

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

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

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_ Semester: \_\_\_\_\_ (SS 2015)

Ich bestätige, dass ich die folgenden Angaben gelesen und mich von der Vollständigkeit dieses Klausurexemplars überzeugt habe (Seiten 1-20).

\_\_\_\_\_  
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
(9)	(10)	(8)	(8)	(8)	(9)	(8)	(10)	(8)	(8)	(4)						(90)

# Aufgabenübersicht

1) <b>Endliche Automaten</b> (9 Punkte)	2
2) <b>Grammatiken</b> (10 Punkte)	4
3) <b>Reguläre Ausdrücke</b> (8 Punkte)	6
4) <b>Turingmaschinen</b> (8 Punkte)	7
5) <b>Komplexität</b> (8 Punkte)	8
6) <b>Schaltwerke</b> (9 Punkte)	10
7) <b>BDD</b> (8 Punkte)	12
8) <b>Zahlendarstellung</b> (10 Punkte)	14
9) <b>Assembler und Pipelining</b> (8 Punkte)	16
10) <b>Betriebssysteme</b> (8 Punkte)	18
11) <b>Dateiorganisation</b> (4 Punkte)	20

**Aufgabe 1** **9 Punkte**

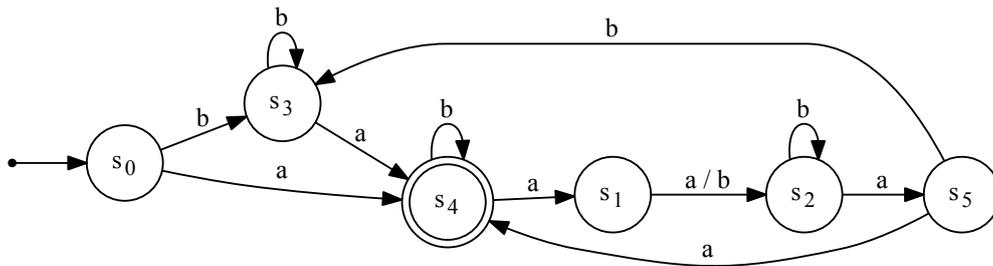
2015-N-01

**Endliche Automaten**

/ 9

Gegeben sei folgender deterministischer endlicher Automaten  $A = (E, S, \delta, s_0, F)$ . Durch das abgebildete Zustandsüberförungsdiagramm sei  $\delta$  definiert.

$\delta$  :



- (a) Minimieren Sie  $A$  und geben Sie den minimierten Automaten  $A'$  vollständig an. Geben Sie insbesondere die Minimierungstabelle und ein Zustandsüberförungsdiagramm  $\delta'$  an.

/ 5

	$a$	$b$
$s_0$		
$s_1$		
$s_2$		
$s_3$		
$s_4$		
$s_5$		

$s_1$					
$s_2$					
$s_3$					
$s_4$					
$s_5$					
	$s_0$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$

$$A' = \left( \underbrace{\quad}_{E}, \underbrace{\quad}_{S'}, \delta', \underbrace{\quad}_{s_0}, \underbrace{\quad}_{F'} \right)$$

$\delta'$  :

- (b) Geben Sie die Mengen aller zueinander  $k$ -äquivalenten Zustände für  $k \in \{0, 1, 2\}$  und die Mengen äquivalenter Zustände des endlichen Automaten  $A$  an. Verwenden Sie hierfür die nachfolgende Tabelle. Geben Sie auch einelementige Mengen an.

/ 4
-----

0-Äquivalenz	
1-Äquivalenz	
2-Äquivalenz	
Äquivalenz	

**Aufgabe 2****10 Punkte****2015-N-02****Grammatiken**

/ 10

Gegeben sei die folgende Grammatik – beachten Sie, dass „(“ und „)“ Terminalzeichen sind:

$$G = (\underbrace{\{A_1, A_2, A_3, A_5, A_{10}\}}_N, \underbrace{\{(, ), *, +, \emptyset, a, b, c, \cdot\}}_T, P, \underbrace{A_5}_S)$$

mit

$$P = \{A_5 \rightarrow a \mid b \mid c \mid \emptyset \mid (A_5A_1A_5A_3 \mid (A_5A_{10}A_5A_3 \mid (A_5A_3A_2, \\ A_1 \rightarrow +, \\ A_2 \rightarrow *, \\ A_3 \rightarrow ), \\ A_{10} \rightarrow \cdot\}$$

(a) Von welchem Chomsky-Typ / welchen Chomsky-Typen ist die Grammatik?

/ 1

(b) In welcher Normalform ist die Grammatik?

/ 1

(c) Leiten Sie das Wort  $((a + b))^*$  bzgl.  $G$  ab (Ableitungsfolge oder Ableitungsbaum).

/ 3

(Wiederholung der Regelmenge von  $G$ )

$$P = \{A_5 \rightarrow a \mid b \mid c \mid \emptyset \mid (A_5A_1A_5A_3 \mid (A_5A_{10}A_5A_3 \mid (A_5A_3A_2, \\ A_1 \rightarrow +, \\ A_2 \rightarrow ^*, \\ A_3 \rightarrow ), \\ A_{10} \rightarrow \cdot\}$$

$G$  erzeugt die Sprache aller regulären Ausdrücke (RA) über der Basismenge  $E = \{a, b, c\}$  **ohne abkürzende Schreibweisen** (d. h. die RA sind vollständig korrekt geklammert).

- (d) Geben Sie eine zusätzliche Regel  $r$  für  $G$  an, sodass auch abkürzende Schreibweisen für den Plus-Operator möglich werden, also  $x + y$  für  $(x + y)$  wobei  $x, y$  RA sind.

**Hinweis:**  $r$  muss (zunächst) nicht in Normalform sein, wie die übrigen Regeln.

/ 2

- (e) Wandeln Sie die Regel  $r$  aus (d) in die Normalform der übrigen Regeln um.

**Hinweis:** Sie werden mehr als eine neue Regel benötigen.

/ 3

**Aufgabe 3****8 Punkte**

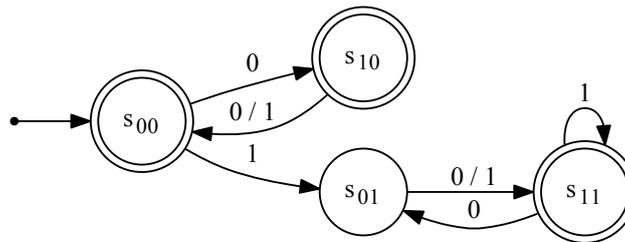
2015-N-03

**Reguläre Ausdrücke**

/ 8

Gegeben sei der endliche Automat

$$EA = (\{0, 1\}, \{s_{00}, \dots, s_{11}\}, \delta, s_{00}, \{s_{00}, s_{10}, s_{11}\})$$

 $\delta$ :

- (a) Geben Sie einen regulären Ausdruck (RA)  $\alpha$  an mit  $L(\alpha) = L(EA)$ .

/ 5

- (b) Angenommen, Sie sollen für zwei gegebene RA  $\alpha_1, \alpha_2$  herausfinden, ob sie äquivalent sind, ob also  $L(\alpha_1) = L(\alpha_2)$ . Wie würden Sie das mit den in der Vorlesung vorgestellten Mitteln bewerkstelligen? Erläutern Sie Ihre Vorgehensweise.

**Hinweis:** Überlegen Sie, welche zu RA äquivalenten Konstrukte wir kennen, deren Äquivalenz getestet werden kann.

/ 3



**Aufgabe 5** **8 Punkte**

2015-N-05

**Komplexität**

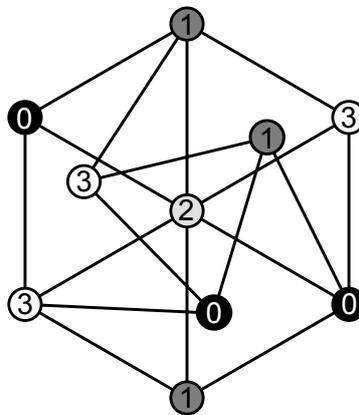
/ 8

$k$ -COLOR bezeichnet das Entscheidungsproblem, ob die Knoten eines Graphen mit  $k \geq 3$  Farben so eingefärbt werden können, dass benachbarte Knoten jeweils unterschiedliche Farben besitzen.

Formal wird dies wie folgt ausgedrückt: Sei  $G = (V, E)$  ein ungerichteter Graph mit Knotenmenge  $V$  und Kantenmenge  $E$ . Die Funktion  $f : V \rightarrow C \subseteq \mathbb{N}_0$  mit  $|C| = k$  heißt Knotenfärbung von  $G$ . ( $C$  beschreibt hierbei eine Menge an Farben, die durch natürliche Zahlen kodiert sind.)  $f$  heißt **zulässig**, falls

$$\forall (v, w) \in E : f(v) \neq f(w).$$

Beispiel einer Graphfärbung für  $k = 4$ :



- (a) Nehmen Sie an, Sie wüssten, dass  $k$ -COLOR NP-vollständig ist, und wollten zeigen, dass SAT (Entscheidungsproblem der Aussagenlogik) NP-schwer ist. Beschreiben Sie konkret, welche Schritte erforderlich sind, um  $k$ -COLOR auf SAT zu reduzieren.

/ 2

Nehmen Sie im Folgenden an, dass es für jeden Knoten  $v$  und jede Farbe  $c \in C$  eine Boolesche Variable  $v_c$  gibt, die genau dann wahr ist, wenn  $v$  die Farbe  $c$  annimmt.

- (b) Wie können Sie durch eine aussagenlogische Formel in konjunktiver Normalform darstellen, dass jeder Knoten mindestens einen Farbwert annehmen muss? Geben Sie diese Normalform formal oder umgangssprachlich präzise an.

**Hinweis:** Ignorieren Sie hierbei, ob die resultierende Färbung des Graphen zulässig ist.

/ 2
-----

- (c) Wie können Sie durch eine aussagenlogische Formel in konjunktiver Normalform die Zulässigkeit von  $f$  sicherstellen, dass also keine benachbarten Knoten mit gleicher Färbung existieren? Geben Sie diese Normalform formal oder umgangssprachlich präzise an.

**Hinweis:** Ignorieren Sie hierbei zunächst, ob jeder Knoten überhaupt eine Farbe annimmt und fügen Sie dann das Ergebnis aus (b) hinzu.

/ 4
-----

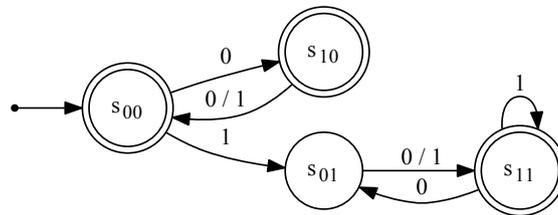
**Aufgabe 6** **9 Punkte**

2015-N-06

Schaltwerke

/ 9

Aus Aufgabe 3 sei wieder  $EA = (\{0, 1\}, \{s_{00}, \dots, s_{11}\}, \delta, s_{00}, \{s_{00}, s_{10}, s_{11}\})$  gegeben mit  $\delta$ :



Das u. a. Schaltwerk soll für fortlaufende Eingaben (an  $E$ ) das Verhalten von  $EA$  simulieren.

- (a) Vervollständigen Sie das Schaltwerk so, dass die beiden Flipflops ( $RS1, RS0$ ) genau dann die Werte  $(x, y) \in \mathbb{B}^2$  enthalten, wenn sich der endliche Automat bei der entsprechenden Eingabesequenz in Zustand  $s_{xy}$  befindet.

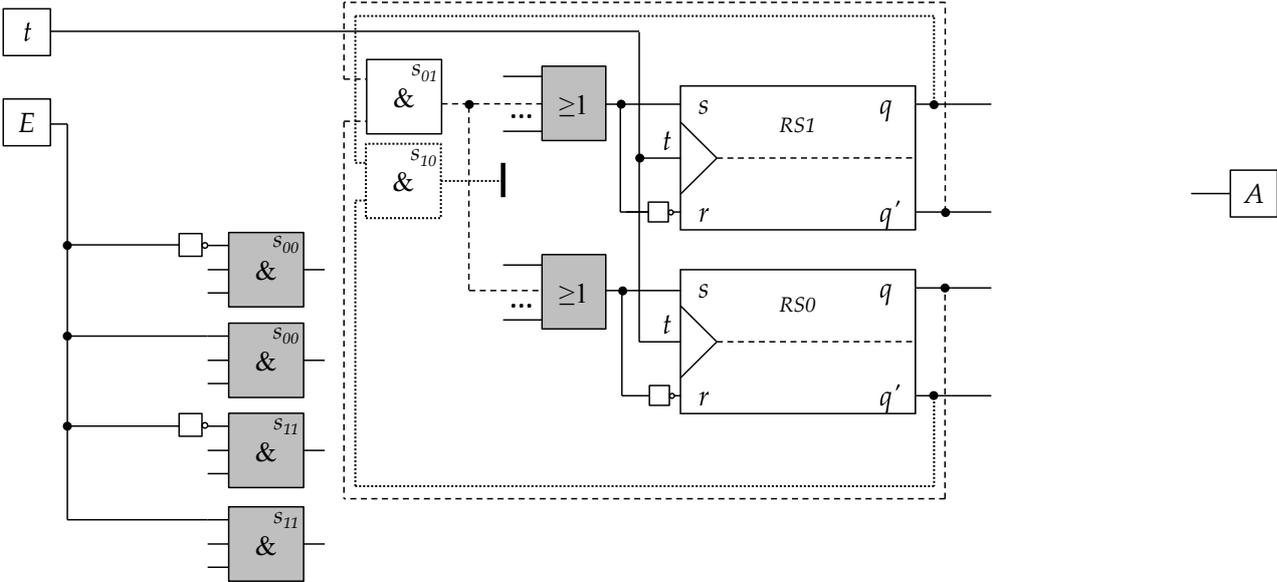
**Hinweis:** Die gestrichelten bzw. gepunkteten Leitungen repräsentieren die Übergänge  $s_{10} \xrightarrow{0/1} s_{00}$  und  $s_{01} \xrightarrow{0/1} s_{11}$ . Überlegen Sie für sich, warum  $E$  dabei nicht verbunden ist und warum das gepunktete  $AND$ -Gatter, welches zu  $s_{10}$  gehört, unnötig ist. Ergänzen Sie für Ihre Lösung nur Ein- bzw. Ausgänge der grauen Gatter und der beiden Flipflops. Nutzen Sie zusätzliche  $NOT$ -Gatter.

/ 7

So kommen wir auf **6,5 Punkte**. Dazu (jew.!) **0,5 Punkte**, wenn die Verbindungen von den Flipflops zu den  $AND$ s bzw. von den  $AND$ s zu den  $OR$ s **vollständig richtig** sind. (Natürlich insgesamt maximal **7 Punkte**.)

- (b) Verbinden Sie die Flipflops mit dem Ausgang  $A$ , sodass genau dann 1 ausgegeben wird, wenn  $s_{xy}$  ein Endzustand ist. Nutzen Sie zusätzliche Gatter ( $AND, OR$  und/oder  $NOT$ ).

/ 2



**Aufgabe 7**

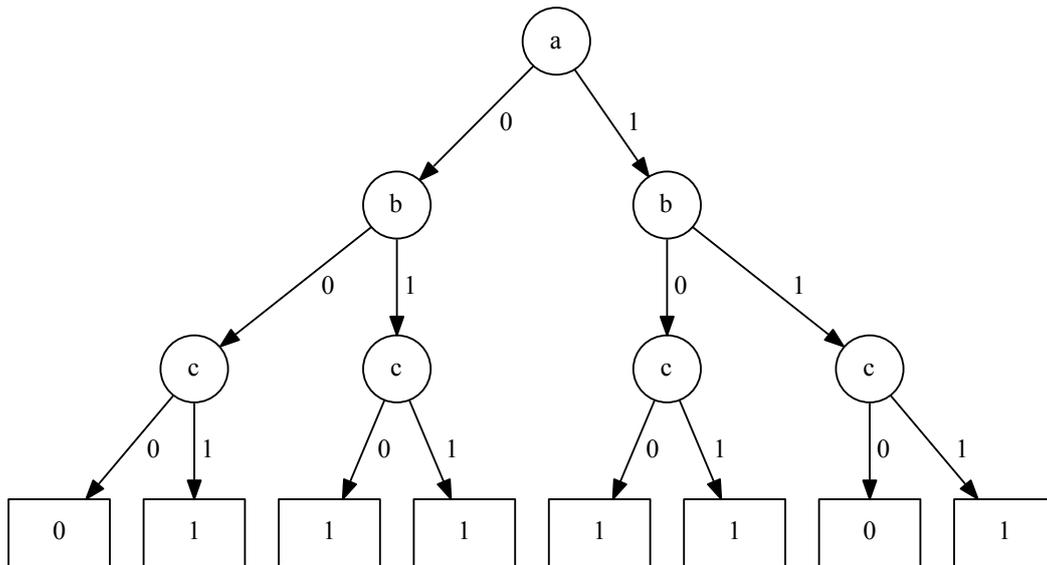
**8 Punkte**

2015-N-7

**BDD**

/ 8

Gegeben sei die durch den abgebildeten Baum definierte Boolesche Funktion  $f : \mathbb{B}^3 \rightarrow \mathbb{B}$ .



(a) Erzeugen Sie das zu  $f$  gehörende BDD.

/ 6

- (b) Nennen Sie einen Vorteil von BDDs gegenüber der Darstellung durch Wahrheitstabellen.

/ 1

- (c) Wofür werden BDDs heutzutage normalerweise eingesetzt? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

/ 1

**Aufgabe 8****10 Punkte****2015-N-08****Zahlendarstellung**

/ 10

Gegeben sei die folgende Gleitkommadarstellung mit sechs Bits, aufgeteilt in ein Vorzeichenbit (VZ), Drei-Bit-Charakteristik ( $c_0, c_1, c_2$ ) und Zwei-Bit-Mantisse ( $m_{-1}, m_{-2}$ ) (**ohne** IEEE-typische Sonderfälle):

VZ	$c_2$	$c_1$	$c_0$	$m_{-1}$	$m_{-2}$
----	-------	-------	-------	----------	----------

- (a) Welche **Absolutbeträge** (nur positive Werte) können mit der gegebenen Aufteilung in Charakteristik und Mantisse minimal und maximal dargestellt werden?

/ 2

Minimal darstellbarer Betrag:

Maximal darstellbarer Betrag:

- (b) Es genügt, maximal drei Bits einer derart dargestellten Zahl zu verändern, um ihren Betrag zu halbieren. Nennen Sie diese Bits und erklären Sie kurz.

/ 2

- (c) Wandeln Sie die Dezimalzahl  $(1,5625)_{10}$  **so genau wie möglich** in das angegebene Gleitkommaformat um (Vorzeichen, Drei-Bit-Charakteristik und Zwei-Bit-Mantisse).

/ 4
-----

(1) Welcher Binärstring ergibt sich?

(2) Wie groß ist der Fehler bei der Umwandlung?

(3) Welcher Teil der Gleitkommadarstellung müsste um wie viele Bits verlängert werden, um die Zahl exakt darzustellen?

- (d) Betrachten Sie nun Gleitkommazahlen beliebiger Länge und Aufteilung. Welcher Zahlenbereich ist nicht darstellbar, wenn keine negativen Exponenten erlaubt sind?

/ 2
-----

**Aufgabe 9****8 Punkte**

2015-N-09

**Assembler und Pipelining**

/ 8

Die Befehle einer Assembler-Sprache seien folgendermaßen aufgebaut, wobei  $Q$  für Quelle steht und  $Z$  für Ziel:

$$\text{OpCode } Q1, (Q2,) Z$$

Für **unmittelbare Adressierung** wird das Präfix # verwendet, **direkte Adressierung** geben wir ohne Präfix an.  $R1, R2$  und  $R3$  seien zu Beginn mit 0 initialisiert,  $m, n \in \mathbb{R}$ .

Gegeben sei das folgende Assemblerprogramm:

I		LOAD	#m	R1
II		LOAD	#n	R2
III		ADD	R1	R2 R3
IV		ADD	R3	R3 R3

Dem Assemblerprogramm liege folgender Maschinenbefehlszyklus zugrunde:

- *IF* (Instruction Fetch): Nächster Befehl wird gelesen.
- *ID* (Instruction Decode): OpCode wird decodiert.
- *EX* (Execute): Operanden werden gelesen und Operation wird ausgeführt.
- *WB* (Write Back): Ergebnis wird in Zielregister geschrieben.

(a) Wie ist der Inhalt von  $R3$  nach Ablauf des Programms?

/ 3

(Wiederholung des Programmcodes)

I	LOAD	#m	R1	
II	LOAD	#n	R2	
III	ADD	R1	R2	R3
IV	ADD	R3	R3	R3

Der Maschinenbefehlszyklus wird nun in einer Pipeline parallelisiert. Jeder Schritt benötigt genau einen Takt und in jedem Takt wird ein neuer Befehl geholt (*IF*). Der *LOAD*-Befehl liest die Quelle während *EX* und schreibt das Zielregister während *WB*. Alles, was **während** *WB* geschrieben wird, steht erst einen Takt **nach** der *WB*-Stufe im Zielregister zum Lesen zur Verfügung.

- (b) Geben Sie in der folgenden Tabelle die Registerinhalte in jedem Takt an, sowie die Nummern der Befehle, die sich gerade in den verschiedenen Pipelinestufen befinden. Warum kommt das Programm zu einem anderen Ergebnis als in Teilaufgabe (a)?

/ 4

Takt	<i>IF</i>	<i>ID</i>	<i>EX</i>	<i>WB</i>		R1	R2	R3
1	I					0	0	0
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

- (c) Wie viele Takte werden für die Ausführung der Programme in den Aufgabenteilen (a) und (b) benötigt?

Teilaufgabe (a): \_\_\_\_\_ Takte

/ 1

Teilaufgabe (b): \_\_\_\_\_ Takte

**Aufgabe 10****8 Punkte****2015-N-10****Betriebssysteme** / 8

(a) Erläutern Sie jeweils kurz die folgenden Aspekte von Sicherheit in Betriebssystemen.

(1) **Zuverlässigkeit**

 / 1

(2) **Verfügbarkeit**

 / 1

(3) **Vertraulichkeit**

 / 1

(4) **Zugriffsschutz**

 / 1

(5) **Nachvollziehbarkeit**

 / 1

(b) Welcher der Sicherheitsaspekte

Zuverlässigkeit,  
Verfügbarkeit,  
Vertraulichkeit,  
Zugriffsschutz und  
Nachvollziehbarkeit

wird **jeweils** in den folgenden beiden Situationen **am stärksten** berührt? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

/ 3

(1) Ein Geheimdienst hört ein Gespräch ab, das über eine unverschlüsselte Voice-over-IP-Verbindung über das Internet geführt wird.

(2) Ein fehlerhafter Webcam-Treiber führt dazu, dass das Betriebssystem mitten in einer Videokonferenz vollständig abstürzt.

**Aufgabe 11****4 Punkte****2015-N-11****Dateiorganisation**

Im Zuge der Entwicklung von immer größeren Festplatten gewinnen Dateiverwaltungssysteme immer mehr an Bedeutung.

(a) Nennen Sie vier wichtige Anforderungen an Dateiverwaltungssysteme.

(1)

(2)

(3)

(4)

(b) Nennen Sie vier Standardoperationen auf Dateien.

(1)

(2)

(3)

(4)