

	Prüfung	1 2 3 4 5 6 Σ
	Prof. Dr.-Ing. J. Becker Digitaltechnik WS 2006-2007 Institut für Technik der Informationsverarbeitung, Universität Karlsruhe	
Klausur Di., 27.3.2007 Lösungsblätter		

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel

Als Hilfsmittel zur Prüfung sind vier Seiten vorgegebene und **zwei Seiten** selbst geschriebene Formelsammlung zugelassen. Nicht erlaubt hingegen ist die Verwendung eines Taschenrechners, zusätzliche Unterlagen und jegliche Kommunikation mit anderen Personen.

Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt 120 Minuten.

Prüfungsunterlagen

Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt 26 Seiten Aufgabenblättern (einschließlich diesem Titelblatt).

Bitte vermerken Sie vor der Bearbeitung der Aufgaben auf jeder Seite oben Ihren Namen, auf der ersten Seite zusätzlich die Matrikelnummer!

Auf jedes zusätzliche Lösungsblatt ist neben dem Namen auch die Aufgaben- und die Seitennummer mit einzutragen. Vermeiden Sie das Beschriften der Rückseiten.

Am Ende der Prüfung sind die 26 Seiten Aufgaben- und Lösungsblätter und alle verwendeten zusätzlichen Lösungsblätter abzugeben.

Verwenden Sie zum Bearbeiten der Aufgaben lediglich dokumentenechte Schreibgeräte – keinen Bleistift sowie Rotstifte!

Aufgabe 1 Allgemeines

Aufgabe 1.1 Allgemeine Fragen

Beantworten Sie folgende Fragen:

- A) Eine Grafikkarte soll die drei Farbanteile eines Pixels (Rot, Grün, Blau) durch jeweils einen Wert im Bereich von 0...255 angeben.

Wie groß muss der Speicher der Grafikkarte sein, damit ein Bildschirm mit der Auflösung von 1280x1024 Pixel angesteuert werden kann?

Der Wertebereich 0...255 lässt sich binär durch ein Byte darstellen.

$3 \text{ Byte} * 1280 * 1024 = 3840 \text{ kByte, ca. 3,75 MB}$

- B) Erläutern Sie die Funktion und Eigenschaften folgender Bausteine: ROM, RAM, PLA, PAL. (Stichpunkte genügen!)

ROM: Baustein enthält Informationen, die lediglich ausgelesen werden können.

RAM: Informationen in diesem Baustein können gelesen und geschrieben werden.

PAL: Zwei Matrizen ermöglichen die Realisierung schaltalgebraischer Funktionen, wobei nur die erste konjunktive Matrix veränderbar ist.

PLA: Ähnlich wie PAL, jedoch sind beide Matrizen veränderbar.

- C) Basierend auf negativer Logik realisiert ein CMOS-Schaltkreis die Funktion $y = a \rightarrow b$. Welche Funktion realisiert dieser Schaltkreis in positiver Logik? Begründen Sie ihre Aussage.

Für die positive Logik gilt folgende Aussage:

$$\overline{y} = \overline{a} \rightarrow \overline{b} = \overline{\overline{a} + \overline{b}}$$

$$y = \overline{\overline{\overline{a} + \overline{b}}} = \overline{ab}$$

Alternativ: Beweis basierend auf Spannungsfunktionsstabilen

- D) Welche minimale Hamming-Distanz (HDmin) wird benötigt, um einen Code mit 3-facher Fehlerkorrektur zu erhalten?

$$n = (HD_{\min} - 1) / 2$$

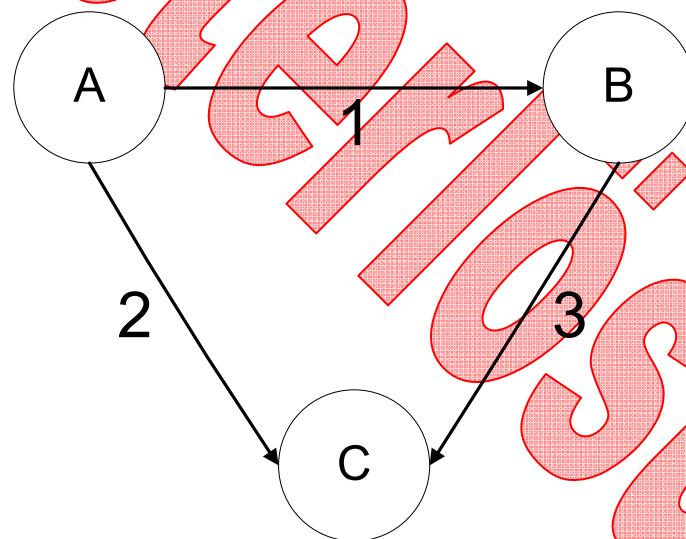
$$\Rightarrow HD_{\min} = 7$$

- E) Welche Anzahl an zusätzlichen Bits wird benötigt, um ein Daten-Byte zu sichern, wenn maximal 3 Fehler auftreten können?

Mit Lösung von Teilaufgabe D) und dem Diagramm aus dem Formelblatt folgt:

Anzahl zusätzlich benötigter Bits: 10

- F) Gegeben sei der folgende Graph:



Geben Sie jeweils eine Möglichkeit für die nachfolgenden Klassen von Kantenfolgen an, basierend auf dem obigen Graphen.

- 1) offene Kantenprogression: 1; 2; 3; 1-3
- 2) Wegprogression: siehe 1)
- 3) Weg: {3,1}
- 4) geschlossene Kantenprogression: es existiert keine Kantenfolge, da $g^1 = g^{n+1}$
- 5) Zyklusprogression: es existiert keine Kantenfolge, da $g^1 = g^{n+1}$
- 6) Zyklus: es existiert keine Kantenfolge, da $g^1 = g^{n+1}$



Aufgabe 1.2 Boolesche Algebra

- A) Folgender Ausdruck soll mittels des Booleschen Entwicklungssatzes in der Reihenfolge a, b, c, d entwickelt werden:

$$f(a, b, c, d) = a + \bar{b}d + \bar{c}d + bcd$$

$$f_a = 1$$

$$f_{\bar{a}} = \bar{b}d + \bar{c}d + bcd$$

$$f_{\bar{a}b} = \bar{c}d + cd$$

$$f_{\bar{a}\bar{b}} = d$$

$$f_{\bar{a}bc} = \bar{d}$$

$$f_{\bar{a}b\bar{c}} = d$$

$$f_{\bar{a}bcd} = 0$$

$$f_{\bar{a}bc\bar{d}} = 1$$

$$f_{\bar{a}b\bar{c}d} = 1$$

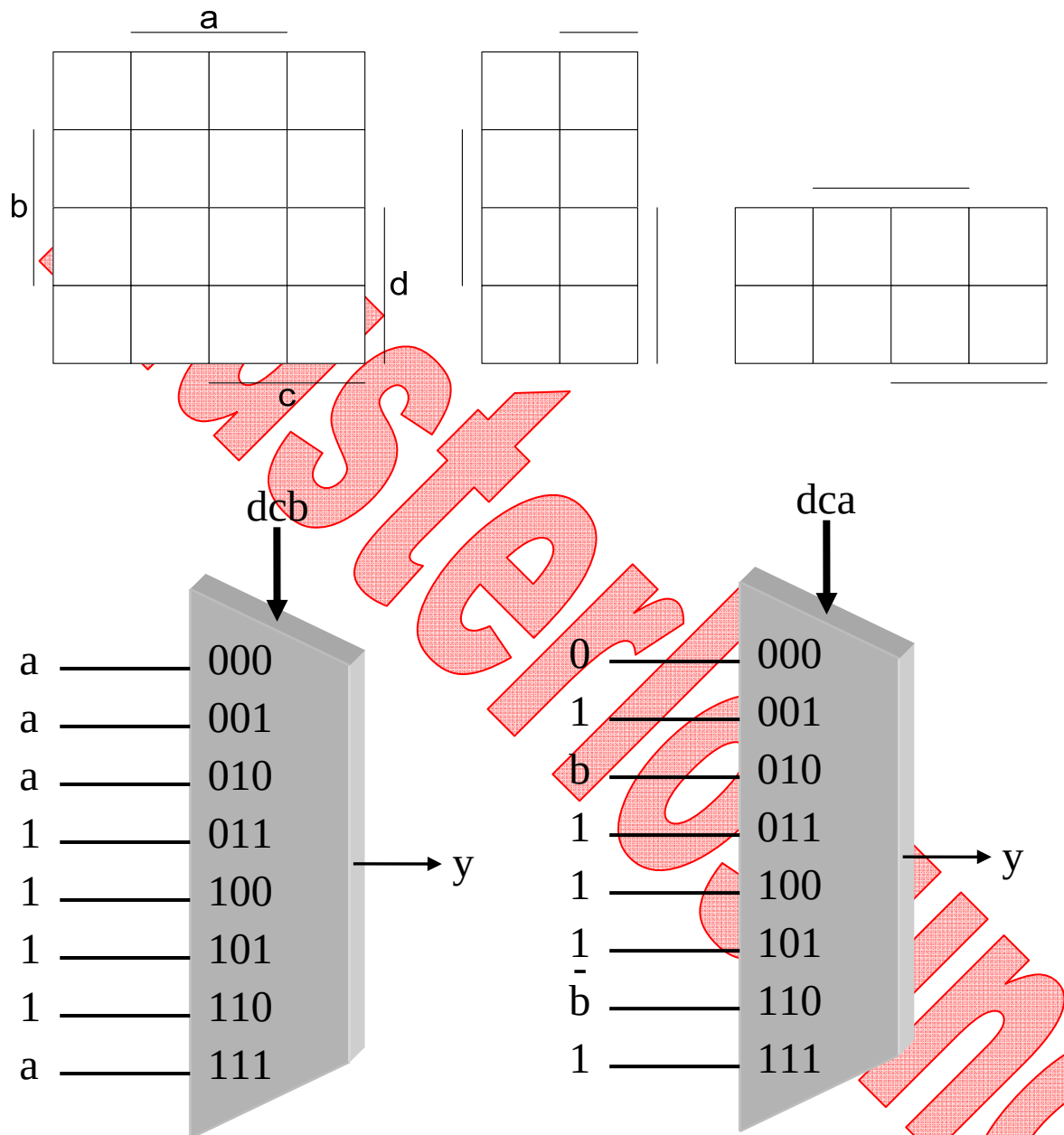
$$f_{\bar{a}b\bar{c}\bar{d}} = 0$$

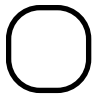
$$f_{\bar{a}bd} = 1$$

$$f_{\bar{a}b\bar{d}} = 0$$

$$f(a, b, c, d) = a \cdot 1 + \bar{a}(b \cdot (c \cdot (d \cdot 0 + \bar{d} \cdot 1) + \bar{c} \cdot (d \cdot 1 + \bar{d} \cdot 0)) + \bar{b} \cdot (d \cdot 1 + \bar{d} \cdot 0))$$

- B) Realisieren Sie die Schaltfunktion aus Teilaufgabe A) mit Hilfe eines einzigen 8:1 Multiplexers, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme der nachfolgenden Symmetriediagramme.





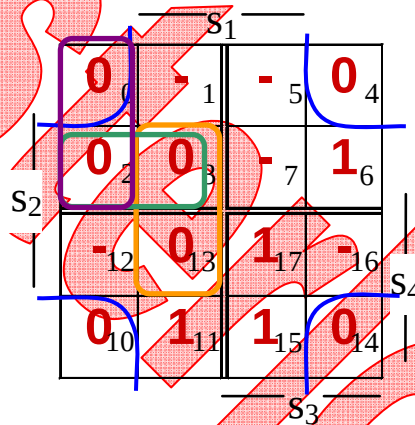
Aufgabe 2 Minimierung

Für eine unvollständig definierte Schaltfunktion G sei die Menge der Einsstellen (E) und die Menge der Freistellen (F) in **dezimaler** Indizierung wie folgt gegeben. Mit Hilfe des Nelson-Verfahrens sollen nun alle Primimplikanten der Funktion ermittelt werden.

$$E = \{6, 9, 13, 15\}$$

$$F = \{1, 5, 7, 10, 14\}$$

- A) Tragen Sie hierzu zunächst die Eins-, Null- und Freistellen in folgendes Symmetriediagramm



- B) Bilden Sie die Nullblocküberdeckung $\tau_0(s_1, s_2, s_3, s_4)$ der Funktion G . (Freistellen werden hierzu nicht genutzt)

$$\tau_0(s_1, s_2, s_3, s_4) = \{(0, 0, -, -), (-, 1, 0, 0), (1, 1, 0, -), (0, -, 0, 0)\}$$

- C) Bilden Sie nun die Einsvervollständigung g^E :

$$f_E = (s_1 + s_2) \cdot (\overline{s_2} + s_3 + s_4) \cdot (\overline{s_1} + \overline{s_2} + s_3) \cdot (s_1 + s_3 + s_4)$$

- D) Distribuieren Sie nun schrittweise den in Teil C) gefundenen Ausdruck aus. Formen Sie dabei geeignet um und streichen Sie alle redundanten Terme bzw. Termanteile. Geben Sie anschließend alle gefundenen Primimplikanten an. Verwendete Umformungsregeln müssen nicht angegeben werden.

$$\begin{aligned}
 f_E &= (s_1 + s_2) \cdot (\overline{s_2} + s_3 + s_4) \cdot (\overline{s_1} + \overline{s_2} + s_3) \cdot (s_1 + s_3 + s_4) \\
 &= (\overline{s_1} s_2 + \overline{s_2} s_2 + s_1 s_3 + s_2 s_3 + s_1 s_4 + s_2 s_4) \cdot (\overline{s_1} + \overline{s_2} + s_3) \cdot (s_1 + s_3 + s_4) \\
 &= (\overline{s_1} s_2 + s_1 s_3 + s_2 s_3 + s_1 s_4 + s_2 s_4) \cdot (\overline{s_1} + \overline{s_2} + s_3) \cdot (s_1 + s_3 + s_4) \\
 &= (\overline{s_1} s_1 s_2 + \overline{s_1} s_1 s_3 + \overline{s_1} s_2 s_3 + \overline{s_1} s_1 s_4 + \overline{s_1} s_2 s_4 \\
 &\quad + s_1 s_2 s_2 + s_1 s_2 s_3 + s_1 s_3 s_3 + s_1 s_2 s_4 + s_1 s_3 s_4 \\
 &\quad + s_1 s_2 s_3 + s_1 s_3 s_2 + s_2 s_3 s_3 + s_1 s_3 s_4 + s_2 s_3 s_4) \cdot (s_1 + s_3 + s_4) \\
 &= (\overline{s_1} s_2 s_3 + s_1 s_2 s_4 + s_1 s_2 + s_1 s_3 s_3 + s_1 s_3 s_4 + s_1 s_3 s_2 \\
 &\quad + s_1 s_3 + s_2 s_3 + s_1 s_3 s_4 + s_2 s_3 s_4) \cdot (s_1 + s_3 + s_4) \\
 &= (\overline{s_1} s_2 s_4 + s_1 s_2 + s_1 s_3 + s_2 s_3) \cdot (s_1 + s_3 + s_4) \\
 &= \overline{s_1} s_1 s_2 s_4 + \overline{s_1} s_1 s_2 + \overline{s_1} s_1 s_3 + s_1 s_2 s_3 + s_1 s_2 s_3 s_4 + s_1 s_2 s_3 + s_1 s_3 s_3 + s_2 s_3 s_3 \\
 &\quad + s_1 s_2 s_4 s_4 + s_1 s_2 s_4 + s_1 s_3 s_4 + s_2 s_3 s_4 \\
 &= \overline{s_1} s_1 s_2 + s_1 s_3 + s_1 s_2 s_3 + s_1 s_2 s_3 s_4 + s_1 s_2 s_3 + s_1 s_3 + s_2 s_3 \\
 &\quad + s_1 s_2 s_4 + s_1 s_2 s_4 + s_1 s_3 s_4 + s_2 s_3 s_4 \\
 &= \overline{s_1} s_1 s_2 + s_1 s_3 + s_2 s_3 + s_1 s_2 s_4
 \end{aligned}$$



Aufgabe 2.1 Verfahren nach Petrick

Gegeben sei folgendes Symmetriediagramm der Schaltfunktion G :

a			
1 ₀	1 ₁	1 ₅	0 ₄
0 ₂	1 ₃	1 ₇	1 ₆
1 ₁₂	1 ₁₃	0 ₁₇	1 ₁₆
1 ₁₀	0 ₁₁	0 ₁₅	0 ₁₄
c			

b

d

- A) Das Nelson-Verfahren lieferte dabei die in der Tabelle 1 bereits eingetragenen Primterme. Vervollständigen Sie nun die folgende Überdeckungstabelle. Bilden Sie die Kostenfunktionswerte für die Primterme, indem Sie die Variablen a mit „1,5“, b mit „2“ und die Variablen c mit „3“ und d mit „1,5“ bewerten.

Präsenzvariable		Einsstellen (oktale Indizes)										Kosten
		0	1	3	5	6	7	10	12	13	16	
p ₁	$a\bar{d}$		x	x	x		x					3
p ₂	bcd					x	x					6,5
p ₃	$\bar{b}\bar{c}\bar{d}$	x	x									6,5
p ₄	$\bar{a}bc$					x					x	6,5
p ₅	$\bar{a}bd$								x		x	5
p ₆	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}$	x					x					6,5
p ₇	$b\bar{c}d$								x	x		6,5
p ₈	$ab\bar{c}$			x						x		6,5
p ₉	$\bar{a}\bar{c}d$							x	x			6

Tabelle 1

- B) Ermitteln Sie nun die Kernimplikanten aus Tabelle 1 und nutzen Sie die Zeilendominanzen aus. Markieren Sie die Kernimplikanten durch einen Kreis.

Streichen Sie alle Zeilen, die von den ermittelten Kernimplikanten bereits vollständig überdeckt werden.

- C) Tragen Sie das im Aufgabenteil B) ermittelte Zwischenergebnis als Resttabelle in die Tabelle 2 ein (ordnen Sie dabei die verbleibenden oktalen Indizes wiederum aufsteigend an):

Präsenzvariable		Einsstellen (oktale Indizes)								Kosten
		0	6	10	12	13	16			
p_4	$\bar{a}bc$		*				*			6,5
p_5	$\bar{a}bd$				*		*			5
p_6	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}$	*		*						6,5
p_7	$b\bar{c}d$				*	*				6,5
p_9	$\bar{a}cd$		*	*						6

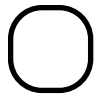
Tabelle 2

- D) Nutzen Sie nun die Spaltendominanzen, um redundante Spalten zu streichen und somit eine kostenminimale Realisierung der Schaltfunktion G zu erhalten. Welche Kosten entstehen bei der von Ihnen ermittelten Realisierung? Geben Sie die somit benötigten Präsenzvariablen p_n und die zugehörige DMF an.

benötigte Präsenzvariablen: p_1, p_4, p_6, p_7

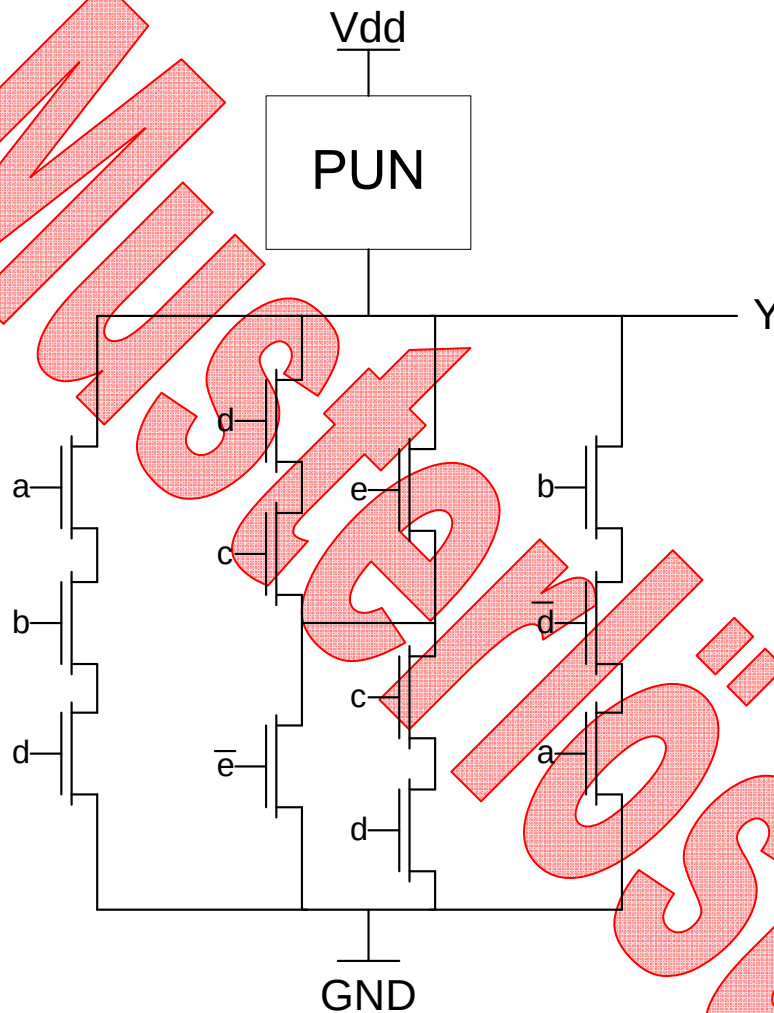
Kosten der Realisierung: $3 + 6,5 + 6,5 + 6,5 = 22,5$

zugehörige DMF: $(\bar{a}d + \bar{a}bc + \bar{a}\bar{b}\bar{c} + b\bar{c}d)$



Aufgabe 3 CMOS-Schaltnetze

Gegeben sei das Pull-Down-Netz des folgenden CMOS-Schaltkreises:



A) Geben Sie für die vorliegende Schaltung die Pull-Down-Funktion G an.

$$G = abd \vee ab\bar{d} \vee [(e \vee cd)(\bar{e} \vee cd)]$$

- B) Überprüfen Sie, ob sich die Pull-Down-Funktion G vereinfachen lässt und geben Sie gegebenenfalls die optimierte Pull-Down-Funktion an.

$$G = abd \vee ab\bar{d} \vee [(e \vee cd)(\bar{e} \vee cd)]$$

$$= ab \vee cd$$

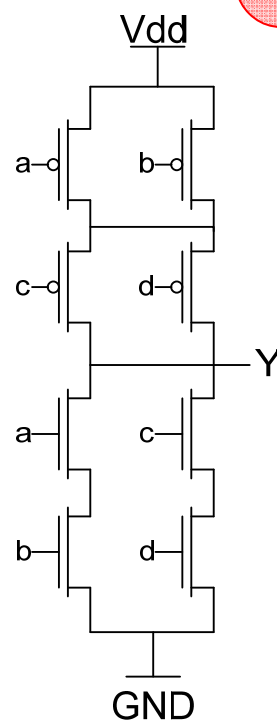
- C) Bestimmen Sie nun die Pull-Up-Funktion F , ausgehend von dem in Teilaufgabe B) ermittelten Ergebnis.

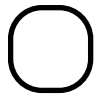
$$F = \bar{G}$$

$$= \overline{ab \vee cd}$$

$$= (\bar{a} \vee \bar{b})(\bar{c} \vee \bar{d})$$

- D) Zeichnen Sie nun den vollständigen CMOS-Schaltkreis. Verwenden Sie hierzu die Ergebnisse aus Teilaufgabe B) und C).





Aufgabe 4 Zahlensysteme

- A) Vervollständigen Sie die Tabelle 1, indem Sie die offenen Felder durch Konvertierung ergänzen.

Dezimal	Binär	Oktal	Hexadezimal
301 _D	100101101 _B	455 _O	12D _H
846 _D	1101001110 _B	1516 _O	34E _H
725 _D	1011010101 _B	1325 _O	2D5 _H
4095 _D	111111111111 _B	7777 _O	FFF _H

Tabelle 3

- B) Wandeln Sie die im IEEE 754-Gleitkommaformat gegebene Hexadezimalzahl BEE00000_H in eine Dezimalzahl um. Geben Sie alle Rechenschritte an.

Lösung: $(-1)^s \times (\text{Mantisse}) \times 2^E$

Die Binärzahl lautet: 1011111011100000000000000000000

Exponent: 01111101_B $\Rightarrow 125_{10} - 127_{10} = -2_{10}$

Mantisse : 110000000000000000000000_B $\Rightarrow 1.110000000000000000000000_{10} = 1.75_{10}$

Vorzeichen : $s = 1$

Ergebnis : $-1 \times 1.75 \times 2^{-2} = -0.4375_{10}$

- C) Addieren Sie die im Dezimalsystem gegebenen Zahlen 9876_D und 2945_D im BCD Code. Stellen Sie ihren Lösungsweg – inklusive eventuell notwendiger Korrekturschritte - ausführlich dar.

BCD Code					Dezimalsystem
1001	1000	0111	0110		9876
0010	1001	0100	0101		+2945
Korrektur wegen:	Ps.	Üb.	Ps.	Ps.	
1100	0001	1011	1011		
0110	0110	0110	0110		
1 0010	1000	0010	0001		12821

- D) Subtrahieren Sie die im Dezimalsystem gegebene Zahl 129_D von 123_D . Führen Sie diese Rechnung im binären Zahlensystem durch! Stellen Sie ihren Lösungsweg – inklusive aller notwendigen Schritte – ausführlich dar. Geben Sie anschließend das Ergebnis im dezimalen Zahlensystem an.

$$123_D - 129_D:$$

$$123_D = 0111\ 1011_B; 129_D = 1000\ 0001_B$$

$$-129_D : \text{Zweierkomplementdarstellung} : 0111\ 1110_B + 1_B = 0111\ 1111_B$$

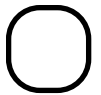
Addieren des Zweierkomplements von -129_D zu 123_D :

$$\begin{array}{r}
 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \\
 +\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\
 \hline
 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0 \\
 \hline
 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0
 \end{array}$$

Das Ergebnis ist negativ! Den Betrag des Ergebnisses erhält man durch bilden des Zweierkomplements des Ergebnisses

$$00000101_B + 1_B = 00000110_B$$

Das Endergebnis lautet somit -6_D .



Aufgabe 5 Optimale Codes

Für den Einsatz am ITIV soll ein gewöhnlicher Kaffeefollautomat derart modifiziert werden, dass ein Kaffeebezug zukünftig lediglich über die FriCard erfolgen kann. Weiterhin wird beabsichtigt, eine personenbezogene Abrechnung des Kaffeeverbrauchs einzuführen. Um ein Abschätzung der hierzu benötigten Hardware treffen zu können, wurde unter anderem eine empirische Ermittlung des Kaffeetassenaufkommens durchgeführt, welche in Tabelle 1 dargestellt ist.

Mitarbeiter	Kaffeetassenverbrauch pro Woche	Ermittelte Codierung
M_1		11110
M_2		011
M_3		00
M_4		1101
M_5		010
M_6		1110
M_7		1011
M_8		1100
M_9		100
M_10		1010
M_11		11111

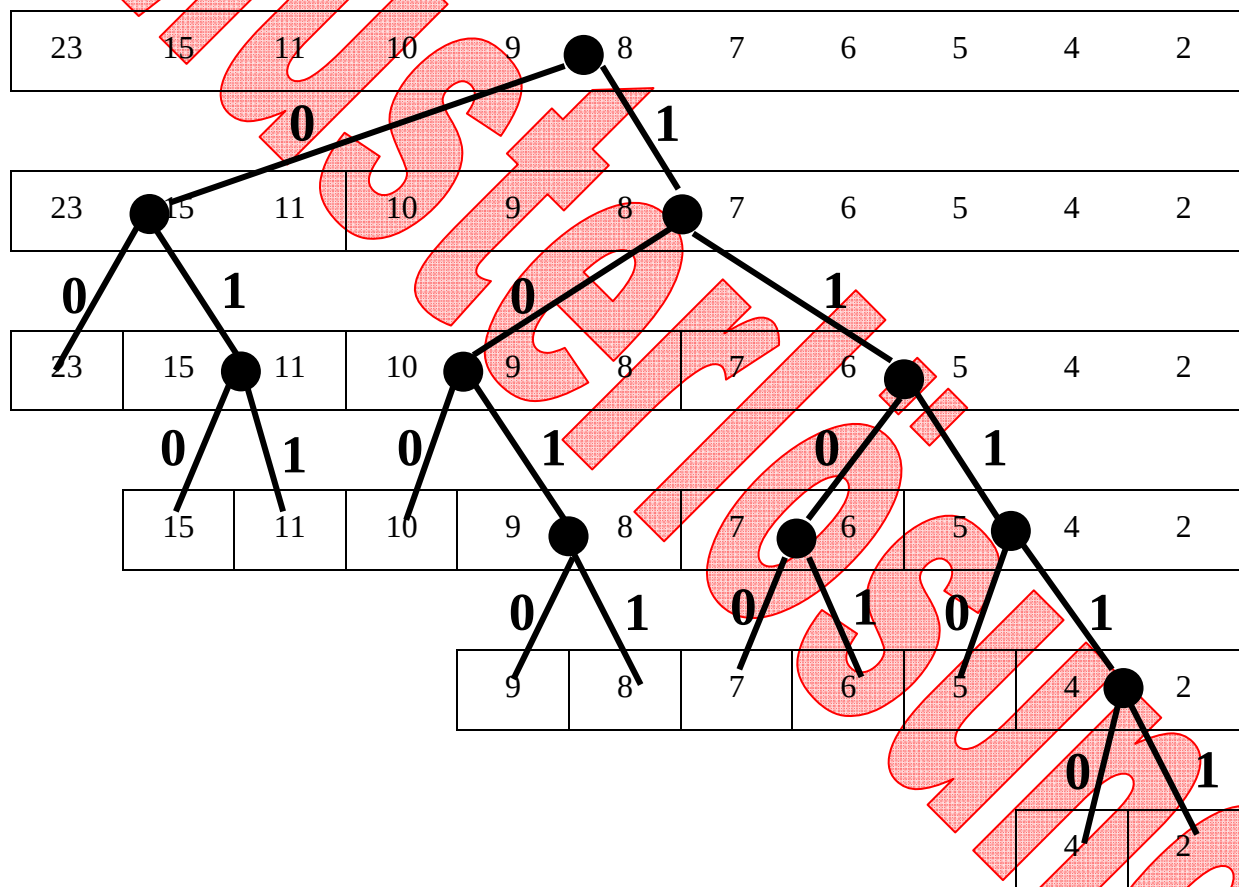
Tabelle 1

- A) Für die Steuerung und Kontrolle des Kaffeefollautomaten soll zukünftig ein Mikrokontroller eingesetzt werden, welcher über einen EEPROM Speicher von 256 Byte verfügt. Dieser Speicher soll ausschließlich zur Speicherung des Kaffeetassenaufkommens verwendet werden. Um den kleinen EEPROM-Speicher maximal effizient nutzen zu können, soll eine Shannon-FanØ Codierung zur Speicherung des Kaffeetassenverbrauchs verwendet werden.

Bestimmen Sie die hierfür notwendige Codierung und tragen Sie diese in Tabelle 1 ein.

Hinweise:

- Sortieren Sie die Liste der Auftrittshäufigkeiten abfallend von links nach rechts. Falls Ereignisse dieselbe Auftrittshäufigkeit haben, sortieren Sie diese in alphabetischer Reihenfolge von links nach rechts.
- Weisen Sie den linken Ästen des entstehenden Baumes die „0“ zu, den rechten Ästen die „1“.



- B) Geben Sie die Formel zur Berechnung der mittleren Codewortlänge für die Codierung an. Berechnen Sie anschließend diesen Wert.

$$\bar{m} = \sum_{i=1}^N p(x_i) \cdot m(x_i)$$

$$= (4 \cdot 5 + 11 \cdot 3 + 23 \cdot 2 + 6 \cdot 4 + 15 \cdot 3 + 5 \cdot 4 + 8 \cdot 4 + 7 \cdot 4 + 10 \cdot 3 + 9 \cdot 4 + 2 \cdot 5) / 100$$

$$= 324 / 100$$

$$= 3,24$$

- C) Anhand welcher Quelleneigenschaft kann die Effizienz der gefundenen Shannon-Fano-Codierung beurteilt werden? Geben Sie deren Namen sowie deren formale Beschreibung an.

Die Entropie einer Quelle gibt das theoretische Maximum einer Komprimierung an und kann somit zur Beurteilung der Kodiereffizienz der gefundenen Shannon-Fano-Codierung verwendet werden.

$$H = \sum_{i=1}^N p(i) \cdot \log_2 \frac{1}{p(i)}$$

- D) Welche Anzahl an Kaffeetassenbezügen kann im Mittel im Speicher abgelegt werden, bevor dieser voll ist und ausgelesen werden muss?

$$\text{Mittlere Anzahl an Kaffeetassenbezügen} = 256 \text{ Byte} / \bar{m}$$

$$256 \cdot 8 \text{ Bit} / (324 / 100) \text{ Bit}$$

$$= 256 \cdot 100 / (324 / 8)$$

$$= 256 \cdot 100 / 40,5 = 632,09$$

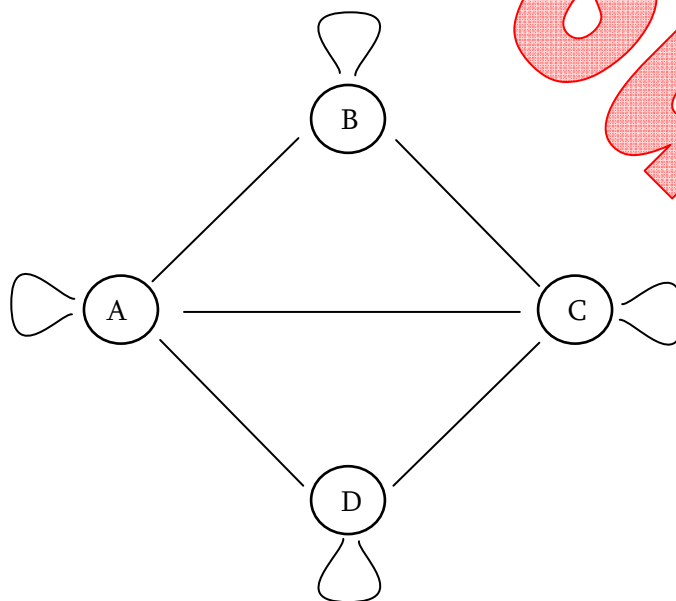
Aufgabe 6 Mengen & Relationen

Aufgabe 6.1 Relationen

A) Geben Sie für die nachstehenden Aussagen an, ob sie wahr oder falsch sind. Die Nichtbeantwortung wird als fehlerhafte Antwort gewertet.

Aussage	Wahr	Falsch
Die Gleichheitsrelation „ $=$ “ ist eine Ordnungsrelation	☒	☐
Die Gleichheitsrelation „ $=$ “ ist eine Äquivalenzrelation	☒	☐
Die Gleichheitsrelation „ $=$ “ ist eine Verträglichkeitsrelation	☐	☒
Jeder endliche Graph hat eine geometrische Realisierung im dreidimensionalen reellen Raum	☒	☐
Zwei Mengen sind genau dann disjunkt, wenn ihr Schnitt die leere Menge ist	☒	☐

B) Gegeben sei folgender Graph:



Welche Eigenschaften erfüllt der gezeichnete Graph? Nennen Sie drei Eigenschaften, Beispiel: Der gezeichnete Graph ist ungerichtet.

zusammenhängend, einfach, endlich, (nicht vollständig)

- C) Nun interpretieren wir den obigen Graphen als Darstellung einer Relation. Welche der in der Vorlesung eingeführten Eigenschaften hat die dargestellte Relation? Bitte begründen Sie ihre Angaben. Kennen Sie eine Bezeichnung für eine Relation mit diesen Eigenschaften?

Reflexiv (an jedem Knoten eine Schleife)

Symmetrisch (weil ungerichtet)

Nicht transitiv (keine Kante zwischen B und D)

⇒ Verträglichkeitsrelation

Aufgabe 6.2 Mengen



- A) Gegeben sind die folgenden Mengen.

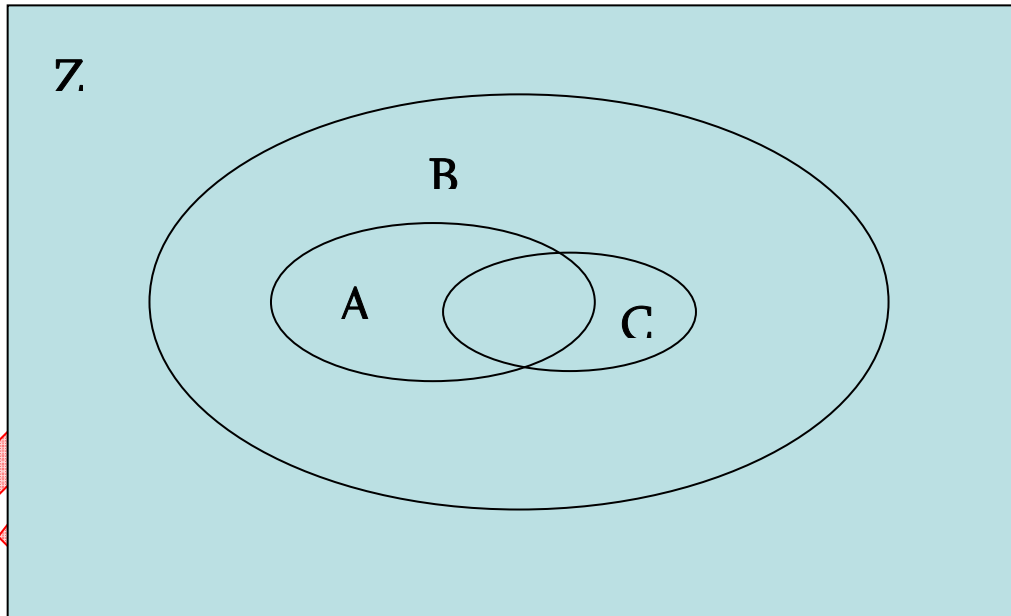
$$A = \{1, 3, 5, 7, 9\}$$

$$B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0\}$$

$$C = \{2, 3, 4, 5\}$$

Z = Menge der ganzen Zahlen

Veranschaulichen Sie die vier genannten Mengen in einem Venn-Diagramm.



B) Bestimmen Sie folgende Mengen und Größen:

$$P(A \cap C) =$$

$$|A \times B \times C| =$$

$$(A \cup B) \cap C_z(B) =$$

$$(A \cap C) \times C =$$

$$P(A \cap C) = \{ \{ \}, \{3\}, \{5\}, \{3,5\} \}$$

$$|A \times B \times C| = 200$$

$$(A \cup B) \cap C_z(B) = \{ \} \text{ oder } \emptyset$$

$$(A \cap C) \times C = \{ (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (5,2), (5,3), (5,4), (5,5) \}$$

Aufgabe 7 Automaten

Aufgabe 7.1 Zustandsdiagramm

Gegeben ist das folgende Ablaufdiagramm eines endlichen Automaten.

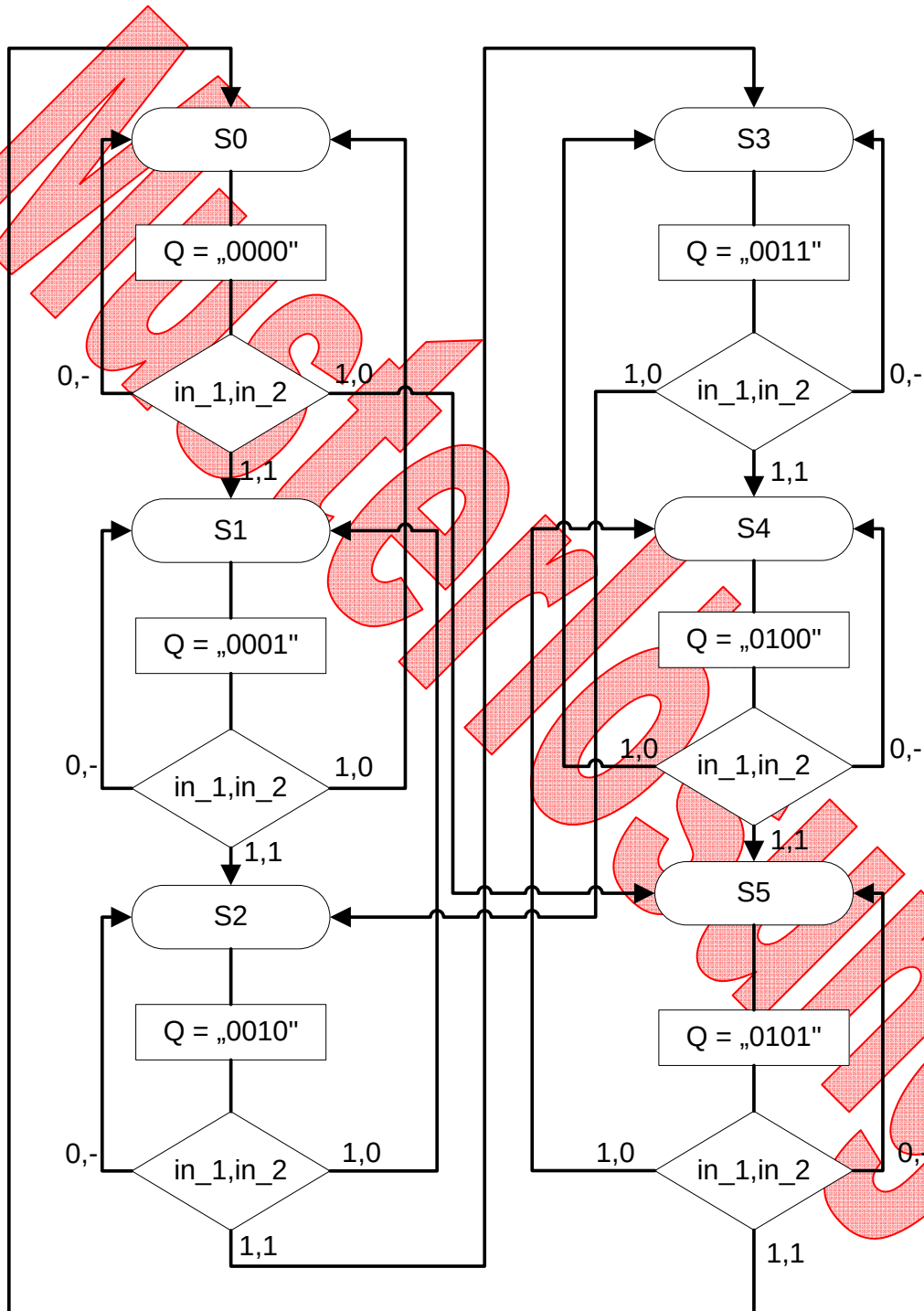


Abbildung 1

- A) Welchen Automatentyp repräsentiert das Ablaufdiagramm aus Abbildung 1? Begründen Sie Ihre Antwort.

Antwort: Es handelt sich um einen Moore-Automaten, da die Ausgabe nur vom Zustand abhängt. Es kann aber auch ein Medwedew-Automat sein, wenn man einen Binärzähler zugrunde legt und damit die Ausgabe als Repräsentation des Zustandes ansieht.

- B) Wie viele FlipFlops sind zur Realisierung eines Automaten mit 7 Zuständen mindestens nötig, wenn man entweder T-FlipFlops oder aber D-FlipFlops verwendet? Begründen Sie Ihre Antwort!

Antwort: Bei binärer Codierung werden 3 Flipflops benötigt, da $\lceil \lg 7 \rceil = 3$, unabhängig der verwendeten Flipflops!

- C) Welche Funktion haben die Eingangssignale in_1 bzw. in_2 in Abbildung 1?

in_1 ermöglicht den Wechsel in einen Folgezustand, realisiert also das „Enable“-Signal
in_2 bestimmt, in welche Richtung gezählt wird. 1: aufwärts, 0: abwärts

- D) Welche Funktion realisiert der Automat aus Abbildung 1? Bitte begründen Sie Ihre Antwort!

Der Automat realisiert einen auf/abwärts Binärzähler

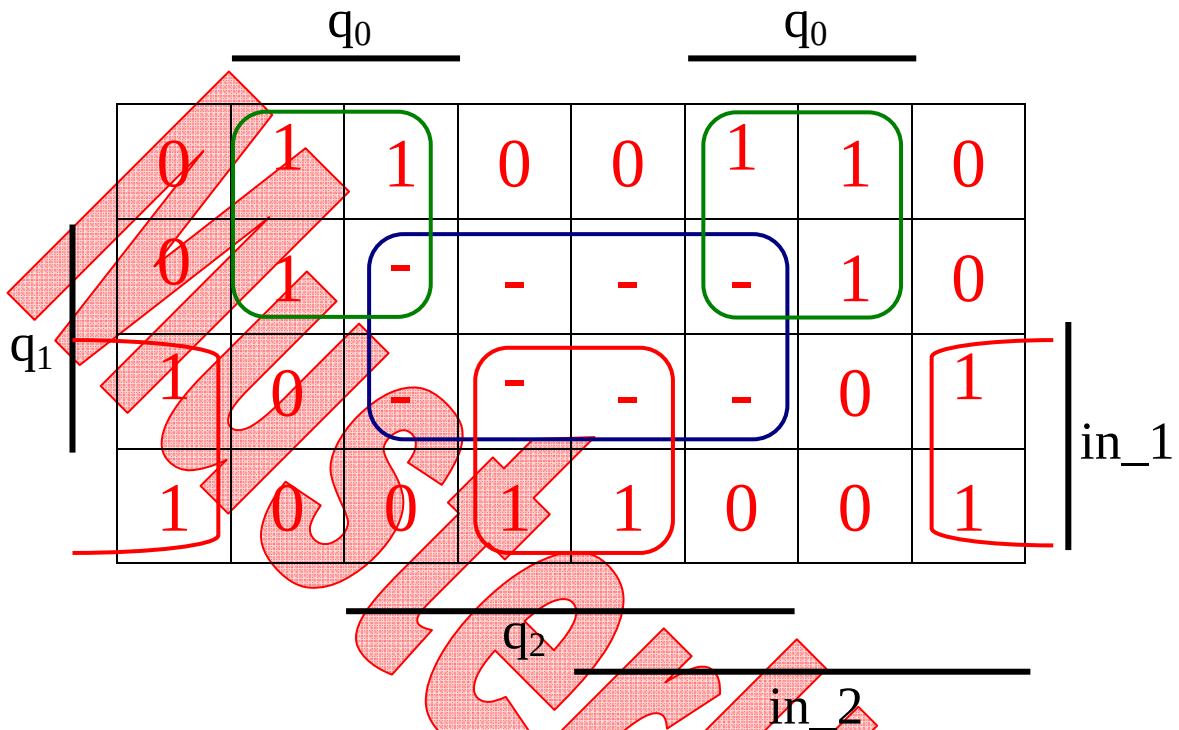


Aufgabe 7.2 Technische Realisierung eines Automaten

- A) Füllen Sie die Ansteuertabelle aus, indem Sie die Zustandsübergänge aus dem Ablaufdiagramm – Abbildung 1 - in die Tabelle übertragen. Bestimmen Sie anschließend die notwendigen Werte zur Ansteuerung der T-FlipFlops.

in 2	in 1	q ₂	q ₁	q ₀	q ₂ '	q ₁ '	q ₀ '	q ₂ T	q ₁ T	q ₀ D
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-
0	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-
0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-
0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-
1	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-

- B) Übertragen Sie die Ansteuerfunktion für das D-Flipflop in das nachfolgende Symmetrie-Diagramm.



- C) Bilden Sie nun basierend auf dem obigen Symmetrie-Diagramm die disjunktive Minimalform. Tragen Sie hierzu zunächst die jeweilige Blocküberdeckung in das Symmetrie-Diagramm ein. Verfügen Sie eventuell enthaltene Freistellen zu „1“!

$$D = q_1 \cdot q_2 \vee q_0 \cdot \overline{in_1} \vee \overline{q_0} \cdot in_1$$

- D) Lässt sich die in Teilaufgabe C) ermittelte disjunktive Minimalform noch weiter vereinfachen, vorausgesetzt dass eventuell enthaltene Freistellen nicht zu „1“ verfügt werden müssen? Geben Sie gegebenenfalls die Vereinfachung an.

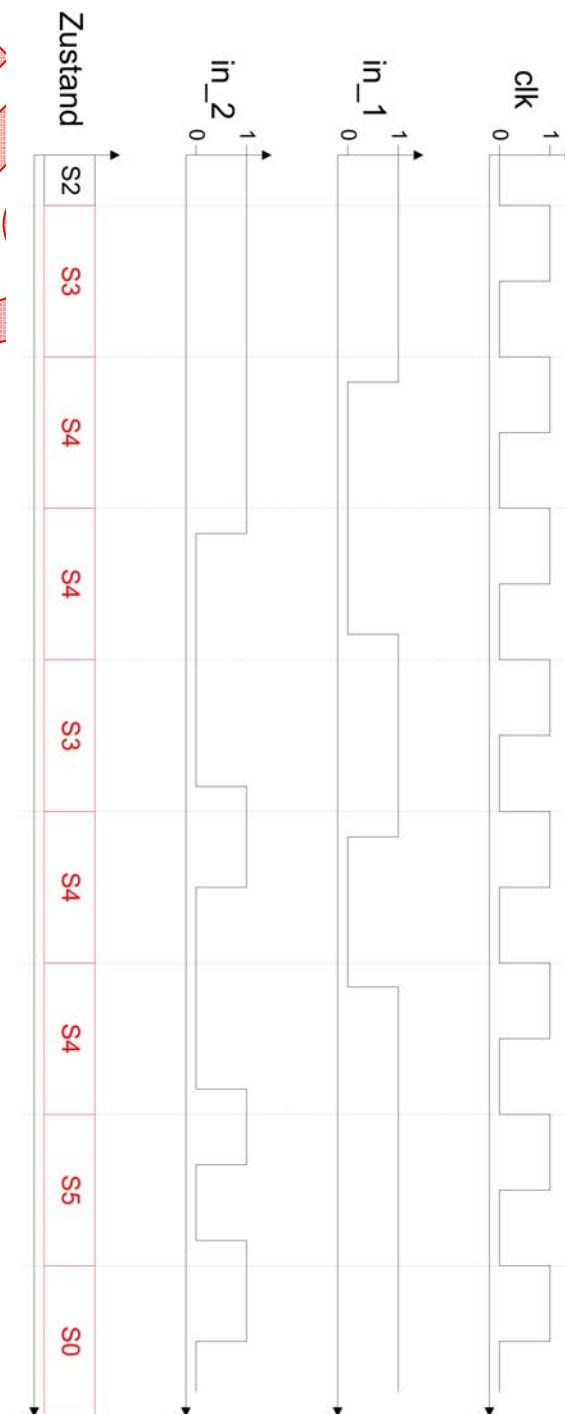
Ja, die disjunktive Minimalform lässt sich weiter vereinfachen, da der Minterm q_1q_2 lediglich Freistellen überdeckt. Die maximal minimierte Ansteuerfunktion für das D-FlipFlop lautet somit:

$$D = q_0 \cdot \overline{in_1} \vee \overline{q_0} \cdot in_1$$



Aufgabe 7.3 Analyse des Automaten

- A) Ein bereits in Hardware umgesetzter Automat, der dem Ablaufdiagramm aus Abbildung 1 entspricht, empfängt den unten gezeigten Eingangsdatenstrom. Bei den zur Realisierung verwendeten FlipFlops handelt es sich um Modelle mit positiver Flankensteuerung. Zeichnen Sie die sich ergebenden Zustände in das Diagramm ein. Gehen Sie von idealem Schaltverhalten aus, d.h. die Gatter weisen keine Verzögerungen auf.



Matrikelnummer:

Name:

Musterlösung

Matrikelnummer:

Name:

Zusätzliches Lösungsblatt 1:

Musterlösung

Matrikelnummer:

Name:

Zusätzliches Lösungsblatt 2:

Musterlösung