UNIVERSITÄT LEIPZIG

Institut für Informatik

Abt. Technische Informatik
Gerätebeauftragter
Dr. Hans-Joachim Lieske
Tel. [49] - 0341 - 97 32213
lieske@informatik.uni-leipzig.de

Aufgaben Technische Informatik II

2. Semester / Sommersemester 1999

Aufgabe 2.5.1. - Verhalten logischer Schaltungen

Aufgabe 2.5.1.1.

Gegeben sind folgendes Karnaugh-Veitch-Diagramm
Bestimmen Sie

1. die kanonisch disjunktive Normalform (schon in Aufgabe 2.4.1 bestimmt)
2. Vereinfachen sie die kanonisch disjunktive Normalform mit Hilfe des Quine-McCluskey Verfahrens

Bemerkung: Alle Tabellen müssen zu sehen sein. Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

		A - X_0					
		0	1	1	0		
D X_3	0	1	0	0	1	0	B X_1
	0	0	0	0	0	1	
	1	0	1	1	0	1	
	1	1	0	0	1	0	
		0	0	1	1		
		C- X_2					

Aufgabe 2.5.1.2.

Vereinfachen Sie folgende Funktion mittels des Quine-McCluskey Verfahrens

Gegeben sei die folgende Funktion f =f(d,c,b,a):

$$f = d\,c\,b\,\neg a \vee d\,c\,\neg b\,\neg a \vee d\,\neg c\,b\,\neg a \vee \neg d\,c\,b\,\neg a \vee d\,\neg c\,\neg b\,\neg a \vee \neg d\,c\,\neg b\,\neg a \vee \neg d\,c\,\neg b\,a \vee d\,\neg c\,b\,a \vee \neg d\,c\,b\,a \vee \neg d\,\neg c\,\neg b\,\neg a \vee$$

a) Stellen Sie für diese Funktion die 1. Quinesche Tabelle auf und geben Sie alle Primterme an.

b) Stellen Sie die 2. Quinesche Tabelle (Überdeckungstabelle) auf.

c) Geben Sie die minimierte Form von f an.

d) Prüfen Sie das Ergebnis mit Hilfe eines KV-Diagrammes.

Hilfsmaterial:

		A - X_0					
		0	1	1	0		
D X_3	0	0	1	5	4	0	B X_1
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		C- X_2					

Normalformen		
Eingangsvariablen S_3 S_2 S_1 S_0 (D,C,B,A)	Minterme	Maxterme
0 0 0 0		
0 0 0 1		
0 0 1 0		
0 0 1 1		
0 1 0 0		
0 1 0 1		
0 1 1 0		
0 1 1 1		
1 0 0 0		
1 0 0 1		
1 0 1 0		
1 0 1 1		
1 1 0 0		
1 1 0 1		
1 1 1 0		
1 1 1 1		

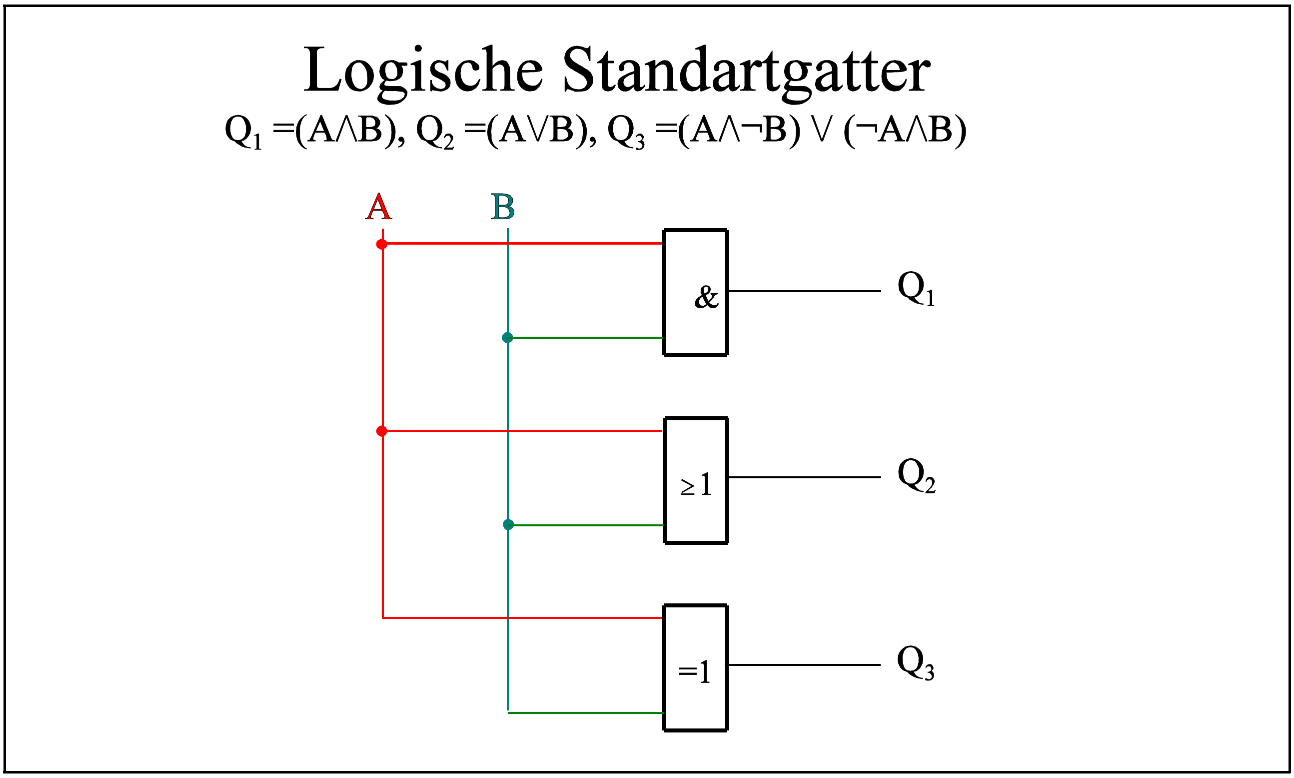
Aufgabe 2.4.2. - Simulation statischer Hazards

Rechteckimpulse mit einfacher und doppelter Frequenz werden jeweils auf ein AND, OR und XOR-Gatter gegeben.

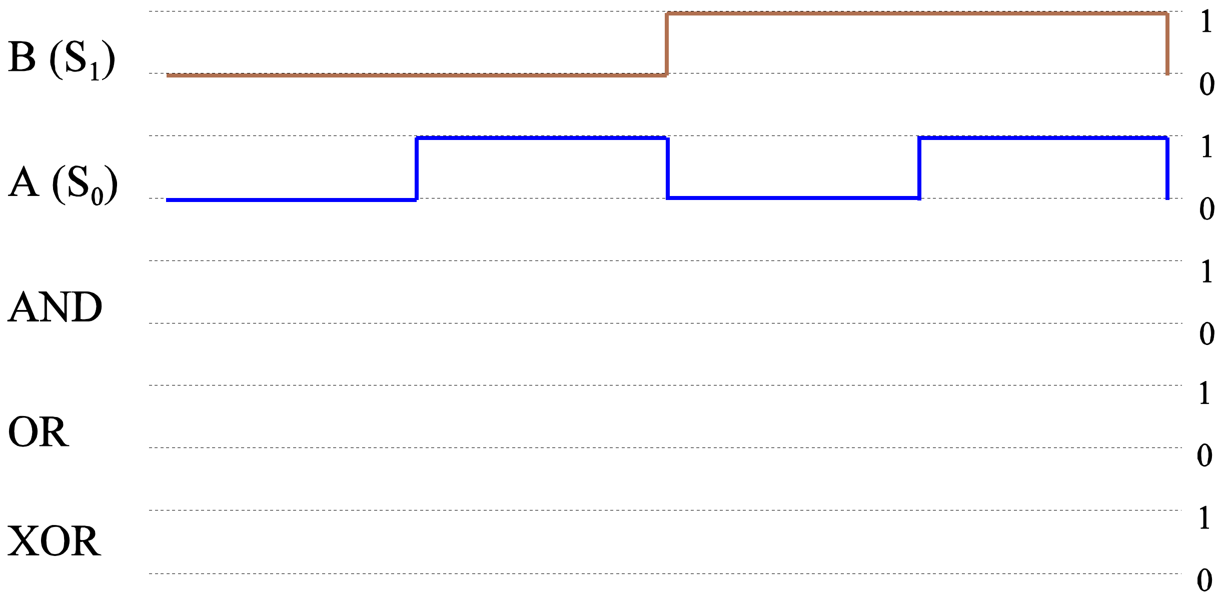
Im ersten Fall sind die Signale phasengleich.. Im zweiten Fall sind ist das zweite Signal um 1/16 der Periodendauer des ersten Signals phasenverschoben.

Bestimmen Sie zeichnerisch die Ausgangsimpulse mit und ohne Phasenverschiebung.

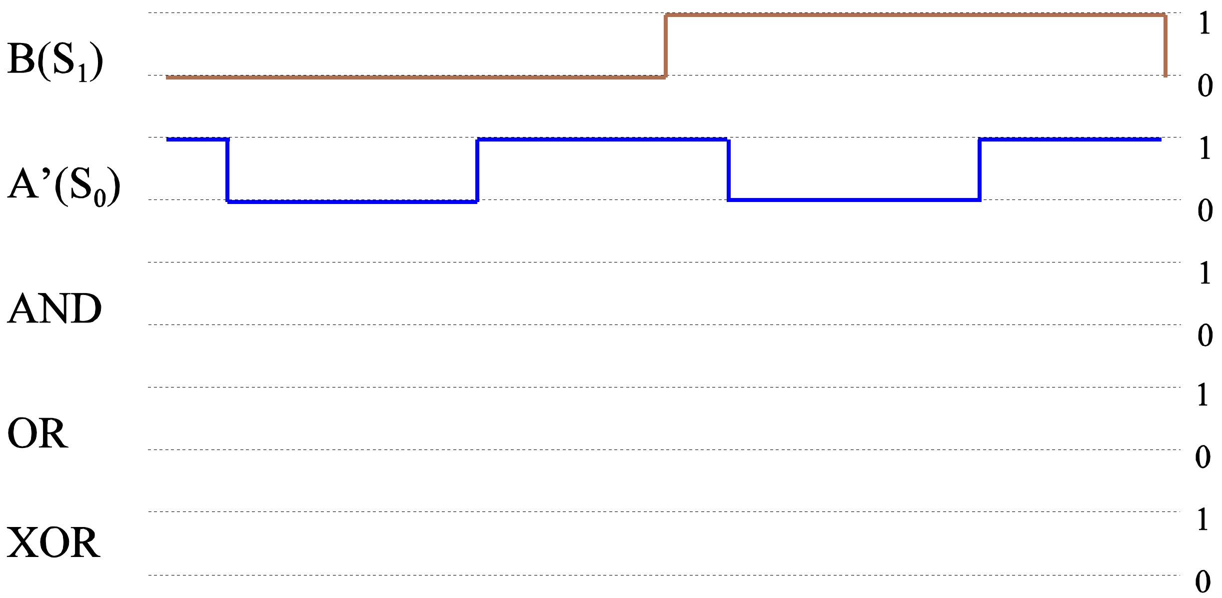
Was kann man daraus erkennen?
Wodurch kann solch eine Phasenverschiebung zustande kommen.?



Zeitverhalten logischer Schaltkreise



Zeitverhalten logischer Schaltkreise



Aufgabe 2.5.3. -Verhalten logischer Schaltungen

Das Leipziger Studentenwerk hat sich leider entschlossen, die netten Damen an der Mensakasse durch mehrere Automaten zu ersetzen. Um die Automaten auch auszulasten und damit den Rechnungshof zufriedenzustellen, erhält man die Mensamarken dort nur noch einzeln. Aufgrund der Honorarforderungen der Informatiker, die diesen Automaten entwerfen sollen, ist es bedauerlicherweise notwendig, den Preis für ein Stammessen auf 4,-- DM zu erhöhen. Der Automat soll 1 DM- und 2 DM-Stücke annehmen.

Das Schaltwerk habe folgende Ein- und Ausgabevariablen:
E: Beim Einwurf eines 1 DM-Stückes für eine Taktperiode gleich logisch "1", sonst "0".
Z: Beim Einwurf eines 2 DM-Stückes für eine Taktperiode gleich logisch "1", sonst "0".
M: Ist diese Variable für eine Taktperiode gleich "1", wird eine Mensamarke ausgegeben.
R: Ist diese Variable für eine Taktperiode gleich "1", wird ein 1 DM-Stück zurückgegeben.

Eine Geldrückgabetaste ist nicht vorhanden. Es sei sichergestellt, daß zwischen zwei aktiven Taktflanken maximal eine Münze eingeworfen werden kann. Bitte beachten Sie, daß M und R nicht länger als 1 Taktperiode gleich "1" sind, sonst werden 2 Mensamarken bzw. 1 DM-Stücke ausgegeben (das Studentenwerk muß sparen!). Bitte stellen Sie aber auch sicher, daß minderbemittelte Kommilitonen, die nach dem Einwurf von 3 DM ein weiteres 2 DM-Stück einwerfen, 1 DM herausbekommen.

Zustände Z: G=(Q_2,Q_1)=(0,0) „1"=(Q_2,Q_1)=(0,1), „2"=(Q_2,Q_1)=(1,0), „3"=(Q_2,Q_1)=(1,1)
$Z^t=(Q_2,Q_1)$, $X^t=(E,Z)$, $Y^t=(M,R)$, $Z^{t+1}=(Q_2^{t+1},Q_1^{t+1})$, $T^t=(T_2,T_1)$

a) Zeichnen Sie das Übergangsdiagramm des (Mealy-)Automaten mit minimaler Zustandszahl.

b) Codieren Sie die Zustände.

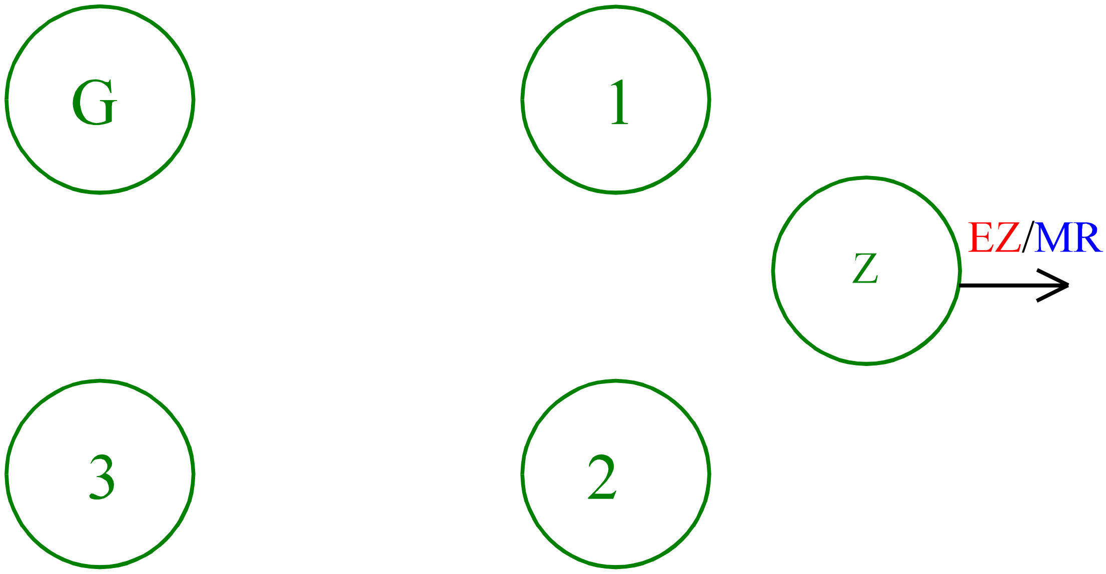
c) Erstellen Sie die codierte Übergangs-/Funktionstabelle.

d) Ergänzen Sie die Ansteuerspalte für T-Flipflops.

e) Ermitteln Sie die disjunktiven Minimalformen der Ansteuer- und Ausgabeschaltnetze.

f) Zeichnen Sie das Schaltbild Ihres Entwurfs.

Automatengraph



Lösung: Aufgabe 2.5.1. - Verhalten logischer Schaltungen
Lösung: Aufgabe 2.5.1.1.

Gegeben sind folgendes Karnaugh-Veitch-Diagramm

Bestimmen Sie

1. die kanonisch disjunktive Normalform (schon in Aufgabe 2.4.1 bestimmt)
2. Vereinfachen Sie die kanonisch disjunktive Normalform mit Hilfe des Quine-McCluskey Verfahrens

Bemerkung: Alle Tabellen müssen zu sehen sein. Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

		A - X_0					
		0	1	1	0		
D X_3	0	1	0	0	1	0	B X_1
	0	0	0	0	0	1	
	1	0	1	1	0	1	
	1	1	0	0	1	0	
		0	0	1	1		
		C- X_2					

0,4,8,11,12,15

Normalformen			
Eingangsvariablen S_3 S_2 S_1 S_0 (D,C,B,A)		Minterme	Maxterme
0	0 0 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \wedge \neg D$	
1	0 0 0 1		$\neg A \vee B \vee C \vee D$
2	0 0 1 0		$A \vee \neg B \vee C \vee D$
3	0 0 1 1		$\neg A \vee \neg B \vee C \vee D$
4	0 1 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge C \wedge \neg D$	
5	0 1 0 1		$\neg A \vee B \vee \neg C \vee D$
6	0 1 1 0		$A \vee \neg B \vee \neg C \vee D$
7	0 1 1 1		$\neg A \vee \neg B \vee \neg C \vee D$
8	1 0 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \wedge D$	
9	1 0 0 1		$\neg A \vee B \vee C \vee \neg D$
10	1 0 1 0		$A \vee \neg B \vee C \vee \neg D$
11	1 0 1 1	$A \wedge B \wedge \neg C \wedge D$	
12	1 1 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge C \wedge D$	
13	1 1 0 1		$\neg A \vee B \vee \neg C \vee \neg D$
14	1 1 1 0		$A \vee \neg B \vee \neg C \vee \neg D$
15	1 1 1 1	$A \wedge B \wedge C \wedge D$	

2.5.1.1.1. Bestimmen Sie die kanonisch disjunktive Normalform

$$Q = \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \wedge \neg D \vee \neg A \wedge \neg B \wedge C \wedge \neg D \vee \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \wedge D$$
$$\vee A \wedge B \wedge \neg C \wedge D \vee \neg A \wedge \neg B \wedge C \wedge D \vee A \wedge B \wedge C \wedge D$$

2.5.1.1.1. Vereinfachen Sie die kanonisch disjunktive Normalform mit Hilfe des Quine-McCluskey Verfahrens

Funktionstabelle			Quinesche Tabelle 0. Ordnung		Quinesche Tabelle 1. Ordnung		Quinesche Tabelle 2. Ordnung	
Nr	D,C,B,A	Y	Nr	D,C,B,A	Nr	D,C,B,A	Nr	D,C,B,A
0	0 0 0 0	1	0	0 0 0 0	0,4	0 - 0 0	0,4,8,12	**- - 0 0** b
1	0 0 0 1	0	4	0 1 0 0	0,8	- 0 0 0	(08412)	(–00)
2	0 0 1 0	0	8	1 0 0 0	4,12	- 1 0 0		
3	0 0 1 1	0	12	1 1 0 0	8,12	1 - 0 0		
4	0 1 0 0	1	11	1 0 1 1	11,15	**1 - 1 1** a		
5	0 1 0 1	0	15	1 1 1 1				
6	0 1 1 0	0						
7	0 1 1 1	0						
8	1 0 0 0	1						
9	1 0 0 1	0						
10	1 0 1 0	0						
11	1 0 1 1	1						
12	1 1 0 0	1						
13	1 1 0 1	0						
14	1 1 1 0	0						
15	1 1 1 1	1						

Überdeckungstabelle (2. Quinesche Tabelle)									
Primimlikant	Primterm	Minterme	Nr. 0 4 8 11 12 15						Kosten
			0	4	8	11	12	15	
a	$D \wedge B \wedge A$	11,15				x		x	3
b	$\neg$**A** $\wedge \neg B$	0,4,8,12	x	x	x		x		2

Einfaches Überdeckungsproblem: kein Term kann gestrichen werden d.h.

$$Q = w_a \vee w_b = D \wedge B \wedge A \vee \neg B \wedge \neg \mathbf{A}$$

Lösung: Aufgabe 2.5.1.2.

Vereinfachen Sie folgende Funktion mittels des Quine-McCluskey Verfahrens
Gegeben sei die folgende Funktion f =f(d,c,b,a):

$f = d\,c\,b\,\neg a \vee d\,c\,\neg b\,\neg a \vee d\,\neg c\,b\,\neg a \vee \neg d\,c\,b\,\neg a \vee d\,\neg c\,\neg b\,\neg a \vee \neg d\,c\,\neg b\,\neg a \vee \neg d\,c\,\neg b\,a \vee d\,\neg c\,b\,a \vee \neg d\,c\,b\,a \vee \neg d\,\neg c\,\neg b\,\neg a \vee$

a) Stellen Sie für diese Funktion die 1. Quinesche Tabelle auf und geben Sie alle Primterme an.

c) Geben Sie die minimierte Form von f an.
d) Prüfen Sie das Ergebnis mit Hilfe eines KV-Diagrammes

Funktionstabelle			Quinesche Tabelle 0. Ordnung		Quinesche Tabelle 1. Ordnung		Quinesche Tabelle 2. Ordnung	
Nr	D,C,B,A	Y	Nr	D,C,B,A	Nr	D,C,B, A	Nr	D,C,B,A
0	0 0 0 0	1	0	0 0 0 0	0,4	0 - 0 0	0,4,8,12	***- - 0 0*** **b**
1	0 0 0 1		4	0 1 0 0	0,8	- 0 0 0	4,5,6,7	***0 1 - -*** **c**
2	0 0 1 0		8	1 0 0 0	4,5	0 1 0 -	4,6,12.14	***- 1 - 0*** **d**
3	0 0 1 1		5	0 1 0 1	4,6	0 1 - 0	8,10,12,14	***1 - - 0*** **e**
4	0 1 0 0	1	6	0 1 1 0	4,12	- 1 0 0		
5	0 1 0 1	1	10	1 0 1 0	8,10	1 0 - 0		
6	0 1 1 0	1	12	1 1 0 0	8,12	1- 0 0		
7	0 1 1 1	1	7	0 1 1 1	5,7	0 1 - 1		
8	1 0 0 0	1	11	1 0 1 1	6,7	0 1 1 -		
9	1 0 0 1		14	1 1 1 0	6,14	- 1 1 0		
10	1 0 1 0	1			10,11	***1 0 1 -*** **a**		
11	1 0 1 1	1			10,14	1 - 1 0		
12	1 1 0 0	1			12,14	1 1 - 0		
13	1 1 0 1							
14	1 1 1 0	1						
15	1 1 1 1							

b) Stellen Sie die 2. Quinesche Tabelle (Überdeckungstabelle) auf.

Primterme, Kosten			
Primimlpikant	Primterm	Minterme	Kosten
a	$D \wedge \neg C \wedge B$	10,11	3
b	$\neg B \wedge \neg A$	0,4,8,12	2
c	$\neg D \wedge C$	4,5,6,7	2
d	$C \wedge \neg A$	4,6,12.14	2
e	$D \wedge \neg A$	8,10,12,14	2

Überdeckungstabelle (2. Quinesche Tabelle)										
Primimplikant	0	4	5	6	7	8	10	11	12	14
a							x	x		
b	x	x				x			x	
c		x	x	x	x					
d		x		x					x	x
e						x	x		x	x

Überdeckungstabelle (2. Quinesche Tabelle										
Primimplikant	0	4	5	6	7	8	10	11	12	14
a							x	x		
b	x	x				x			x	
c		x	x	x	x					
e						x	x		x	x

Die Reihe d wird vollständig von den anderen Termen überdeckt und kann weggelassen werden.

$Q = w_a \vee w_b \vee w_c \vee w_e$

$= D \wedge \neg C \wedge B \vee \neg B \wedge \neg A \vee \neg D \wedge C \vee D \wedge \neg A$

oder

Überdeckungstabelle (2. Quinesche Tabelle)										
Primimlikant	0	4	5	6	7	8	10	11	12	14
a							x	x		
b	x	x				x			x	
c		x	x	x	x					
d		x		x					x	x
e						x	x		x	x

Überdeckungstabelle (2. Quinesche Tabelle)										
Primimlikant	0	4	5	6	7	8	10	11	12	14
a							x			
b	x	x				x			x	
c		x	x	x	x					
d		x		x					x	x

Die Reihe e wird vollständig von den anderen Termen überdeckt und kann weggelassen werden.

$Q = w_a \vee w_b \vee w_c \vee w_d$

$= D \wedge \neg C \wedge B \vee \neg B \wedge \neg A \vee \neg D \wedge C \vee C \wedge \neg A$

		A - X_0					
		0	1	1	0		
D X_3	0	1		1	1	0	B X_1
	0			1	1	1	
	1	1	1		1	1	
	1	1			1	0	
		0	0	1	1		
		C- X_2					

Q = $D \wedge \neg C \wedge B \vee \neg B \wedge \neg A \vee \neg D \wedge C \vee$ ***XXX*** (0,4,5,6,7,8,10,11,12,14)

		A - X_0					
		0	1	1	0		
D X_3	0	1		1	1	0	B X_1
	0			1	1	1	
	1	1	1		1	1	
	1	1			1	0	
		0	0	1	1		
		C- X_2					

Q = $D \wedge \neg C \wedge B \vee \neg B \wedge \neg A \vee \neg D \wedge C \vee$ ***$D \wedge \neg A$*** (0,4,5,6,7,8,10,11,12,14)

		A - X_0					
		0	1	1	0		
D X_3	0	1		1	1	0	B X_1
	0			1	1	1	
	1	1	1		1	1	
	1	1			1	0	
		0	0	1	1		
		C- X_2					

$Q = D \wedge \neg C \wedge B \ \vee\ \neg B \wedge \neg A \ \vee\ \neg D \wedge C \ \vee\ \boldsymbol{C \wedge \neg A}$ (0,4,5,6,7,8,10,11,12,14)

Lösung: Aufgabe 2.4.2. - Simulation statischer Hazards

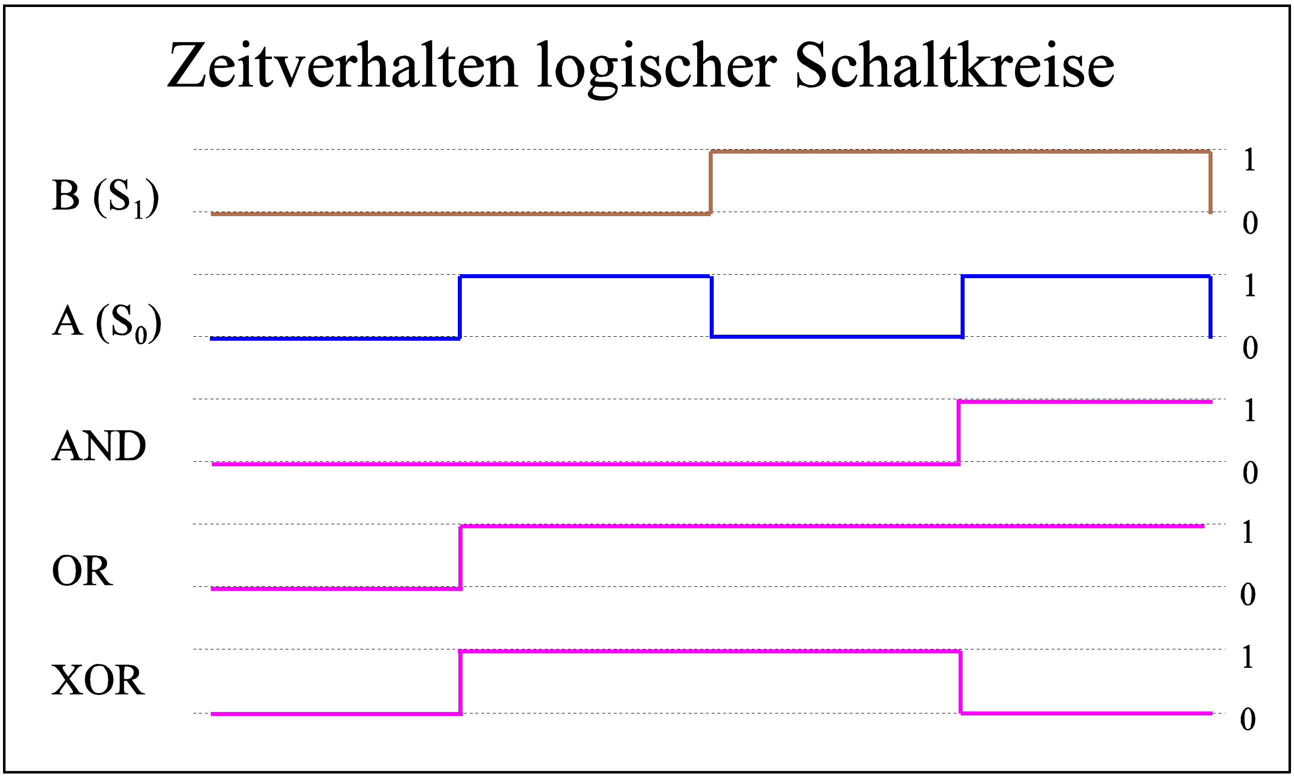
Rechteckimpulse mit einfacher und doppelter Frequenz werden jeweils auf ein AND, OR und XOR-Gatter gegeben.

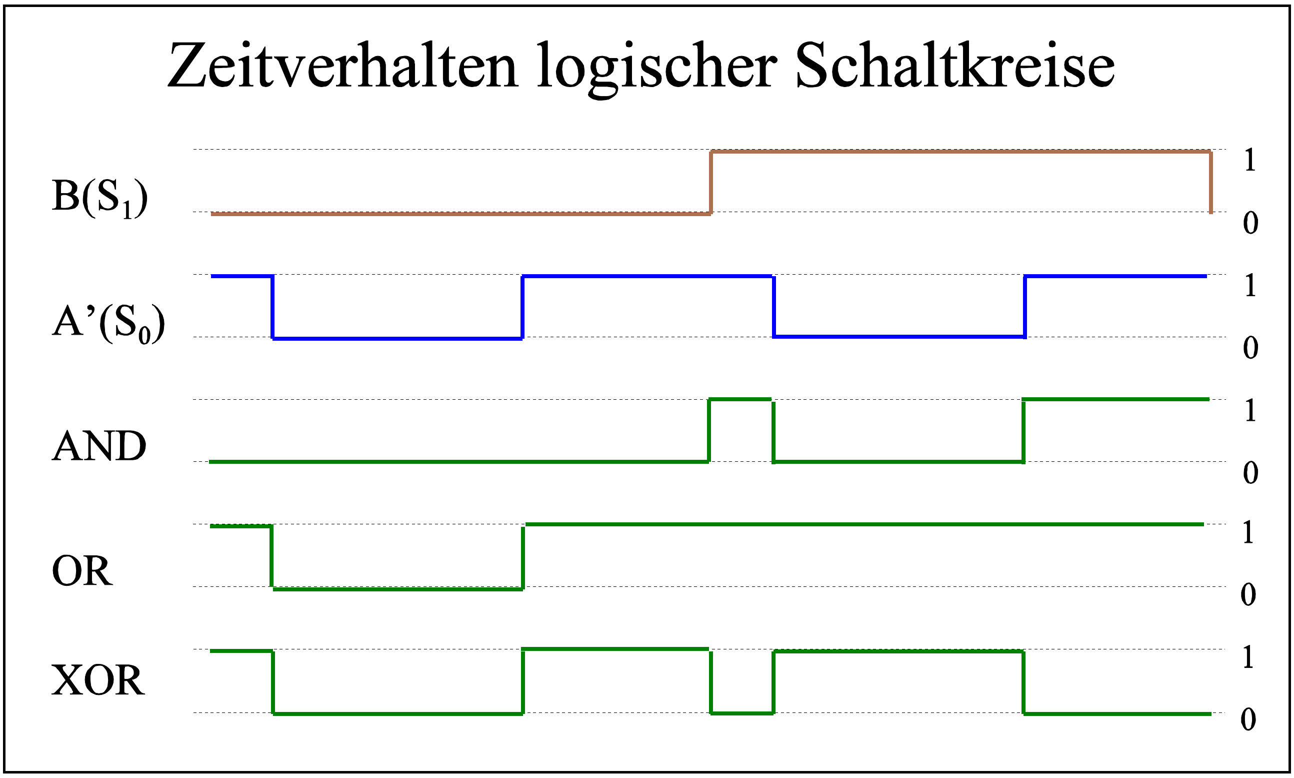
Im ersten Fall sind die Signale phasengleich.. Im zweiten Fall sind ist das zweite Signal um 1/16 der Periodendauer des ersten Signals phasenverschoben.

Bestimmen Sie zeichnerisch die Ausgangsimpulse mit und ohne Phasenverschiebung.

Was kann man daraus erkennen?

Wodurch kann solch eine Phasenverschiebung zustande kommen.?





Lösung: Aufgabe 2.5.3. -Verhalten logischer Schaltungen

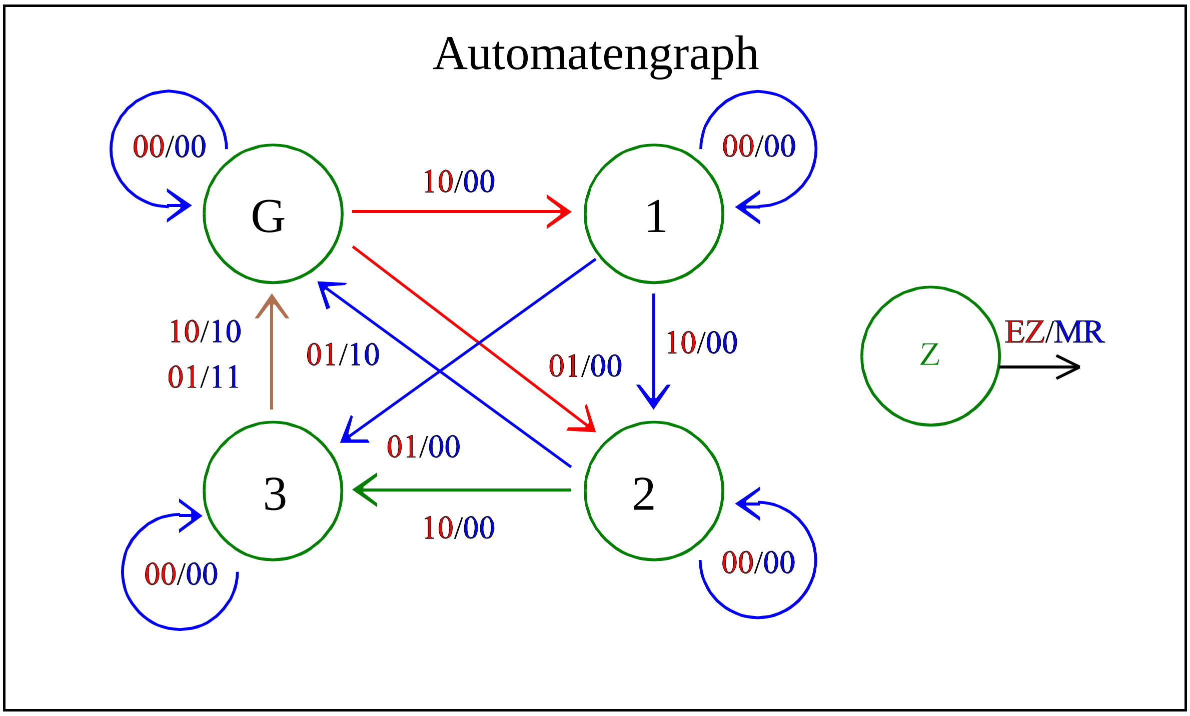
Das Leipziger Studentenwerk hat sich leider entschlossen, die netten Damen an der Mensakasse durch mehrere Automaten zu ersetzen. Um die Automaten auch auszulasten und damit den Rechnungshof zufriedenzustellen, erhält man die Mensamarken dort nur noch einzeln. Aufgrund der Honorarforderungen der Informatiker, die diesen Automaten entwerfen sollen, ist es bedauerlicherweise notwendig, den Preis für ein Stammessen auf 4,-- DM zu erhöhen. Der Automat soll 1 DM- und 2 DM-Stücke annehmen.

Das Schaltwerk habe folgende Ein- und Ausgabevariablen:
E: Beim Einwurf eines 1 DM-Stückes für eine Taktperiode gleich logisch "1", sonst "0".
Z: Beim Einwurf eines 2 DM-Stückes für eine Taktperiode gleich logisch "1", sonst "0".
M: Ist diese Variable für eine Taktperiode gleich "1", wird eine Mensamarke ausgegeben.
R: Ist diese Variable für eine Taktperiode gleich "1", wird ein 1 DM-Stück zurückgegeben.

Eine Geldrückgabetaste ist nicht vorhanden. Es sei sichergestellt, daß zwischen zwei aktiven Taktflanken maximal eine Münze eingeworfen werden kann. Bitte beachten Sie, daß M und R nicht länger als 1 Taktperiode gleich "1" sind, sonst werden 2 Mensamarken bzw. 1 DM-Stücke ausgegeben (das Studentenwerk muß sparen!). Bitte stellen Sie aber auch sicher, daß minderbemittelte Kommilitonen, die nach dem Einwurf von 3 DM ein weiteres 2 DM-Stück einwerfen, 1 DM herausbekommen.

Zustände Z: G=(Q_2,Q_1)=(0,0) „1"=(Q_2,Q_1)=(0,1), „2"=(Q_2,Q_1)=(1,0), „3"=(Q_2,Q_1)=(1,1)
$Z^t=(Q_2,Q_1)$, $X^t=(E,Z)$, $Y^t=(M,R)$, $Z^{t+1}=(Q_2^{t+1},Q_1^{t+1})$, $T^t=(T_2,T_1)$

a) Zeichnen Sie das Übergangsdiagramm des (Mealy-)Automaten mit minimaler Zustandszahl.



b) Codieren Sie die Zustände
Zustandskodierung: 4 Zustände ⇒ 2 Zustandsbits (Q_2, Q_1)

Zustandskodierung			
Z	Zustand	Q_2	Q_1
G	Grundzustand	0	0
1	1 DM eingeworfen	0	1
2	2 DM eingeworfen	1	0
3	3 DM eingeworfen	1	1

c) Erstellen Sie die codierte Übergangs-/Funktionstabelle.
d) Ergänzen Sie die Ansteuerspalte für T-Flipflops.

Übergangs-/Funktionstabelle - Ansteuerspalte für die T-FF										
Eingangsvariablen					**Ausgangsvariablen**				**Ansteuerspalte des T-FF**	
	Z^t		**X^t**		**Y^t**		**Z^{t+1}**		**T^t**	
	Q_2	**Q_1**	**E**	**Z**	**M**	**R**	**Q_2^{t+1}**	**Q_1^{t+1}**	**T_2**	**T_1**
0	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
1	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**
2	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**
3	**0**	**0**	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
4	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**
5	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**
6	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**
7	**0**	**1**	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
8	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**
9	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**
10	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**
11	**1**	**0**	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
12	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**
13	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**
14	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
15	**1**	**1**	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

e) **Ermitteln Sie die disjunktiven Minimalformen der Ansteuer- und Ausgabeschaltnetze.**

M		A - Z					
		0	1	1	0		
D Q_2	0					0	B E
	0		-	-		1	
	1		-	-	1	1	
	1		1	1		0	
		0	0	1	1		
		C- Q_1					

$M = Q_2\, Z \lor Q_2\, Q_1\, E = Q_2\, (Z \lor Q_1\, E)$

R		A - Z					
		0	1	1	0		
D Q_2	0					0	B E
	0		-	-		1	
	1		-	-		1	
	1			1		0	
		0	0	1	1		
		C- Q_1					

$R = Q_2\, Q_1\, Z$

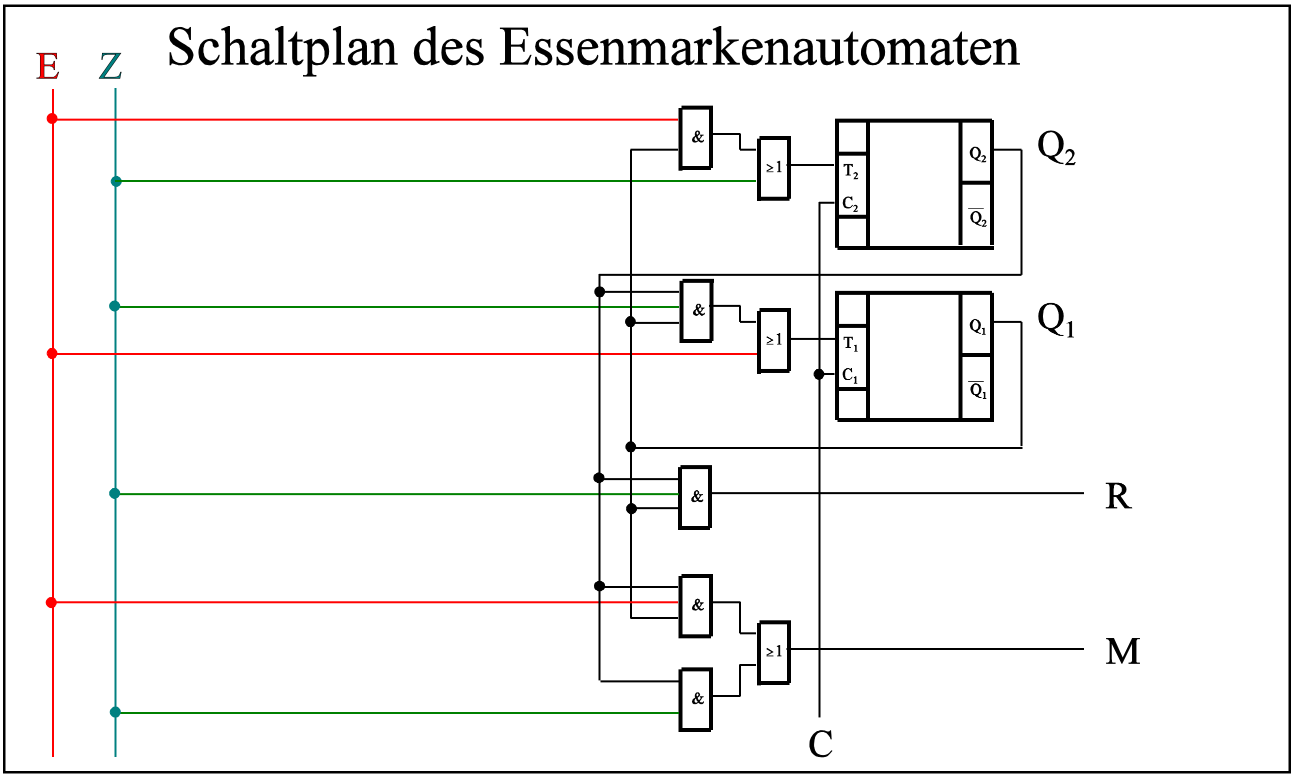
T_2		A - Z					
		0	1	1	0		
D Q_2	0		1	1		0	B E
	0		-	-	1	1	
	1		-	-	1	1	
	1		1	1		0	
		0	0	1	1		
		C- Q_1					

$T_2 = Z \vee Q_1 E$

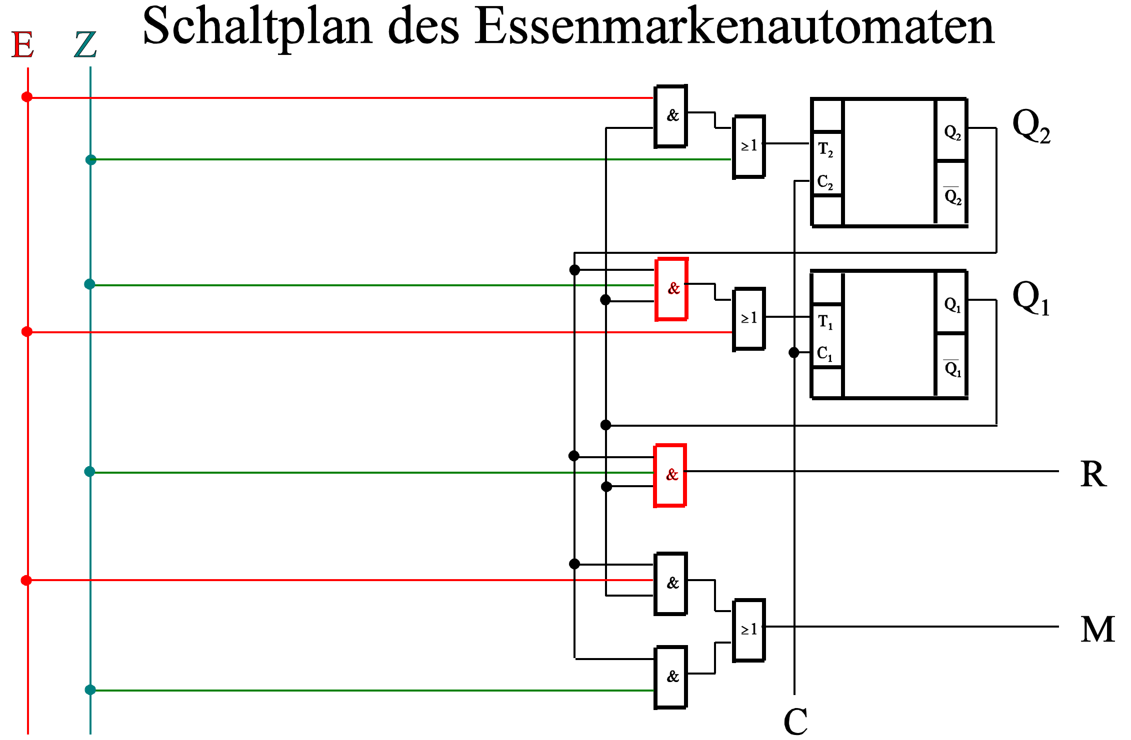
T_1		A - Z					
		0	1	1	0		
D Q_2	0					0	B E
	0	1	-	-	1	1	
	1	1	-	-	1	1	
	1			1		0	
		0	0	1	1		
		C- Q_1					

$T_1 = E \vee Q_1 Q_2 Z$

f) Zeichnen Sie das Schaltbild Ihres Entwurfs.



Schaltplan des Essenmarkenautomaten



Schaltplan des Essenmarkenautomaten