

## Studentenmitteilung

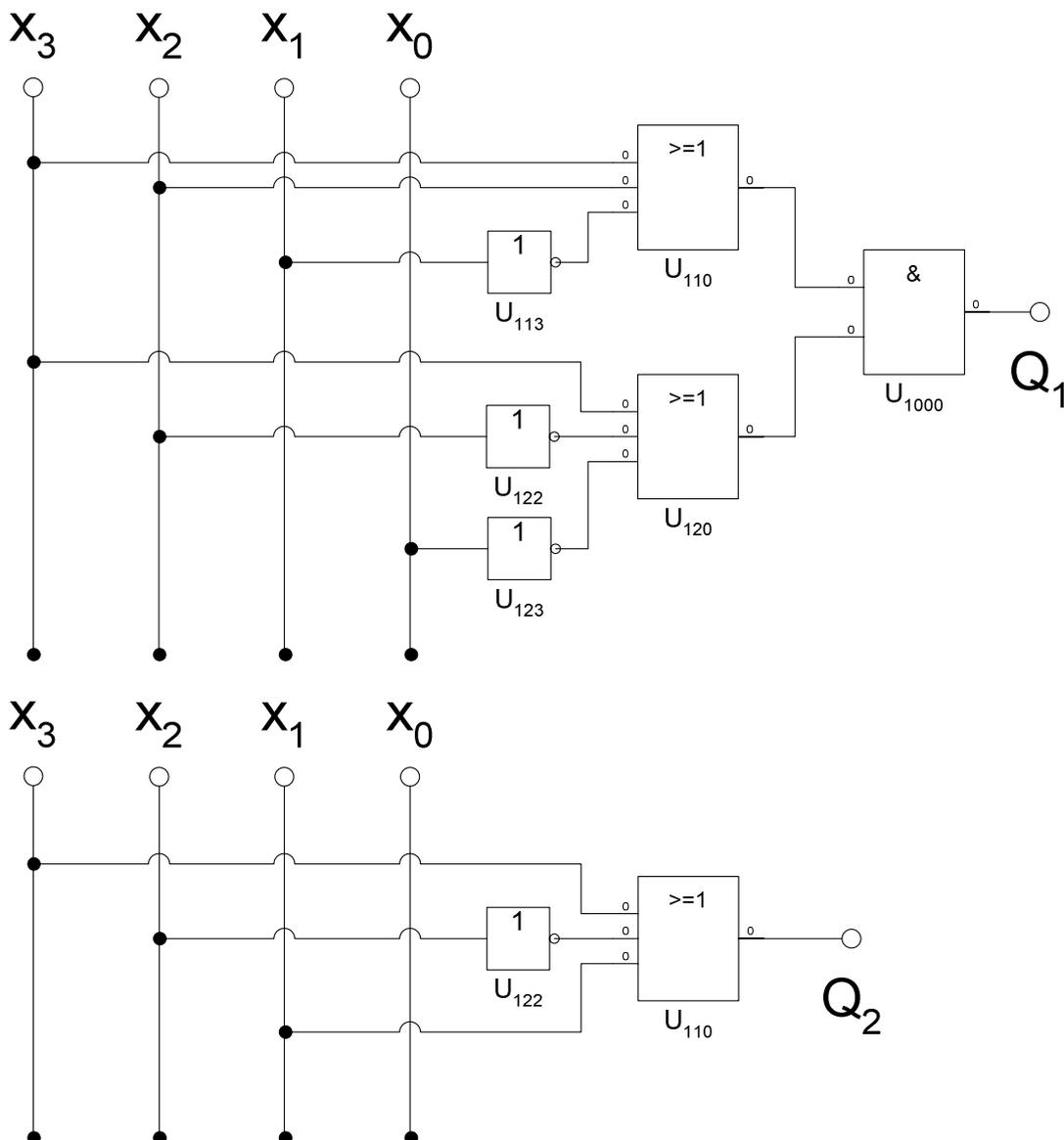
2. Semester - SS 2003

### Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 2

#### 2. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe Bündelminimierung

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

Gegeben sind folgende Schaltungen:



**Bestimmen Sie:**

- |   |                |
|---|----------------|
| 1. die Gleichungen entsprechend der logischen Schaltung $Q_1$ und $Q_2$   | <b>1 Punkt</b> |
| 2. die Wertetabellen entsprechend der logischen Schaltung $Q_1$ und $Q_2$ | <b>1 Punkt</b> |
| 3. die KV-Diagramme für $Q_1$ und $Q_2$                                   | <b>1 Punkt</b> |
| 4. das KV-Diagramme für die Bündelminimierung                             | <b>1 Punkt</b> |
| 5. die logische Gleichung der bündelminimierten Form für $Q_1$            | <b>1 Punkt</b> |
| 6. die logische Gleichung der bündelminimierten Form für $Q_2$            | <b>1 Punkt</b> |
| 7. die Kosten der bündelminimierten Form für $Q_1$                        | <b>1 Punkt</b> |
| 8. die Kosten der bündelminimierten Form für $Q_2$                        | <b>1 Punkt</b> |
| 9. die bündelminimierte Schaltung   | <b>2 Punkt</b> |

**Bemerkung:**

Die Minimierung hat auf minimale Kosten zu erfolgen.

Die Teile der Einzelfunktionen die nicht bündelbar sind, sind ebenfalls maximal zu minimieren.

In die Tabelle brauchen unter Q nur die Werte „1“ eingetragen werden.

Für die KV-Diagramme sind ebenfalls Vordrucke gegeben.

## 2. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Minimierung unvollständiger Funktionen (don't care Minimierung)

Gegeben ist folgendes KV-Diagramm :

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$x_0$	$1_1$	$1_5$	$x_4$	0	$X_1$
	0	$x_2$	$x_3$	$x_7$	$x_6$	1	
	1	$x_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$x_{14}$	1	
	1	$x_8$	$x_9$	$1_{13}$	$x_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$x_2$					

Bestimmen Sie:

1. das KV-Diagramm für  $x=1$  ( $Q_1$ ) 1 Punkt
2. das KV-Diagramm für  $x=0$  ( $Q_2$ ) 1 Punkt
3. das KV-Diagramm für  $x=$  beliebig (don't care) ( $Q_3$ ) 1 Punkt
4. die minimierte logischen Gleichung  $Q_1$  für  $x=1$  1 Punkt
5. die minimierte logischen Gleichung  $Q_2$  für  $x=0$  1 Punkt
6. die minimierte logischen Gleichung  $Q_3$  für  $x=$  beliebig (don't care) 1 Punkt
7. die strenge Schaltung  $Q_1$  für  $x=1$  1 Punkt
8. die strenge Schaltung  $Q_2$  für  $x=0$  1 Punkt
9. die strenge Schaltung  $Q_3$  für  $x=$  beliebig (don't care) 2 Punkte

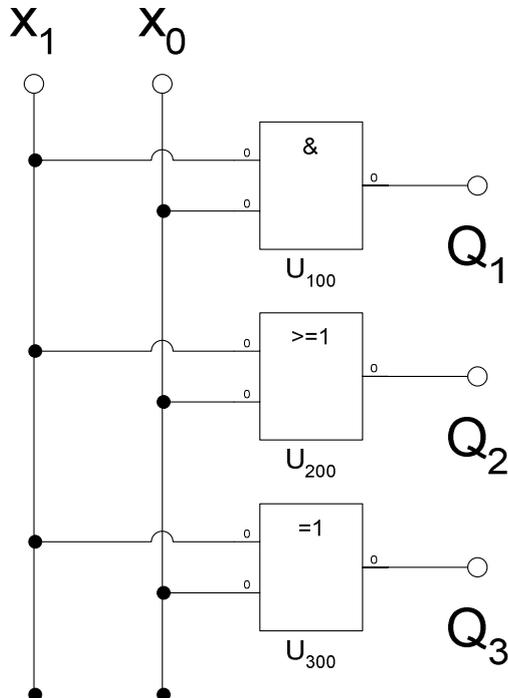
Bemerkung:

Die Minimierung hat auf minimale Kosten zu erfolgen.  
 In die Tabelle brauchen unter Q nur die Werte „1“ eingetragen werden.  
 Für die KV-Diagramme sind ebenfalls Vordrucke gegeben.

## 2. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

### Simulation einfacher Hazards

Gegeben sind jeweils ein AND-, OR- und XOR-Gatter:

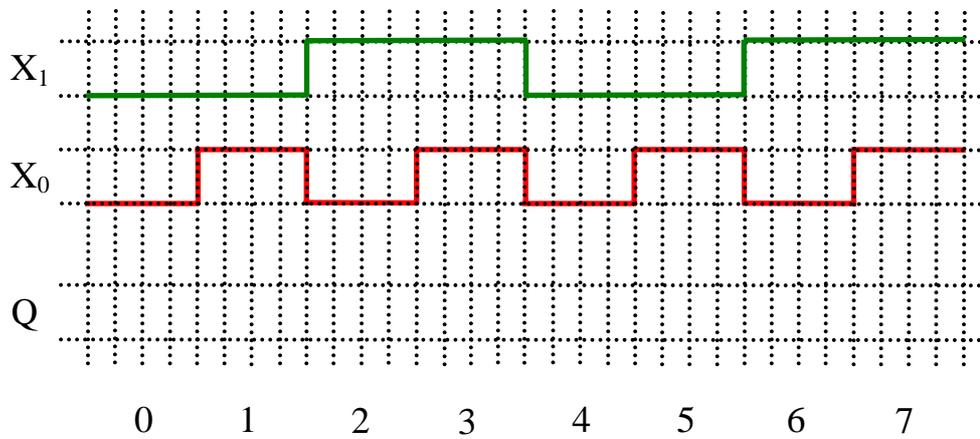


Durch eine fehlerhafte Schaltungskonfiguration treten Laufzeiteffekte in der Schaltung auf. Es werden die Impulse von  $X_1$  um  $1/16$  seiner Periode verzögert.

Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für :

1. die gewünschten Ausgangswerte für  $Q_1$  (ohne Verzögerung)
2. die gewünschten Ausgangswerte für  $Q_2$  (ohne Verzögerung)
3. die gewünschten Ausgangswerte für  $Q_3$  (ohne Verzögerung)
4. die fehlerhaften Ausgangswerte für  $Q_1$  (mit Verzögerung)
5. die fehlerhaften Ausgangswerte für  $Q_2$  (mit Verzögerung)
6. die fehlerhaften Ausgangswerte für  $Q_3$  (mit Verzögerung)

Zeitverhalten logischer Schaltkreise  
(keine Phasenverschiebung von  $X_1$ )



Zeitverhalten logischer Schaltkreise  
(Phasenverschiebung von  $1/16$  der Periode von  $X_1$ )



Bemerkung:

Die Gatter selbst sind als ideal anzusehen (keine Verzögerung).

Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	Q	Minterme	Maxterme
0	0000		$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0$
1	0001		$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
2	0010		$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
3	0011		$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
4	0100		$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0$
5	0101		$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
6	0110		$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
7	0111		$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
8	1000		$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0$
9	1001		$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
10	1010		$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
11	1011		$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
12	1100		$x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0$
13	1101		$x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
14	1110		$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
15	1111		$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$

$$Q_{KKNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$\begin{aligned} & (x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \\ & \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \\ & \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \\ & \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \end{aligned}$$

$$Q_{KDNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$\begin{aligned} & x_3 x_2 x_1 x_0 \vee x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee x_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \\ & \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \end{aligned}$$

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0	1	5	4	0	$X_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

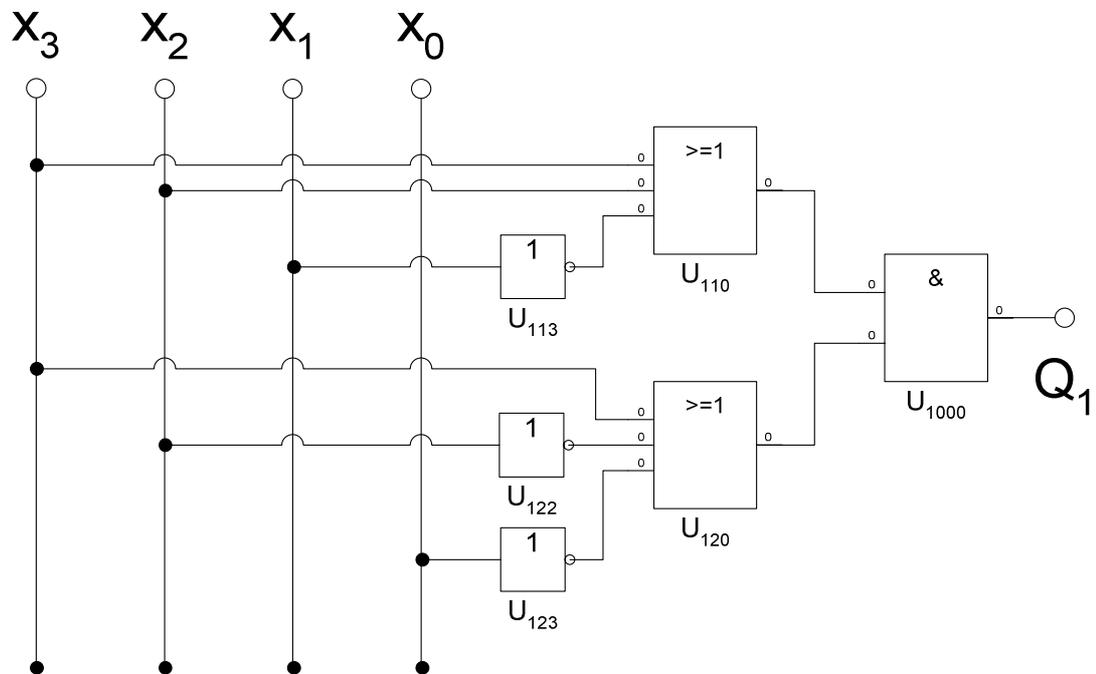
		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0	1	5	4	0	$X_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

# Lösung:

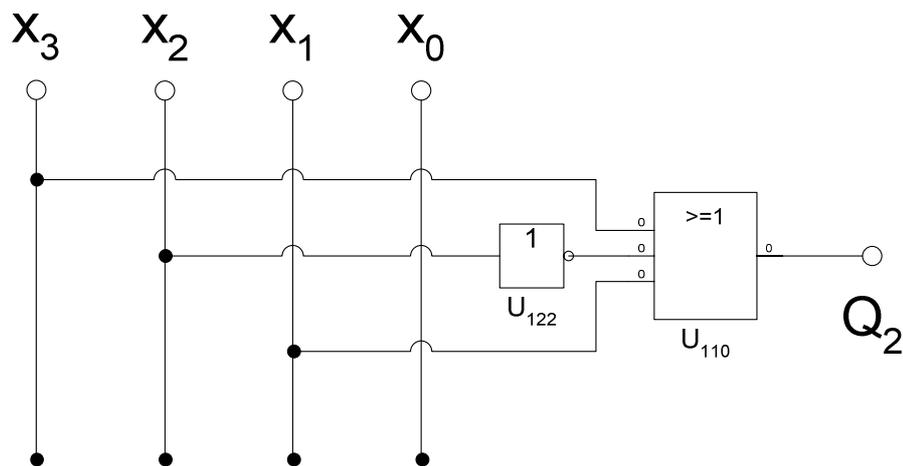
## 2. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

### Bündelminimierung

1. Bestimmen Sie die Gleichungen entsprechend der logischen Schaltung  $Q_1$  und  $Q_2$



$$Q_1 = f(x_3, x_2, x_1, x_0) = (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)(x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_0)$$



$$Q_2 = f(x_3, x_2, x_1, x_0) = x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1$$

## 2. Bestimmen Sie die Wertetabellen entsprechend der logischen Schaltung $Q_1$ und $Q_2$

$$Q_1(x_3, x_2, x_1, x_0) = (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)(x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_0)$$

$$(x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) = 0 \Leftrightarrow 001x \Rightarrow 0011 \text{ und } 0010 \quad \text{MAXt}(03 \text{ und } 02)$$

$$(x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_0) = 0 \Leftrightarrow 01x1 \Rightarrow 0111 \text{ und } 0101 \quad \text{MAXt}(07 \text{ und } 05)$$

$$Q_1 = \text{MAXt}(02, 03, 05, 07)$$

$$Q_2(x_3, x_2, x_1, x_0) = x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1$$

$$(x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1) = 0 \Leftrightarrow 010x \Rightarrow 0101 \text{ und } 0100 \quad \text{MAXt}(05 \text{ und } 04)$$

$$Q_2 = \text{MAXt}(04, 05)$$

<b>Zahl</b>	<b>Eingangsvariablen</b> $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_1$	$Q_2$	<i>Bündelbarer Teil</i> $Q_B = Q_1 \wedge Q_2$
<b>0</b>	<b>0000</b>	1	1	1
<b>1</b>	<b>0001</b>	1	1	1
<b>2</b>	<b>0010</b>	<b>0</b>	1	
<b>3</b>	<b>0011</b>	<b>0</b>	1	
<b>4</b>	<b>0100</b>	1	<b>0</b>	
<b>5</b>	<b>0101</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>6</b>	<b>0110</b>	1	1	1
<b>7</b>	<b>0111</b>	<b>0</b>	1	
<b>8</b>	<b>1000</b>	1	1	1
<b>9</b>	<b>1001</b>	1	1	1
<b>10</b>	<b>1010</b>	1	1	1
<b>11</b>	<b>1011</b>	1	1	1
<b>12</b>	<b>1100</b>	1	1	1
<b>13</b>	<b>1101</b>	1	1	1
<b>14</b>	<b>1110</b>	1	1	1
<b>15</b>	<b>1111</b>	1	1	1

3. Bestimmen Sie die KV-Diagramme für  $Q_1$  und  $Q_2$

$Q_1$		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$5$	$1_4$	0	$X_1$
	0	$2$	$3$	$7$	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

$Q_2$		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$5$	$4$	0	$X_1$
	0	$1_2$	$1_3$	$1_7$	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4 Bestimmen Sie das KV-Diagramme für die Bündelminimierung

$Q_B$		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	5	4	0	$X_1$
	0	2	3	7	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

Das KV-Diagramm für die Bündelminimierung entsteht durch die Schnittmenge (UND-Verknüpfung) der Minterme bzw. durch die Vereinigungsmenge (ODER-Verknüpfung) der Maxterme

8-Block  
 MINT(8,9,10,11,12,13,14,15)  
 Funktion :  $x_3$   
 Kosten : 1

$$Q_{B-MIN} = x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_2 x_1 \bar{x}_0$$

Kosten : 1 + 2 + 3 = 6

$Q_B$		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	5	4	0	$X_1$
	0	2	3	7	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4-Block  
 MINT(0,1,4,5)  
 Funktion :  $\bar{x}_2 \bar{x}_1$   
 Kosten : 2

2-Block  
 MINT(6,14)  
 Funktion :  $x_2 x_1 \bar{x}_0$   
 Kosten : 3

5. Bestimmen Sie die logische Gleichung der bündelminimierten Form für  $Q_1$

7. Bestimmen Sie die Kosten der bündelminimierten Form für  $Q_1$

Für den nichtbündelbaren Teil können die bündelbaren Teile mitbenutzt werden.

$Q_{1-NB}$		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	5	$1_4$	0	$X_1$
	0	2	3	7	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4 – Block  
 MINT(4,6,12,14)  
 Funktion :  $x_2\bar{x}_0$   
 Kosten : 2

$$Q_{1-NB} = x_2\bar{x}_0$$

Kosten : 2 = 2

$$Q_{1B-MIN} = Q_{B-MIN} \vee Q_{1-NB}$$

$$= x_3 \vee \bar{x}_2\bar{x}_1 \vee x_2x_1\bar{x}_0 \vee x_2\bar{x}_0$$

Kosten : 1 + 2 + 3 + 2 = 8

6. Bestimmen Sie die logische Gleichung der bündelminimierten Form für  $Q_2$

8. Bestimmen Sie die Kosten der bündelminimierten Form für  $Q_2$

Für den nichtbündelbaren Teil können die bündelbaren Teile mitbenutzt werden.

$Q_{2-NB}$		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	5	4	0	$X_1$
	0	$1_2$	$1_3$	$1_7$	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

8-Block  
 MINT(2,3,6,7,10,11,14,15)  
 Funktion:  $x_1$   
 Kosten: 1

$Q_{2-NB}$   
 =  $x_1$   
 Kosten: 1=1

$$Q_{2B-MIN} = Q_{B-MIN} \vee Q_{2-NB}$$

$$= x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_1$$

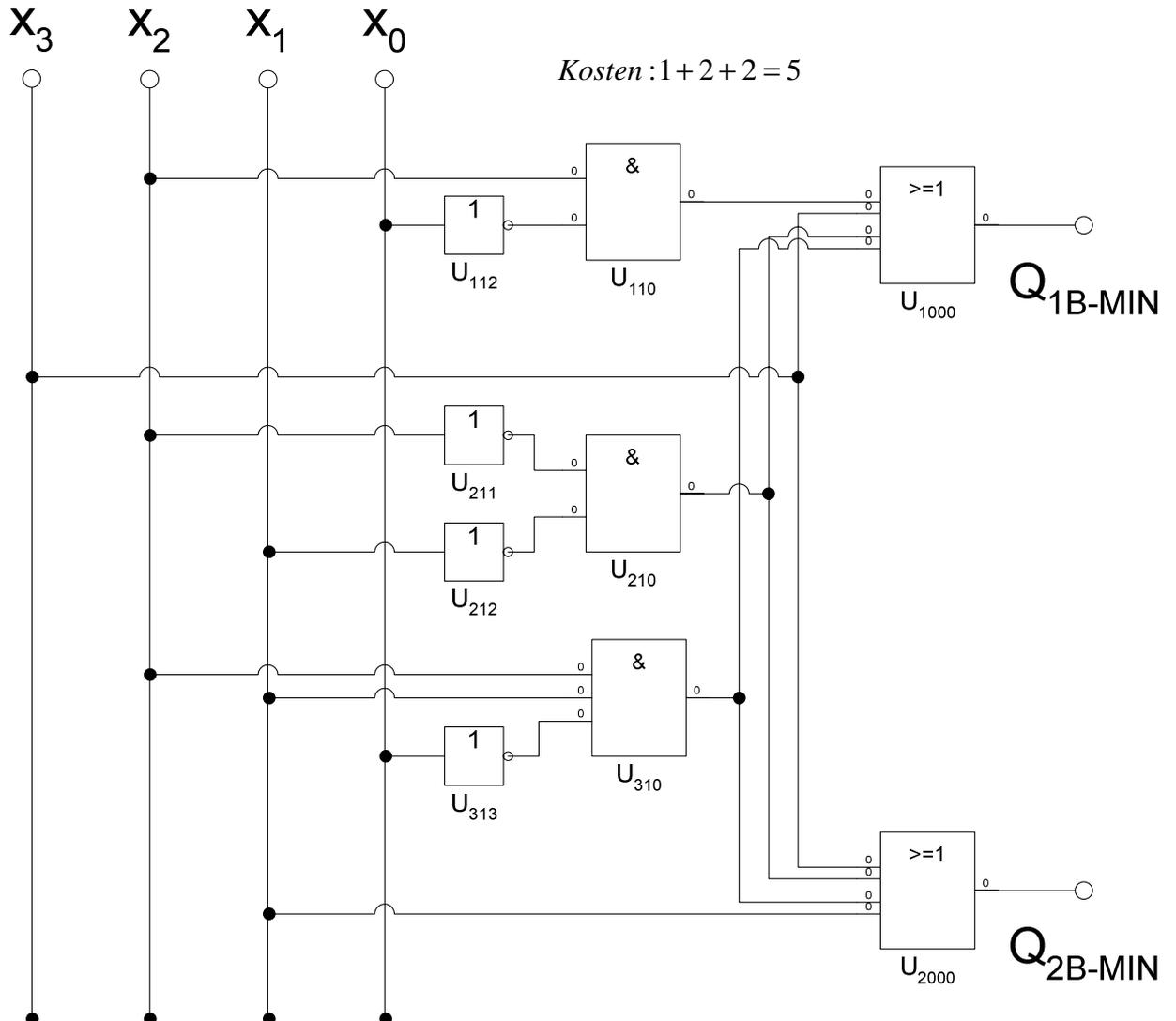
Kosten: 1+2+3+1=7

## 9. Bestimmen Sie die bündelminimierte Schaltung

$$Q_{1B-MIN} = Q_{B-MIN} \vee Q_{1-NB}$$

$$= x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_2 \bar{x}_0$$

$$\text{Kosten} : 1 + 2 + 2 = 5$$



$$Q_{2B-MIN} = Q_{B-MIN} \vee Q_{2-NB}$$

$$= x_3 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_1$$

$$\text{Kosten} : 1 + 2 + 1 = 4$$

Die Bündelminimierung ist nicht nur sehr wichtig für die Einsparung von Gattern, also Bauelementen, sondern auch für die Vermeidung von Laufzeitschwankungen, die sich in Hazards äußern können.

# Lösung:

## 2. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Minimierung unvollständiger Funktionen (dont' care Minimierung)

Bestimmen Sie:

- Bestimmen Sie das KV-Diagramm für  $x=1$  ( $Q_1$ )

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0	1 <sub>1</sub>	1 <sub>5</sub>	1 <sub>4</sub>	0	$X_1$
	0	2	1 <sub>3</sub>	1 <sub>7</sub>	6	1	
	1	1 <sub>10</sub>	1 <sub>11</sub>	1 <sub>15</sub>	14	1	
	1	1 <sub>8</sub>	1 <sub>9</sub>	1 <sub>13</sub>	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

8-Block

$MINT(1,3,5,7,9,11,13,15)$

Funktion:  $x_0$

Kosten: 1

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0 <sub>0</sub>	1 <sub>1</sub>	1 <sub>5</sub>	1 <sub>4</sub>	0	$X_1$
	0	2	1 <sub>3</sub>	1 <sub>7</sub>	6	1	
	1	1 <sub>10</sub>	1 <sub>11</sub>	1 <sub>15</sub>	14	1	
	1	1 <sub>8</sub>	1 <sub>9</sub>	1 <sub>13</sub>	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

2 – Block  
MINT(4,5)  
Funktion :  $\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1$   
Kosten : 3

4 – Block  
MINT(8,9,10,11)  
Funktion :  $x_3 \bar{x}_2$   
Kosten : 2

$$Q_{1-MIN} = x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1$$

$$Kosten : 1 + 2 + 3 = 6$$

2. Bestimmen Sie das KV-Diagramm für  $x=0$  ( $Q_2$ )

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0	1 <sub>1</sub>	1 <sub>5</sub>	0 <sub>4</sub>	0	$X_1$
	0	2	0 <sub>3</sub>	0 <sub>7</sub>	6	1	
	1	10	1 <sub>11</sub>	1 <sub>15</sub>	14	1	
	1	8	0 <sub>9</sub>	1 <sub>13</sub>	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

2-Block

MINT(1,5)

Funktion:  $\bar{x}_3 \bar{x}_1 x_0$

Kosten: 3

2-Block

MINT(11,15)

Funktion:  $x_3 x_1 x_0$

Kosten: 3

$Q_{2-MIN}$

$= x_3 x_2 x_0 \vee x_3 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_1 x_0$

Kosten:  $3+3+3=9$

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0	1 <sub>1</sub>	1 <sub>5</sub>	0 <sub>4</sub>	0	$X_1$
	0	2	0 <sub>3</sub>	0 <sub>7</sub>	6	1	
	1	10	1 <sub>11</sub>	1 <sub>15</sub>	14	1	
	1	8	0 <sub>9</sub>	1 <sub>13</sub>	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

2-Block

MINT(13,15)

Funktion:  $x_3 x_2 x_0$

Kosten: 3

3. Bestimmen Sie das KV-Diagramm für  $x = \text{beliebig (don't care)}$  ( $Q_3$ )

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	0 <sub>0</sub>	1 <sub>1</sub>	1 <sub>5</sub>	0 <sub>4</sub>	0	$X_1$
	0	2	1 <sub>3</sub>	1 <sub>7</sub>	6	1	
	1	10	1 <sub>11</sub>	1 <sub>15</sub>	14	1	
	1	8	1 <sub>9</sub>	1 <sub>13</sub>	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

8-Block

MINT(1,3,5,7,9,11,13,15)

Funktion:  $x_0$

Kosten: 1

$$Q_{3-MIN} = x_0$$

$$\text{Kosten: } 1 = 1$$

**4. Bestimmen Sie die minimierte logischen Gleichung  $Q_1$  für  $x=1$**

$$Q_{1-MIN} = x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1$$

$$Kosten : 1 + 2 + 3 = 6$$

**5. Bestimmen Sie die minimierte logischen Gleichung  $Q_2$  für  $x=0$**

$$Q_{2-MIN} = x_3 x_2 x_0 \vee x_3 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_1 x_0$$

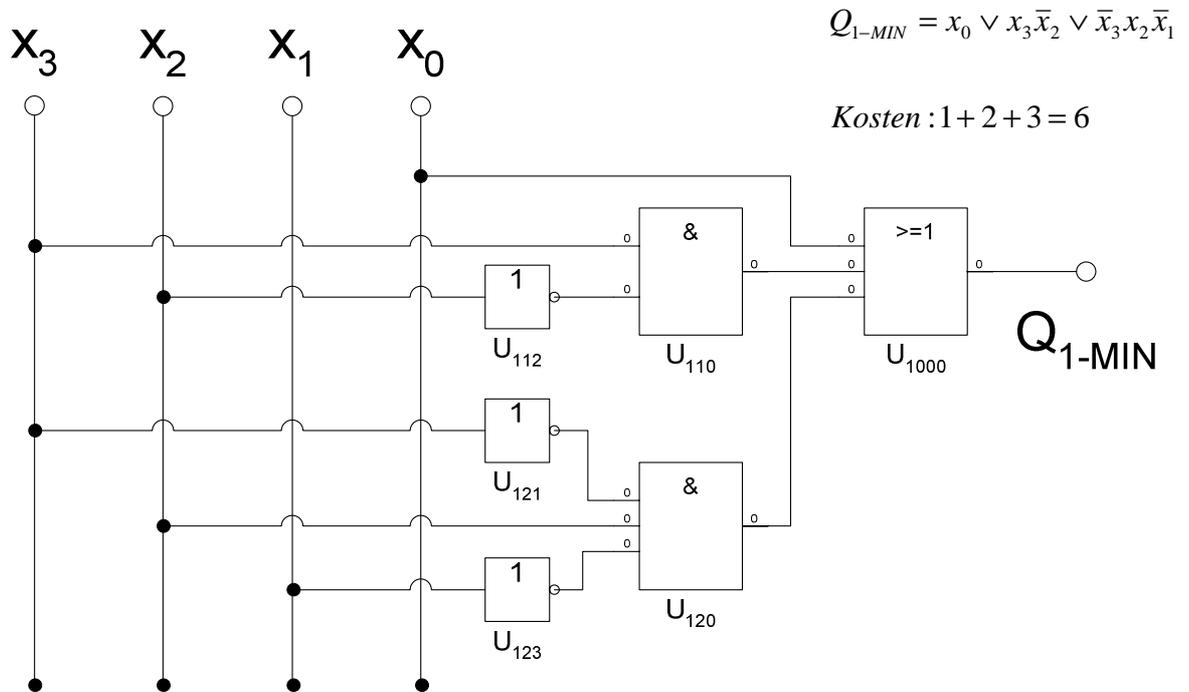
$$Kosten : 3 + 3 + 3 = 9$$

**6. Bestimmen Sie die minimierte logischen Gleichung  $Q_3$  für  $x=$  beliebig (don't care)**

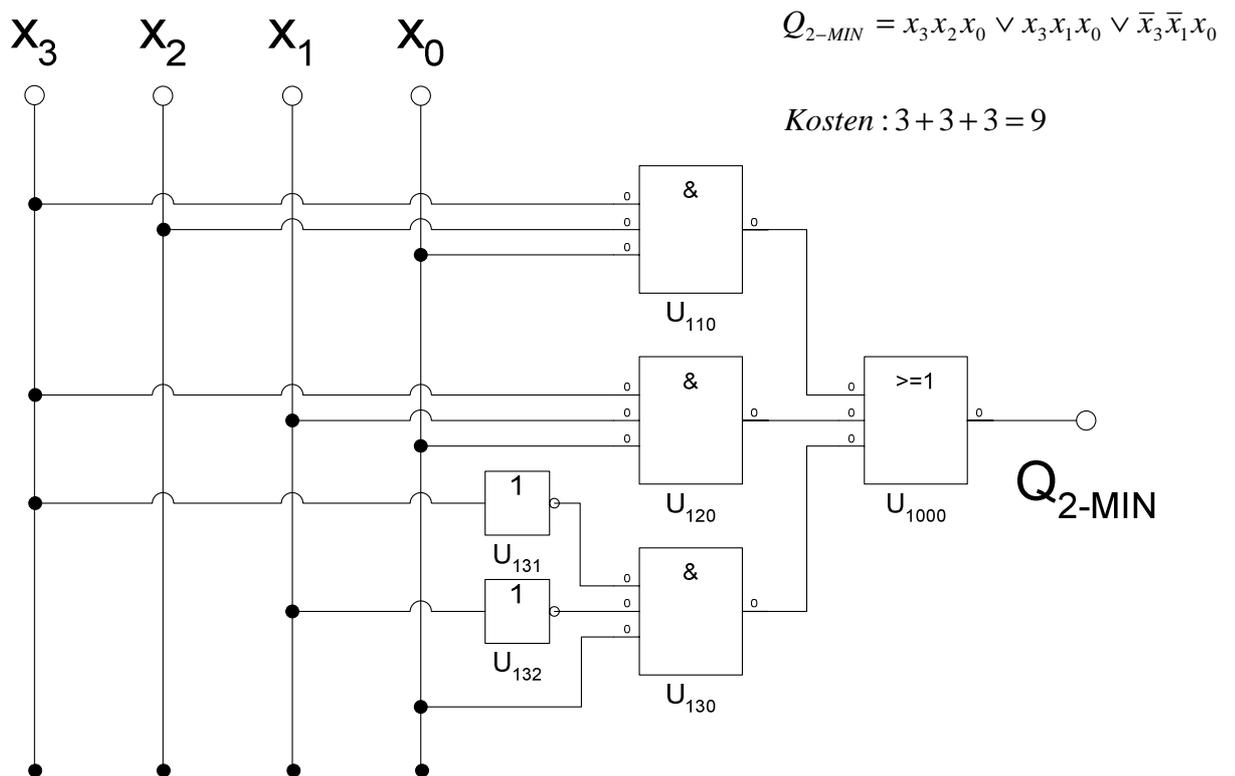
$$Q_{3-MIN} = x_0$$

$$Kosten : 1 = 1$$

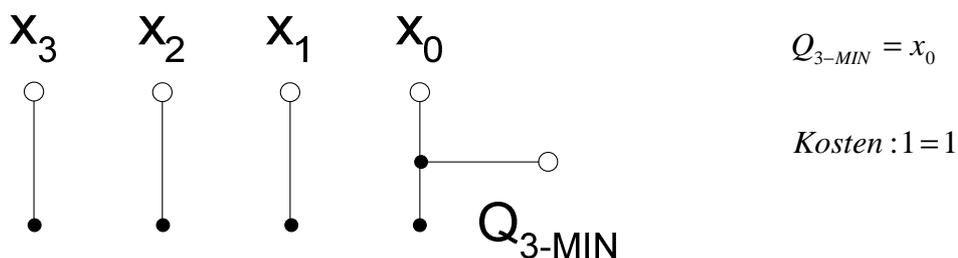
7. Bestimmen Sie die strenge Schaltung  $Q_1$  für  $x=1$



8. Bestimmen Sie die strenge Schaltung  $Q_2$  für  $x=0$



9. Bestimmen Sie die strenge Schaltung  $Q_3$  für  $x = \text{beliebig (don't care)}$

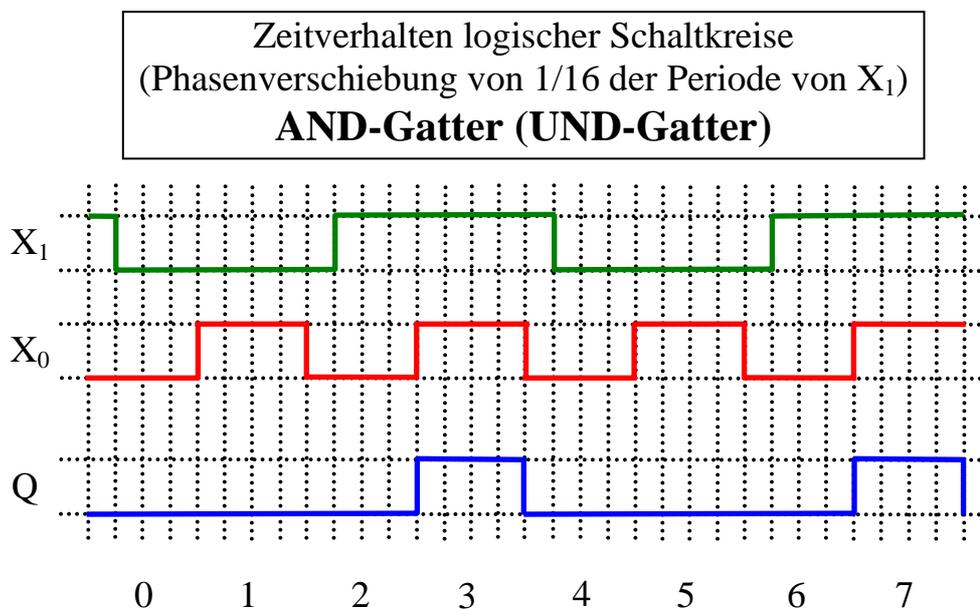
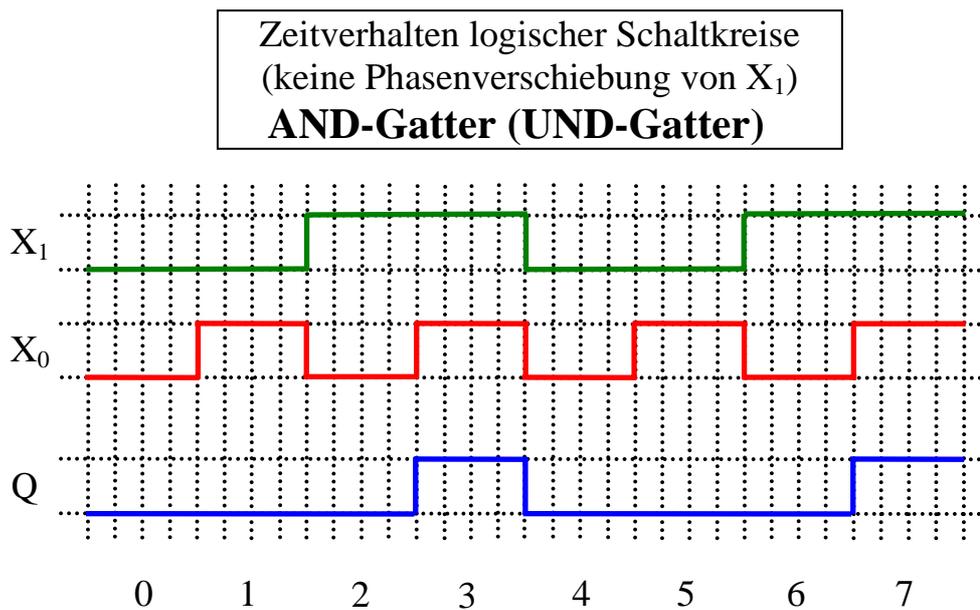


## Lösung:

### 2. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

#### Simulation einfacher Hazards

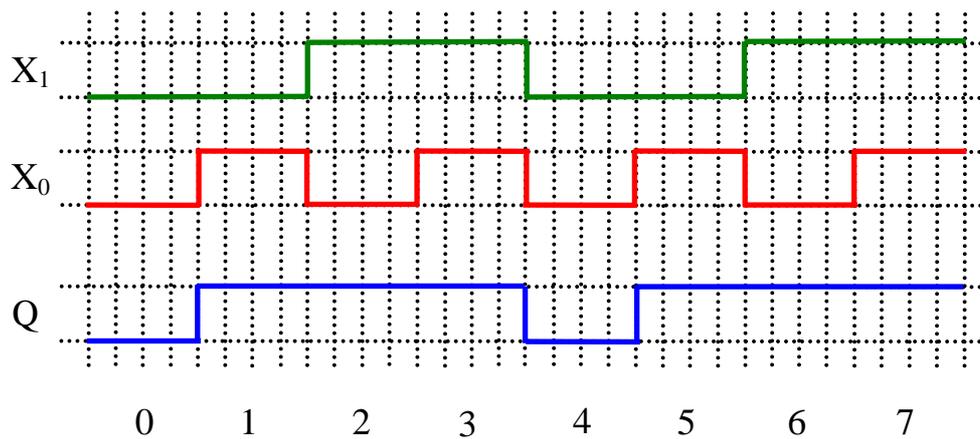
1. Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für die gewünschten Ausgangswerte für  $Q_1$  (ohne Verzögerung)
4. Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für die fehlerhaften Ausgangswerte für  $Q_1$  (mit Verzögerung)



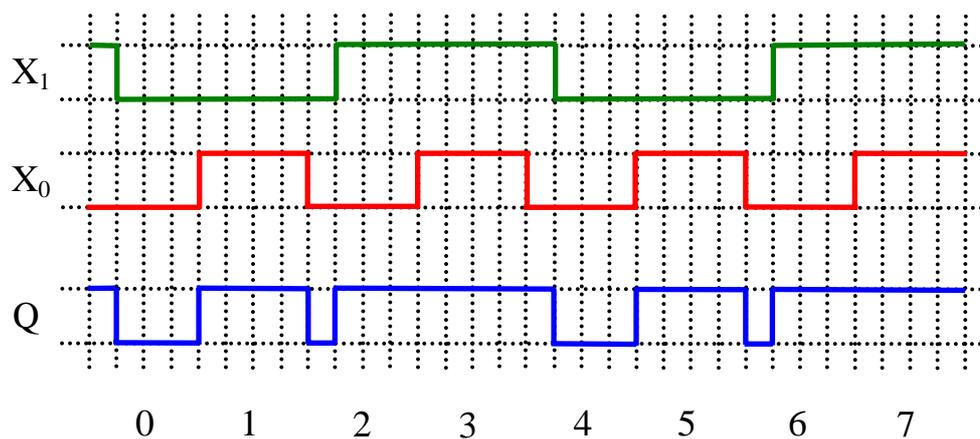
Keine Veränderung des Ausgangssignals, da im Fenster von  $X_1$ . Gefährlich, weil man die Verzögerung nicht bemerkt. Die Verzögerung kann sich aber bei anderen Bitfolgen und anderen Schaltungsteilen störend auswirken.

2. Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für die gewünschten Ausgangswerte für  $Q_2$  (ohne Verzögerung)
5. Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für die fehlerhaften Ausgangswerte für  $Q_2$  (mit Verzögerung)

Zeitverhalten logischer Schaltkreise  
 (keine Phasenverschiebung von  $X_1$ )  
**OR-Gatter (ODER-Gatter)**

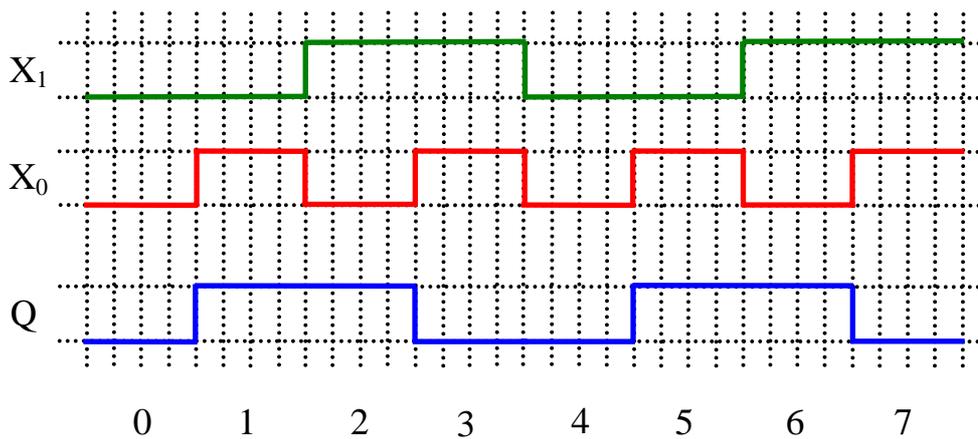


Zeitverhalten logischer Schaltkreise  
 (Phasenverschiebung von  $1/16$  der Periode von  $X_1$ )  
**OR-Gatter (ODER-Gatter)**



3. Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für die gewünschten Ausgangswerte für  $Q_3$  (ohne Verzögerung)
6. Bestimmen Sie das Impulsdiagramm für die fehlerhaften Ausgangswerte für  $Q_3$  (mit Verzögerung)

Zeitverhalten logischer Schaltkreise  
(keine Phasenverschiebung von  $X_1$ )  
**XOR-Gatter**



Zeitverhalten logischer Schaltkreise  
(Phasenverschiebung von  $1/16$  der Periode von  $X_1$ )  
**XOR-Gatter**

