

## Klausur über den Stoff der Vorlesung „Grundlagen der Informatik II“ (90 Minuten)

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_ Semester: \_\_\_\_\_ (WS 2016/17)

Ich bestätige, dass ich die folgenden Angaben gelesen und mich von der Vollständigkeit dieses Klausurexemplars überzeugt habe (Seiten 1-24).

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des o. g. Klausurteilnehmers  
bzw. der o. g. Klausurteilnehmerin

### Anmerkungen:

1. Legen Sie bitte Ihren Studierendenausweis bereit.
2. Bitte tragen Sie **Name**, **Vorname** und **Matr.-Nr.** deutlich lesbar ein.
3. Die folgenden **11 Aufgaben** sind vollständig zu bearbeiten.
4. Folgende Hilfsmittel sind zugelassen: **keine**.
5. Täuschungsversuche führen zum Ausschluss von der Klausur.
6. Unleserliche oder mit Bleistift geschriebene Lösungen können von der Klausur bzw. Wertung ausgeschlossen werden.
7. Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.

### Nur für den Prüfer :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	-	-	-	-	-	gesamt
(8)	(12)	(9)	(8)	(8)	(6)	(6)	(10)	(8)	(8)	(7)						(90)

# Aufgabenübersicht

1) <b>Endliche Automaten</b> (8 Punkte) . . . . .	3
2) <b>Kellerautomaten</b> (12 Punkte) . . . . .	5
3) <b>Grammatiken</b> (9 Punkte) . . . . .	7
4) <b>Pumping Lemma für kontextfreie Sprachen</b> (8 Punkte) . . . . .	9
5) <b>Berechenbarkeit</b> (8 Punkte) . . . . .	10
6) <b>Binary Decision Diagram</b> (6 Punkte) . . . . .	13
7) <b>CMOS</b> (6 Punkte) . . . . .	15
8) <b>Zahlendarstellung</b> (10 Punkte) . . . . .	17
9) <b>Rechnerarchitektur</b> (8 Punkte) . . . . .	19
10) <b>Adressierungsarten</b> (8 Punkte) . . . . .	21
11) <b>Betriebssysteme</b> (7 Punkte) . . . . .	23

**Aufgabe 1** **8 Punkte**

2017-H-01

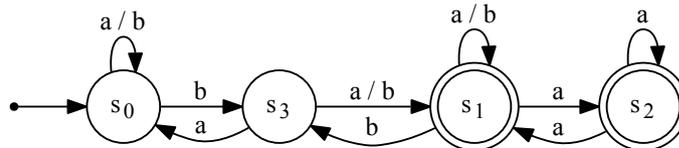
**Endliche Automaten**

/ 8

Gegeben sei der folgende **nichtdeterministische** endliche Automat:

$$A = (\{a, b\}, \{s_0, \dots, s_3\}, \delta, s_0, \{s_1, s_2\})$$

$\delta$ :



Erstellen Sie mithilfe des aus der Vorlesung bekannten Algorithmus einen **deterministischen** endlichen Automaten  $A' = (E', S', \delta', s'_0, F')$  mit  $L(A') = L(A)$  und geben Sie diesen vollständig an.

**Hinweis:** Geben Sie insbesondere ein Zustandsüberförungsdiagramm an. Nutzen Sie die vorgegebene Tabelle.


$$A' = \left( \underbrace{\quad}_{E'}, \underbrace{\quad}_{S'}, \delta', \underbrace{\quad}_{s'_0}, \underbrace{\quad}_{F'} \right)$$

$\delta'$  :

**Aufgabe 2****12 Punkte****2017-H-02****Kellerautomaten**

/ 12

Gegeben sei die folgende Sprache  $L$  (wobei  $|w|_a$  wie immer die Anzahl der  $a$ 's in  $w$  bezeichnet):

$$L = \{w \in \{a, b\}^* \mid \exists n \in \mathbb{N}_0 : |w|_a = |w|_b + 2 \cdot n\}$$

$L$  enthält also alle Wörter über  $\{a, b\}$ , mit folgenden Eigenschaften:

- es gibt **mindestens** so viele  $a$ 's wie  $b$ 's und
- falls es **mehr**  $a$ 's als  $b$ 's sind, dann ist dieser Überschuss  $|w|_a - |w|_b$  eine gerade Zahl.

Bspw. gilt:

$$\lambda, aa, aaaa, ba, bbaaaa, baaaba, babaaaaab \in L;$$

$$a, b, bbbbaa, ababa, bbbbaa \notin L.$$

Geben Sie einen **nichtdeterministischen** Kellerautomaten  $A = (E, S, K, \delta, s_0, k_0, F)$  an, mit  $L(A) = L$ . Geben Sie  $A$  vollständig an.

**Hinweise:**

- Zählen Sie beim Durchlaufen des Wortes zunächst den Überschuss  $|w|_a - |w|_b$  im Keller mit und überprüfen Sie erst am Wortende, ob dieser gerade ist.
- Da unbekannt ist, wann das Wortende kommt, springen Sie einfach nichtdeterministisch an jeder (sinnvollen) Stelle „auf Verdacht“ in den Überprüfungsmodus.

$$A = \left( \{ \quad \}, \{ \quad \}, \{ \quad \}, \delta, s_0, k_0, \{ \quad \} \right)$$

$\delta$ :

<b>Aufgabe 3</b>	<b>9 Punkte</b>
<b>2017-H-03</b>	<b>Grammatiken</b>
	/ 9

Gegeben sei eine Grammatik  $G = (\{B, C, S, W, Z\}, \{a, b, c\}, P, S)$  mit

$$\begin{aligned}
 P = \{ & S \rightarrow aBC \mid aSBC, \\
 & CB \rightarrow CZ, \\
 & CZ \rightarrow WZ, \\
 & WZ \rightarrow WC, \\
 & WC \rightarrow BC, \\
 & aB \rightarrow ab, \\
 & bB \rightarrow bb, \\
 & bC \rightarrow bc, \\
 & cC \rightarrow cc\}
 \end{aligned}$$

Es gilt:

$$L(G) = \{a^n b^n c^n \mid n \in \mathbb{N}\} = \{abc, aabbcc, aaabbbccc, aaaabbbbcccc, \dots\}$$

Gegeben sei außerdem die Sprache  $L_1$ , die ein  $b$  weniger pro Wort enthält als  $L(G)$ :

$$L_1 = \{a^n b^{n-1} c^n \mid n \in \mathbb{N}\} = \{ac, aabcc, aaabccc, aaaabbbcccc, \dots\}$$

(a) Kreuzen Sie an, von welchen Typen die Grammatik  $G$  ist:

rechtslinear	LR( $k$ )	kontextfrei	kontextsensitiv	monoton	allgemein
<input type="checkbox"/>					

/ 2

(b) Leiten Sie das Wort  $aabcc$  mit  $G$  ab.

/ 4

(c) Ändern Sie  $G$  so ab, dass für die resultierende Grammatik  $G_1$  gilt:

$$L(G_1) = L_1$$

**Hinweise:**

- Sie dürfen die Änderung(en) direkt durch Beschriftungen in  $G$  vornehmen oder verbal erklären, was geändert werden muss.
- Denken Sie nicht zu kompliziert! Es reicht eine kleine Anpassung mit „Korrektur“.

/ 3

**Aufgabe 4****8 Punkte****2017-H-04****Pumping Lemma für kontextfreie Sprachen**

/ 8
-----

Gegeben sei die Sprache  $L_2$ :

$$L_2 = \{a^n b^{n-2} c^n \mid n \geq 2\} = \{aacc, aaabccc, aaaabbccccc, \dots\}$$

Zeigen Sie mit dem Pumping-Lemma für kontextfreie Sprachen, dass  $L_2$  nicht kontextfrei ist.

**Hinweis:** Ein passendes Pumpwort zu finden ist nicht schwer, aber ein „schlechtes“ Pumpwort kann den Beweis unmöglich machen.

**Aufgabe 5****8 Punkte****2017-H-05****Berechenbarkeit**

/ 8

Das (nicht entscheidbare) **Halteproblem für Turingmaschinen  $H$**  kann als die Frage aufgefasst werden, ob eine gegebene Turingmaschine auf einer gegebenen Eingabe anhält.

- (a) Formulieren Sie das Halteproblem für Turingmaschinen, wie man alle Entscheidungsprobleme in der Informatik definiert – als **formale Sprache  $L_H$**  (deren Entscheidbarkeit zu prüfen ist).

**Hinweis:** Sie dürfen umgangssprachlich schwammig (dabei aber bitte trotzdem **möglichst präzise**) formulieren. Denken Sie nicht zu kompliziert!

$$L_H =$$

/ 2

- (b) Warum ist das Halteproblem für Turingmaschinen immerhin **semientscheidbar**?

**Hinweis:** Überlegen Sie, wie eine Turingmaschine  $U$  vorgehen kann, um bei Eingabe einer Turingmaschine  $T$  mit zugehöriger Eingabe  $w$  für  $T$  immer nach endlicher Zeit akzeptierend zu halten, wenn  $T$  auf  $w$  anhält (und im anderen Fall niemals akzeptierend zu halten).

/ 2

- (c) Warum ist das **Halteproblem für endliche Automaten (Akzeptoren)** entscheidbar?

/ 2

- (d) **Zwei Zusatzpunkte:** Warum ist das **Halteproblem für linear beschränkte Automaten (LBA)** entscheidbar? ⟨Schwer! Aber wohlbekanntes Prinzip.⟩

**Hinweis:** Wie unterscheidet sich ein LBA von einer allgemeinen Turingmaschine – und wie kann dieser Unterschied ausgenutzt werden, um Endlosschleifen zu erkennen?

/ &lt;2&gt;

- (e) Das **Komplement des Halteproblems für Turingmaschinen**  $\overline{H}$  bezeichnet die Frage, ob eine gegebene Turingmaschine  $T$  auf einer gegebenen Eingabe  $w$  **nicht anhält**. Begründen Sie, dass, falls  $\overline{H}$  entscheidbar wäre,  $H$  ebenfalls entscheidbar wäre.

**Hinweis:** Wie kann die Ausgabe einer Turingmaschine, die  $\overline{H}$  entscheidet, ganz einfach in eine Ausgabe für  $H$  umgewandelt werden?

/ 2

- (f) **Zwei Zusatzpunkte:** Warum kann umgekehrt aus der Semientscheidbarkeit von  $H$  **nicht** auf die Semientscheidbarkeit von  $\overline{H}$  geschlossen werden? ⟨Schwer!⟩

**Hinweis:** Denken Sie an Ihre Lösung zu (b). Warum funktioniert diese nicht für  $\overline{H}$ ?

/ ⟨2⟩

**Aufgabe 6****6 Punkte****2017-H-06****Binary Decision Diagram**

/ 6

Gegeben sei die Funktion  $f : \mathbb{B}^3 \rightarrow \mathbb{B}$  durch folgende Wahrheitstabelle:

$a$	$b$	$c$	$f$
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

(a) Erstellen Sie das zu  $f$  gehörende BDD bei Variablenreihenfolge  $a \rightarrow b \rightarrow c$ .

/ 5

(b) Geben Sie die Funktion  $f$  als Booleschen Term an.

/ 1

**Aufgabe 7**

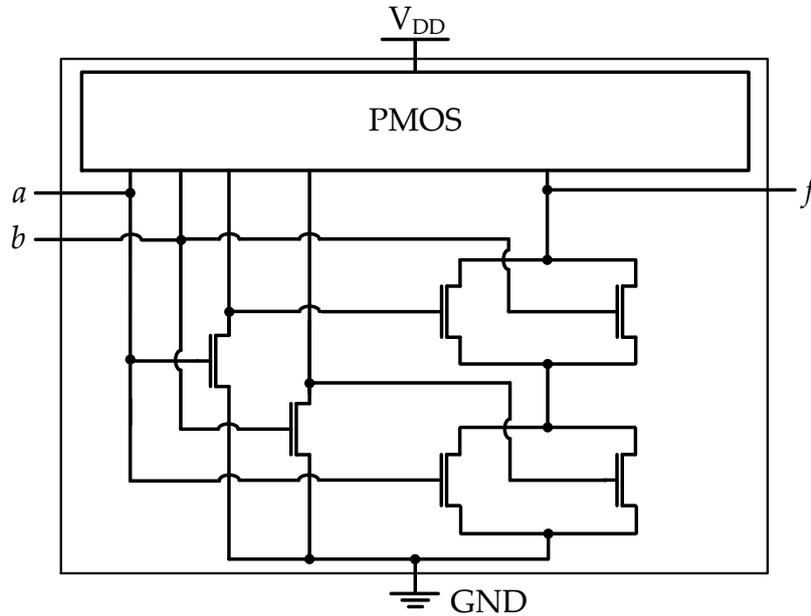
**6 Punkte**

2017-H-07

CMOS

/ 6

Die Funktion  $f : \mathbb{B}^2 \rightarrow \mathbb{B}$  sei durch folgende halb dargestellte CMOS-Schaltung gegeben:



(a) Lesen Sie aus dem gegebenen NMOS-Teil einen Booleschen Term für  $f$  ab.

/ 4

(b) Füllen Sie die gegebene Wahrheitstabelle aus und geben Sie an, um welche bekannte Boolesche Funktion es sich handelt.

**Hinweis:** Es reicht ein einziger bekannter Boolescher Operator.

/ 2

$a$	$b$	$f$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



**Aufgabe 8****10 Punkte**

2017-H-08

**Zahldarstellung**

/ 10

Neben Dualzahlen sind auch **Oktalzahlen**, also Zahlen zur Basis 8, in der Informatik von großer Bedeutung. Gegeben sei daher eine Zahl  $Z$  in Gleitpunktdarstellung zur Basis 8, deren Dezimalwert  $Z_{10}$  in dieser Aufgabe bestimmt werden soll:

$$Z_{GPZ_8} = \quad \quad \quad 1 \quad 4 \ 2 \ 6 \quad 6 \ 2 \ 6 \ 7$$

Vorzeichen    Charakteristik    Mantisse

**Hinweis:** Zahlenwerte dieser Aufgabe müssen Sie nicht ausrechnen, es genügen korrekte Terme. Alle Einzelwerte müssen aber als Dezimalzahlen angegeben werden.

- (a) Geben Sie zunächst für das **Dualsystem** die bekannte Formel zur Berechnung des Zahlenwerts  $z(X_{GPZ_2})$  einer Gleitpunktzahl  $X_{GPZ_2} = v \ c \ m$  sowie für das  $q$  der Exzess- $q$ -Darstellung der Charakteristik an.

$$z(X_{GPZ_2}) =$$

$$q_{\text{(allgemeine Formel für den Dualfall)}} =$$

/ 2

- (b) Welchen Wert hat nun das  $q$  für die Exzess- $q$ -Darst. der Charakteristik von  $Z_{GPZ_8}$  (s. o.)?

**Hinweis:** Überlegen Sie, wie durch  $q$  der Zahlenbereich verschoben werden muss, um eine **möglichst gleiche Anzahl positiver und negativer darstellbarer Zahlen** in der Charakteristik zu erreichen. Orientieren Sie sich an der Formel für die Dualdarstellung.

$$q_{\text{(konkreter Wert für } Z_{GPZ_8} \text{ als Dezimalzahl)}} =$$

/ 3

- (c) Welchen Wert hat der Exponent  $e$  von  $Z_{GPZ_8}$  (s. o.)? (Geben Sie den Wert in Abhängigkeit von  $q$  an, wenn Sie (b) nicht gelöst haben.)

$$e =$$

/ 2

- (d) Geben Sie den Dezimalwert von  $Z_{GPZ_8}$  (s. o.) an (in Abhängigkeit von  $q$  bzw.  $e$ , falls Sie diese Werte nicht berechnet haben).

**Hinweis:** In allen Darstellungen zur Basis ungleich 2 gibt es keine implizite führende 1.

$$Z_{10} =$$

/ 3

**Aufgabe 9****8 Punkte****2017-H-09****Rechnerarchitektur**

- (a) Erläutern Sie, was man unter dem physikalischen von Neumann-Engpass versteht und beschreiben Sie kurz ein Konzept, wie dieser vermieden werden kann.

- (b) Erklären Sie kurz die Aufgaben der folgenden Protokolle

- Transmission Control Protocol (TCP)
  
- Internet Protocol (IP)
  
- User Datagram Protocol (UDP)

- (c) Geben Sie an, welches der beiden Protokolle TCP oder UDP Sie zum Streamen von Videodateien bevorzugen würden und begründen Sie Ihre Wahl kurz.

**Aufgabe 10** **8 Punkte**

2017-H-10

Adressierungsarten

/ 8
-----

Die arithmetischen Befehle einer Assembler-Sprache seien folgendermaßen aufgebaut:

OpCode Q1 Q2 Z

(Für Quelle 1, Quelle 2, Ziel.) Es gelten diese Kennzeichnungen für Adressierungsarten:

- Unmittelbare Adressierung: Präfix #
- Direkte Adressierung: ohne Präfix
- Indirekte Adressierung: Präfix \*

Gegeben sei ein einfaches (niemals terminierendes) Assembler-Programm:

I	loop	SUBTRACT	1	2	R3	subtrahiert Q1 minus Q2
II		ADD	#1	#2	R4	
III		MULITPLY	*1	*2	R5	
IV		DIVIDE	9	*2	R10	dividiert Q1 durch Q2
V		JUMP	loop			springt bedingungslos nach loop

Gegeben sei außerdem ein aus zehn Registern bestehender Speicher mit folgenden ursprünglich gespeicherten Werten:

Reg.	Ursprungswert	Nach Zeile I	Nach Zeile II	Nach Zeile III	Nach Zeile IV
R1	5				
R2	4				
R3	6				
R4	2				
R5	3				
R6	7				
R7	4				
R8	15				
R9	9				
R10	11				

(a) Tragen Sie in Spalte „Nach Zeile x“ der Tabelle jeweils **den einen neuen Wert** ein, der sich bei Ausführung der Zeile x des Programms ergibt (Erstausführung der Schleife).

/ 4
-----

(b) Wie ändert sich der Speicher im zweiten, dritten, vierten, ... Schleifendurchlauf? Erklären Sie kurz den allgemeinen Ablauf.

/ 4
-----

**Aufgabe 11****7 Punkte****2017-H-11****Betriebssysteme**

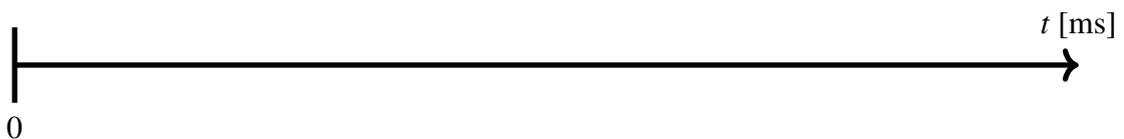
/ 7

Betrachten Sie die Prozesse P1 bis P4, die **zeitverzögert** in die Warteschlange eines Prozessors zur Bearbeitung eingereicht werden. Die Ankunftszeit gibt an, zu welchem Zeitpunkt ein Prozess in die Warteschlange eingereicht wird.

Prozesse	CPU-Zeit in ms	Ankunftszeit
P1	40	0
P2	20	20
P3	35	40
P4	25	80

- (a) Teilen Sie den Prozessen Rechenzeit gemäß dem Round Robin Verfahren zu. Die Zeitscheibe sei dabei in feste Zeitspannen der Länge  $Z = 15$  ms unterteilt. Veranschaulichen Sie Ihr Ergebnis auf dem gegebenen Zeitstrahl.

/ 3



- (b) Für welche Zeitspannen  $Z \geq 15$  ms wird P2 **vor allen anderen** Prozessen beendet? Geben Sie ein Intervall für alle möglichen Werte von  $Z$  an.

/ 2

- (c) Wie muss eine Folge an Prozessen, die nacheinander bei einem Prozessor ankommen, in Abhängigkeit der Bearbeitungszeiten angeordnet sein, damit die Zuteilungsverfahren **First Come First Serve (FCFS)** und **Shortest Job First (SJF)** diese in der gleichen Reihenfolge abarbeiten?

/ 2