Lfd.-Nr.:	_______
Anm. gepr.:	_______

Klausur-Vorbereitung: Digitale Systeme SoSe 2018

Vorname :

Name :

Matrikelnummer :

Wichtige Hinweise:

- Mobiltelefone sind auszuschalten
- Deckblatt ausfüllen und unterschreiben
- Kopf aller abgegebenen Seiten mit Namen und Matrikelnummer versehen
- für die Lösungen sind die Aufgabenblätter inklusive Rückseite zu verwenden
- der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein
- für die Lösung darf weder Bleistift noch Rotstift verwendet werden
- Lösungskorrekturen sind eindeutig und dokumentenecht durchzuführen (kein TippEx)
- Betrugsversuche werden mit einem Nichtbestehen der Klausur geahndet
- Ihr Klausur-Ergebnis wird über das ISIS-System veröffentlicht.

Hiermit erkläre ich, dass alle personenbezogenen Angaben richtig sind, ich die Hinweise gelesen und verstanden habe und ich mich gesundheitlich in der Lage fühle an der Klausur teilzunehmen.

____

Unterschrift

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	$\sum$
max. Punkte	11	8	7	6	6	9	47
erreichte Punkte							
Korrektor							

Aufgabe 1 (11 Punkte)

(a) Führen Sie folgende Rechnung im Binärsystem schriftlich durch. Geben Sie die Bedingungsbits c und v an. Bei welcher Zahlendarstellung tritt eine Bereichsüberschreitung auf?

$$\begin{array}{rcccccccc} & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1_2 \\ + & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0_2 \\ \hline = & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

V=0 (Vorzeichen positiv)

Interpretation:
Vorzeichenlose Zahl
C=1 -> Bereichsüberschreitung
2k Zahl -> keine Bereichsüberschreitung

(b) Geben Sie den Wertebereich einer 10-Bit-Zahl an, wenn sie einmal als vorzeichenlose Dualzahl und einmal als vorzeichenbehaftet 2K-Zahl interpretiert wird.

$[0; 2^{10}-1]$: 0 ; 1023 als vorzeichenlose Dualzahl

$[-2^9 \; ; 2^9-1]$: −512 ; 511 als vorzeichenbehaftete 2K Zahl

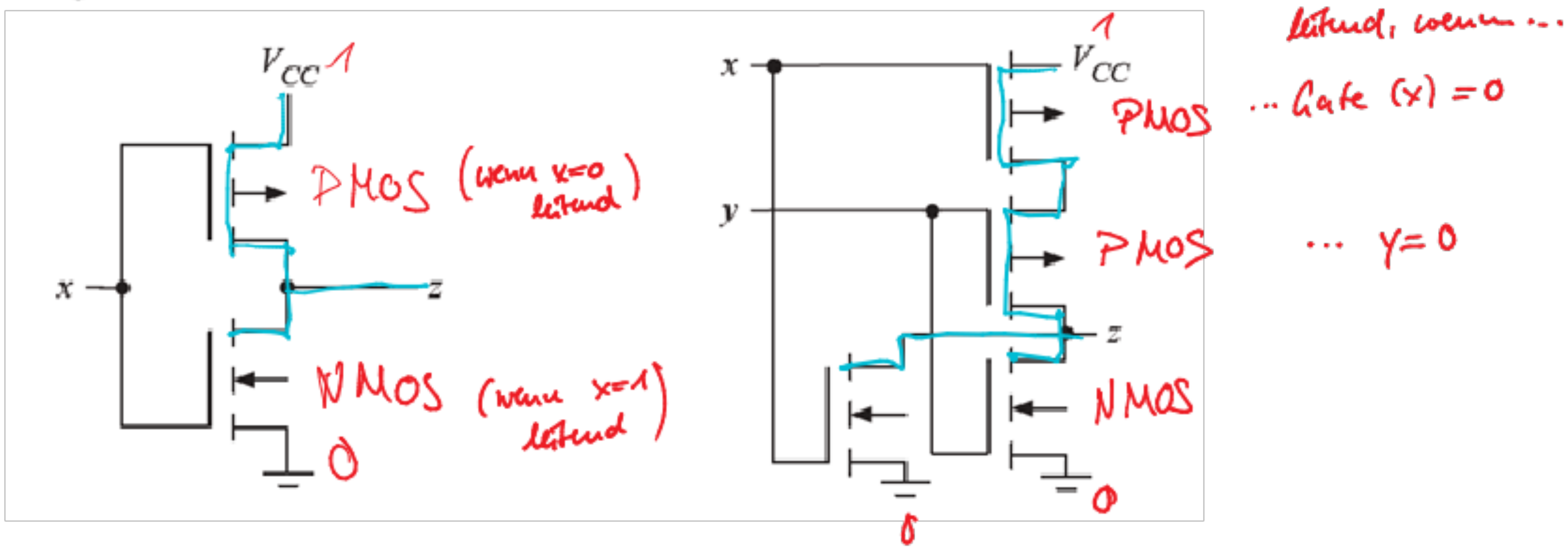
(c) Welche Funktionsdarstellung erhält man, wenn man alle Minterme aus einem KV-Diagramm ausliest und miteinander verbindet?

Min-Terme -> 1en -> DNF Disjunktive Normalform

(d) Wie lautet die minimale DNF von $f(a, b) = a \to b$?

$a \to b = \bar{a} + b$

(e) Welche ein- bzw. zweistelligen Grundoperationen werden durch die nachfolgenden Schaltungen realisiert ?



NOT

NOR

(f) Wie breit ist der Adressbus eines 16 KiByte großen ROM-Speichers?

Hinweis: Jedes Byte kann separat addressiert werden.

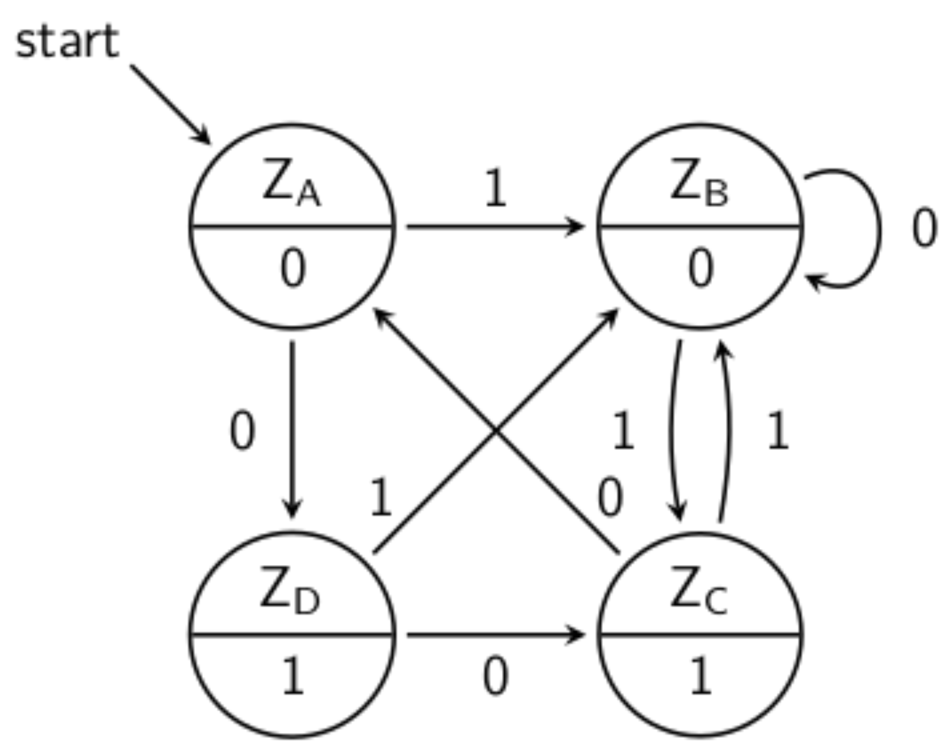
Bsp.:
Speicher: 8 bit
1111 1111
7654 3210
$8 = 2^3$
111 -> 3 Bits um jeden Bit zu adressieren

$1 \text{ KiByte} = 1024 \text{ Byte} = 2^{10} \text{ Byte}$

$16 \cdot 2^{10} = 2^4 \cdot 2^{10} = 2^{14}$

-> Man braucht 14 Bits um jedes Byte adressieren zu können

(g) Gegeben ist folgendes Zustandsübergangsdiagramm:



Um welchen Automaten-Typ handelt sich sich? Begründen Sie Ihre Antwort.

Moore Automat: da Ausgabe ausschließlich von aktuellem Zustand abhängt.

(h) Aus welchen zwei Komponenten besteht im Allgemeinen ein Schaltwerk?

Schaltnetz (Gatter, Eingangssignal ...) und Speicher (z.B. FlipFlop, Latches)

(i) Eine Shift-Operation um zwei Stellen nach Rechts im Dualen entspricht welcher arithmetischen Rechenoperation im Dezimalen?

12 1100 -> 3 0011

8 1000 -> 2 0010

Division durch 4

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Gegeben ist die folgende Funktion $f(a,b,c,d)$:

$$f(a,b,c,d) = (a \oplus b \cdot \bar{c}) + \left(a \cdot \bar{b} + c \cdot d\right) \cdot \left(\overline{\bar{a} + \bar{d}} + \bar{a} \cdot \bar{c}\right)$$

Formen Sie die Funktion **algebraisch** in eine minimale Disjunktive Normalform um.

Hinweis: Die Gesetze können, müssen aber nicht benannt werden.

$$f(a,b,c,d) = (a \oplus b \cdot \bar{c}) + \left(a \cdot \bar{b} + c \cdot d\right) \cdot \left(\overline{\bar{a} + \bar{d}} + \bar{a} \cdot \bar{c}\right)$$

$$\underbrace{(a \oplus b \cdot \bar{c})}_{\bar{a}\cdot b\cdot\bar{c} + a\cdot\overline{b\cdot\bar{c}}} + \left(a \cdot \bar{b} + c \cdot d\right) \cdot \left(\overline{\bar{a} + \bar{d}} + \bar{a} \cdot \bar{c}\right) \qquad (\textit{DNF von} \oplus)$$

$$(\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \underbrace{\overline{b \cdot \bar{c}}}_{\bar{b} + \bar{\bar{c}}}) + \left(a \cdot \bar{b} + c \cdot d\right) \cdot (\underbrace{\overline{\bar{a} + \bar{d}}}_{\bar{\bar{a}} \cdot \bar{\bar{d}}} + \bar{a} \cdot \bar{c}) \qquad (\textit{De Morgan})$$

$$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot (\underbrace{\bar{b} + \bar{\bar{c}}}_{\bar{b} + c}) + \left(a \cdot \bar{b} + c \cdot d\right) \cdot (\underbrace{\bar{\bar{a}} \cdot \bar{\bar{d}}}_{a \cdot d} + \bar{a} \cdot \bar{c}) \qquad (\textit{Neg. der Neg.})$$

$$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + \underbrace{a \cdot (\bar{b} + c)}_{a\cdot\bar{b} + a\cdot c} + \underbrace{\left(a \cdot \bar{b} + c \cdot d\right) \cdot (a \cdot d + \bar{a} \cdot \bar{c})}_{a\cdot\bar{b}\cdot a\cdot d + a\cdot\bar{b}\cdot\bar{a}\cdot\bar{c} + c\cdot d\cdot a\cdot d + c\cdot d\cdot\bar{a}\cdot\bar{c}} \qquad (\textit{Distributivg.})$$

$$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} + a \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot a \cdot d + \underbrace{a \cdot \bar{b} \cdot \bar{a} \cdot \bar{c}}_{0} + c \cdot d \cdot a \cdot d + \underbrace{c \cdot d \cdot \bar{a} \cdot \bar{c}}_{0} \qquad (\textit{Komplementg.})$$

$$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} + a \cdot c + \underbrace{a \cdot \bar{b} \cdot a \cdot d}_{a\cdot\bar{b}\cdot d} + 0 + \underbrace{c \cdot d \cdot a \cdot d}_{a\cdot c\cdot d} + 0 \qquad (\textit{Idempotenzsg.} + \textit{Kommutativg.})$$

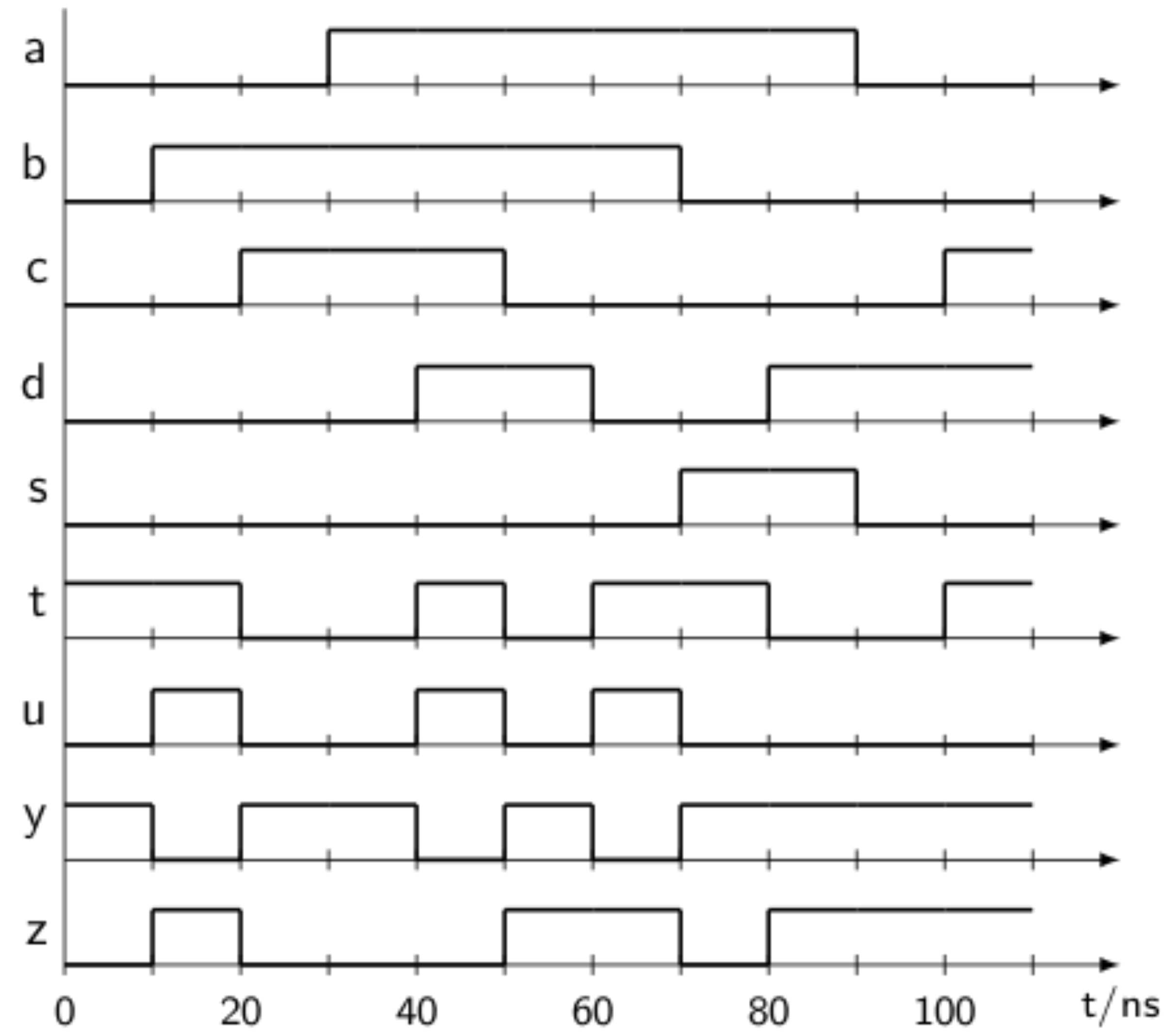
$$\underbrace{\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} + a \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot d + 0 + a \cdot c \cdot d + 0}_{\bar{a}\cdot b\cdot\bar{c} + a\cdot\bar{b} + a\cdot\bar{b}\cdot d + a\cdot c + a\cdot c\cdot d} \qquad (0 - 1 - \textit{Gesetz} + \textit{Kommutativg.})$$

$$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + \underbrace{a \cdot \bar{b} + a \cdot \bar{b} \cdot d}_{a\cdot\bar{b}} + \underbrace{a \cdot c + a \cdot c \cdot d}_{a\cdot c} \qquad (\textit{Absorptionsg.})$$

$$\bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} + a \cdot c$$

Aufgabe 3 (7 Punkte)

Gegeben sind folgende Signalverläufe:



(a) Füllen Sie die folgenden Wertetabellen entsprechend der Signalverläufe aus. Geben Sie die Funktionsgleichungen von s, t, u, y und z an.

Hinweis: Nicht auftretende Signalkombinationen sind in der Tabelle mit Don't-Care zu belegen. Alle Funktionen sind **zweistellige** Grundoperationen mit den in den Tabellen dargestellten Eingangsabhängigkeiten. Sie müssen die Don't-Cares so belegen, so dass eine Grundoperation entsteht.

$\bar{a}$	b	s
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$s = \overline{\bar{a}+b}$

c	d	t
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$t = c \equiv d$ (Äquivalenz)

b	t	u
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$u = b \cdot t$

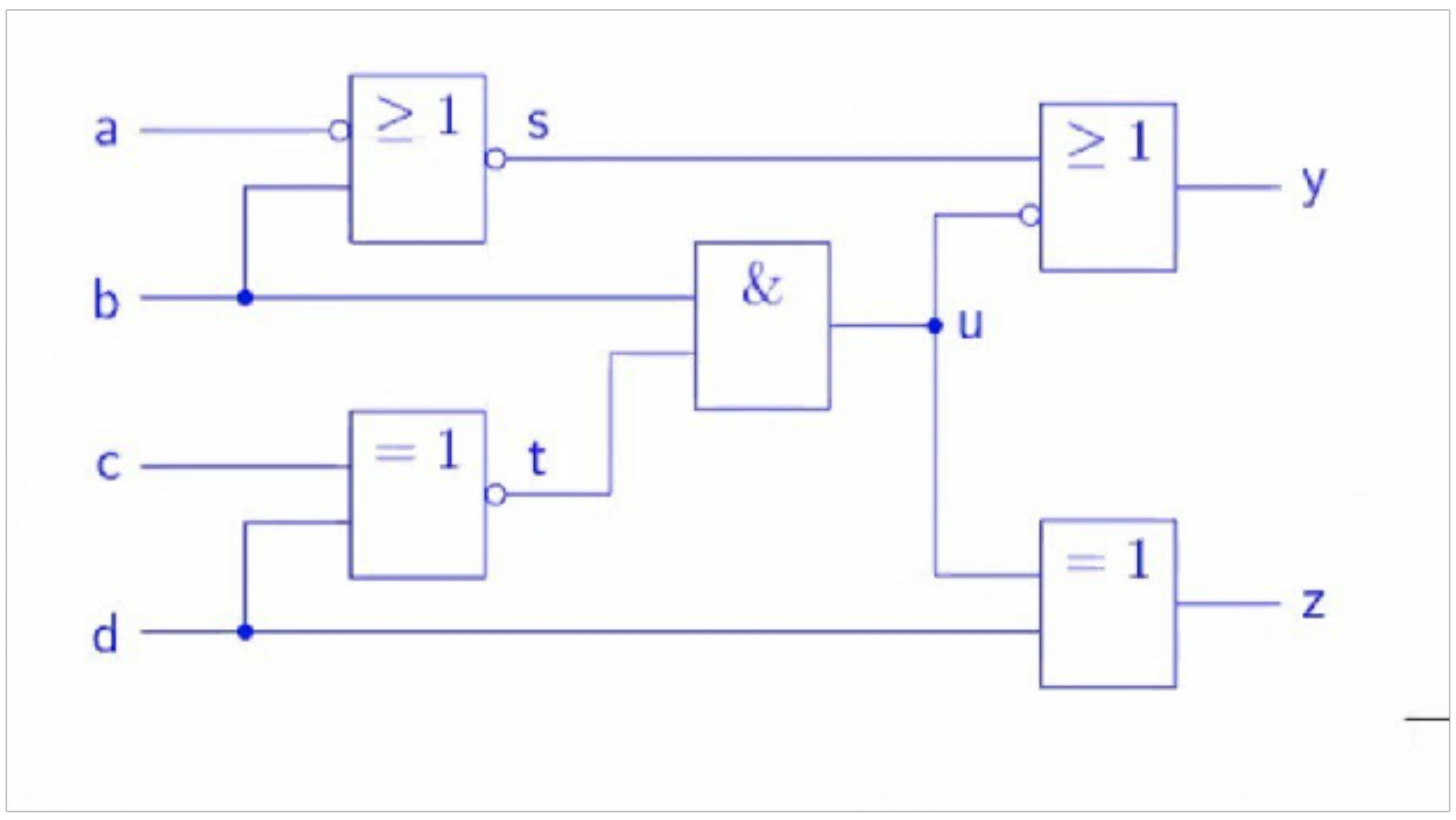
s	$\bar{u}$	y
0	0	0
0	1	1
1	0	–
1	1	1

$y = \bar{u} + s$

d	u	z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$z = d \oplus u$

(b) Erstellen Sie auf der Grundlage Ihrer Ergebnisse ein Schaltnetz. Kennzeichnen Sie die Eingangssignale (a, b, c und d), die Zwischensignale (s, t und u) und die Schaltnetzausgängen (y und z) in Ihrer Lösung. Eingangs- und ausgangsseitige Negationen können durch einen Punkt dargestellt werden.

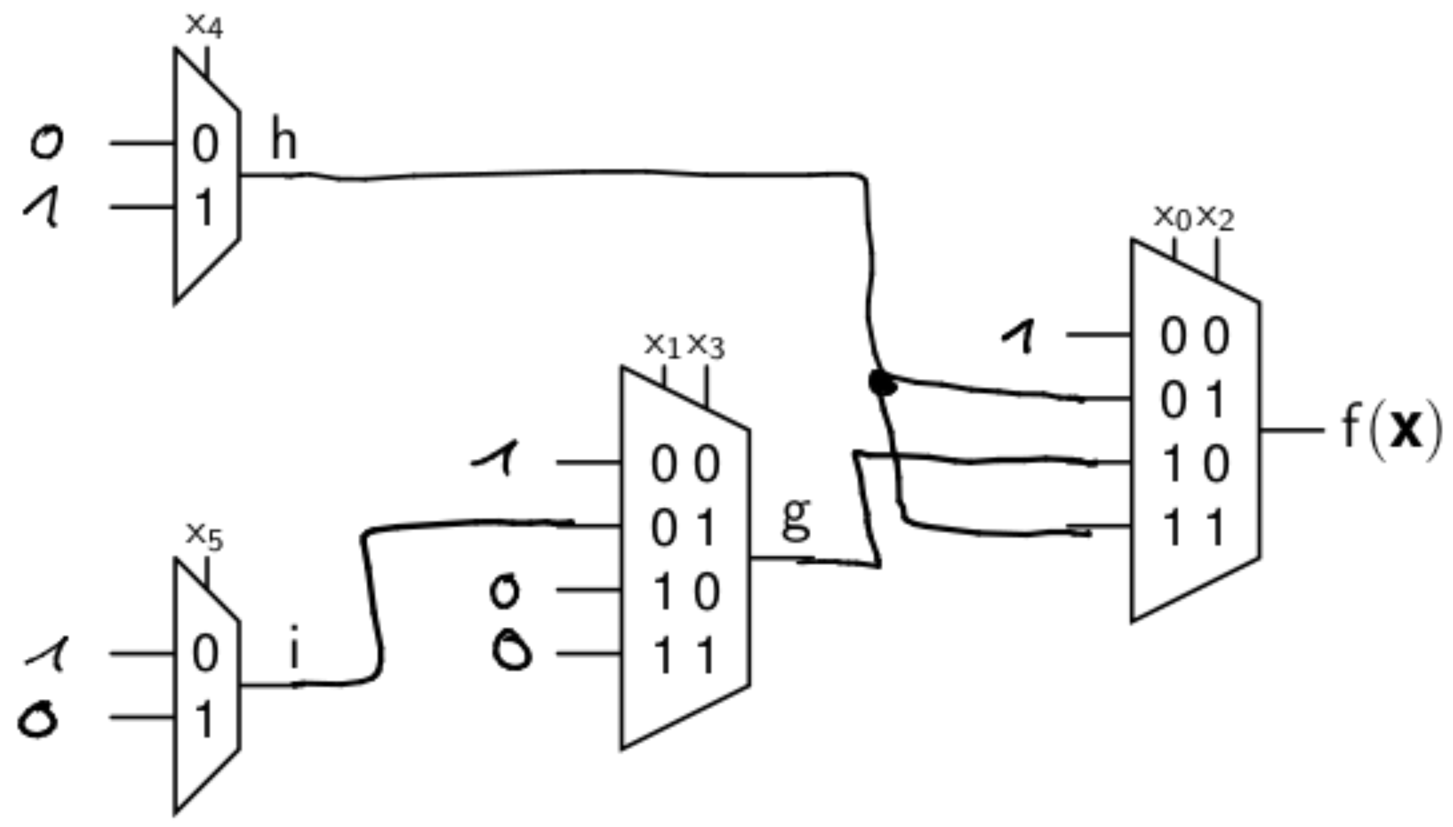


Aufgabe 4 (6 Punkte)

Die Funktion $f(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = f(\mathbf{x})$:

$f(\mathbf{x}) = \overline{x_0} \cdot x_1 \cdot \overline{x_2} + x_0 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot \overline{x_5} + \overline{x_0} \cdot x_2 \cdot x_4 + x_0 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_0} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} + x_0 \cdot x_2 \cdot x_4$

soll auf die folgende Multiplexer-Schaltung abgebildet werden:



(a) Formen Sie die Funktion $f(\mathbf{x})$ mit dem Shannonschen Entwicklungssatz so um, dass diese auf die gegebene Multiplexerstruktur abgebildet werden kann. Für die Realisierung stehen neben den Multiplexern, nur die Konstanten 0 und 1 zur Verfügung. Die Benutzung von Grundgattern ist unzulässig. Alle Multiplexerausgänge lassen sich mit beliebigen Eingängen anderer Multiplexer verbinden.

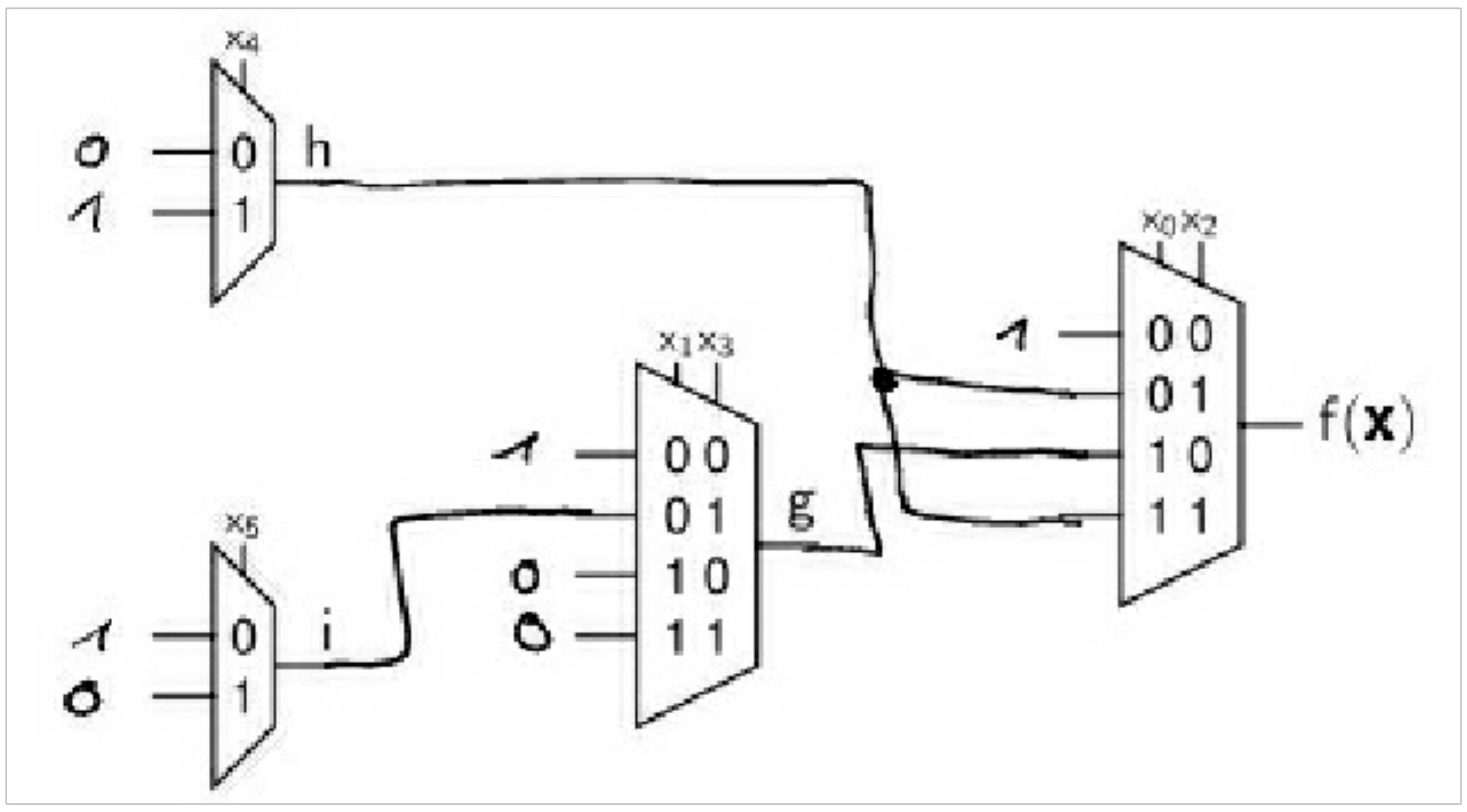
$$\begin{aligned} f(x) = {} & \overline{x_0}\,\overline{x_2}\,(\overbrace{x_1 + 0 + 0 + 0 + \overline{x_1} + 0}^{1}) \\ & + \overline{x_0}\,x_2\,(\overbrace{0 + 0 + x_4 + 0 + 0 + 0}^{x_4 \, 3 \, h(x)}) \\ & + x_0\,\overline{x_2}\,(\underbrace{\overline{x_1} \cdot x_3 \cdot \overline{x_5} + \overline{x_1}\,\overline{x_3}}_{g(x)}) \\ & + x_0\,x_2\,(\underbrace{x_4}_{h(x)}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g(x) = {} & \overline{x_1}\,\overline{x_3}\,(1) \\ & + \overline{x_1}\,x_3\,(\overbrace{\overline{x_5}}^{i(x)}) \\ & + x_1\,\overline{x_3}\,(0) \\ & + x_1\,x_3\,(0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h(x) = {} & x_4\,(1) \\ & + \overline{x_4}\,(0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i(x) = {} & x_5\,(0) \\ & + \overline{x_5}\,(1) \end{aligned}$$

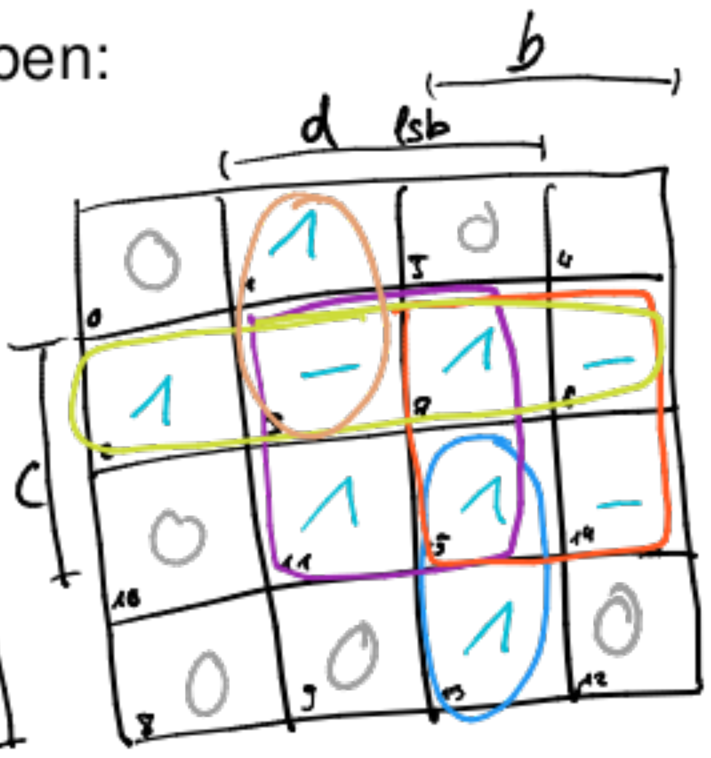
(b) Belegen Sie die Multiplexereingänge und stellen Sie die notwendigen Verbindungen zwischen den Multiplexern her. Benutzen Sie dazu die folgende Abbildung.



Aufgabe 5 (6 Punkte)

Folgende Wahrheitstabelle ist für eine partiell definierte Funktion gegeben:

δ(abcd)	a (msb)	b	c	d (lsb)	f(a, b, c, d)	
0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	1	S_1
2	0	0	1	0	1	S_1
3	0	0	1	1	–	S_2
4	0	1	0	0	0	
5	0	1	0	1	0	
6	0	1	1	0	–	S_2
7	0	1	1	1	1	S_3
8	1	0	0	0	0	
9	1	0	0	1	0	
10	1	0	1	0	0	
11	1	0	1	1	1	S_3
12	1	1	0	0	0	
13	1	1	0	1	1	S_3
14	1	1	1	0	–	S_3
15	1	1	1	1	1	S_4



$a \cdot b \cdot d + c \cdot d + b \cdot c + \bar{a} \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot d$

Bestimmen Sie mit Hilfe des **Quine-McCluskey-Verfahrens** alle Primimplikanten der Funktion! Nutzen Sie für jeden Iterationsschritt jeweils eine der nachfolgenden Tabellen! Geben Sie die ermittelten Primimplikanten in algebraischer Form an!

	δ	a b c d	f
S_0			
S_1	1	0 0 0 1	1 ✓
	2	0 0 1 0	1 ✓
S_2	3	0 0 1 1	– ✓
	6	0 1 1 0	– ✓
S_3	7	0 1 1 1	1 ✓
	11	1 0 1 1	1 ✓
	13	1 1 0 1	1 ✓
	14	1 1 1 0	– ✓
S_4	15	1 1 1 1	1 ✓

	δ	a b c d	f	
S_0'				
S_1'	1,3	0 0 – 1	1	P_1
	2,6	0 – 1 0	1 ✓	
	2,3	0 0 1 –	1 ✓	
S_2'	3,7	0 – 1 1	1 ✓	
	3,11	– 0 1 1	1 ✓	
	6,7	0 1 1 –	1 ✓	
	6,14	– 1 1 0	– ✓	
S_3'	7,15	– 1 1 1	1 ✓	
	11,15	1 – 1 1	1 ✓	
	13,15	1 1 – 1	1	P_2
	14,15	1 1 1 –	1 ✓	

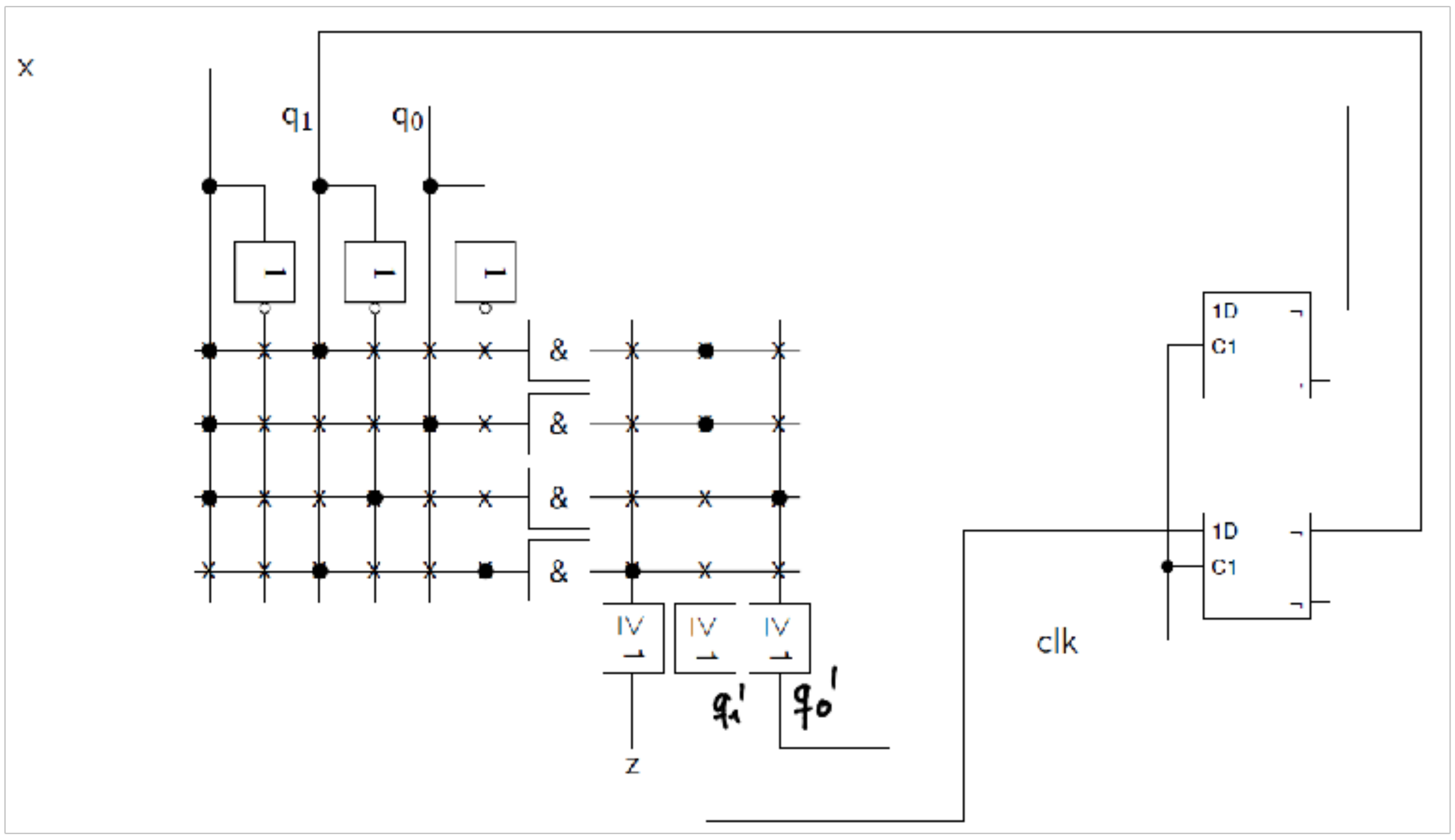
	δ	a b c d	f	
S_1''	2,6,3,7	0 – 1 –	1	P_3
	~~2,3,6,7~~	~~0 – 1 –~~	~~1~~	
S_2''	3,11,7,15	– – 1 1	1	P_4
	~~3,7,11,15~~	~~– – 1 1~~	~~1~~	
	6,7,14,15	– 1 1 –	1	P_5
	~~6,14,7,15~~	~~– 1 1 –~~	~~1~~	

	a b c d	

$P_1 = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot d$ $P_2 = a \cdot b \cdot d$ $P_3 = \bar{a} \cdot c$ $P_4 = c \cdot d$ $P_5 = b \cdot c$

Aufgabe 6 (9 Punkte)

Gegeben ist das folgende Schaltwerk:



(a) Um welchen Automaten-Typ handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.

Moore-Automat, da Ausgabe z nicht von Eingabe x sondern nur von aktuellem Zustand abhängt.

(b) Lesen Sie die Ausgangsfunktion z sowie die Übergangsfunktionen q_1' und q_0' aus dem Schaltwerk ab.

$z = q_1 \cdot \overline{q_0}$

$q_1' = x \cdot q_1 + x \cdot q_0$

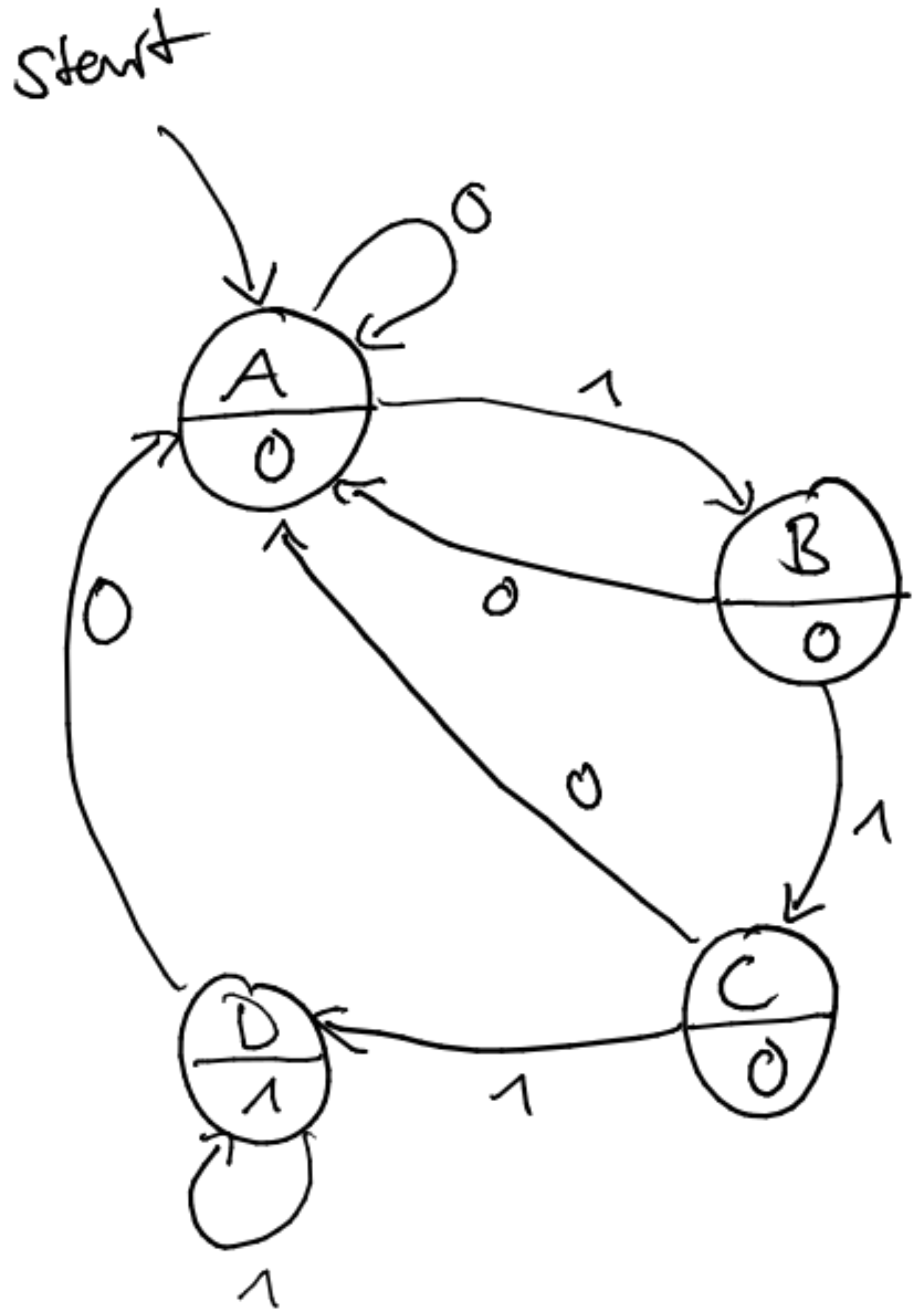
$q_0' = x \cdot \overline{q_1}$

(c) Erstellen Sie eine Zustandsübergangstabelle zum Schaltwerk. Vervollständigen Sie hierfür die nachfolgende Tabelle.

$\delta(q_1 q_0 x)$	aktueller Zustand			Eingabe	Folgezustand			Ausgabe
		q_1	q_0	x		q_1'	q_0'	z
0	A	0	0	0	A	0	0	0
1	A	0	0	1	B	0	1	0
2	B	0	1	0	A	0	0	0
3	B	0	1	1	C	1	1	0
4	D	1	0	0	A	0	0	1
5	D	1	0	1	D	1	0	1
6	C	1	1	0	A	0	0	0
7	C	1	1	1	D	1	0	0

(d) Der Zustand A sei der Startzustand des Automaten. Zeichnen Sie auf der Grundlage Ihrer Zustandsübergangstabelle ein Zustandsdiagramm!

$\delta(q_1 q_0 x)$	aktueller Zustand			Eingabe	Folge-zustand			Ausgabe
		q_1	q_0	x		q_1'	q_0'	z
0	A	0	0	0	A	0	0	0
1	A	0	0	1	B	0	1	0
2	B	0	1	0	A	0	0	0
3	B	0	1	1	C	1	1	0
4	D	1	0	0	A	0	0	1
5	D	1	0	1	D	1	0	1
6	C	1	1	0	A	0	0	0
7	C	1	1	1	D	1	0	0



(e) Das Schaltwerk dient der Überwachung einer seriellen Daten-Übertragung. Wie lauten die zu erkennenden Eingabe-Sequenzen $(z = 1)$?

„111" min. 3 aufeinander folgende 1en.