Prof. Dr. Franz J. Rammig
C. Böke, C. Ditze

Paderborn, 7.10.1999

Klausur zur Vorlesung

"Grundlagen der technischen Informatik" und "Grundlagen der Rechnerarchitektur" Sommersemester 1999

1. Teil: GTI

Der erste Teil (GTI) der Klausur umfaßt 6 Aufgaben, die in maximal 1 Stunde zu bearbeiten sind. **Es sind keine Hilfsmittel zugelassen**. Schreiben Sie Ihre Lösungen nur auf die dafür vorgesehenen Blätter! Verwenden Sie **kein eigenes Konzeptpapier**; notfalls erhalten Sie welches bei der Aufsicht.

Lassen Sie die Aufgaben und ihre Lösungen zusammengeheftet!

Schreiben Sie auf jedes Blatt (auch auf das Konzeptpapier) in Blockschrift Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer**.

Streichen Sie bei Angabe mehrerer Lösungsansätze die nicht zu bewertenden Lösungen durch! Bei mehreren präsentierten Lösungen wird die Aufgabe nicht gewertet!

Abschreiben und abschreiben lassen führt zum Nichtbestehen der Klausur.

Es sind in diesem ersten Teil insgesamt 60 Punkte erreichbar.

Viel Erfolg!

Vor- und Nachname: Musterlösung

Matrikelnummer: Fachbereich:

Studienfach (ankreuzen):

Informatik	
Ingenieur-Informatik (Elektrotechnik)	
Ingenieur-Informatik (Maschinenbau)	
Ingenieur-Informatik (Informatik)	
Wirtschafts-Informatik	
Informatik als Nebenfach	
Lehramt Informatik	

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte	6	12	15	12	7	8	60
Erreicht							

Summe	GTI:		GRA:		Gesamt:		Note:	

Name: Matrikel-Nummer:

Die Seite 2 ist leer.

Name: Matrikel-Nummer:

Aufgabe 1 (6 min, 6 Punkte): Zahldarstellung/ Komplementrechnung

Führen Sie die folgenden Rechnungen im 2er Komplement mit 8-stelligen Dualzahlen (inklusive Vorzeichen-Bit) durch:

-85 + 49 -85 - 8

Geben Sie an, ob das Ergebnis richtig (gültig) oder falsch (Bereichsüberschreitung) ist.

Achtung: Kennzeichnen Sie Ihre Lösung eindeutig durch evtl. Durchstreichen der ersten Lösung.

Muster:

2er		V							
85		0	1	0	1	0	1	0	1
+49		0	0	1	1	0	0	0	1
Übertrag									
		1	0	0	0	0	1	1	0
ankreuzen					richtig:			falsch:	X

Lösung:

2er		V							
-85		1	0	1	0	1	0	1	1
+49		0	0	1	1	0	0	0	1
Übertrag			1	1	1	1			
-36		1	1	0	1	1	1	0	0
ankreuzen					richtig:	X		falsch:	

2er		V							
-85		1	0	1	0	1	0	1	1
-8		1	1	1	1	1	0	0	0
Übertrag	1	1	1	1					
-93		1	0	1	0	0	0	1	1
ankreuzen					richtig:	X		falsch:	

Ersatztabellen:

2er		V							
-85									
+49									
Übertrag									
ankreuzen					richtig:			falsch:	

2er		V							
-85									
-8									
Übertrag									
ankreuzen					richtig:			falsch:	

Name: Matrikel-Nummer:

Aufgabe 2 (12 min, 2 + 5 + 5 Punkte): Vereinfachung Bool´scher Funktionen

Gegeben sei eine Bool‘sche Funktion

$$F = a\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ c\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ c\ \bar{d}$$

(a) Geben Sie F in der Minterm-Normalform an.

$$F_{Minterm} = a\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ c\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ c\ \bar{d}$$

(b) Bestimmen Sie eine minimale Darstellung von F mit Hilfe des Karnaugh- Diagramms: Füllen Sie dazu das auf der nächsten Seite angegebene Diagramm zunächst entsprechend mit Einsen aus. Markieren Sie dann die alle gefundenen Primimplikanten.

Geben Sie die minimale Darstellung hier an:

$$F_{Min} = \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d}$$

(c) Minimieren Sie die Funktion

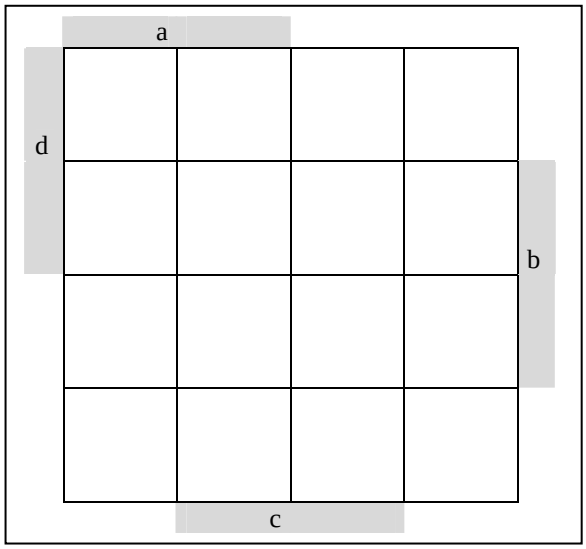
$$G = a\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ c\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ c\ \bar{d}$$

mit Hilfe des Quine/McClusky Verfahrens. Das Verfahren benötigt hier 2 Iterationen. Geben Sie die Zwischenergebnisse nach den angegebenen Aktionen des Verfahrens in beiden Iterationen an. Bei der Summe der Konsensusse sind **alle** (d.h. **auch doppelt auftretende**) anzugeben!

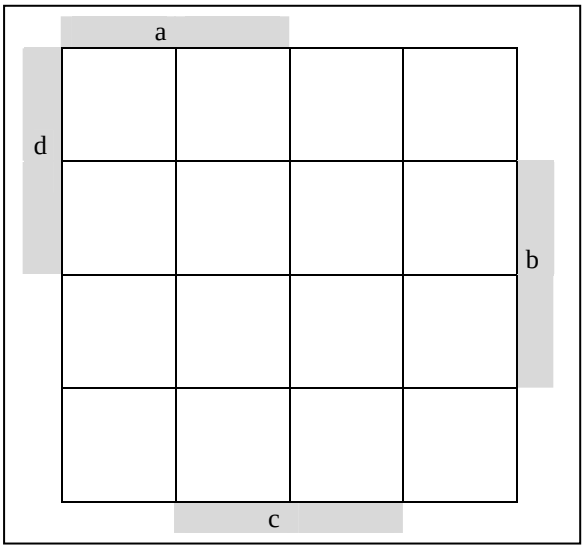
Name: Matrikel-Nummer:

Zu Aufgabe 2 (b):

Auszufüllendes Karnaugh-Diagramm:



Ersatzdiagramm:



Teil (c): Quine / McClusky Verfahren

Nr.	Aktion / Zwischenergebnisse
	Ausgangsfunktion G $a\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ c\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ c\ \bar{d}$
1	Summe **aller** „Simplen Konsensusse“: $a\ \bar{c}\ \bar{d} + b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{d} + \bar{b}\ c\ \bar{d}$
	Nach „Streichen von Verlängerungen“ und „Vereinfachen“: $a\ \bar{c}\ \bar{d} + b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{d} + \bar{b}\ c\ \bar{d}$
2	Summe **aller** „Simplen Konsensusse“: $\bar{c}\ \bar{d} + \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d}$
	Nach „Streichen von Verlängerungen“ und „Vereinfachen“ $\bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d}$

Ersatztabelle:

Nr.	Aktion / Zwischenergebnisse
	Ausgangsfunktion G $a\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ b\ \bar{c}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ c\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ c\ \bar{d}$
1	Summe **aller** „Simplen Konsensusse“: $a\ \bar{c}\ \bar{d} + b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{d} + \bar{b}\ c\ \bar{d}$
	Nach „Streichen von Verlängerungen“ und „Vereinfachen“: $a\ \bar{c}\ \bar{d} + b\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{c}\ \bar{d} + \bar{a}\ \bar{b}\ \bar{d} + a\ \bar{b}\ \bar{d} + \bar{b}\ c\ \bar{d}$
2	Summe **aller** „Simplen Konsensusse“: $\bar{c}\ \bar{d} + \bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d}$
	Nach „Streichen von Verlängerungen“ und „Vereinfachen“: $\bar{c}\ \bar{d} + \bar{b}\ \bar{d}$

Name: Matrikel-Nummer:

Aufgabe 3 (15 min, 15 Punkte): Steuerwerk mit PLA

In der unten angegebenen Abbildung ist der Zustandsübergangsgraph für den Automaten zur Steuerung eines **Fensterhebers** in einem Kfz angegeben.

Der Automat besitzt 4 Zustände (binär kodiert in S_1S_0):

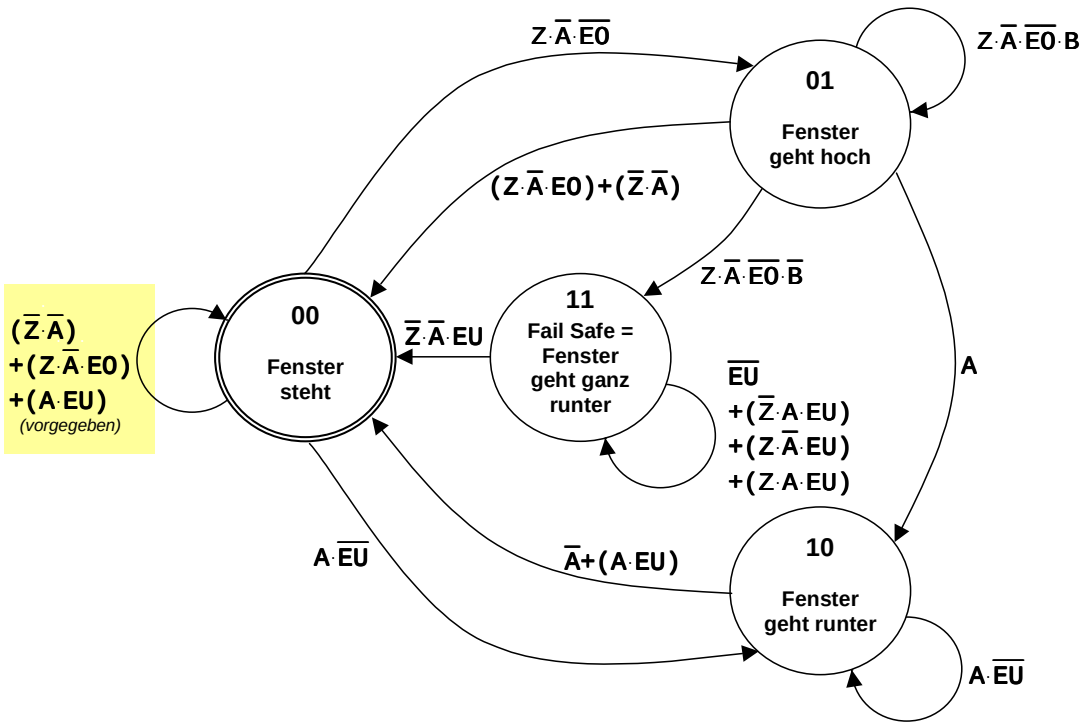
- 00 : Fenster steht
- 01 : Fenster fährt hoch
- 10 : Fenster fährt herunter
- 11 : Fenster fährt ganz auf (Fail Safe)

Des weiteren besitzt die Steuerung 6 binäre Eingänge:

- Z : Taster "Fenster zu" betätigt
- A : Taster "Fenster auf" betätigt
- EU : Endtaster "Fenster unten" betätigt
- EO : Endtaster "Fenster oben" betätigt
- B : Bewegungssensor "Fenster bewegt sich"
- CLK: Steuerungstakt = 2 Hz
- RES : Reset

Die Steuerung besitzt 2 Ausgänge, die anzeigen ob das Fenster hoch (H) oder runter (R) fahren soll.

Hinweis: *Alle Eingänge (bis auf CLK) und Ausgänge sind "1" aktiv. Die Steuerung stellt sicher, dass der Taster "Auf" bei gleichzeitiger Betätigung des Tasters "Zu" höher priorisiert wird. Des weiteren wird sichergestellt, dass beim Blockieren (= Stillstand) des Fensters beim Schließen aufgrund eines eingeklemmten Gegenstandes das Fenster sofort vollständig öffnet. Die Elektronik und Mechanik stellen sicher, dass der Elektro-Motor, der für die Bewegung des Fensters zuständig ist, bei Bestromung und gleichzeitiger mechanischer Blockade kurzschlußsicher ist. Ebenso wird sichergestellt, dass der Motor, nachdem die Steuerung das Signal zur Bewegung gibt, spätestens nach 50ms bestromt wird. Danach dreht sich der Motor nach spätestens weiteren 130ms. Der Bewegungssensor liefert danach spätestens nach weiteren 50ms ein entsprechendes gültiges Signal.*

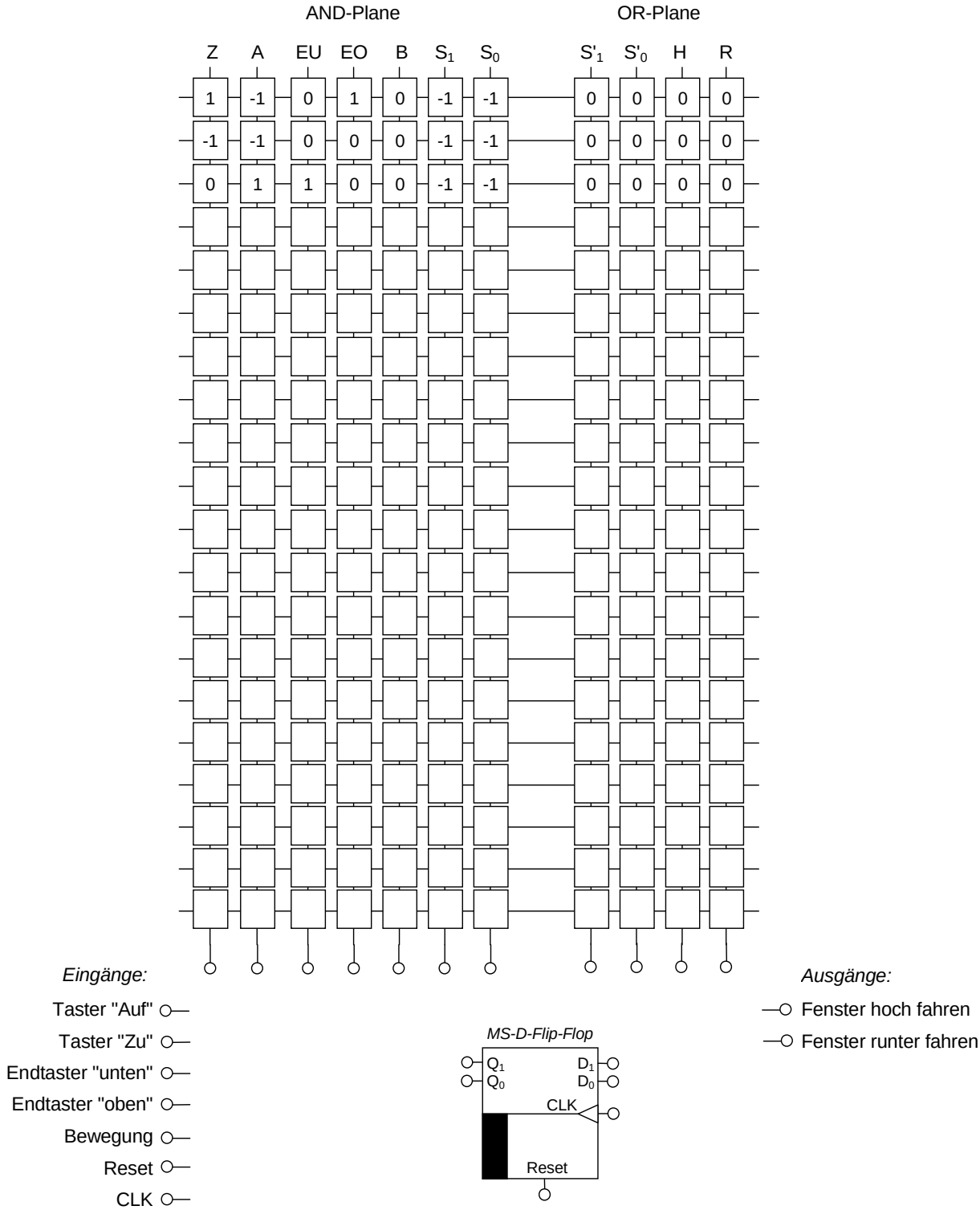


Name: Matrikel-Nummer:

zu Aufgabe 3):

Entwerfen Sie ein Steuerwerk für den angegebenen Automaten. Der Automat soll bei jedem CLK-Takt einen Schritt machen. Tragen Sie entsprechend -1, 1 und 0 in die Kästchen des PLA ein. Kästchen nicht benötigter Zeilen lassen Sie frei. Verbinden Sie die Ein-/Ausgänge entsprechend mit den Spalten des PLA und dem Master-Slave-D-Flip-Flop durch Einzeichnen entsprechender Verbindungslinien.

Zu 3): Steuerwerk mit PLA

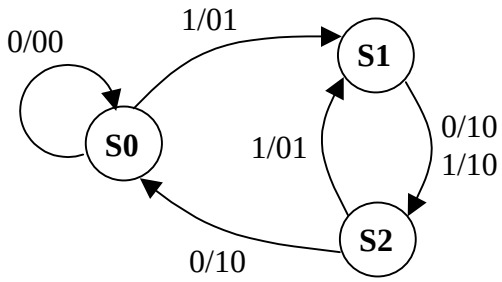


Name: Matrikel-Nummer:

<u>Aufgabe 4 (12 min, 12 Punkte): VHDL-Aufgabe</u>

Gegeben sei der folgende Automat (als Zustandsübergangsgraph). Vervollständigen Sie die nachstehende VHDL-Beschreibung, indem Sie in die Kästchen die **Zahlen** der korrekten Textblöcke aus dem Baukasten einsetzen.

Hinweis: Bauelemente dürfen mehrfach verwendet werden. Nicht alle Bauelemente werden benötigt.



S1, S2, S3 sind Zustände;
1/01 steht für X = 1, Y(1) = 0, Y(0) = 1.

Lösungsrahmen: siehe nächste Seite

Name: Matrikel-Nummer:

Lösungsrahmen zu Aufgabe 4:
ACHTUNG: "Zahlen" und nicht "Wörter" eintragen!

```
Entity AUTOMAT is
  Port ( CLK :   In   std_logic;
         RES :   In   std_logic;
         X :     In   std_logic;
         Y :     Out  std_logic_vector (1 downto 0) );
end AUTOMAT;

architecture BEHAVIORAL of AUTOMAT is

  type fsm_state is (S0, S1, S2);
  signal CURRENT_STATE, NEXT_STATE: fsm_state;

  begin
  SEQ: process (CURRENT_STATE, X)
     begin
     case CURRENT_STATE is
        when S0 =>
           if = '0' then
              Y <= "00";
              NEXT_STATE <= S0 ;
           else
              Y <= "01";
              NEXT_STATE <= S1 ;
           end if;
        when S1 =>
           Y <= "10";
           NEXT_STATE <= S2 ;
        when S2 =>
           if X = '0' then
              Y <= "10";
              NEXT_STATE <= S1 ;
           else
              Y <= "01";
              NEXT_STATE <= S0 ;
           end if;
     end case ;
  end process ;

  MEM: process(CLK, RES)
     begin
     if (RES = '0') then
        CURRENT_STATE <= S0;
     else
        if (CLK'event and CLK = '1') then
           CURRENT_STATE <= NEXT_STATE;
        end if;
     end if;
  end process ;

end BEHAVI ;
```

Baukasten:

1:	interface
2:	architecture
3:	structure
4:	entity
5:	port
6:	case
7:	start
8:	begin
9:	process
10:	description
11:	sequence
12:	X = ´0´
13:	X == ´0´
14:	X = LOW
15:	X = ´1´
16:	<=
17:	:=
18:	VHDL
19:	AUTOMAT
20:	BEHAVIORAL
21:	SEQ
22:	MEM
23:	<= S0
24:	<= S1
25:	<= S2
26:	= S0
27:	= S1
28:	= S2

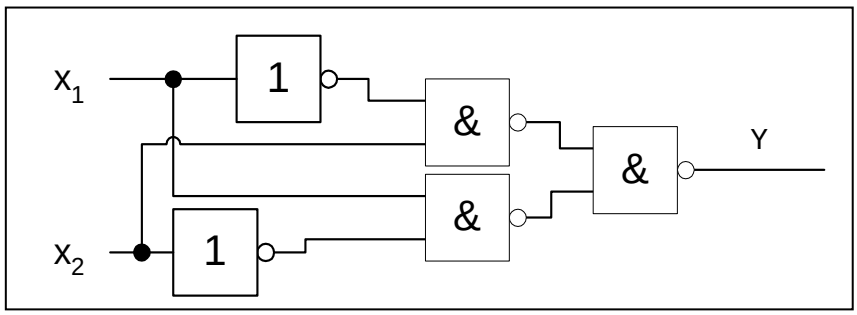
Name: Matrikel-Nummer:

Die Seite 10 ist leer.

Name: Matrikel-Nummer:

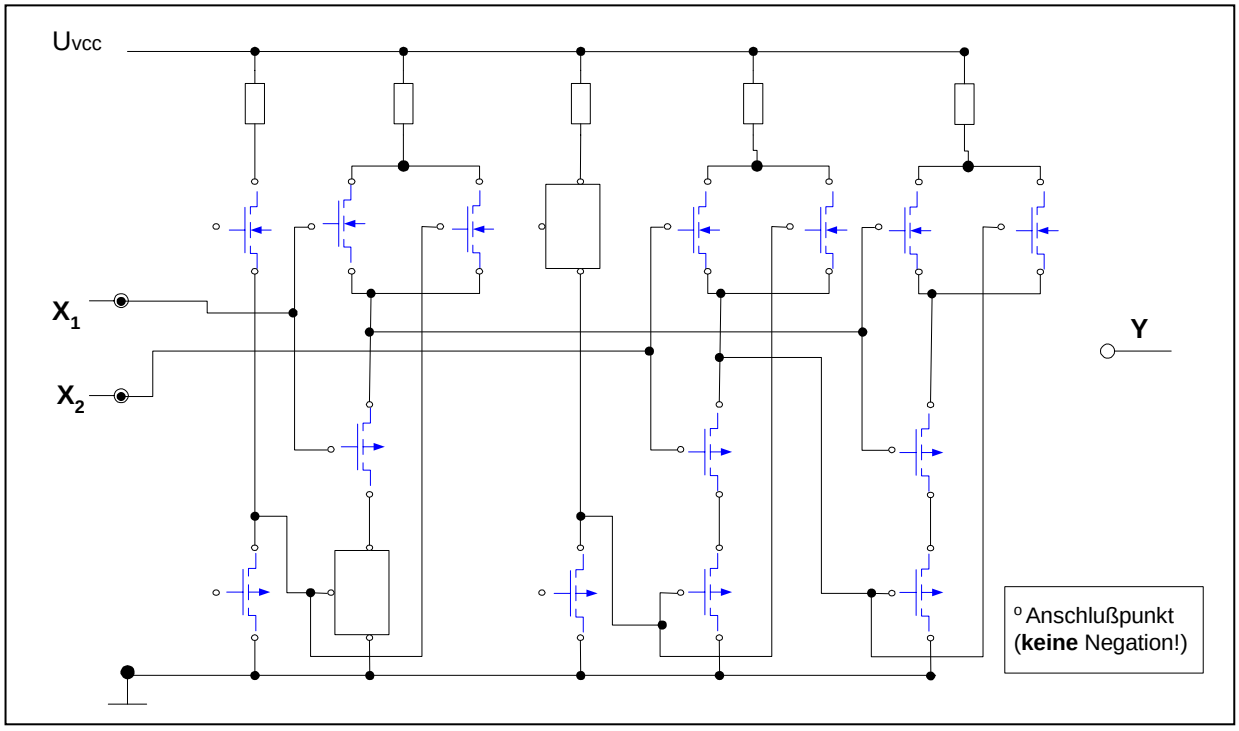
Aufgabe 5 (7 min, 7 Punkte): CMOS-Technologie

Gegeben sei folgende Gatterschaltung für die Berechnung von $Y = X_1$ xor X_2.



Vervollständigen Sie die Implementierung im unteren Bild mit Hilfe der angegebenen Bauelemente zu einer reinen CMOS Schaltung. Tragen Sie dazu in die freien Kästen **P**, **N**, bzw. **L** für das jeweils einzusetzende Schaltzeichen ein und fügen Sie **fehlende Verbindungen** ein, so daß sich genau dieselbe Funktion wie im oberen Bild ergibt.

P	**N**	**L**
PMOS Transistor (Anreicherungstyp, ist durchgeschaltet falls Gate Low)	NMOS Transistor (Anreicherungstyp, ist durchgeschaltet falls Gate High)	Überbrückung



Name: Matrikel-Nummer:

Die Seite 12 ist leer.

Name: Matrikel-Nummer:

Aufgabe 6 (8 min, 8 Punkte): Multiplikation

Multiplizieren Sie die folgenden beiden 4-Bit Zahlen X und Y.

$X = 0011_2$	$Y = 1011_2$

Wichtig: X und Y sind im **2er-Komplement** dargestellt !!

Führen Sie die Multiplikation X*Y mit dem **Booth-Verfahren** durch. Dabei sei **M : = X = 0011_2** (in Q wird dem Verfahren entsprechend **Y = 1011_2** abgelegt). Geben Sie die Inhalte der Register A und Q *nach* Ausführung der in der Zeile *zuvor* anzugebenden Operation in Binärdarstellung an. Markieren Sie am Ende deutlich die Bits in A und Q, die das Ergebnis angeben!

A	Q	Nächste Operation
0000	1011 0	Sub M = Add 1101_2
1101	1011 0	Shift
1110	1101 1	Shift
1111	0110 1	Add M = 0011_2
0010	0110 1	Shift
0001	0011 0	Sub M = Add 1101_2
1110	0011 0	Fertig, Ergebnis = 1110001_2= -15

Ersatztabelle:

A	Q	Nächste Operation
0000	1011 0	Sub M = Add 1101_2
1101	1011 0	Shift
1110	1101 1	Shift
1111	0110 1	Add M = 0011_2
0010	0110 1	Shift
0001	0011 0	Sub M = Add 1101_2
1110	0011 0	Fertig, Ergebnis = 1110001_2= -15