7,8 + \lg 10^4 = (\lg 7,8 + \lg 10^4) / \lg 2 = 4,9 / 0,3$$

$$\Rightarrow L \geq 4,9 / (4 * 0,3) = 4,9 / 1,2 \approx 4,08$$

D.h., zur hexadezimalen Codierung der Bevölkerungszahl Gießens wird eine 5stellige Hexadezimalzahl benötigt.

2. **Aufgabe** (20 Punkte)

Eine Kommilitonin hilft Ihnen, die europäische Politik zu verstehen und erklärt:

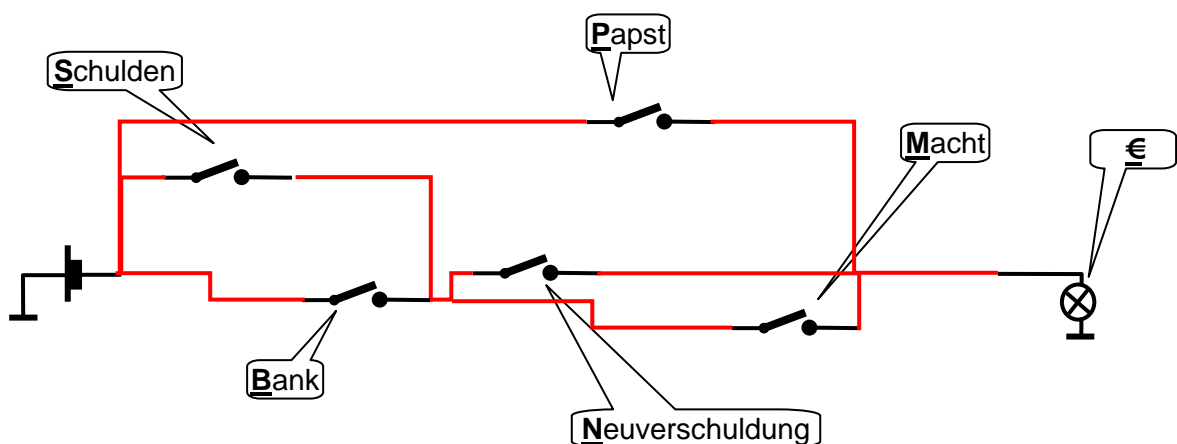
Staaten können eine gemeinsame Währung haben (Zustand **€**), wenn sie nur wenig Schulden haben (Bedingung **S**) und jährlich wenig Neuverschuldung (**N**) verursachen. Wenn sie zu hohe Schulden haben, reicht es aber statt dessen auch, wenn ihnen eine internationale Bank (**B**) bestätigt, daß bei ihr staatliches Geld lagert. Wenn zu viel Neuverschuldung entsteht, können sie mit wirtschaftlicher Macht (**M**) die anderen Partner überzeugen, daß dies unwichtig ist. Päpstliche Sitze, Protektorate und Passive Nutzer (**P**) brauchen diese Regeln nicht zu beachten; sie können ohne diese Voraussetzungen dieselbe Währung verwenden.

- a) Wie lautet die hier vorgetragene Bedingung zur Nutzung einer gemeinsamen Währung in der Booleschen Notation?

$$\begin{aligned} \text{€} &= ((S \vee B) \wedge (N \vee M)) \vee P \\ &= (S \vee B) \wedge (N \vee M) \vee P \end{aligned}$$

- b) Wie kann man mit einfachen elektrischen Bauelementen den obigen logischen Zusammenhang darstellen?

Vervollständigen Sie bitte die Schaltung gemäß der o.a. Beschreibung!



- c) Schreiben Sie nun bitte in einer einfachen Form die Boolesche Gleichung für das Nicht-Eintreten des Zustands € und formen Sie dann den Ausdruck so um, daß darin nur einzelne logische Bedingungen (keine Verknüpfungen) negiert werden.

$$\begin{aligned}
 \overline{\epsilon} &= \overline{((S \vee B) \wedge (N \vee M)) \vee P} \\
 &= \overline{((S \vee B) \vee (N \vee M)) \wedge P} \\
 &= \overline{((S \wedge B) \vee (N \wedge M)) \wedge P} \\
 &= (\overline{S \wedge B} \vee \overline{N \wedge M}) \wedge \overline{P}
 \end{aligned}$$

- d) Bringen Sie bitte schließlich den zuletzt gefundenen logischen Ausdruck in eine Form, die keine Klammern enthält.

$$\begin{aligned}
 \overline{\epsilon} &= (\overline{S} \wedge \overline{B} \vee \overline{N} \wedge \overline{M}) \wedge \overline{P} \\
 &= \overline{S} \wedge \overline{B} \wedge \overline{P} \vee \overline{N} \wedge \overline{M} \wedge \overline{P}
 \end{aligned}$$

3. Aufgabe (15 Punkte)

Berechnen Sie bitte den Quotienten $99:18=5,5$ anhand folgender Fragen:

- a) Wie ermittelt man die Darstellung der Zahlen 99_{10} und 18_{10} im Dualzahlensystem?

**Dezimal \Rightarrow Dual
fortlaufende Divisionen:**

$$99 : 2 = 49 R 1$$

$$49 : 2 = 24 R 1$$

$$24 : 2 = 12 R 0$$

$$12 : 2 = 6 R 0$$

$$6 : 2 = 3 R 0$$

$$3 : 2 = 1 R 1$$

$$1 : 2 = 0 R 1 \Rightarrow 110\ 0011_2 = 99_{10}$$

Dezimal \Rightarrow Dual
fortlaufende Divisionen:

$18 : 2 = 9 R 0$

$9 : 2 = 4 R 1$

$4 : 2 = 2 R 0$

$2 : 2 = 1 R 0$

$1 : 2 = 0 R 1 \Rightarrow 10010_2 = 18_{10}$

- b) Bilden Sie nun bitte den Quotienten $99_{10} : 18_{10} = 5,5_{10}$ im Dualzahlensystem, und weisen Sie die Richtigkeit Ihres Ergebnisses nach, indem Sie es in eine Dezimalzahl umwandeln. Verwenden Sie bitte das Zweierkomplement zur Subtraktion ungleicher Zahlen (d.h. nicht, um $x - x = 0$ zu berechnen).

$$\begin{array}{r}
 \underline{001100011} : 10010 = 101,1 \\
 \begin{array}{r}
 0011000 \\
 - 0010010 \\
 + 1101101 \\
 + 1 \\
 \hline
 \ddot{U} \underline{1111 } \\
 \neq 000011011 \\
 - 0010010 \\
 + 1101101 \\
 + 1 \\
 \hline
 \ddot{U} \underline{1111111} \\
 \neq 00010010 \\
 - 10010 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \end{array}$$

Ergebnis: $101,1_2 = (2^0 + 2^2 + 2^1)_{10} = 5,5_{10}$

4. Aufgabe (30 Punkte)

Sie wollen Ihrer Großmutter eine Freude machen, mit Fotos, die sie an ihre Jugend erinnern (s. Abb.). Sie wollen dazu eine Diskette benutzen, wofür ihr alter PC noch ein Laufwerk hat.

Um möglichst viele Dateien auf den Datenträger zu bekommen, entwerfen Sie ein eigenes Komprimierungsverfahren auf der Grundlage der Huffman-Codierung.

Bei der Untersuchung der alten Bilder stellen Sie fest, daß es genügt, 5 Graustufen pro Bild zu behalten. Um sie möglichst effizient zu codieren, werten Sie die Pixelwerte statistisch aus und kommen auf die u.a. Statistik:



Graustufe	Häufigkeit [in %]
W eiß	35
H ellgrau	20
M ittelgrau	5
T iefgrau	5
S chwarz	35

Behandeln Sie bitte folgende Fragen:

- a) Wie hoch ist der Informationsgehalt $h(W)$, $h(H)$, $h(M)$, $h(T)$, $h(S)$ jeder der 5 vorgenannten Graustufen?

Berechnen Sie bitte diese Werte ausschließlich unter Verwendung der stark gerundeten Einträge der folgenden Tabelle. Es wird empfohlen, die Ergebnisse auf eine Nachkommastelle zu runden.

x	lg x
1,5	0,19
2,0	0,30
2,5	0,40

x	lg x
3,0	0,49
3,5	0,55
5,0	0,70

$h_i = -\log_2 [1/p_i]$

$$h(W) = h(S) = Id(100/35) = (\lg 100 - (\lg 3,5 + \lg 10)) / \lg 2$$

$$= (2 - (0,55 + 1)) / 0,3 = 0,45 / 0,3 = 1,5$$

$$h(H) = Id(100/20) = Id 5 = \lg 5 / \lg 2$$

$$= 0,7 / 0,3 = 2,33... \approx 2,3$$

$$h(M) = h(T) = Id(100/5) = (\lg 100 - \lg 5) / \lg 2$$

$$= (2 - 0,7) / 0,3 = 1,3 / 0,3 = 4,33... \approx 4,3$$

$$\text{bzw.} = \lg 20 / \lg 2 = (\lg 2,0 + \lg 10) / \lg 2 = 1,3 / 0,3 \approx 4,3$$

- b) Wie hoch ist der mittlere Informationsgehalt H, der sich aus den 5 individuellen Werten h(W), h(H), h(M), h(T), h(S) ergibt?

$$H = p(W) h(W) + p(H) h(H) + p(M) h(M) + p(T) h(T) + p(S) h(S)$$

$$= 2 * 0,35 * 1,5 + 0,2 * 2,3 + 2 * 0,05 * 4,3$$

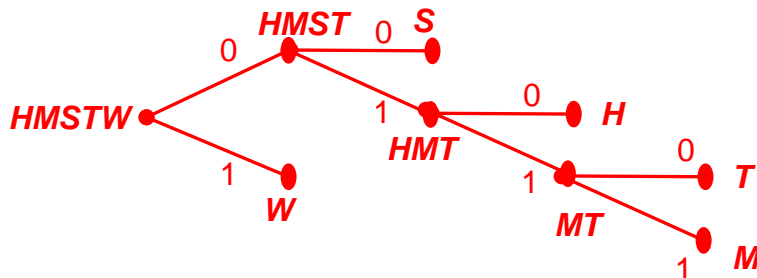
$$= 1,05 + 0,46 + 0,43$$

$$= 1,94 \text{ bit / Graustufe (bzw. bit / Nachricht)}$$

- c) Codieren Sie nun bitte die Graustufen als binäre Nachrichten x_i nach der Huffman-Methode. Sie können (müssen nicht) dazu die Struktur der vorbereiteten Tabelle nutzen:

x_i	$p(x_i)$								
W	0,35	W	0,35	W	0,35	HMST	0,65	HMSTW	1,0
S	0,35	S	0,35	S	0,35	W	0,35		
H	0,20	H	0,20	HMT	0,30				
T	0,05	MT	0,10						
M	0,05								

d) Erstellen Sie nun bitte den Binärbaum, der sich aus der Anwendung der Huffman-Methode ergibt:



e) Tragen Sie bitte in der untenstehenden Tabelle die Binärcodierung für die Graustufen ein, wie sie sich aus der Anwendung der Huffman-Methode ergibt sowie die Anzahl m der jeweils benötigten Binärstellen:

Graustufe	Code	m_i
W	1	1
S	0 0	2
H	0 1 0	3
T	0 1 1 0	4
M	0 1 1 1	4

f) Rechnen Sie bitte vor, wie hoch die mittlere Binärstellenzahl bei der Codierung nach Huffman ist:

$$\begin{aligned}
 m &= \sum (p_i \cdot m_i) \\
 &= p(W) \cdot m(W) + p(H) \cdot m(H) + p(M) \cdot m(M) + p(T) \cdot m(T) + p(S) \cdot m(S) \\
 &= 0,35 \cdot 1 + 0,20 \cdot 3 + 0,05 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,35 \cdot 2 \\
 &= 2,05 \text{ bit / Graustufe}
 \end{aligned}$$

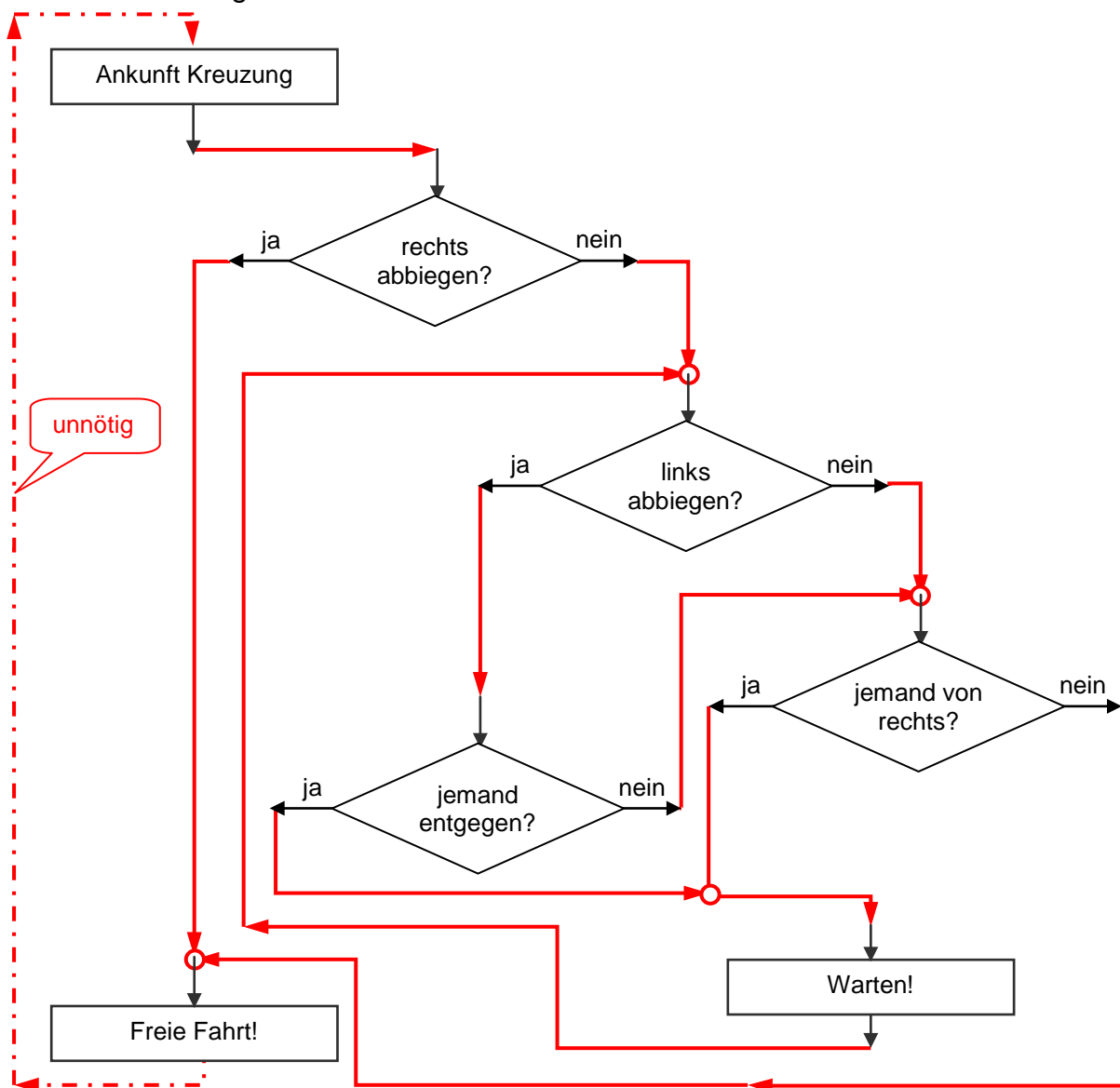
5. Aufgabe (15 Punkte)

Ihr kleiner Cousin erzählt Ihnen, daß er zwar ein neues Fahrrad hat; aber wirklich interessiert ist er an den Diagrammen, die er bei Ihnen auf einer Gdl-Präsentation gesehen hat. Deshalb erklären Sie ihm mit einem Flußdiagramm, wie er sich auf seinem Fahrrad an einer Kreuzung verhalten sollte:

Am einfachsten ist es, wenn er nach rechts fahren will: Dann braucht er auf nichts zu achten, er kann weiterfahren. Kompliziert wird es dagegen, wenn er nach links abbiegen will, denn dann muß er auch nachschauen, ob ihm jemand entgegenkommt, der in entgegengesetzter Richtung geradeaus fährt; auf ihn muß er warten. Will er nicht nach links (sondern geradeaus) fahren, so muß er (wie beim Linkabbiegen) aufpassen, ob jemand von rechts kommt, weil dieser dann Vorfahrt hat; auch auf ihn muß er warten.

Um die Wartezeit beim Linksabbiegen zu verkürzen, sollte er immer darüber nachdenken, ob er nicht zuerst weiter geradeaus fahren sollte (falls niemand von rechts kommt, s.o.), um bei einer anderen Kreuzung links abzubiegen.

Vervollständigen Sie bitte das Flußdiagramm durch Einzeichnen der Pfeile in Ablaufrichtung!



Platz für Notizen: