



# Studentenmitteilung

2. Semester - SS 2003

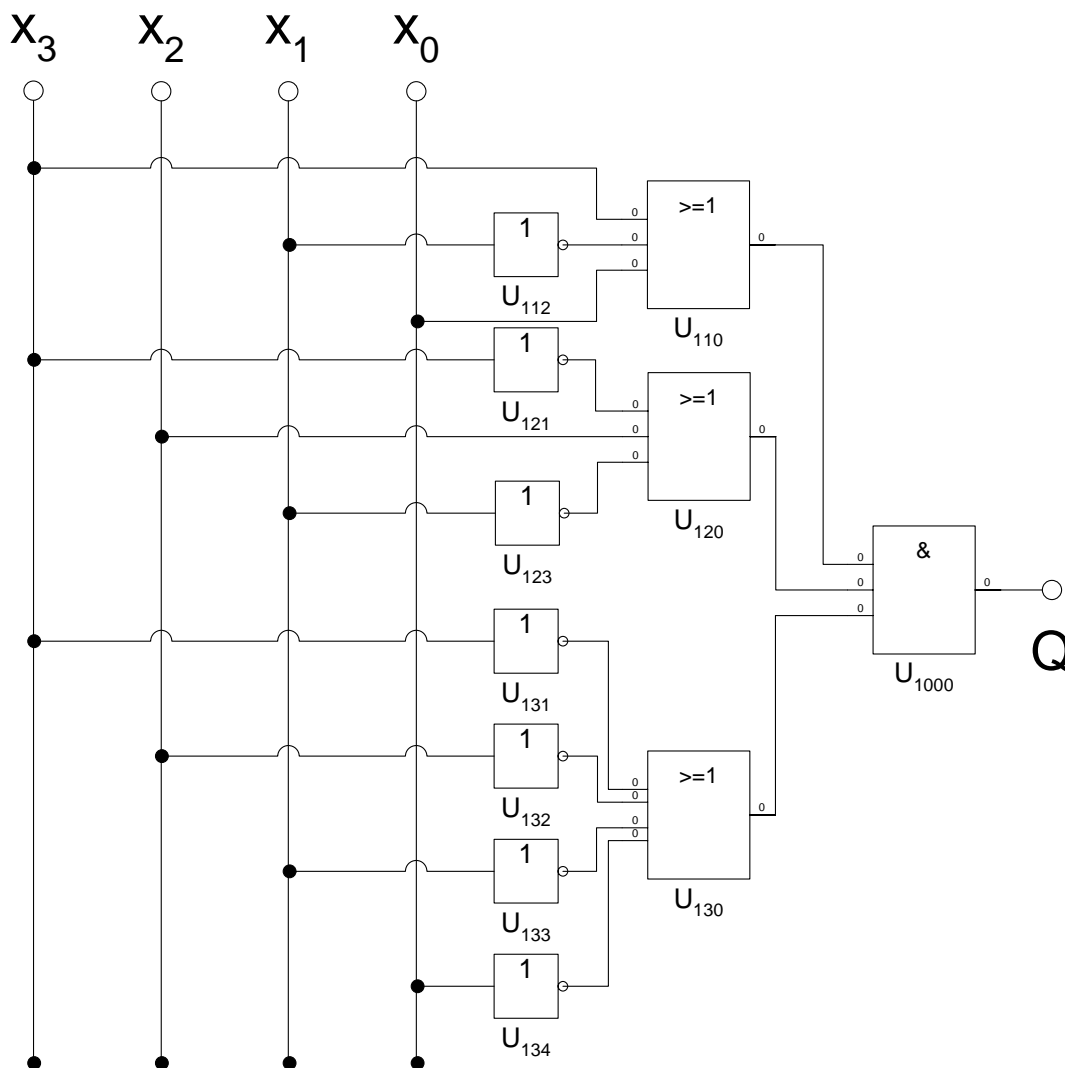
Abt. Technische Informatik  
Gerätebeauftragter  
Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske  
Tel.: [49]-0341-97 32213  
Zimmer: HG 02-37  
e-mail: [lieske@informatik.uni-leipzig.de](mailto:lieske@informatik.uni-leipzig.de)  
www: <http://www.ti-leipzig.de/~lieske/>  
Sprechstunde: Mi. 14<sup>00</sup> – 15<sup>00</sup> (Vorlesungszeit)

## Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 2

### 1. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Darstellungsformen logischer Gleichungen **(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)**

Gegeben ist folgende Schaltung:



**Bestimmen Sie:**

1. die Gleichung entsprechend der logischen Schaltung Q **2 Punkte**
2. die Wertetabelle **1 Punkt**
3. die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{\text{KKNF}}$  **1 Punkt**
4. die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{\text{KDNF}}$  **1 Punkt**
5. die Schaltung streng entsprechend der kanonisch konjunktiven Normalform  $Q_{\text{KKNF}}$  **1 Punkt**
6. die Schaltung streng entsprechend der kanonisch disjunktiven Normalform  $Q_{\text{KDNF}}$  **1 Punkt**
7. das KV-Diagramm **1 Punkt**
8. mittels des KV-Diagramms die Gleichung der minimierten Form  $Q_{\text{MIN}}$  **1 Punkt**
9. die Schaltung der minimierten Form  $Q_{\text{MIN}}$  **1 Punkt**

# 1. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

## Verknüpfungen logischer Schaltungen

(Gesamtpunktzahl=20 Punkte)

Gegeben sind folgende logische Gleichungen:

$$Q_1(x_3, x_2, x_1, x_0) = f_1(x_3, x_2, x_1, x_0) = x_3x_1 \vee \bar{x}_3x_1 \vee x_3x_2x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1$$

$$Q_2(x_3, x_2, x_1, x_0) = f_2(x_3, x_2, x_1, x_0) = x_3x_2 \vee \bar{x}_3x_2 \vee \bar{x}_3\bar{x}_1$$

$$Q_3(x_3, x_2, x_1, x_0) = Q_1(x_3, x_2, x_1, x_0) \wedge Q_2(x_3, x_2, x_1, x_0)$$

$$Q_4(x_3, x_2, x_1, x_0) = Q_1(x_3, x_2, x_1, x_0) \vee Q_2(x_3, x_2, x_1, x_0)$$

Bestimmen Sie:

1. die Schaltung streng entsprechend der logischen Gleichung  $Q_1$  **2 Punkte**
2. die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{1\text{-KDNF}}$  für  $Q_1$  **1 Punkt**
3. die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{1\text{-KKNF}}$  für  $Q_1$  **1 Punkt**
4. das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung  $Q_{1\text{-MIN}}$  für  $Q_1$  **1 Punkt**
5. die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{1\text{-MIN}}$  **1 Punkt**
6. die Schaltung streng entsprechend der logischen Gleichung  $Q_2$  **2 Punkte**
7. die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{2\text{-KDNF}}$  für  $Q_2$  **1 Punkt**
8. die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{2\text{-KKNF}}$  für  $Q_2$  **1 Punkt**
9. das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung für  $Q_{2\text{-MIN}}$  **1 Punkt**
10. die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{2\text{-MIN}}$  **1 Punkt**
11. die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{3\text{-KDNF}}$  für  $Q_3$  (UND-Verknüpfung von  $Q_1$  und  $Q_2$ ) **1 Punkt**
12. die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{3\text{-KKNF}}$  für  $Q_3$  **1 Punkt**
13. das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung  $Q_{3\text{-MIN}}$  für  $Q_3$  **1 Punkt**
14. die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{3\text{-MIN}}$  **1 Punkt**
15. die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{4\text{-KDNF}}$  für  $Q_4$  (ODER-Verknüpfung von  $Q_1$  und  $Q_2$ ) **1 Punkt**
16. die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{4\text{-KKNF}}$  für  $Q_4$  (ODER-Verknüpfung von  $Q_1$  und  $Q_2$ ) **1 Punkt**
17. das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung  $Q_{4\text{-MIN}}$  für  $Q_4$  **1 Punkt**
18. die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{4\text{-MIN}}$  **1 Punkt**

**Bemerkung:**

Um die Schreibarbeit zu verringern ist die Tabelle und das Listing der Normalformen gegeben. Bei den Min- und Maxtermen sind die jeweils gültigen zu unterstreichen.

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

Für die KV-Diagramme sind ebenfalls Vordrucke gegeben.

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:

### 1. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

#### Darstellungsformen logischer Gleichungen

##### 1. Bestimmen Sie die Gleichung entsprechend der logischen Schaltung Q

$$Q(x_3, x_2, x_1, x_0) = (x_3 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$

##### 2. Bestimmen Sie die Wertetabelle

##### 3. Bestimmen Sie die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform $Q_{\text{KKNF}}$

##### 4. Bestimmen Sie die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform $Q_{\text{KDNF}}$

Die Werte der logischen Gleichung kann man auf verschiedene Weise bestimmen.

Zum Beispiel:

1. Durch Einsetzen aller Eingangskombinationen in die Gleichung.
2. Durch Bestimmung der Minterme oder der Maxterme und der dazugehörigen Eingangskombinationen.

Die Schaltung bzw. Gleichung ist eine konjunktive Form.

Daraus kann man relativ einfach die Maxterme (Nullstellen) bestimmen, der Rest muß logischerweise das Ergebnis „1“ also die Minterme ergeben.

$$Q(x_3, x_2, x_1, x_0) = (x_3 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$

$$(x_3 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) = 0 \Leftrightarrow 0x10 \Rightarrow 0110 \text{ und } 0010 \quad \text{MAXt}(06 \text{ und } 02)$$

$$(\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) = 0 \Leftrightarrow 101x \Rightarrow 1011 \text{ und } 1010 \quad \text{MAXt}(11 \text{ und } 10)$$

$$(\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) = 0 \Leftrightarrow 1111 \Rightarrow 1111 \quad \text{MAXt}(15)$$

$$Q = \text{MAXt}(02, 06, 10, 11, 15)$$

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

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

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

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

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



**oder übersichtlicher:**

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

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

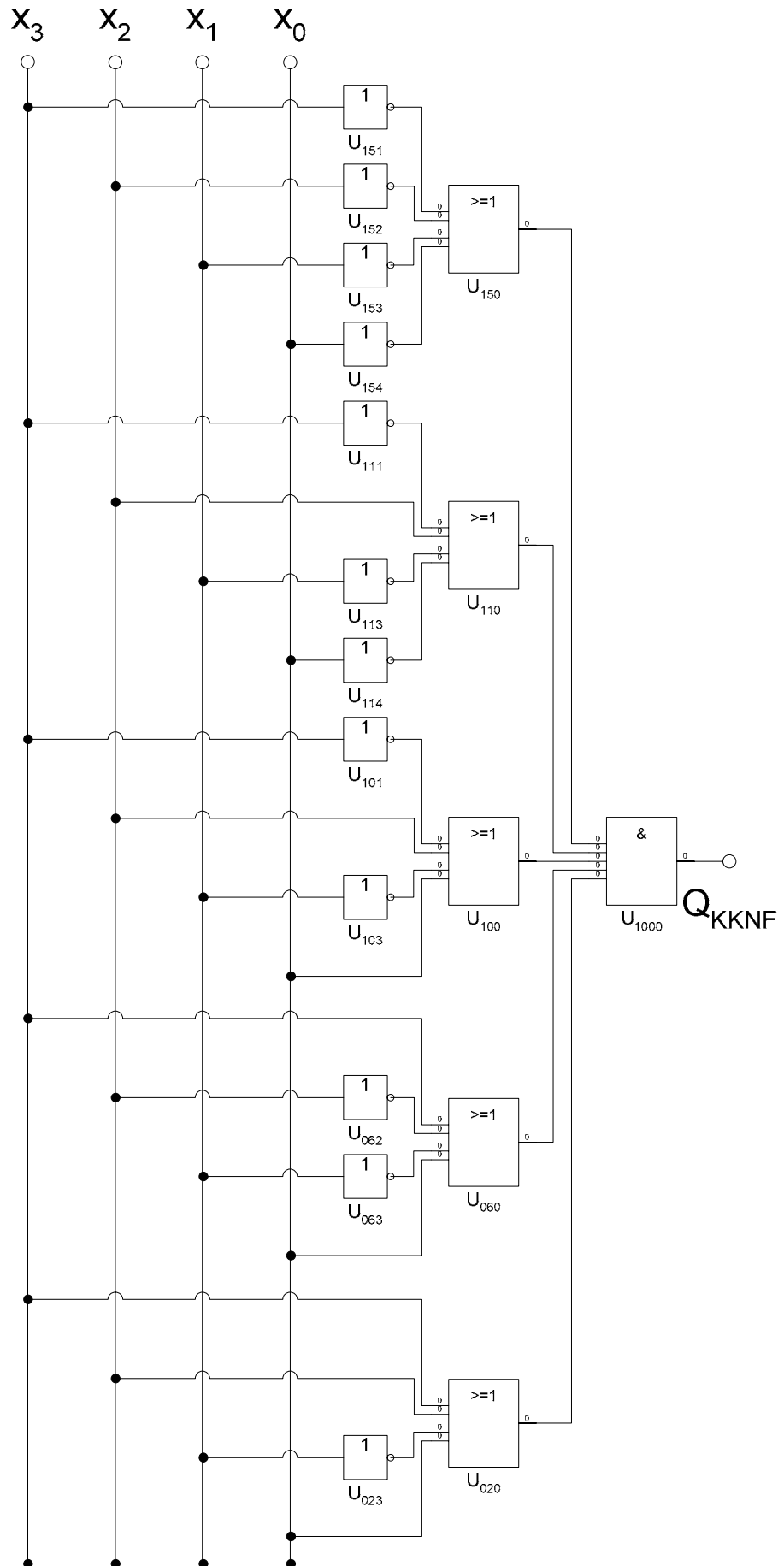
$$(x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$

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

$$x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

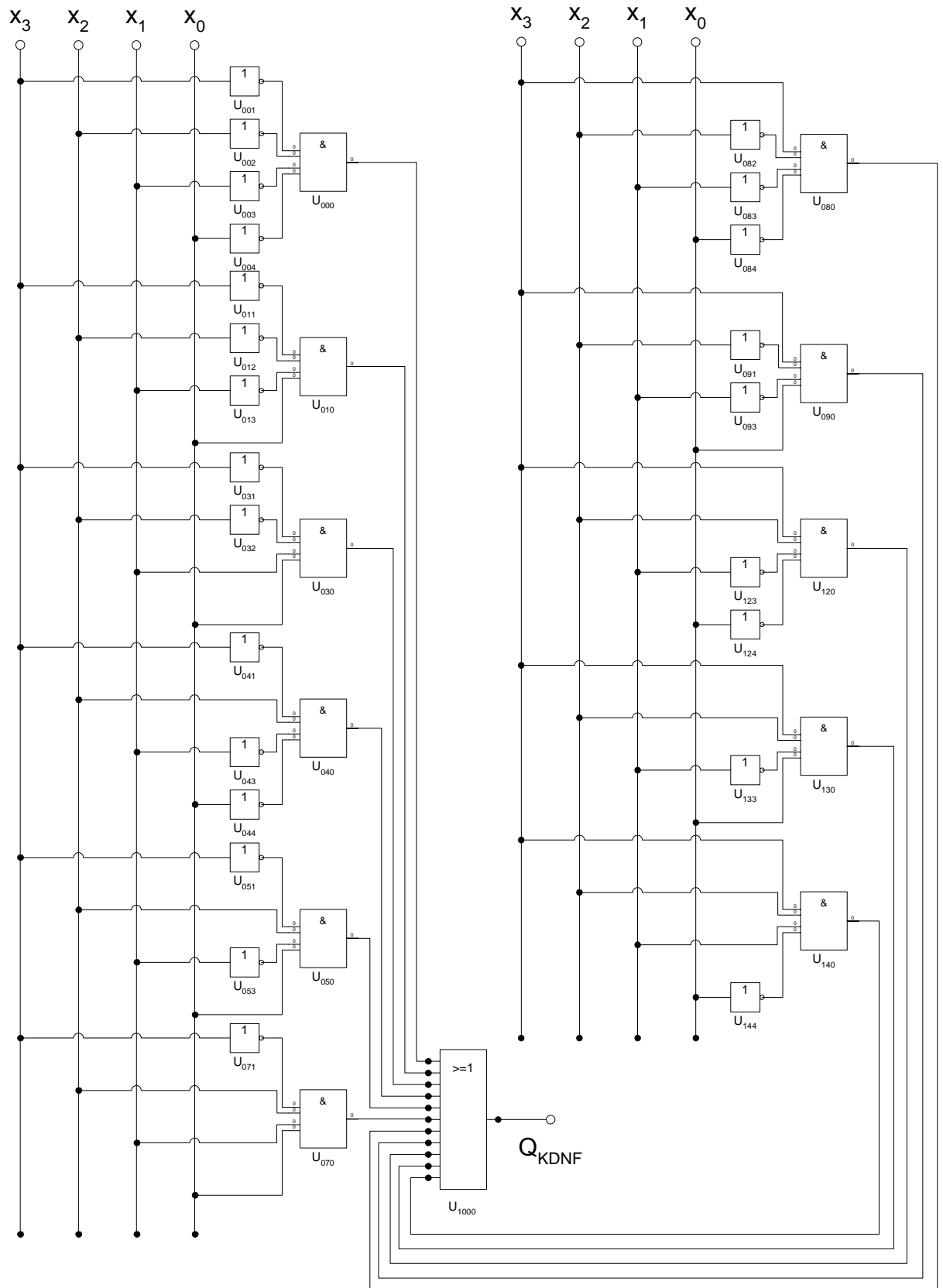
5. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der kanonisch konjunktiven Normalform  $Q_{KKNF}$

$$Q_{KKNF} = (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$



6. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der kanonisch disjunktiven Normalform  $Q_{KDNF}$

$$Q_{KDNF} = x_3x_2x_1\bar{x}_0 \vee x_3x_2\bar{x}_1x_0 \vee x_3x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 \vee x_3\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 \vee x_3\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3x_2x_1x_0 \\ \vee \bar{x}_3x_2\bar{x}_1x_0 \vee \bar{x}_3x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2x_1x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0$$



### 7. Das KV-Diagramm

		$X_0$				
		0	1	1	0	
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$1_5$	$1_4$	0
	0	$2$	$1_3$	$1_7$	$6$	1
	1	$10$	$11$	$15$	$1_{14}$	1
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0
		0	0	1	1	
		$X_2$				

		$X_0$				
		0	1	1	0	
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$1_5$	$1_4$	0
	0	$2$	$1_3$	$1_7$	$6$	1
	1	$10$	$11$	$15$	$1_{14}$	1
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0
		0	0	1	1	
		$X_2$				

8 – Block

$MINT(0,1,4,5,8,9,12,13)$

Funktion :  $\bar{x}_1$

Kosten : 1

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$1_5$	$1_4$	0	$X_1$
	0	$2$	$1_3$	$1_7$	$6$	1	
	1	$10$	$11$	$15$	$1_{14}$	1	
	1	$1_8$	$1_9$	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4-Block  
MINT(1,3,5,7)  
Funktion:  $\bar{x}_3 x_0$   
Kosten: 2

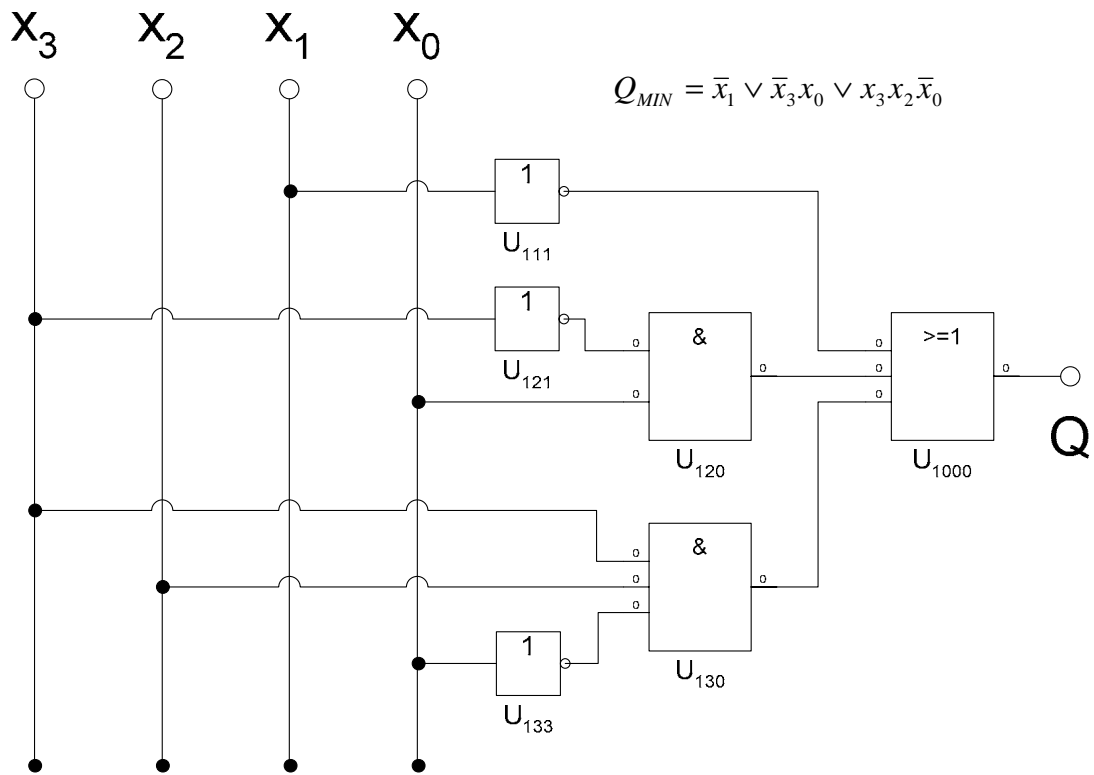
2-Block  
MINT(12,14)  
Funktion:  $x_3 x_2 \bar{x}_0$   
Kosten: 3

8. Bestimmen Sie mittels des KV-Diagramms die Gleichung der minimierten Form  $Q_{MIN}$

$$Q_{MIN} = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_3 x_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_0$$

$$\text{Kosten} : 1 + 2 + 3 = 6$$

9. Bestimmen Sie die Schaltung der minimierten Form  $Q_{MIN}$



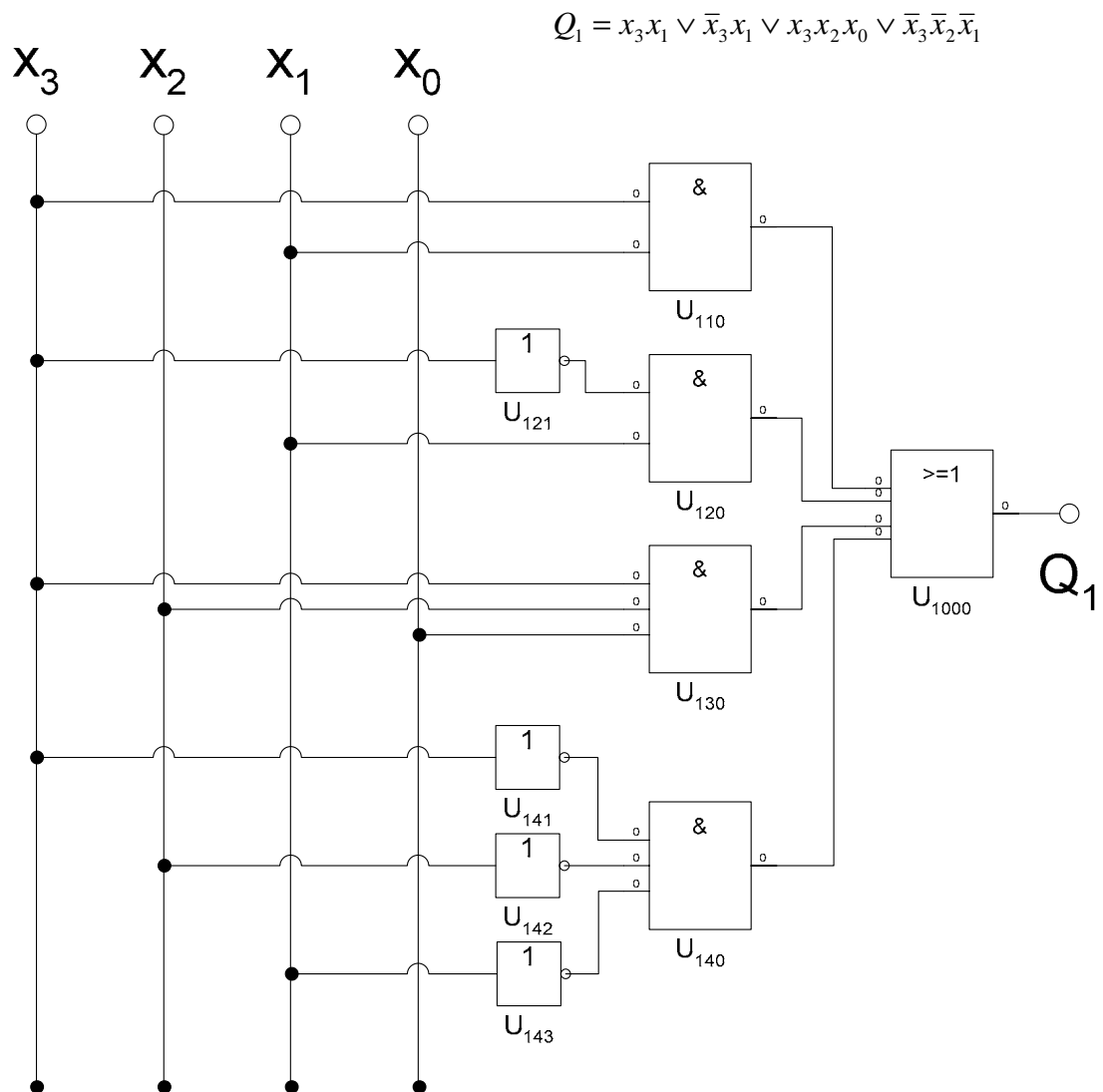
# Lösung:

## 1. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Verknüpfungen logischer Schaltungen

Bestimmen Sie:

- Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der logischen Gleichung  $Q_1$



2. Bestimmen Sie die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_1$ -KDNF für  $Q_1$
3. Bestimmen Sie die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_1$ -KKNF für  $Q_1$

Die Werte der logischen Gleichung kann man auf verschiedene Weise bestimmen.

Zum Beispiel:

1. Durch Einsetzen aller Eingangskombinationen in die Gleichung.
2. Durch Bestimmung der Minterme oder der Maxterme und der dazugehörigen Eingangskombinationen.

Die Schaltung bzw. Gleichung ist eine disjunktive Form.

Daraus kann man relativ einfach die Minterme (Einsstellen) bestimmen, der Rest muß logischerweise das Ergebnis „0“ also die Maxterme ergeben.

$$Q_1(x_3, x_2, x_1, x_0) = x_3x_1 \vee \bar{x}_3x_1 \vee x_3x_2x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1$$

$$x_3x_1 = 1 \leftrightarrow 1x1y \Rightarrow \begin{array}{l} 111y \text{ mit } 1111 \text{ und } 1110 \text{ } MINt(15 \text{ und } 14) \\ \text{und } 101y \text{ mit } 1011 \text{ und } 1010 \text{ } MINt(11 \text{ und } 10) \end{array}$$

$$\bar{x}_3x_1 = 1 \leftrightarrow 0x1y \Rightarrow \begin{array}{l} 011y \text{ mit } 0111 \text{ und } 0110 \text{ } MINt(07 \text{ und } 06) \\ \text{und } 001y \text{ mit } 0011 \text{ und } 0010 \text{ } MINt(03 \text{ und } 02) \end{array}$$

$$x_3x_2x_0 = 1 \leftrightarrow 11x1 \Rightarrow 1111 \text{ und } 1101 \text{ } MINt(15 \text{ und } 13)$$

$$\bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1 = 1 \leftrightarrow 000x \Rightarrow 0001 \text{ und } 0000 \text{ } MINt(01 \text{ und } 00)$$

$$Q_1 = MINt(00,01,02,03,06,07,10,11,13,14,15)$$



Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_1$	Minterme	Maxterme
0	0000	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0$
1	0001	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
2	0010	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
3	0011	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
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	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
7	0111	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
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	1	$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
11	1011	1	$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
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	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
14	1110	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
15	1111	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$

$$Q_{1-KDNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

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

$$Q_{1-KKNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

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

## oder übersichtlicher:

Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_1$	Minterme	Maxterme
0	0000	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	
1	0001	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	
2	0010	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	
3	0011	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	
4	0100			$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0$
5	0101			$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
6	0110	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	
7	0111	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	
8	1000			$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0$
9	1001			$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
10	1010	1	$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	
11	1011	1	$x_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	
12	1100			$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0$
13	1101	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	
14	1110	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	
15	1111	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	

$$Q_{1-KDNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$x_3 x_2 x_1 x_0 \vee x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

$$Q_{1-KKNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$(x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0)$$

4. Bestimmen Sie das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung  $Q_{1-MIN}$  für  $Q_1$

		$X_0$					
		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	8	9	$1_{13}$	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

8-Block  
 MINT(2,3,6,7,10,11,14,15)

Funktion:  $x_1$

Kosten: 1

$$Q_{1-MIN} = x_1 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \vee x_3 x_2 x_0$$

Kosten: 1+2+3=6

		$X_0$					
		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	8	9	$1_{13}$	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4-Block

MINT(0,1,2,3)

Funktion:  $\bar{x}_3 \bar{x}_2$

Kosten: 2

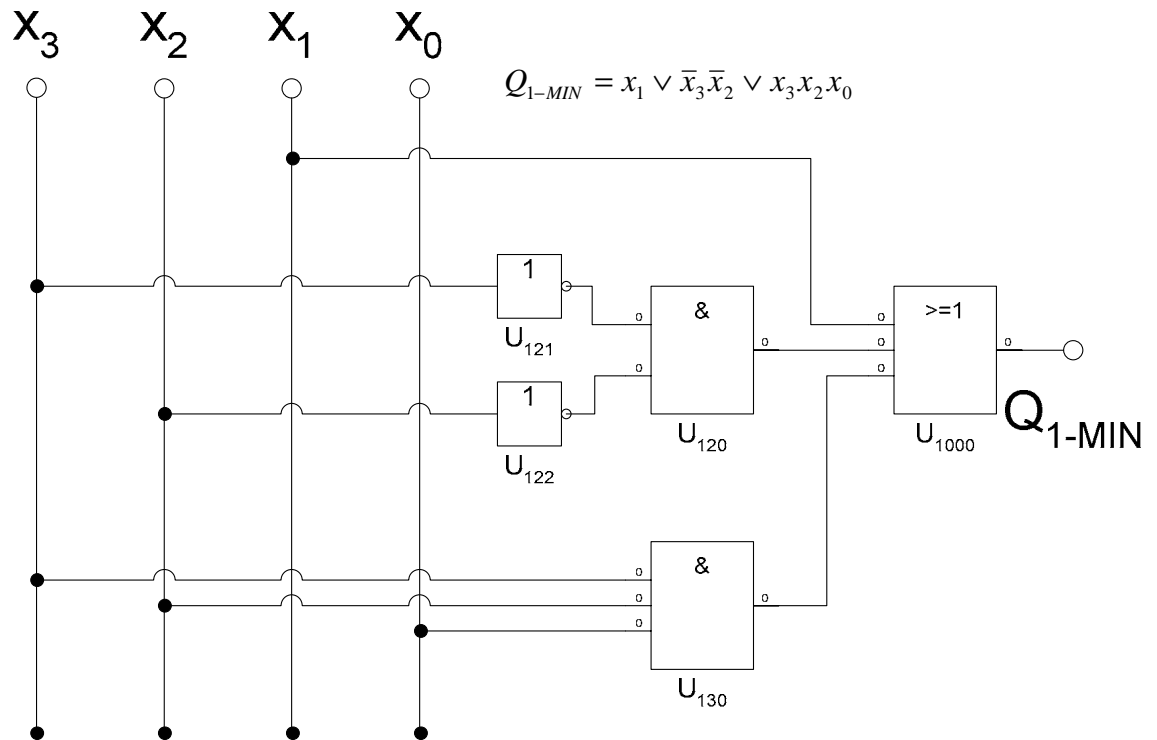
2-Block

MINT(13,15)

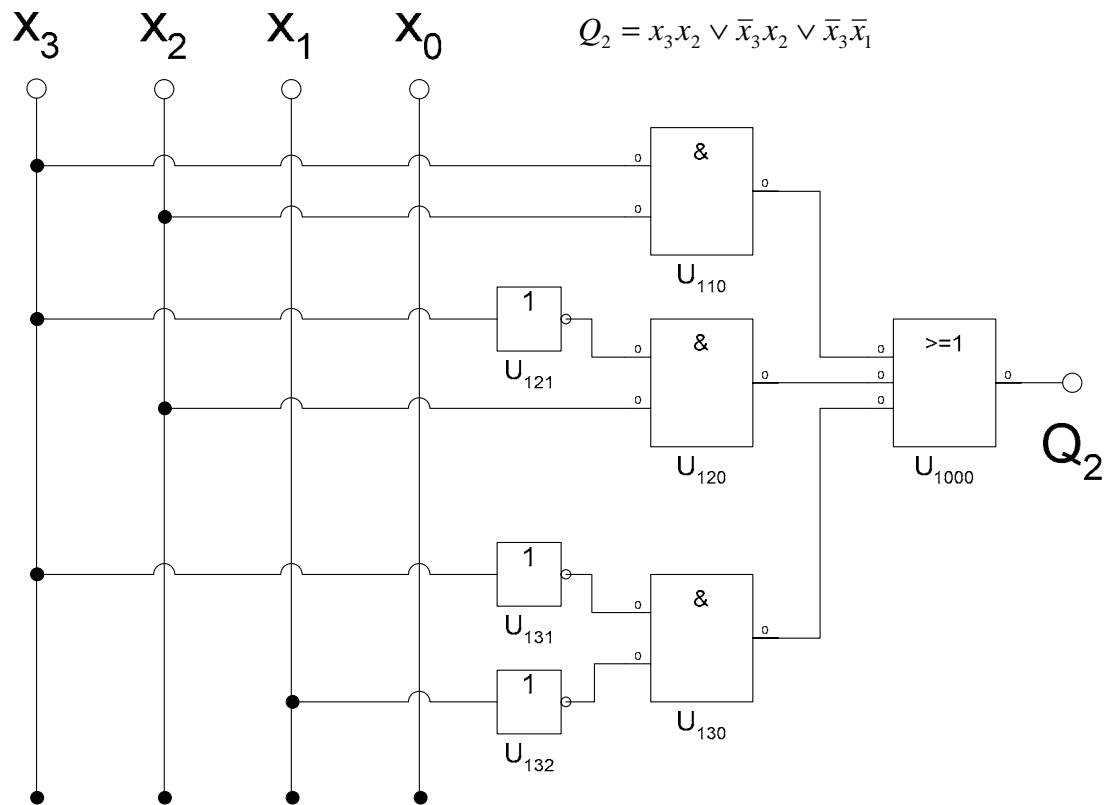
Funktion:  $x_3 x_2 x_0$

Kosten: 3

5. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{1-MIN}$



6. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der logischen Gleichung  $Q_2$



7. Bestimmen Sie die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_2$ -KDNF für  $Q_2$

8. Bestimmen Sie die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_2$ -KKNF für  $Q_2$

$$Q_2(x_3, x_2, x_1, x_0) = x_3x_2 \vee \bar{x}_3x_2 \vee \bar{x}_3\bar{x}_1$$

$$x_3x_2 = 1 \leftrightarrow 11xy \Rightarrow \begin{array}{l} 111y \text{ mit } 1111 \text{ und } 1110 \text{ MINt}(15 \text{ und } 14) \\ \text{und } 110y \text{ mit } 1101 \text{ und } 1100 \text{ MINt}(13 \text{ und } 12) \end{array}$$

$$\bar{x}_3x_2 = 1 \leftrightarrow 01xy \Rightarrow \begin{array}{l} 011y \text{ mit } 0111 \text{ und } 0110 \text{ MINt}(07 \text{ und } 06) \\ \text{und } 010y \text{ mit } 0101 \text{ und } 0100 \text{ MINt}(05 \text{ und } 04) \end{array}$$

$$\bar{x}_3\bar{x}_1 = 1 \leftrightarrow 0x0y \Rightarrow \begin{array}{l} 010y \text{ mit } 0101 \text{ und } 0100 \text{ MINt}(05 \text{ und } 04) \\ \text{und } 000y \text{ mit } 0001 \text{ und } 0000 \text{ MINt}(01 \text{ und } 00) \end{array}$$

$$Q_2 = \text{MINt}(00,01,04,05,06,07,12,13,14,15)$$

Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_2$	Minterme	Maxterme
0	0000	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0$
1	0001	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
2	0010		$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$\underline{x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0}$
3	0011		$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$\underline{x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0}$
4	0100	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0$
5	0101	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
6	0110	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
7	0111	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	$x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
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	1	$\underline{x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0}$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0$
13	1101	1	$\underline{x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0}$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
14	1110	1	$\underline{x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0}$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
15	1111	1	$\underline{x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0}$	$\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$

$$Q_{2-KDNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

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

$$Q_{2-KKNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

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

## oder übersichtlicher:

Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_2$	Minterme	Maxterme
0	0000	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	
1	0001	1	$\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	
2	0010			$x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
3	0011			$x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
4	0100	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	
5	0101	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	
6	0110	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	
7	0111	1	$\bar{x}_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	
8	1000			$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0$
9	1001			$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0$
10	1010			$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0$
11	1011			$\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$
12	1100	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_0$	
13	1101	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_1 \wedge x_0$	
14	1110	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge \bar{x}_0$	
15	1111	1	$x_3 \wedge x_2 \wedge x_1 \wedge x_0$	

$$Q_{2-KDNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$x_3 x_2 x_1 x_0 \vee x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

$$Q_{2-KKNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$(x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$

9. Bestimmen Sie das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung für  $Q_{2-MIN}$

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$1_5$	$1_4$	0	$X_1$
	0	2	3	$1_7$	$1_6$	1	
	1	10	11	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	8	9	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

8-Block

$MINT(4,5,6,7,12,13,14,15)$

Funktion :  $x_2$

Kosten : 1

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

Kosten :  $1+2=3$

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	$1_5$	$1_4$	0	$X_1$
	0	2	3	$1_7$	$1_6$	1	
	1	10	11	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	8	9	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4-Block

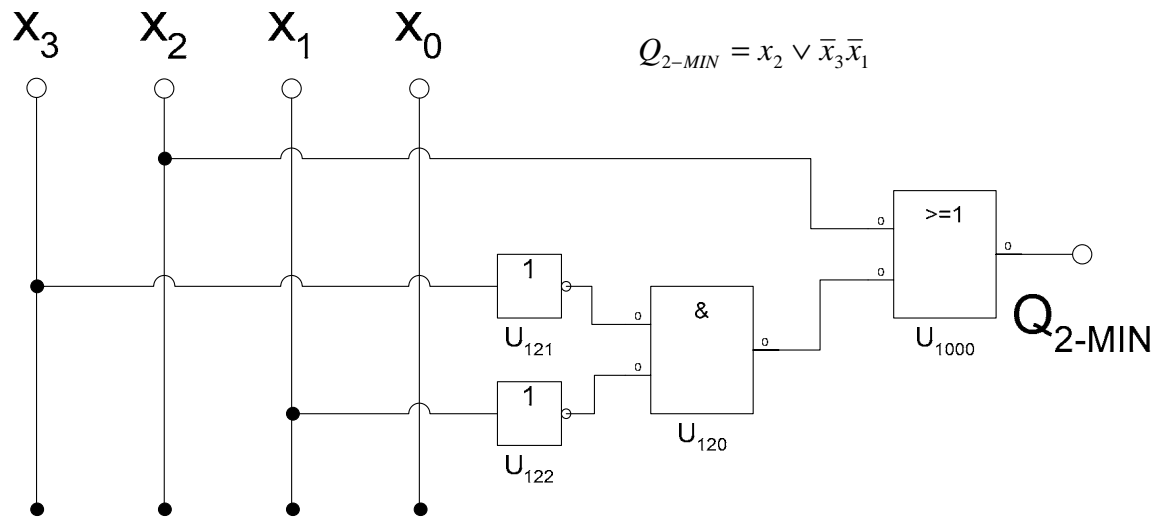
$MINT(0,1,4,5)$

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

Kosten : 2



10. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{2-MIN}$



11. Bestimmen Sie die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{3\text{-KDNF}}$  für  $Q_3$  (UND-Verknüpfung von  $Q_1$  und  $Q_2$ )

12. Bestimmen Sie die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{3\text{-KKNF}}$  für  $Q_3$

Bei der UND-Verknüpfung von Funktionen arbeitet man am besten mit den Maxtermen.

Es ergibt sich die Vereinigungsmenge der Maxterme bzw. die Schnittmenge der Minterme die Vereinigungsmenge der Maxterme der einzelnen Funktionen.

$$Q_{3\text{-KKNF}} = Q_{1\text{-KKNF}} \wedge Q_{2\text{-KKNF}} = (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0)$$

$$\wedge (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$

Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3 = Q_1 \wedge Q_2$
0	0000	1	1	1
1	0001	1	1	1
2	0010	1	0	0
3	0011	1	0	0
4	0100	0	1	0
5	0101	0	1	0
6	0110	1	1	1
7	0111	1	1	1
8	1000	0	0	0
9	1001	0	0	0
10	1010	1	0	0
11	1011	1	0	0
12	1100	0	1	0
13	1101	1	1	1
14	1110	1	1	1
15	1111	1	1	1

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

$$\begin{aligned}
Q_{3-KKNF} &= f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \\
&(x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0) \wedge (\underline{x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0}) \wedge (\underline{x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0}) \\
&\wedge (\underline{x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0}) \wedge (\underline{x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0}) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0) \\
&\wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0}) \wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0}) \wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0}) \wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0}) \\
&\wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee x_0}) \wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0}) \wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee x_0}) \wedge (\underline{\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{3-KDNF} &= f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \\
&\underline{x_3 x_2 x_1 x_0} \vee \underline{x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0} \vee \underline{x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0} \vee \underline{x_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0} \vee \underline{x_3 \bar{x}_2 x_1 x_0} \vee \underline{x_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0} \vee \underline{x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0} \vee \underline{x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0} \\
&\vee \underline{\bar{x}_3 x_2 x_1 x_0} \vee \underline{\bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0} \vee \underline{\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 x_0} \vee \underline{\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0} \vee \underline{\bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 x_0} \vee \underline{\bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0} \vee \underline{\bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0} \vee \underline{\bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0}
\end{aligned}$$

## oder übersichtlicher:

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

$$Q_{3-KKNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

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

$$Q_{3-KDNF} = f(x_3, x_2, x_1, x_0) =$$

$$x_3 x_2 x_1 x_0 \vee x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

13. Bestimmen Sie das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung  $Q_{3-MIN}$  für  $Q_3$

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	5	4	0	$X_1$
	0	2	3	$1_7$	$1_6$	1	
	1	10	11	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	8	9	$1_{13}$	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

4-Block  
 MINT(6,7,14,15)  
 Funktion:  $x_2x_1$   
 Kosten: 2

$$Q_{3-MIN} = x_2x_1 \vee x_3x_2x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1$$

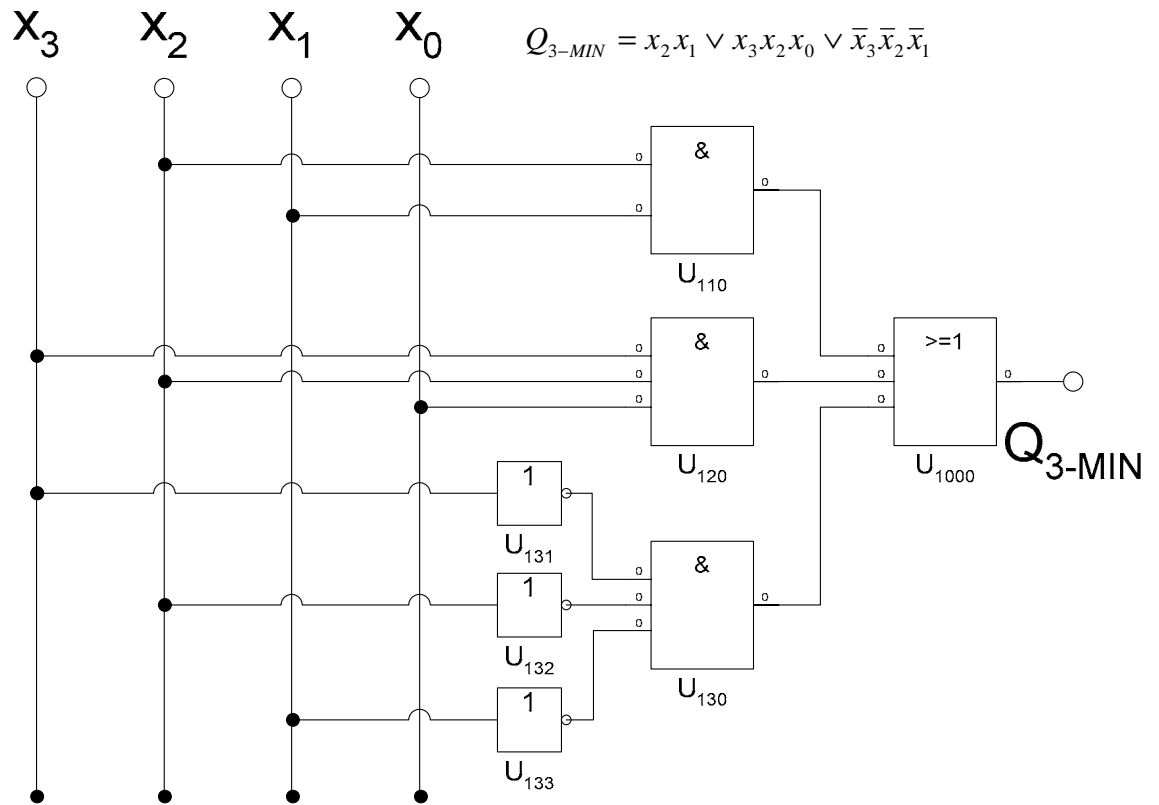
Kosten: 2 + 3 + 3 = 8

		$X_0$					
		0	1	1	0		
$X_3$	0	$1_0$	$1_1$	5	4	0	$X_1$
	0	2	3	$1_7$	$1_6$	1	
	1	10	11	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	8	9	$1_{13}$	12	0	
		0	0	1	1		
		$X_2$					

2-Block  
 MINT(0,1)  
 Funktion:  $\bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1$   
 Kosten: 3

2-Block  
 MINT(13,15)  
 Funktion:  $x_3x_2x_0$   
 Kosten: 3

14. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{3-MIN}$



**15. Bestimmen Sie die Wertetabelle, die Minterme und die kanonisch disjunktive Normalform  $Q_{4-KDNF}$  für  $Q_4$  (ODER-Verknüpfung von  $Q_1$  und  $Q_2$ )**

**16. Bestimmen Sie die Maxterme und die kanonisch konjunktive Normalform  $Q_{4-KKNF}$  für  $Q_4$  (ODER-Verknüpfung von  $Q_1$  und  $Q_2$ )**

Bei der ODER-Verknüpfung von Funktionen arbeitet man am besten mit den Mintermen. Es ergibt sich die Vereinigungsmenge der Minterme bzw. die Schnittmenge der Maxterme die Vereinigungsmenge der Maxterme der einzelnen Funktionen.

$$Q_{4-KDNF} = Q_{1-KDNF} \vee Q_{2-KDNF} =$$

$$x_3x_2x_1x_0 \vee x_3x_2x_1\bar{x}_0 \vee x_3x_2\bar{x}_1x_0 \vee x_3\bar{x}_2x_1x_0 \vee x_3\bar{x}_2x_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3x_2x_1x_0 \vee \bar{x}_3x_2x_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2x_1x_0$$

$$\vee \bar{x}_3\bar{x}_2x_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0$$

$$\vee x_3x_2x_1x_0 \vee x_3x_2x_1\bar{x}_0 \vee x_3x_2\bar{x}_1x_0 \vee x_3x_2\bar{x}_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3x_2x_1x_0 \vee \bar{x}_3x_2x_1\bar{x}_0 \vee \bar{x}_3x_2\bar{x}_1x_0 \vee \bar{x}_3x_2\bar{x}_1\bar{x}_0$$

$$\vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0$$

Zahl	Eingangsvariablen $x_3, x_2, x_1, x_0$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_4 = Q_1 \vee Q_2$
0	0000	1	1	1
1	0001	1	1	1
2	0010	1		1
3	0011	1		1
4	0100		1	1
5	0101		1	1
6	0110	1	1	1
7	0111	1	1	1
8	1000			
9	1001			
10	1010	1		1
11	1011	1		1
12	1100		1	1
13	1101	1	1	1
14	1110	1	1	1
15	1111	1	1	1

**oder übersichtlicher:**

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

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

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

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

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



**oder übersichtlicher:**

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

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

$$x_3 x_2 x_1 x_0 \vee x_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee x_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee x_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee x_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$$

$$\vee \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$$

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

$$(\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee x_0) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1 \vee \bar{x}_0)$$

17. Bestimmen Sie das KV-Diagramm und die minimierte Gleichung  $Q_{4-MIN}$  für  $Q_4$

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

8-Block

$MINT(0,1,2,3,4,5,6,7)$

Funktion:  $\bar{x}_3$

Kosten: 1

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

8-Block

$MINT(2,3,6,7,10,11,14,15)$

Funktion:  $x_1$

Kosten: 1

		$x_0$					
		0	1	1	0		
$x_3$	0	$1_0$	$1_1$	$1_5$	$1_4$	0	$x_1$
	0	$1_2$	$1_3$	$1_7$	$1_6$	1	
	1	$1_{10}$	$1_{11}$	$1_{15}$	$1_{14}$	1	
	1	8	9	$1_{13}$	$1_{12}$	0	
		0	0	1	1		
		$x_2$					

8-Block

$MINT(4,5,6,7,12,13,14,15)$

Funktion:  $x_2$

Kosten: 1

$$Q_{4-MIN} = \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1$$

Kosten:  $1+1+1=3$

18. Bestimmen Sie die Schaltung streng entsprechend der minimierte Gleichung  $Q_{4-MIN}$

