



# Studentenmitteilung

2. Semester - SS 2007

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.informatik.uni-leipzig.de/~lieske>

Sprechstunde: Mi. 14<sup>00</sup> – 15<sup>00</sup> (Vorlesungszeit)

## Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 2

### 5. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

#### Berechnungen von mathematischen Ausdrücken mittels logischer Gleichungen und logischer Schaltungen

Es soll eine logische Schaltung entwickelt werden, die folgende mathematische Gleichung ausrechnet.

$$Q = a^2 - 2b^2 + 3$$

Dabei ist  $a = (a_1, a_0)$ ,  $b = (b_1, b_0)$  jeweils eine 2-Bit Zahl (0 ... 3).

Bestimmen Sie die Gleichungen für  $Q_S$  als Vorzeichen Betragszahl.

Dabei bedeutet  $Q_S = (S, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$  und  $S=1$  (Signum-Bit) das Minuszeichen. Signum-Bit ist 1, wenn die Zahl negativ ist. Dabei ist  $Q_D$  der dezimale Wert des Ergebnisses.

**Gesamtpunktzahl: 10 Punkte**

1. Bestimmen Sie die Tabelle für  $Q_S = (S, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$  5 Punkte
2. Bestimmen Sie die disjunktiv minimierten Gleichungen und die Kosten für  $Q_S = (S, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$  mittels der KV-Diagramme 3 Punkte
3. Bestimmen Sie die Schaltung für  $S$  und  $Q_0$  2 Punkte

#### Bemerkungen:

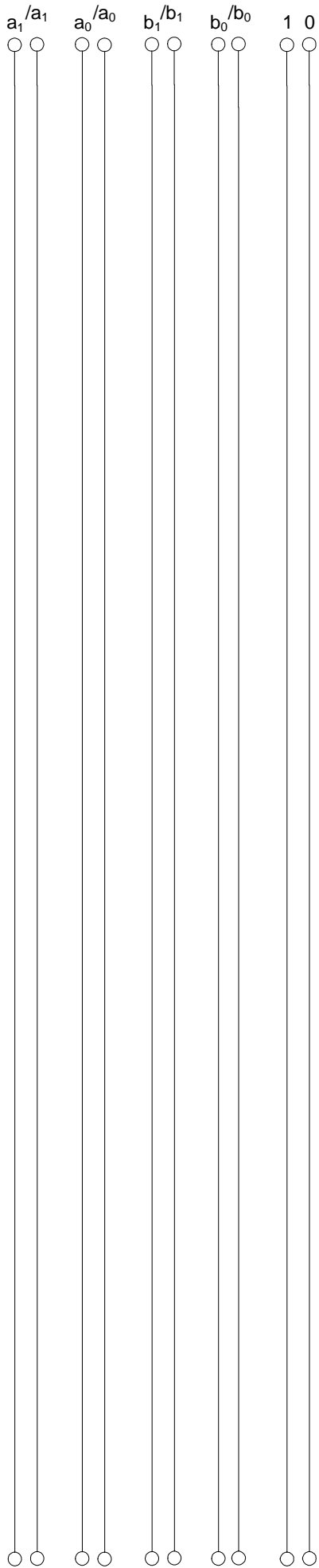
**Es sind nur Flip-Flops, AND- OR- und NOT-Gatter zu verwenden.**

**Die Gatter können beliebig viele Eingänge haben.**

**Die logischen Gleichungen sind zu minimieren.**

Nr	Eingänge				Ausgänge					
	$a_D$	$a_1, a_0$	$b_D$	$b_1, b_0$	$Q_D$	$S$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
0	0	00	0	00						
1	0	00	1	01						
2	0	00	2	10						
3	0	00	3	11	-15	1	1	1	1	1
4	1	01	0	00						
5	1	01	1	01						
6	1	01	2	10						
7	1	01	3	11						
8	2	10	0	00						
9	2	10	1	01						
10	2	10	2	10						
11	2	10	3	11						
12	3	11	0	00						
13	3	11	1	01						
14	3	11	2	10						
15	3	11	3	11						

		$b_0$					
		0	1	1	0		
$a_1$	0	0	1	5	4	0	$b_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$a_0$					



## 5. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Entwurf eines 3-Bit-Zählers

Entwerfen Sie die Schaltung eines 3-Bit-Zählers mittels eines Moore-Automaten, der als Zustände die Zahlen  $z=7,2,1,4,3,6,5,0$  durchzählt. Bei 0 soll wieder auf 7 gezählt werden (000B zu 111B).

Die Variable Q soll dabei die Zahlen  $Q=3,6,9,12,15,18,21,24$  als Binärzahl ausgeben.

Es sind D-Flip-Flop und T-Flip-Flop zu verwenden.

Eine Eingangsvariable E soll folgendes Schaltverhalten erzeugen:

$E=0$  : vorwärts zählen,  $E=1$  : rückwärts zählen

Eine Ausgangsvariable  $U=1$  soll anzeigen, wenn es sich bei Q um eine durch 6 teilbare Zahl handelt. Sie ist von Q abzuleiten.

Eine weitere Ausgangsvariable  $ZF=1$  (Zero-Flag) soll anzeigen, dass der Zustand  $z=0$  ist. Sie ist von z abzuleiten.

Die Ausgänge sind  $Q=(Q_4, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$ .

Bei jedem Taktimpuls soll der Zähler um einen Wert weiterschalten.

Der Anfangszustand sei:  $z=7=(z_2, z_1, z_0)=(1,1,1)$ .

Dazu gehört der Wert  $Q=3=(Q_4, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)=(0,0,0,1,1)$ .

#### Aufgaben:

**Gesamtpunktzahl: 20 Punkte**

1. Bestimmen Sie die Zustände. **3 Punkte**
2. Geben Sie das Übergangsdiagramm (Automatengraph) an. **3 Punkte**
3. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit D-Flip-Flops. **3 Punkte**
4. Geben Sie die Ansteuergleichungen D und die Ausgangsgleichungen Q, U und ZF für die Realisation mit D-Flip-Flops an (disjunktiv minimiert). **2 Punkte**
5. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit D-Flip-Flops. **1 Punkt**
  
6. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit T-Flip-Flops. **3 Punkte**
7. Geben Sie die Ansteuergleichungen T und die Ausgangsgleichungen Q, U und ZF für die Realisation mit T-Flip-Flops an (disjunktiv minimiert). **2 Punkte**
8. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit T-Flip-Flops. **1 Punkt**
9. Mit 3 kleinen Adapterschaltungen kann man eine der beiden FF-Ansteuerungen für RS-FF anpassen. Zeichnen Sie Ansteuerschaltungen. **2 Punkte**

#### Bemerkungen:

**Die Gleichung für U kann auch don't care minimiert werden (keine Bedingung).**

**Es sind nur Flip-Flops, AND- OR- und NOT-Gatter zu verwenden.**

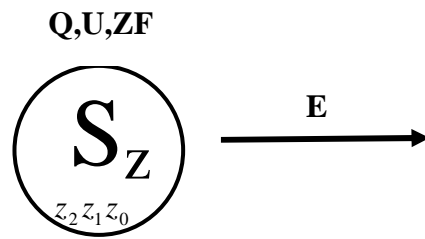
**Die Gatter können beliebig viele Eingänge haben.**

**Die logischen Gleichungen sind zu minimieren.**

Wertetabelle für D-Flipflops								
Nr.	E	Zustände		Ausgangsvariablen			Nächster Zustand Nr.	
		$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	U	ZF	$D_2 D_1 D_0$	
0	0	000						
1	0	001						
2	0	010						
3	0	011						
4	0	100						
5	0	101						
6	0	110						
7	0	111	010	00011	0	0	010	2
8	1	000						
9	1	001						
10	1	010						
11	1	011						
12	1	100						
13	1	101						
14	1	110						
15	1	111						

Wertetabelle für T-Flipflops								
Nr.	E	Zustände		Ausgangsvariablen			Nächster Zustand / Nr.	
		$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	U	ZF	$T_2 T_1 T_0$	
0	0	000						
1	0	001						
2	0	010						
3	0	011						
4	0	100						
5	0	101						
6	0	110						
7	0	111	010	00011	0	0	101	2
8	1	000						
9	1	001						
10	1	010						
11	1	011						
12	1	100						
13	1	101						
14	1	110						
15	1	111						

Unter Nr. verstehen wir den zum nächsten Zustand gehörenden Minterm, vorausgesetzt E ändert sich nicht.



$Q_n$	$Q_{n+1}$	T	Funktion
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	speichern
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	wechseln
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	wechseln
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	speichern

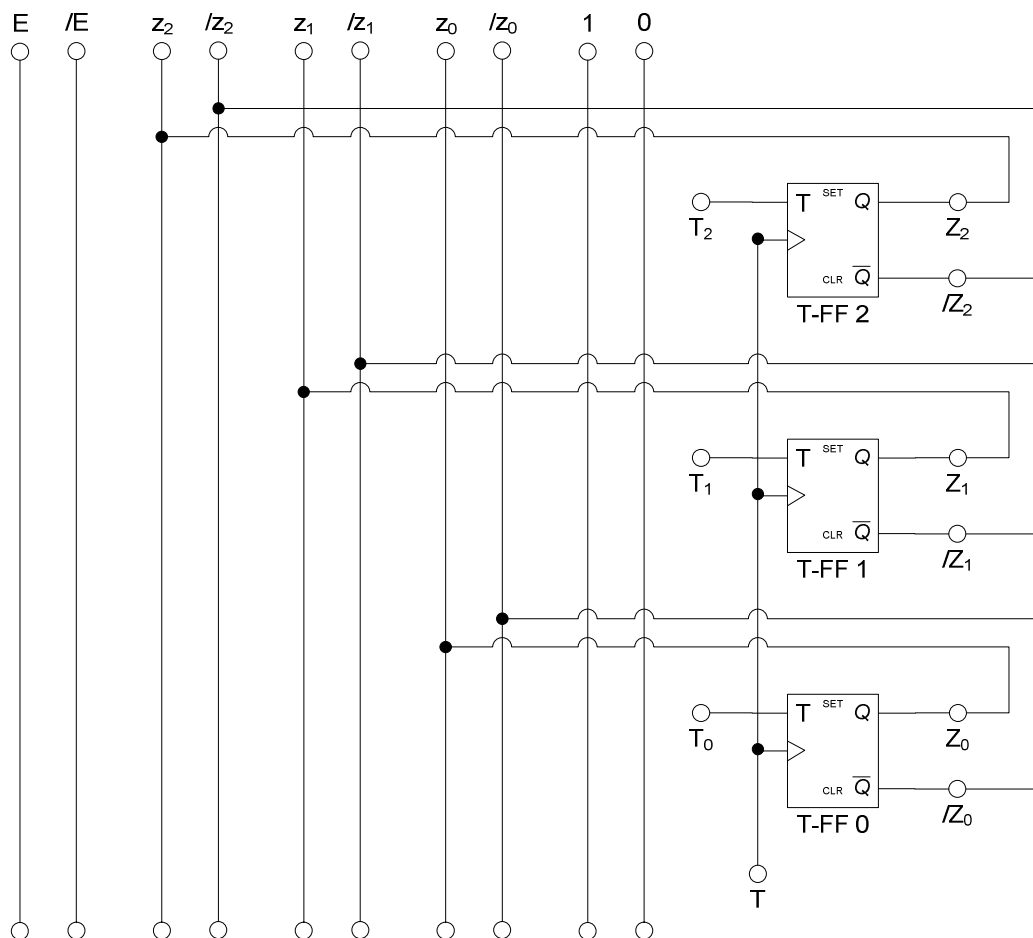
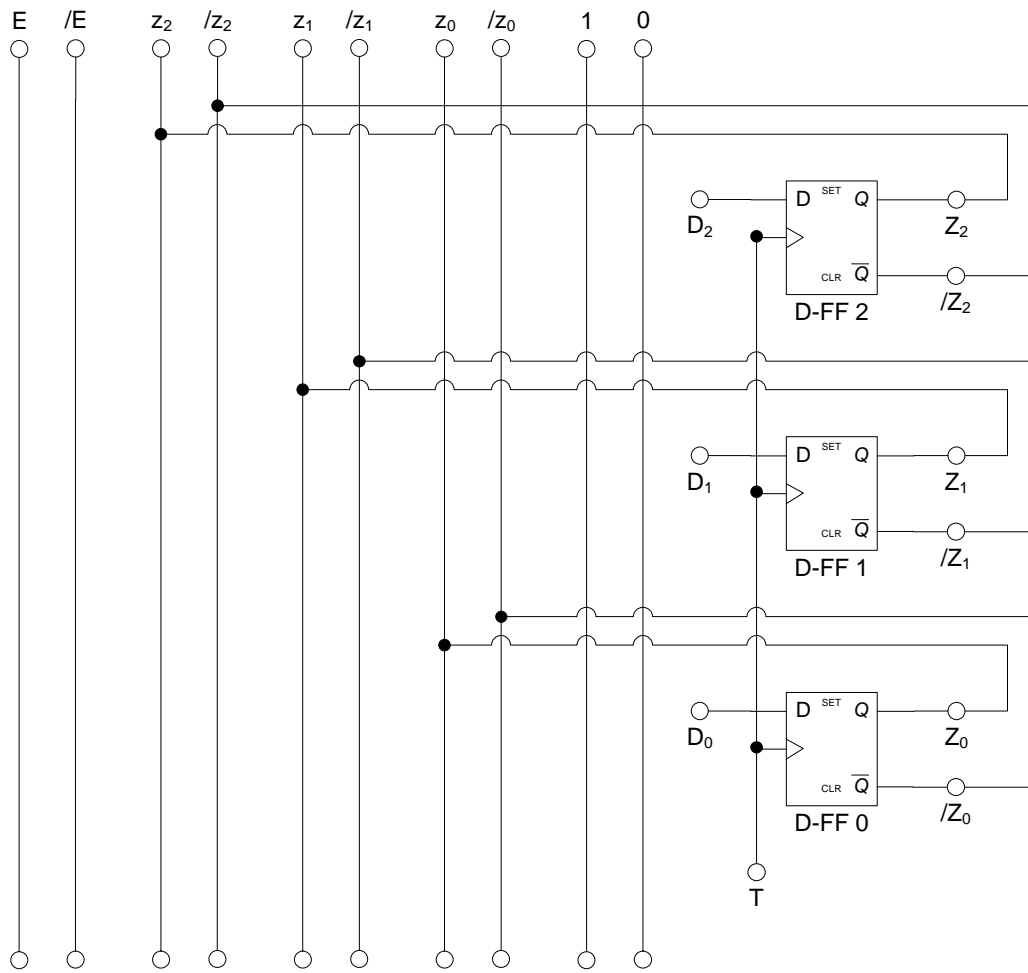
		$Z_0$					
		0	1	1	0		
$E$	0	0	1	5	4	0	$Z_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

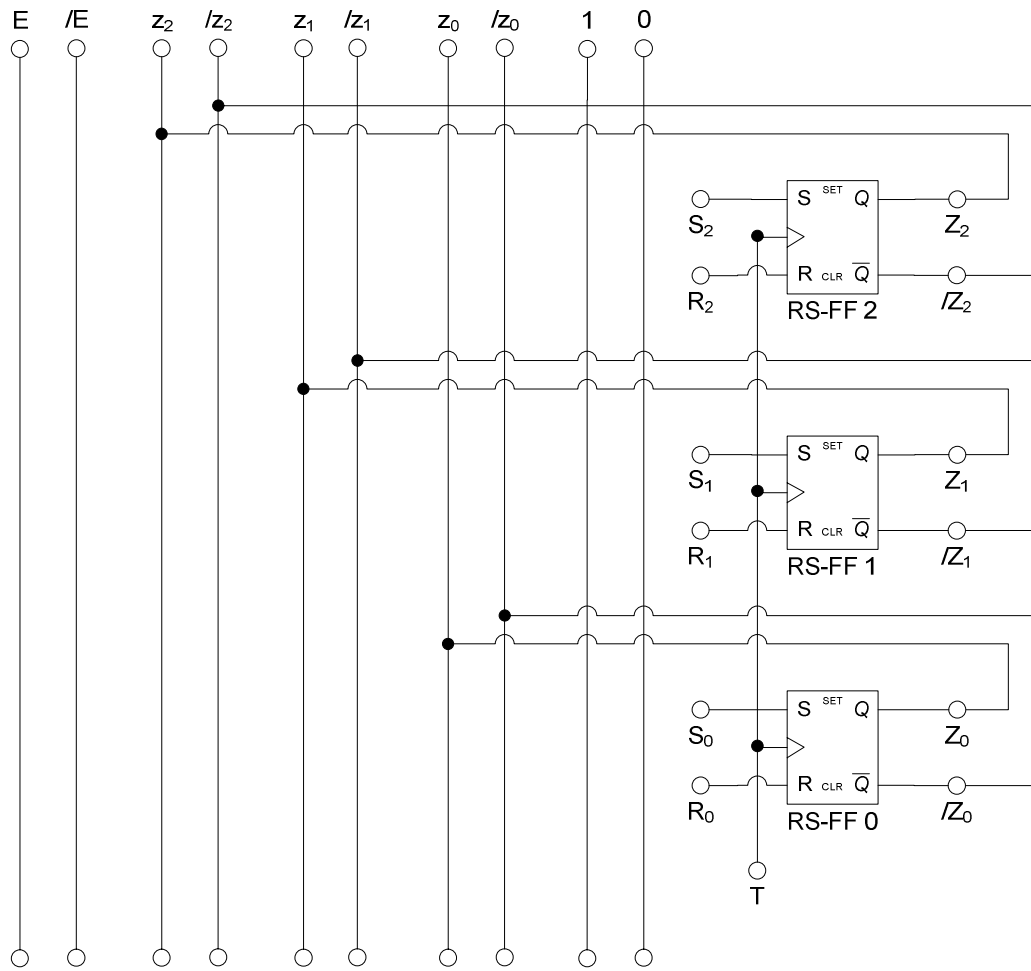
		$Z_0$					
		0	1	1	0		
$E$	0	0	1	5	4	0	$Z_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

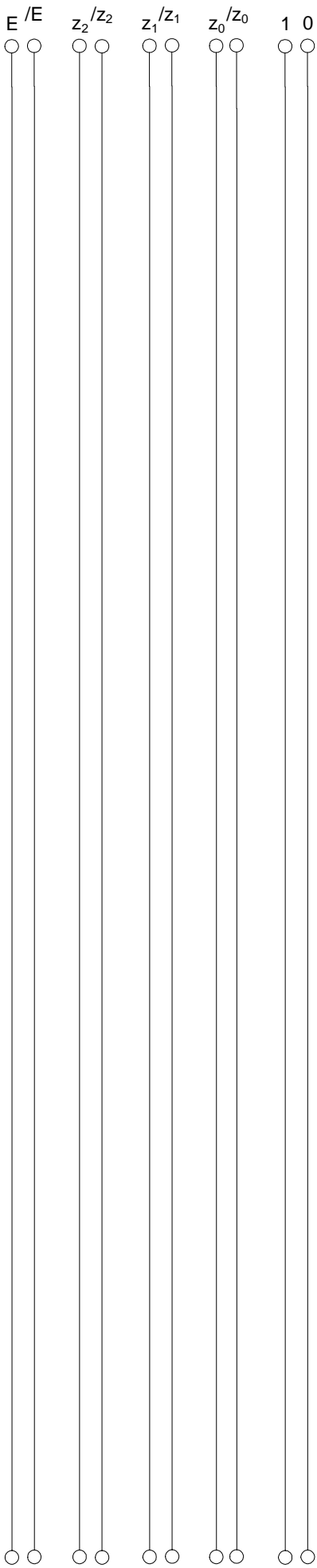
<b>U</b> Q <sub>4</sub> =0		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	0	1	5	4	0	Q <sub>1</sub>
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

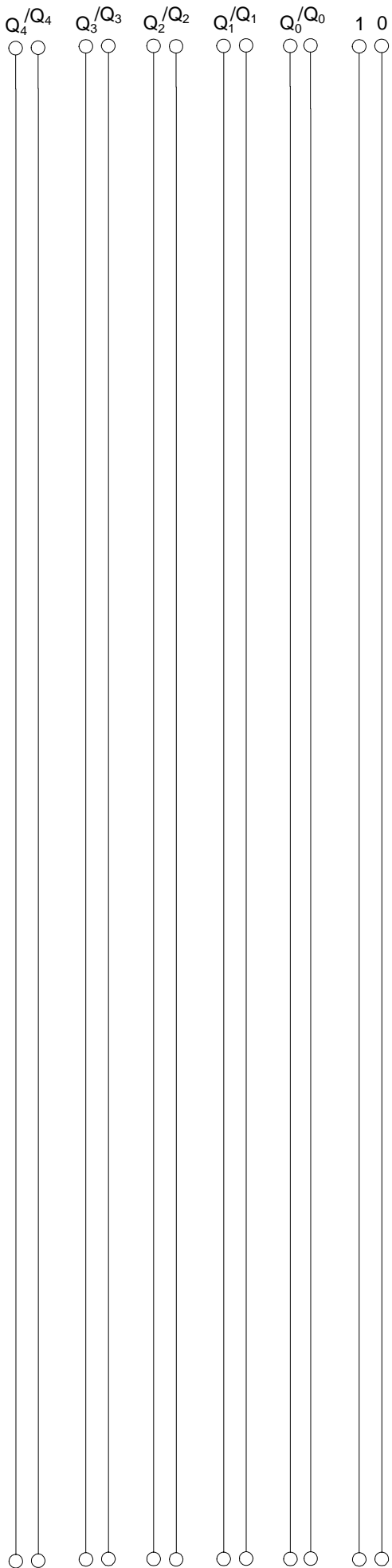
<b>U</b> Q <sub>4</sub> =1		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	16	17	21	20	0	Q <sub>1</sub>
	0	18	19	23	22	1	
	1	26	27	31	30	1	
	1	24	25	29	28	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					











# Lösung:

## 5. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Berechnungen von mathematischen Ausdrücken mittels logischer Gleichungen und logischer Schaltungen

$$Q = a^2 - 2b^2 + 3$$

1. Bestimmen Sie die Tabelle für  $Q_S = (S, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$
2. Bestimmen Sie die disjunktiv minimierten Gleichungen und die Kosten für  $Q_S = (S, Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$  mittels der KV-Diagramme

$$Q = a^2 - 2b^2 + 3$$

Nr	Eingänge				Ausgänge					
	$a_D$	$a_1, a_0$	$b_D$	$b_1, b_0$	$Q_D$	$S$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
0	0	00	0	00	3				1	1
1	0	00	1	01	1					1
2	0	00	2	10	-5	1		1		1
3	0	00	3	11	-15	1	1	1	1	1
4	1	01	0	00	4			1		
5	1	01	1	01	2				1	
6	1	01	2	10	-4	1		1		
7	1	01	3	11	-14	1	1	1	1	
8	2	10	0	00	7			1	1	1
9	2	10	1	01	5			1		1
10	2	10	2	10	-1	1				1
11	2	10	3	11	-11	1	1		1	1
12	3	11	0	00	12		1	1		
13	3	11	1	01	10		1		1	
14	3	11	2	10	4			1		
15	3	11	3	11	-6	1		1	1	

$S$		$b_0$				
		0	1	1	0	
$a_1$	0	0	1	5	4	0
	0	1	1	1	1	1
	1	1	1	1		1
	1					0
		8	9	13	12	
		0	0	1	1	
		$a_0$				

$$S = \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_0 b_1 \vee b_1 b_0 \quad \text{Kosten} = 6$$

$Q_3$		$b_0$					
		0	1	1	0		
$a_1$	0	0	1	5	4	0	
	0	2	1	1	6	1	
	1	10	1	15	14	1	
	1	8	9	1	1	13	12
		0	0	1	1		
		$a_0$					

$$Q_3 = \bar{a}_1 b_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1 b_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_1 \quad \text{Kosten} = 9$$

$Q_2$		$b_0$					
		0	1	1	0		
$a_1$	0				<b>1</b>	0	
		0	1	5	4		
	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	1	
		2	3	7	6		
	1			<b>1</b>	<b>1</b>	1	
		10	11	15	14		
	1	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		$a_0$					

$$Q_2 = \bar{a}_1 b_1 \vee a_0 \bar{b}_0 \vee a_0 b_1 \vee a_1 \bar{a}_0 \bar{b}_1 \quad \text{Kosten} = 9$$

$Q_1$		$b_0$					
		0	1	1	0		
$a_1$	0	<b>1</b>		<b>1</b>		0	
		0	1	5	4		
	0		<b>1</b>	<b>1</b>		1	
		2	3	7	6		
	1		<b>1</b>	<b>1</b>		1	
		10	11	15	14		
	1	<b>1</b>		<b>1</b>		0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		$a_0$					

$$Q_1 = b_1 b_0 \vee a_0 b_0 \vee \bar{a}_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \quad \text{Kosten} = 7$$

$Q_0$		$b_0$					
		0	1	1	0		
$a_1$	0	1 0	1 1	5	4	0	$b_1$
	0	1 2	1 3	7	6	1	
	1	1 10	1 11	15	14	1	
	1	1 8	1 9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$a_0$					

$$Q_0 = \bar{a}_0 \quad \text{Kosten} = 1$$

Ergebnisse :

$$S = \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_0 b_1 \vee b_1 b_0 \quad \text{Kosten} = 6$$

$$Q_3 = \bar{a}_1 b_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1 b_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_1 \quad \text{Kosten} = 9$$

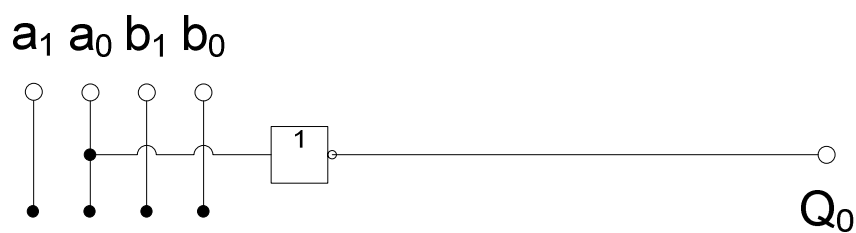
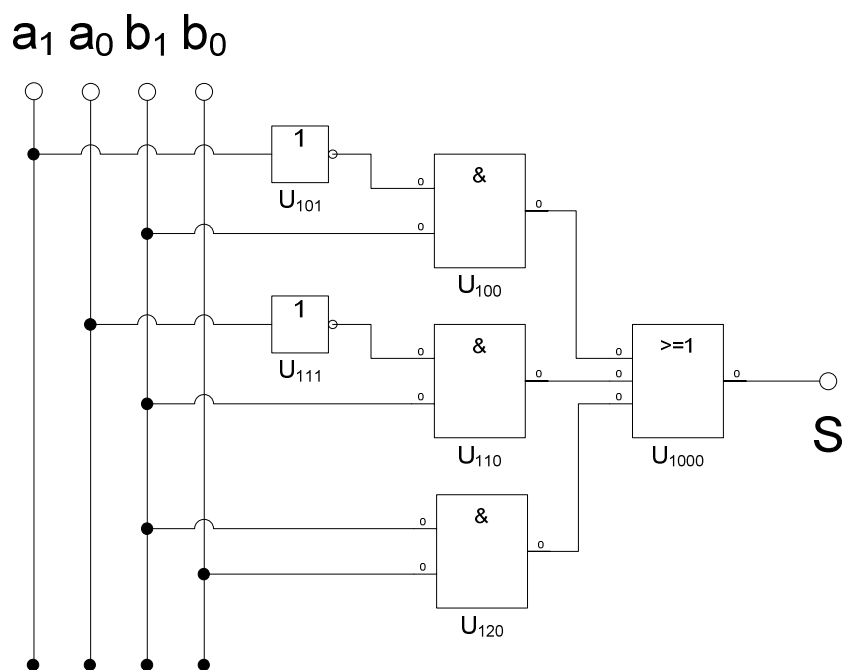
$$Q_2 = \bar{a}_1 b_1 \vee a_0 \bar{b}_0 \vee a_0 b_1 \vee a_1 \bar{a}_0 \bar{b}_1 \quad \text{Kosten} = 9$$

$$Q_1 = b_1 b_0 \vee a_0 b_0 \vee \bar{a}_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0 \quad \text{Kosten} = 7$$

$$Q_0 = \bar{a}_0 \quad \text{Kosten} = 1$$



3. Bestimmen Sie die Schaltung für  $S$  und  $Q_0$



Ergebnisse :

$$S = \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_0 b_1 \vee b_1 b_0$$

*Kosten* = 6

$$Q_3 = \bar{a}_1 b_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1 b_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_1$$

*Kosten* = 9

$$Q_2 = \bar{a}_1 b_1 \vee a_0 \bar{b}_0 \vee a_0 b_1 \vee a_1 \bar{a}_0 \bar{b}_1$$

*Kosten* = 9

$$Q_1 = b_1 b_0 \vee a_0 b_0 \vee \bar{a}_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0$$

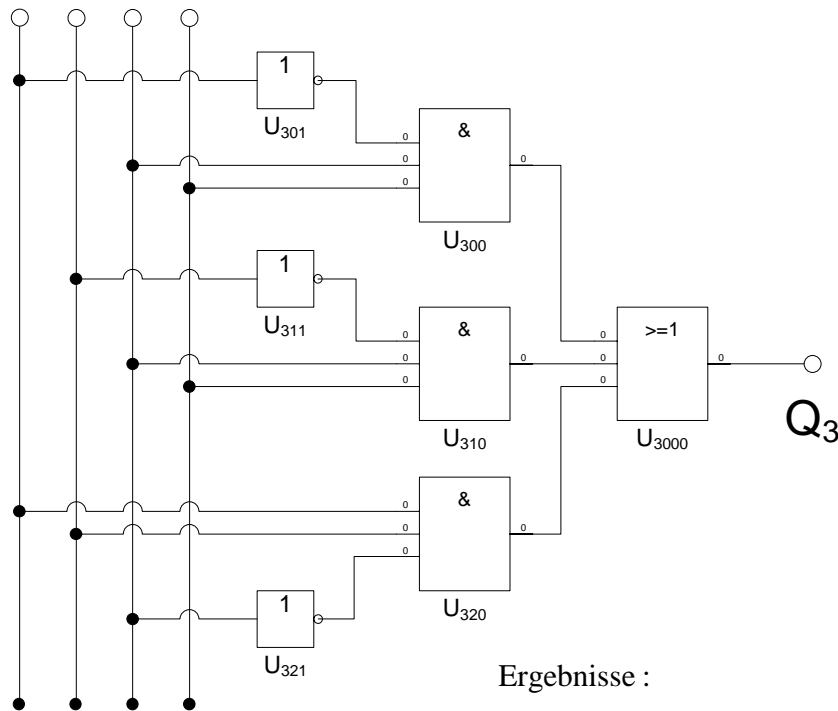
*Kosten* = 7

$$Q_0 = \bar{a}_0$$

*Kosten* = 1

Bestimmen Sie die Schaltung für  $Q_1, Q_2$  und  $Q_3$  (nicht gefordert)

$a_1 a_0 b_1 b_0$



Ergebnisse :

$$S = \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_0 b_1 \vee b_1 b_0$$

Kosten = 6

$$Q_3 = \bar{a}_1 b_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1 b_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_1$$

Kosten = 9

$$Q_2 = \bar{a}_1 b_1 \vee a_0 \bar{b}_0 \vee a_0 b_1 \vee a_1 \bar{a}_0 \bar{b}_1$$

Kosten = 9

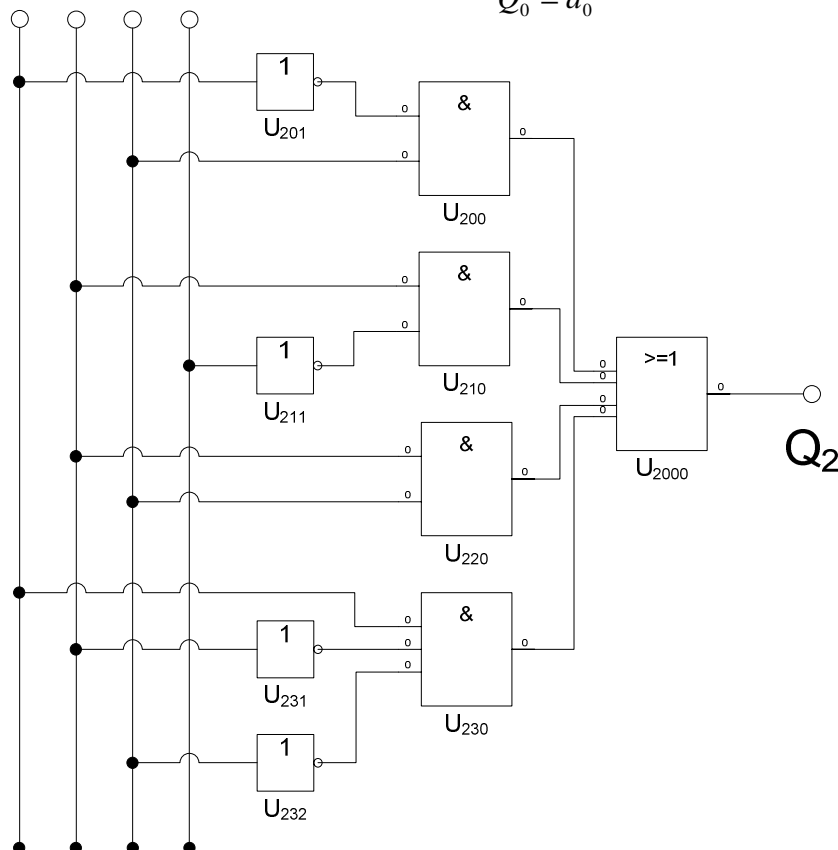
$$Q_1 = b_1 b_0 \vee a_0 b_0 \vee \bar{a}_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0$$

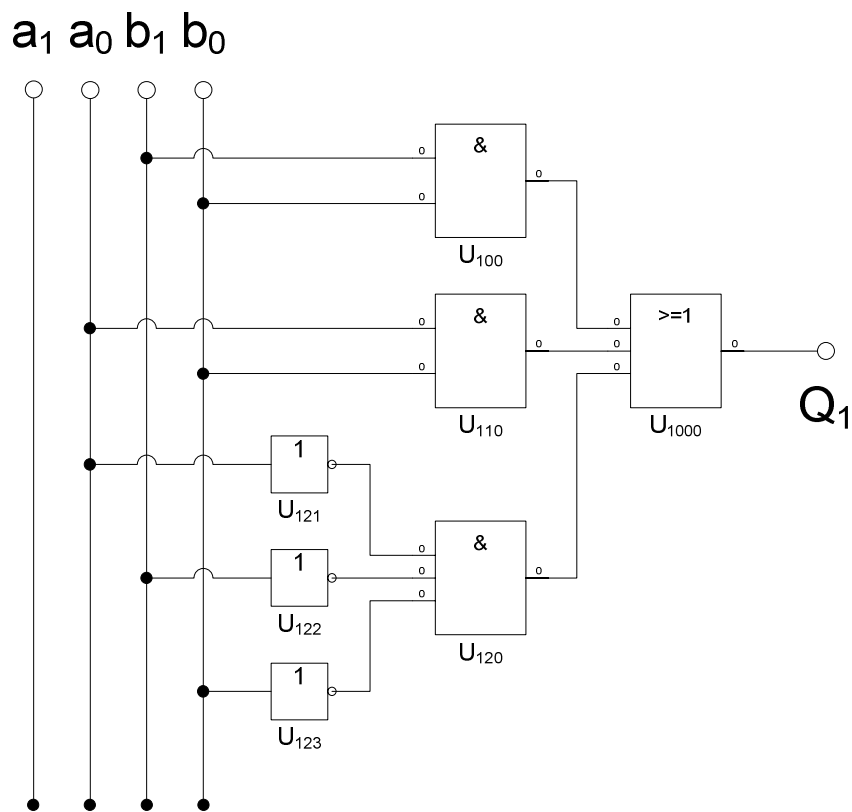
Kosten = 7

$$Q_0 = \bar{a}_0$$

Kosten = 1

$a_1 a_0 b_1 b_0$





Ergebnisse :

$$S = \bar{a}_1 b_1 \vee \bar{a}_0 b_1 \vee b_1 b_0$$

$$\text{Kosten} = 6$$

$$Q_3 = \bar{a}_1 b_1 b_0 \vee \bar{a}_0 b_1 b_0 \vee a_1 a_0 \bar{b}_1$$

$$\text{Kosten} = 9$$

$$Q_2 = \bar{a}_1 b_1 \vee a_0 \bar{b}_0 \vee a_0 b_1 \vee a_1 \bar{a}_0 \bar{b}_1$$

$$\text{Kosten} = 9$$

$$Q_1 = b_1 b_0 \vee a_0 b_0 \vee \bar{a}_0 \bar{b}_1 \bar{b}_0$$

$$\text{Kosten} = 7$$

$$Q_0 = \bar{a}_0$$

$$\text{Kosten} = 1$$

# Lösung:

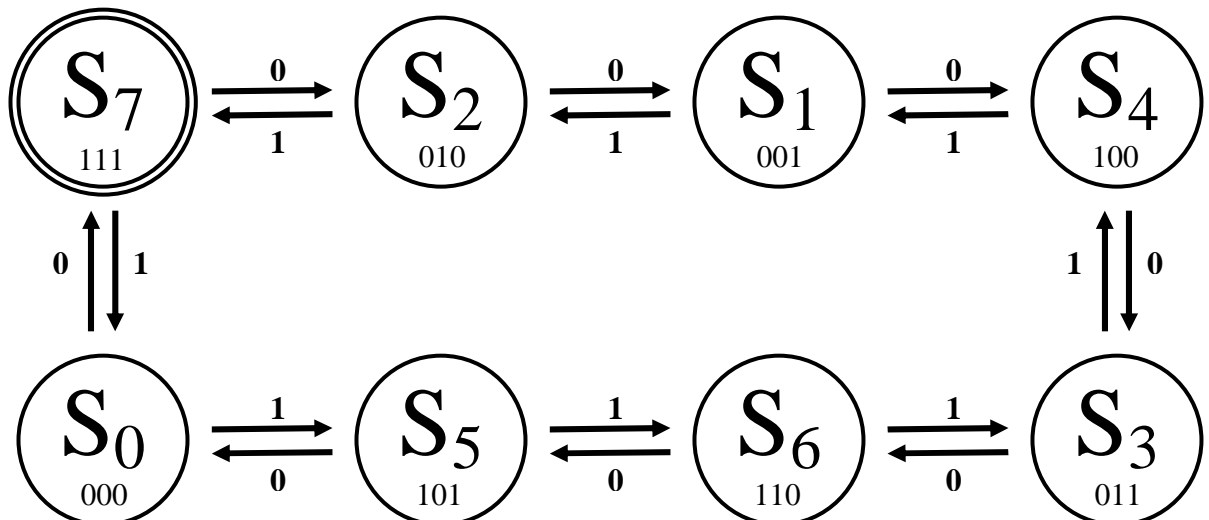
## 5. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Entwurf eines 3-Bit-Zählers

- Bestimmen Sie die Zustände.
- Geben Sie das Übergangsdiagramm (Automatengraph) an.
- Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit D-Flip-Flops.

Wertetabelle für D-Flipflops								
Nr.	E	Zustände		Ausgangsvariablen			Nächster Zustand Nr.	
		$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	U	ZF	$D_2 D_1 D_0$	
0	0	000	111	11000	1	1	111	7
1	0	001	100	01001			100	4
2	0	010	001	00110	1		001	1
3	0	011	110	01111			110	6
4	0	100	011	01100	1		011	3
5	0	101	000	10101			000	0
6	0	110	101	10010	1		101	5
7	0	111	010	00011			010	2
8	1	000	101	11000	1	1	101	13
9	1	001	010	01001			010	10
10	1	010	111	00110	1		111	15
11	1	011	100	01111			100	12
12	1	100	001	01100	1		001	9
13	1	101	110	10101			110	14
14	1	110	011	10010	1		011	11
15	1	111	000	00011			000	8

Q,U,ZF = 3,0,0                          6,1,0                          9,0,0                          12,1,0



Q,U,ZF = 24,1,1                          21,0,0                          18,1,0                          15,0,0

4. Geben Sie die Ansteuergleichungen D und die Ausgangsgleichungen Q, U und ZF für die Realisation mit D-Flip-Flops an (disjunktiv minimiert).

D <sub>2</sub>		Z <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
E	0	1 0	1 1	5 7	4 6	0	Z <sub>1</sub>
	0	2	3		1 6	1	
	1	1 10	1 11	15	14	1	
	1	1 8	9	1 13	12	0	
		0	0	1	1		
		Z <sub>2</sub>					

$$D_2 = \bar{E}\bar{z}_2\bar{z}_1 \vee \bar{z}_2z_1z_0 \vee E\bar{z}_2\bar{z}_0$$

Kosten = 9

D <sub>1</sub>		Z <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
E	0	1 0		5 7	1 4	0	Z <sub>1</sub>
	0	2	3	1 7	1 6	1	
	1	1 10	11	15	1 14	1	
	1	8	1 9	1 13	12	0	
		0	0	1	1		
		Z <sub>2</sub>					

$$D_1 = \bar{E}\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}z_1z_0 \vee E\bar{z}_1z_0 \vee Ez_1z_0$$

Kosten = 12

$D_0$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	<b>1</b> 0			<b>1</b> 4	0	$Z_1$
	0	<b>1</b> 2	3	7	<b>1</b> 6	1	
	1	<b>1</b> 10	11	15	<b>1</b> 14	1	
	1	<b>1</b> 8	9	13	<b>1</b> 12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$D_0 = \bar{z}_0$$

$$\text{Kosten} = 1$$

**Die logischen Gleichungen und Schaltungen für Q, U und ZF sind für die Realisierung mit D-FF als auch mit T-FF gleich.**

Q <sub>4</sub>		z <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
E	0	1 0	1	1 5	4	0	z <sub>1</sub>
	0	2	3	7	1 6	1	
	1	10	11	15	1 14	1	
	1	1 8	9	1 13	12	0	
		0	0	1	1		
		z <sub>2</sub>					

$$Q_4 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_2 \bar{z}_1 z_0 \vee z_2 z_1 \bar{z}_0$$

Kosten = 9

Q <sub>3</sub>		z <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
E	0	1 0	1	1 5	1 4	0	z <sub>1</sub>
	0	2	1 3	7	6	1	
	1	10	1 11	15	14	1	
	1	1 8	1 9	13	1 12	0	
		0	0	1	1		
		z <sub>2</sub>					

$$Q_3 = \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee \bar{z}_2 z_0$$

Kosten = 4

$Q_2$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0			<b>1</b>	<b>1</b>	0	$Z_1$
		0	1	5	4		
	0	<b>1</b>	<b>1</b>			1	
		2	3	7	6		
	1	<b>1</b>	<b>1</b>			1	
		10	11	15	14		
	1			<b>1</b>	<b>1</b>	0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$Q_2 = \bar{z}_2 z_1 \vee z_2 \bar{z}_1$$

$$\text{Kosten} = 4$$

$Q_1$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0					0	$Z_1$
		0	1	5	4		
	0	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	1	
		2	3	7	6		
	1	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	1	
		10	11	15	14		
	1					0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$Q_1 = z_1$$

$$\text{Kosten} = 1$$



$Q_0$		$z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	0	1	1	4	0	$z_1$
		0	1	5			
	0	2	3	7	6	1	
		10	11	15	14		
	1	8	9	13	12	1	
	1					0	
		0	0	1	1		
		$z_2$					

$Q_0 = z_0$

Kosten = 1

<b>U</b> Q <sub>4</sub> =0		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	0	1	5	4	0	Q <sub>1</sub>
	0	2	3	7	<b>1</b> 6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	<b>1</b> 12	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

<b>U</b> Q <sub>4</sub> =1		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	16	17	21	20	0	Q <sub>1</sub>
	0	<b>1</b> 18	19	23	22	1	
	1	26	27	31	30	1	
	1	<b>1</b> 24	25	29	28	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

$$U = \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \vee \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0 \vee Q_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \vee Q_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0$$

Kosten = 20

**Don't care Minimierung (nicht gefordert)**

Die mit „1“ und mit „a“ bezeichneten Minterme können von „U“ erreicht werden. Die mit „x“ bezeichneten nicht. Sie können deshalb zur don't care Minimierung herangezogen werden, die mit „a“ dagegen nicht..

<b>U</b> Q <sub>4</sub> =0		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	x 0	x 1	x 5	x 4	0	Q <sub>1</sub>
	0	x 2	a 3	x 7	1 6	1	
	1	x 10	x 11	a 15	x 14	1	
	1	x 8	a 9	x 13	1 12	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

<b>U</b> Q <sub>4</sub> =1		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	x 16	x 17	a 21	x 20	0	Q <sub>1</sub>
	0	1 18	x 19	x 23	x 22	1	
	1	x 26	x 27	x 31	x 30	1	
	1	1 24	x 25	x 29	x 28	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

$$U = \overline{Q_4}\overline{Q_3}\overline{Q_2}\overline{Q_1}\overline{Q_0} \vee \overline{Q_4}\overline{Q_3}\overline{Q_2}\overline{Q_1}\overline{Q_0} \vee \overline{Q_4}\overline{Q_3}\overline{Q_2}\overline{Q_1}\overline{Q_0} \vee \overline{Q_4}\overline{Q_3}\overline{Q_2}\overline{Q_1}\overline{Q_0}$$

Kosten = 20

<b>U</b> Q <sub>4</sub> =0		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	X 0	1	5	X 4	0	Q <sub>1</sub>
	0	X 2	3	7	1 6	1	
	1	X 10	11	15	X 14	1	
	1	X 8	9	13	1 12	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

<b>U</b> Q <sub>4</sub> =1		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	X 16	17	21	X 20	0	Q <sub>1</sub>
	0	1 18	19	23	X 22	1	
	1	X 26	27	31	X 30	1	
	1	1 24	25	29	X 28	0	
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

$$U_{\text{don't care}} = \bar{Q}_0$$

$$\text{Kosten} = 1$$

ZF		z <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
E	0	1 0	1	5	4	0	z <sub>1</sub>
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	1 8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		z <sub>2</sub>					

$$ZF = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

$$\text{Kosten} = 3$$

Ergebnisse der Version mit D - Flipflops :

$$D_2 = \bar{E}\bar{z}_2\bar{z}_1 \vee \bar{z}_2z_1z_0 \vee E\bar{z}_2\bar{z}_0 \quad \text{Kosten} = 9$$

$$D_1 = \bar{E}\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}z_1z_0 \vee E\bar{z}_1z_0 \vee Ez_1z_0 \quad \text{Kosten} = 12$$

$$D_0 = \bar{z}_0 \quad \text{Kosten} = 1$$

$$Q_4 = \bar{z}_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee z_2\bar{z}_1z_0 \vee z_2z_1\bar{z}_0 \quad \text{Kosten} = 9$$

$$Q_3 = \bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{z}_2z_0 \quad \text{Kosten} = 4$$

$$Q_2 = \bar{z}_2z_1 \vee z_2\bar{z}_1 \quad \text{Kosten} = 4$$

$$Q_1 = z_1 \quad \text{Kosten} = 1$$

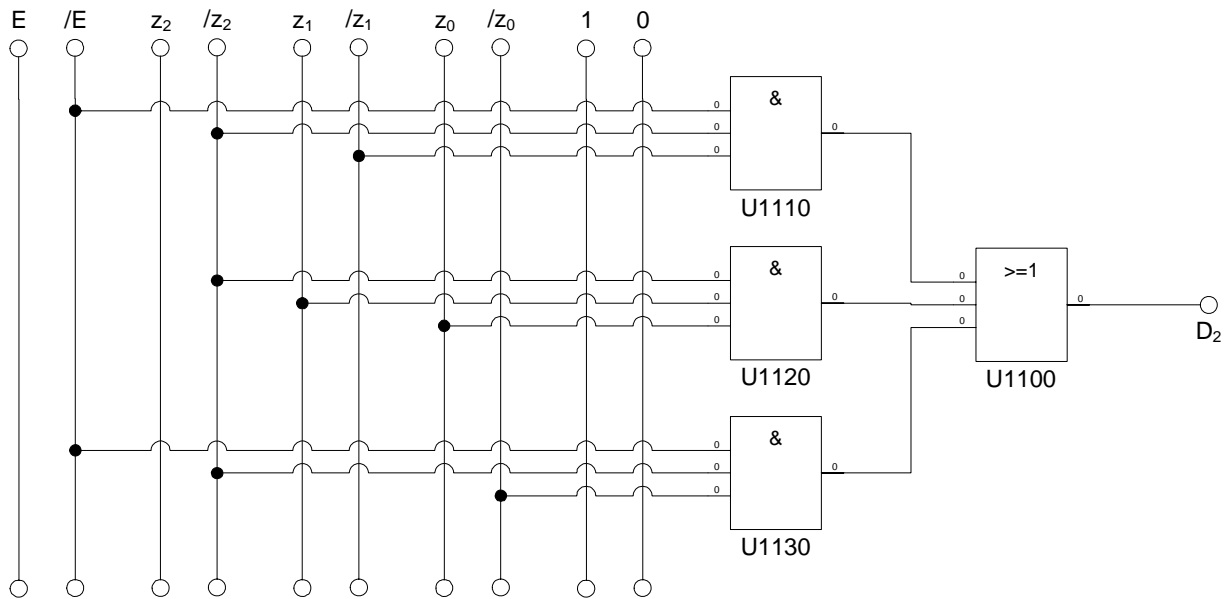
$$Q_0 = z_0 \quad \text{Kosten} = 1$$

$$U = \bar{Q}_4\bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee \bar{Q}_4Q_3Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee Q_4\bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1\bar{Q}_0 \vee Q_4Q_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \quad \text{Kosten} = 20$$

$$U_{\text{don't care}} = \bar{Q}_0 \quad \text{Kosten} = 1$$

$$ZF = \bar{z}_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \quad \text{Kosten} = 3$$

5. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit D-Flip-Flops.



$$D_2 = \overline{E} \overline{z_2} \overline{z_1} \vee \overline{z_2} z_1 z_0 \vee E \overline{z_2} \overline{z_0}$$

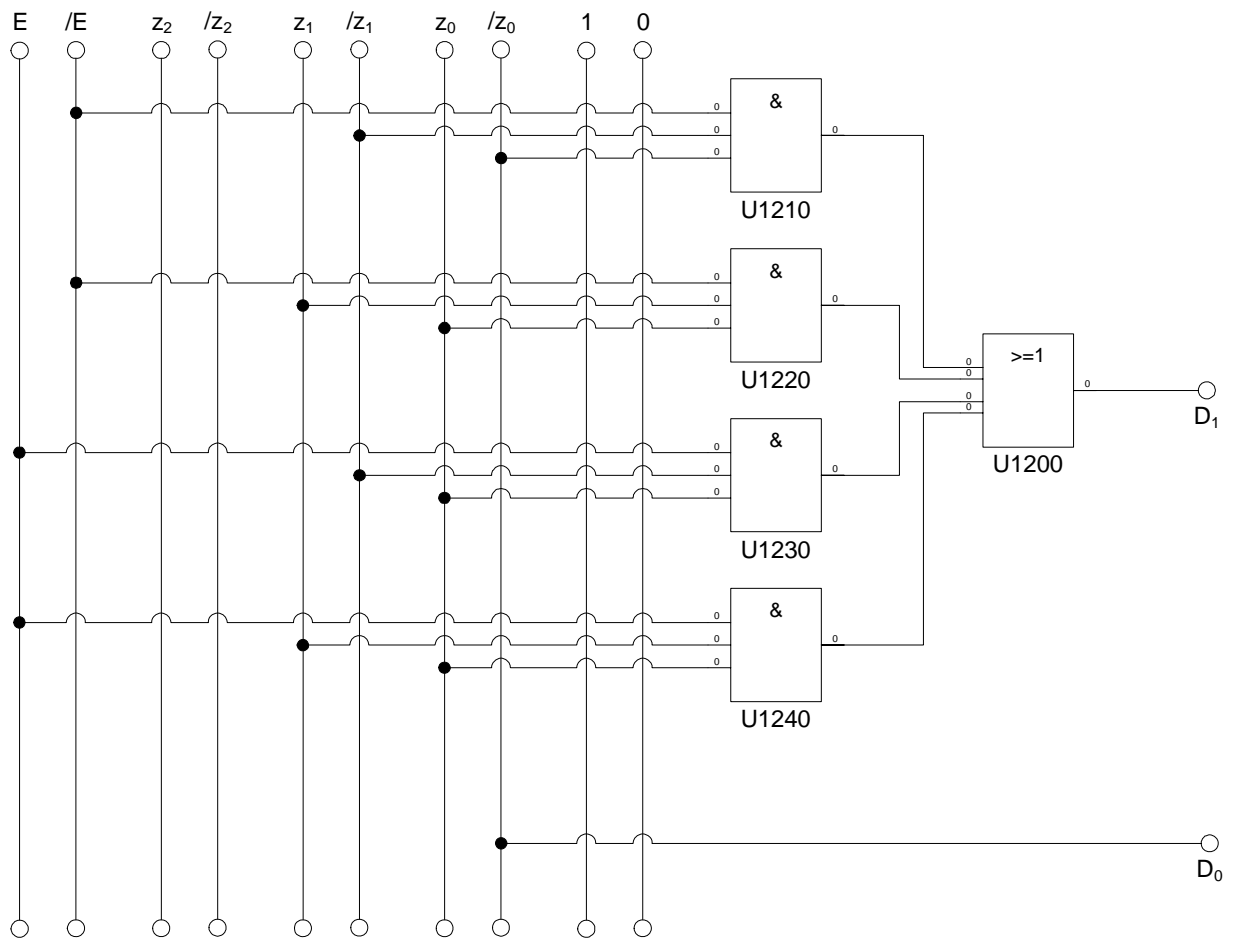
$$D_1 = \overline{E} \overline{z_1} \overline{z_0} \vee \overline{E} z_1 z_0 \vee E \overline{z_1} z_0 \vee E z_1 z_0$$

$$D_0 = \overline{z_0}$$

Kosten = 9

Kosten = 12

Kosten = 1



$$D_2 = \bar{E}\bar{z}_2\bar{z}_1 \vee \bar{z}_2z_1z_0 \vee E\bar{z}_2\bar{z}_0$$

$$D_1 = \bar{E}\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}z_1z_0 \vee E\bar{z}_1z_0 \vee Ez_1z_0$$

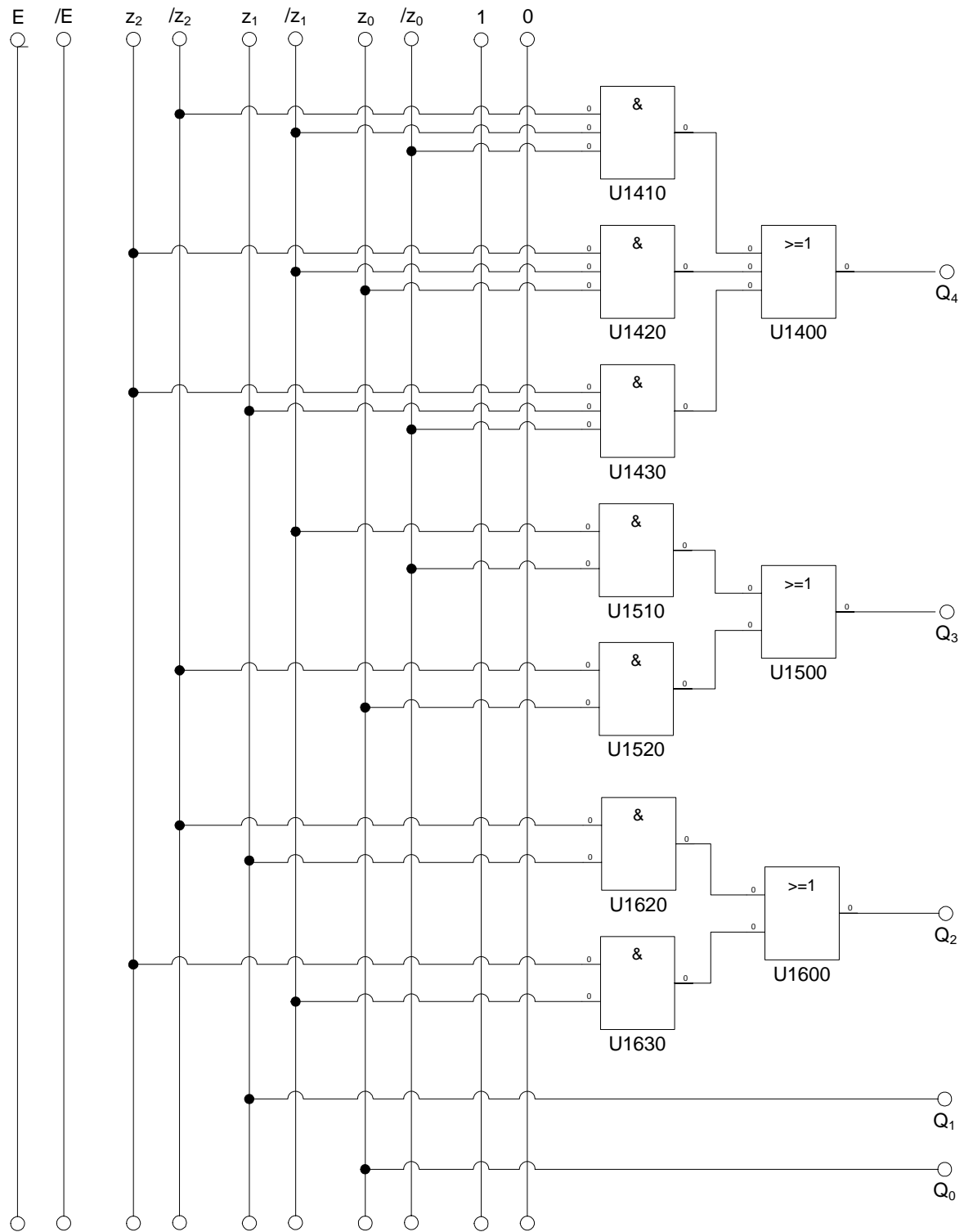
$$D_0 = \bar{z}_0$$

Kosten = 9

Kosten = 12

Kosten = 1





$$Q_4 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_2 \bar{z}_1 z_0 \vee z_2 z_1 \bar{z}_0$$

$$Q_3 = \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee \bar{z}_2 z_0$$

$$Q_2 = \bar{z}_2 z_1 \vee z_2 \bar{z}_1$$

$$Q_1 = z_1$$

$$Q_0 = z_0$$

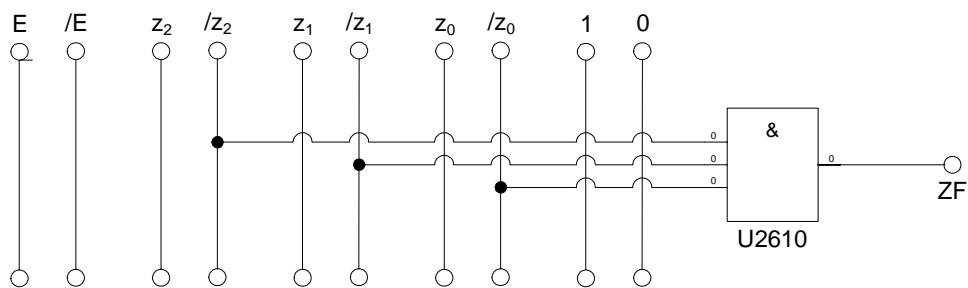
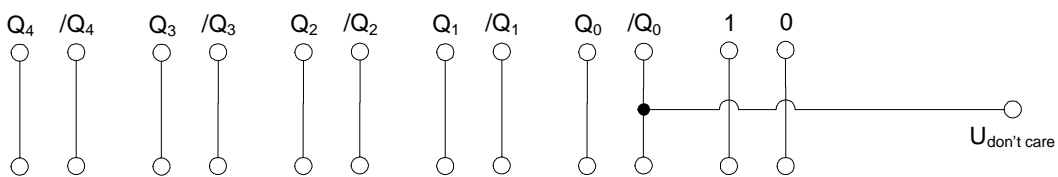
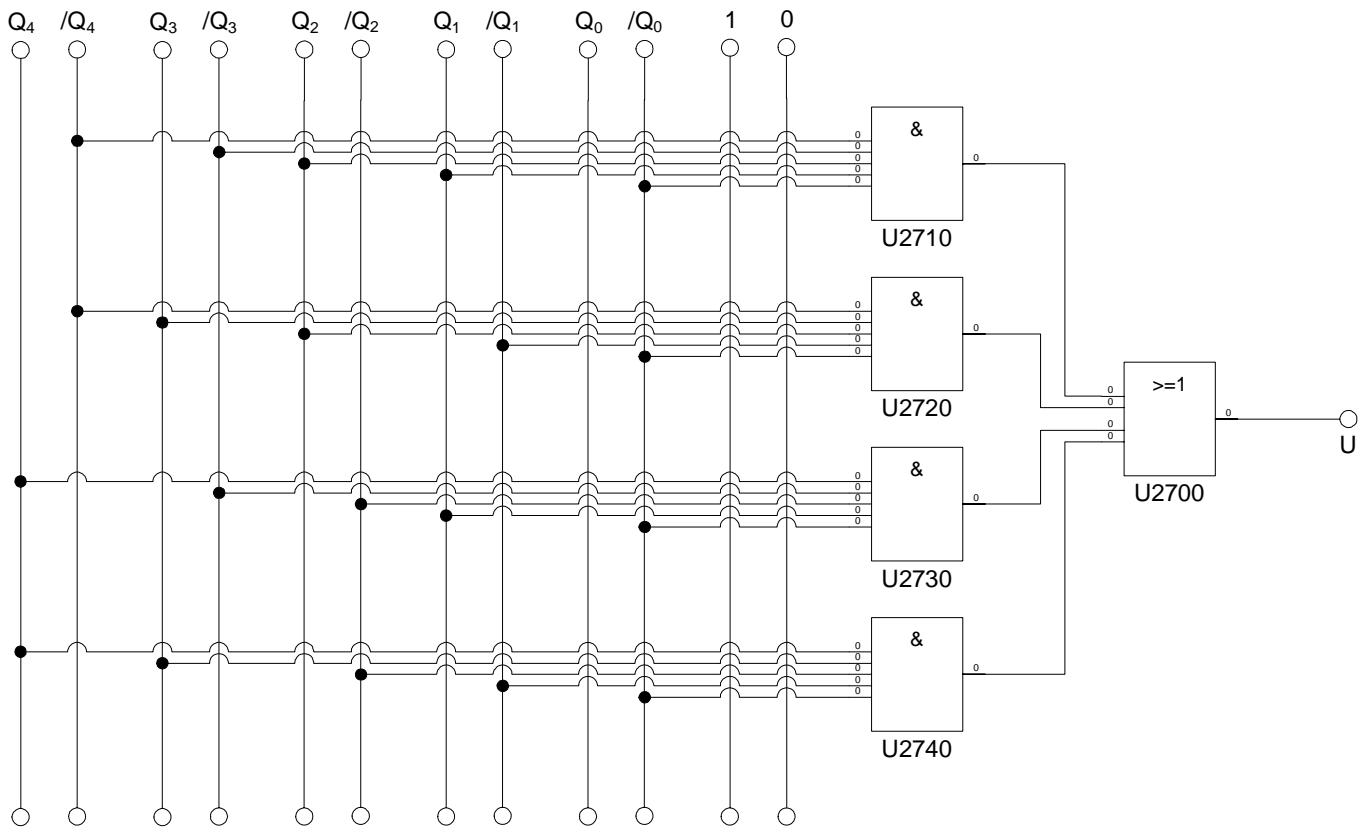
Kosten = 9

Kosten = 4

Kosten = 4

Kosten = 1

Kosten = 1



$$U = \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{Q_0} \vee \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} Q_0 \vee \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} Q_1 \overline{Q_0} \vee \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} Q_1 Q_0$$

Kosten = 20

$$U_{\text{don't care}} = \overline{Q_0}$$

Kosten = 1

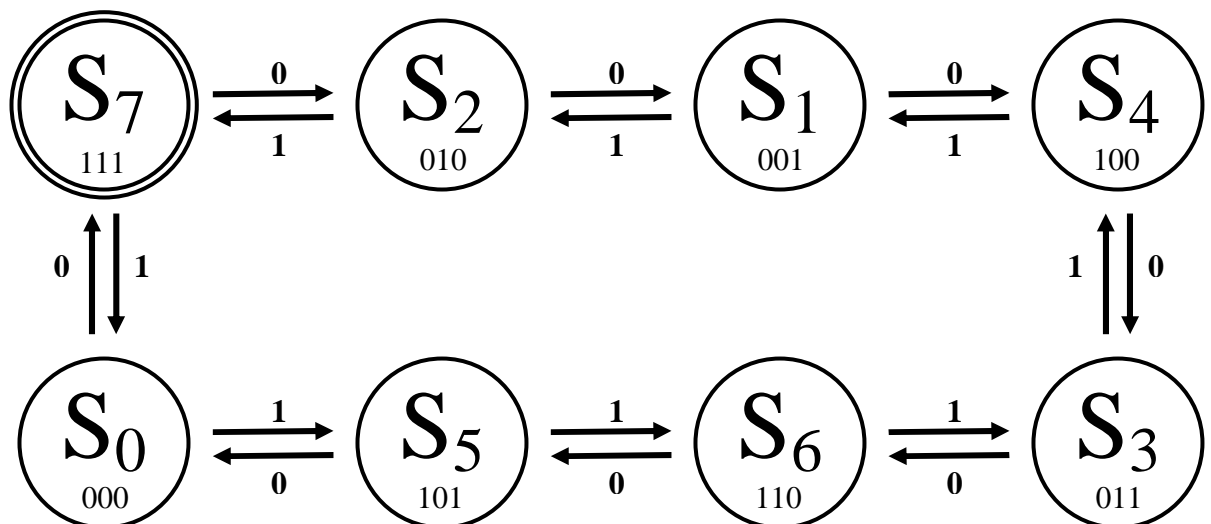
$$ZF = \overline{z_2} \overline{z_1} \overline{z_0}$$

Kosten = 3

6. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit T-Flip-Flops.
7. Geben Sie die Ansteuergleichungen T und die Ausgangsgleichungen Q, U und ZF für die Realisation mit T-Flip-Flops an (disjunktiv minimiert).

Wertetabelle für T-Flipflops								
Nr.	E	Zustände		Ausgangsvariablen			Nächster Zustand Nr.	
		$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	U	ZF	$T_2 T_1 T_0$	
0	0	000	111	11000	1	1	111	7
1	0	001	100	01001			101	4
2	0	010	001	00110	1		011	1
3	0	011	110	01111			101	6
4	0	100	011	01100	1		111	3
5	0	101	000	10101			101	0
6	0	110	101	10010	1		011	5
7	0	111	010	00011			101	2
8	1	000	101	11000	1	1	101	13
9	1	001	010	01001			011	10
10	1	010	111	00110	1		101	15
11	1	011	100	01111			111	12
12	1	100	001	01100	1		101	9
13	1	101	110	10101			011	14
14	1	110	011	10010	1		101	11
15	1	111	000	00011			111	8

Q,U,ZF = 3,0,0                      6,1,0                      9,0,0                      12,1,0



Q,U,ZF = 24,1,1                      21,0,0                      18,1,0                      15,0,0

$T_2$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	1 0	1 1	1 5	1 4	0	$Z_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	1 10	1 11	1 15	1 14	1	
	1	1 8	9	13	1 12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$T_2 = \overline{E} \overline{z_1} \vee \overline{z_1} \overline{z_0} \vee \overline{E} z_0 \vee E z_1$$

Kosten = 8

$T_1$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	1 0	1 1	5 4	1 4	0	$Z_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$T_1 = \overline{E} \overline{z_0} \vee E z_0$$

Kosten = 4

$T_0$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
$E$	0	1 0	1 1	1 5	1 4	0	$Z_1$
	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		
		$Z_2$					

$$T_0 = 1$$

$$\text{Kosten} = 0$$

**Die logischen Gleichungen und Schaltungen für Q, U und ZF sind für die Realisierung mit D-FF als auch mit T-FF gleich.**

Ergebnisse der Version mit D - Flipflops :

$$T_2 = \bar{E}\bar{z}_1 \vee \bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}z_0 \vee Ez_1$$

$$\text{Kosten} = 8$$

$$T_1 = \bar{E}\bar{z}_0 \vee Ez_0$$

$$\text{Kosten} = 4$$

$$T_0 = 1$$

$$\text{Kosten} = 0$$

$$Q_4 = \bar{z}_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee z_2\bar{z}_1z_0 \vee z_2z_1\bar{z}_0$$

$$\text{Kosten} = 9$$

$$Q_3 = \bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{z}_2z_0$$

$$\text{Kosten} = 4$$

$$Q_2 = \bar{z}_2z_1 \vee z_2\bar{z}_1$$

$$\text{Kosten} = 4$$

$$Q_1 = z_1$$

$$\text{Kosten} = 1$$

$$Q_0 = z_0$$

$$\text{Kosten} = 1$$

$$U = \bar{Q}_4\bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee \bar{Q}_4\bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee Q_4\bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \vee Q_4\bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0$$

$$\text{Kosten} = 20$$

$$U_{\text{don't care}} = \bar{Q}_0$$

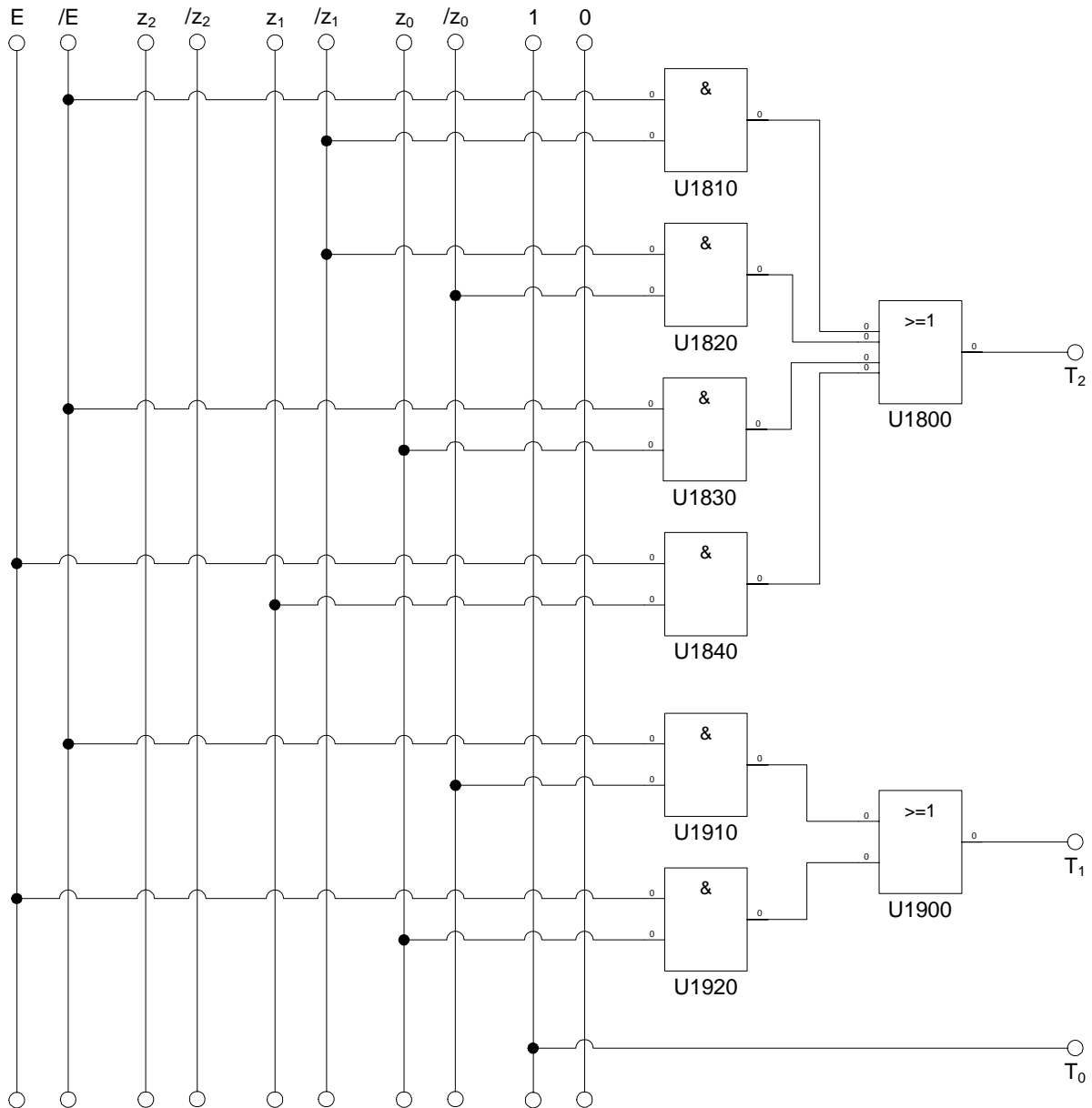
$$\text{Kosten} = 1$$

$$ZF = \bar{z}_2\bar{z}_1\bar{z}_0$$

$$\text{Kosten} = 3$$

8. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit T-Flip-Flops.

**Die logischen Gleichungen und Schaltungen für Q, U und ZF sind für die Realisierung mit D-FF als auch mit T-FF gleich.**



$$T_2 = \bar{E}\bar{z}_1 \vee \bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}z_0 \vee Ez_1$$

Kosten = 8

$$T_1 = \bar{E}\bar{z}_0 \vee Ez_0$$

Kosten = 4

$$T_0 = 1$$

Kosten = 0

9. Mit 3 kleinen Adapterschaltungen kann man eine der beiden FF-Ansteuerungen für RS-FF anpassen. Zeichnen Sie Ansteuerschaltungen.

