

Σ 11,5/20 G.A.

## Aufgabe 4

|          | 1 | 2 | 3    | 4 |
|----------|---|---|------|---|
| Supremum | e | e |      | g |
| Infimum  | a | a | c    | a |
| Verband  | ✓ | ✓ | Nein | ✓ |

Verband 1: Nicht distributiv, weil Wege von **e** nach b und d gehen, diese aber nicht direkt in einem gemeinsamen Punkt enden.  
konkretes Gegenbeispiel:  
 $d \cdot (c \vee b) = d \neq c = (d \cdot c) \vee (d \cdot b)$

Verband 2: Nicht komplementär, da **d** kein Komplement hat (etwas genauer... Gegenbeispiel) aber ✓

Verband 4: Nicht distributiv, weil Wege von g nach e und f gehen und diese nicht gemeinsam enden.  
konkret:  $f \cdot (d \vee c) \neq (f \cdot d) \vee (f \cdot c)$

Nicht komplementär, da b, c, d nicht gleich g (das muss auch nicht gelten...)  
Verband 3: weder, noch, da kein Verband, bzw. (e kein Komplement hat)

Aufgabe 5:  
↳ da z.B.  $\sup\{b, d\}$  nicht definiert ist

7/15

$$\begin{aligned}
 XY \vee \bar{X}Z \vee YZ &= XY \vee \bar{X}Z \\
 &= X[Y \cdot (Z \vee 1)] \vee \bar{X}[Z \cdot (Y \vee 1)] & (1) \\
 &= X[(Y \cdot Z) \vee (Y \cdot 1)] \vee \bar{X}[(Z \cdot Y) \vee (Z \cdot 1)] & (2) \\
 &= (XYZ) \vee (XY) \vee (\bar{X}YZ) \vee (\bar{X}Z) & (3) \\
 &= (XYZ) \vee (\bar{X}YZ) \vee (XY) \vee (\bar{X}Z) & (4) \\
 &= (\bar{X}X) \vee (YZ) \vee (XY) \vee (\bar{X}Z) & (5) \\
 &= (XY) \vee (\bar{X}Z) \vee (YZ) & (6)
 \end{aligned}$$

- ① Erweiterung, nach dem Lemma 1.25. (in Es gibt genau ein  $\alpha$  und ein  $\beta$  Element)
- ② Distributivgesetz
- ③ Distributivgesetz bzw. Absorption
- ④ Kommutativgesetz
- ⑤  $\wedge$  Distributivgesetz
- ⑥ Komplementgesetz

4,5/5

# Aufgabe 1:

zu zeigen!

$$1) a \cdot \overline{b} = a \cdot \overline{a \cdot b}$$

$$= a \cdot (\overline{a} \vee \overline{b})$$

De Morgan'sche Regel

1/1

$$= a \cdot \overline{a} \vee a \cdot \overline{b}$$

Distributivgesetz

$$= a \cdot \overline{b}$$

da gibt es viele :)  
siehe Lemma im Skript

$$2) f = \overline{(a \vee \overline{c} \vee b \vee \overline{a} \vee c)} \cdot (\overline{a} \cdot \overline{b} \vee b \vee \overline{c} \vee d)$$

$$= \overline{(a \cdot \overline{c} \vee b \vee a \cdot c)} \cdot (\overline{a} \vee \overline{b} \vee b \vee \overline{c} \vee d)$$

$$= \overline{(a \cdot c \vee b \vee a \cdot \overline{c})} \cdot (a \vee \overline{b} \vee (\overline{b} \cdot c \cdot d))$$

$$= \overline{(a \cdot (\underbrace{c \vee \overline{c}}_1) \vee b)} \cdot \overline{(\overline{b} \cdot c \cdot d)}$$

absorption

$$= \overline{a \vee b} \cdot \overline{a \vee \overline{b}}$$

$$= \overline{a \vee b} \cdot \overline{a \vee \overline{b}}$$

$$= \overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \overline{a} \cdot \overline{\overline{b}}$$

$$= \overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \overline{a} \cdot b$$

3/3

3) AND in NAND umwandeln: Etwas mehr Umformungen wären schön...

$$(1) xy = \overline{\overline{xy}} = \overline{\overline{xy} \vee \overline{xy}} = \overline{\overline{xy} \cdot \overline{xy}}$$

Wert mit NAND invertieren: ... auf etwas muss man die Punkte ja geben!

$$(2) \overline{xy} = \overline{xy}$$

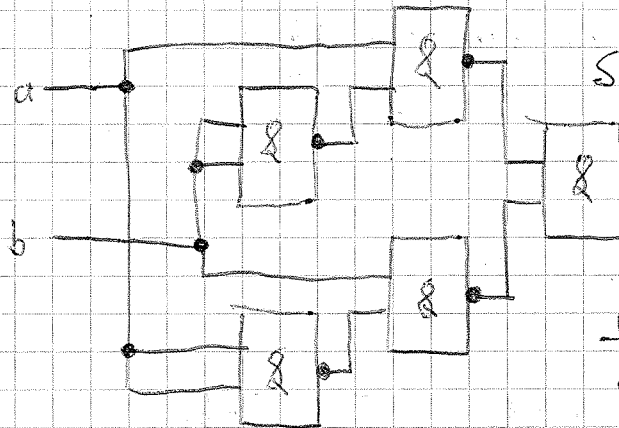
$$\Rightarrow \overline{a \cdot b} \vee \overline{a \cdot b} = \overline{a \cdot b} \cdot \overline{a \cdot b} \quad (2)$$

besser:  $a \cdot \overline{a \cdot b} \rightarrow$  Einsparung einer NAND-Gatters! (Aufg. 1)

Das ist nicht die Umformung (1)!  $\rightarrow$  Zwischenschritte!

1/3

4)



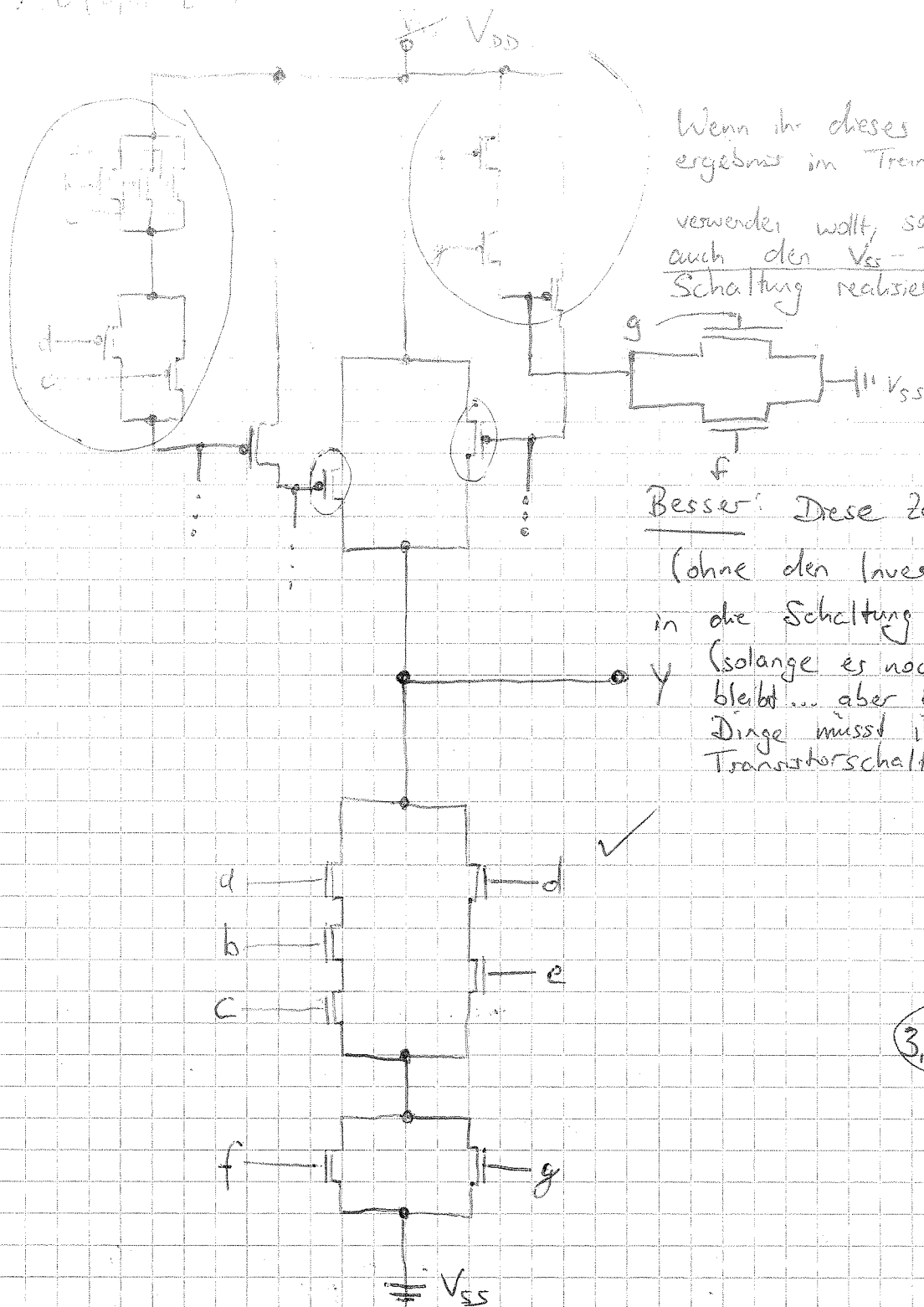
Schaltung mit 4 Gattern möglich! (Folgefehler)

3/3

In Zukunft bitte Notation aus der Vorlesung verwenden!

$\Rightarrow$  NAND2

# Aufgabe 7



Wenn ihr dieses Zwischen-  
ergebnis im Transistor unten

verwenden wollt, solltet ihr  
auch den  $V_{SS}$ -Teil zur  
Schaltung realisieren!

Besser: Diese Zwischen-Gatter

(ohne den Inverter) direkt  
in die Schaltung einbauen.

(solange es noch übersichtlich  
bleibt... aber für kompliziertere  
Dinge müsst ihr keine  
Transistorschaltung mehr machen.)

3,5/5

# Aufgabe 8:

```

ENTITY xnor IS
    PORT (x, y: IN bit; z: OUT bit);
END xnor;
ARCHITECTURE behaviour1 OF xnor IS
    CONSTANT t_dhl: TIME := 25 ps;
    CONSTANT t_alh: TIME := 45 ps;
    BEGIN
        PROCESS (x, y)
            IF x = y
                THEN z <= '1' AFTER t_dhl;
                ELSE z <= '0' AFTER t_alh;
            END IF;
        END PROCESS;
    END behaviour1;

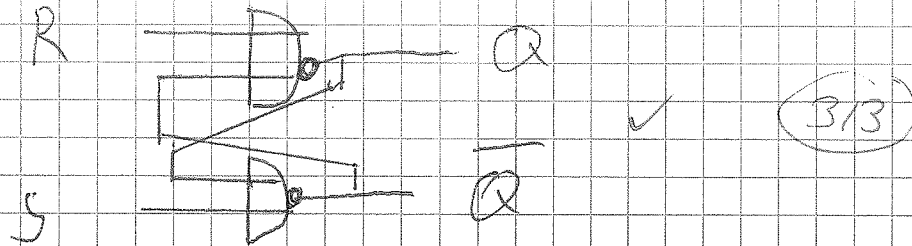
```

END IF;  
END PROCESS;  
END behaviour1; ✓

5/5

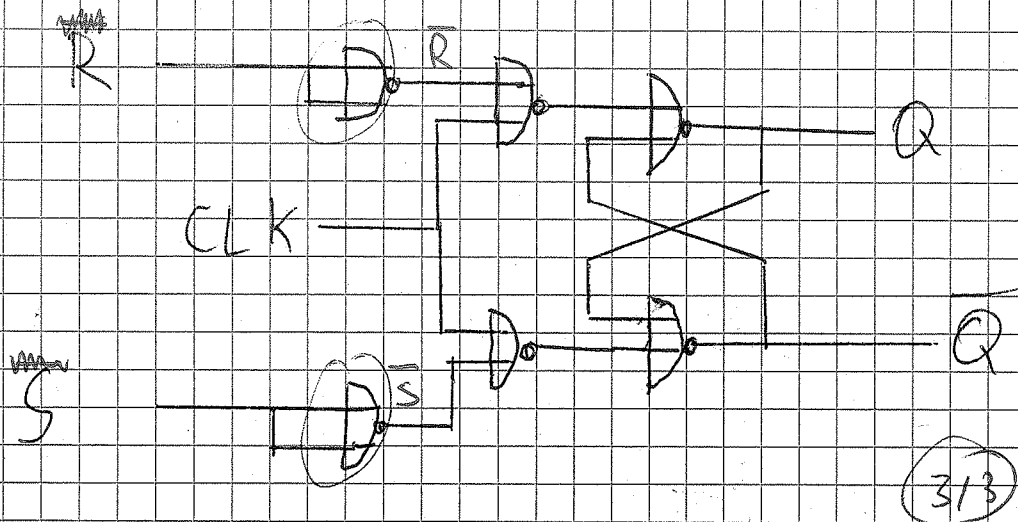
Σ18,5/20  
G.A.

10.1



| R | S |              |
|---|---|--------------|
| 0 | 0 | Haltezustand |
| 0 | 1 | Setzen       |
| 1 | 0 | Rücksetzen   |
| 1 | 1 | Unbenutzt    |

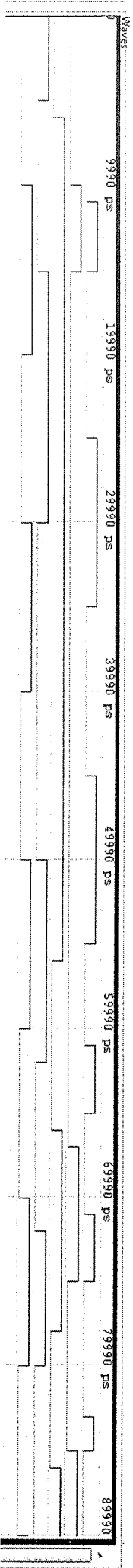
2.



Die eingekreisten NORs zum Invertieren sind nicht nötig.  
Ein signal liegt oft bereits auch in Invertierter  
Form vor, da das vorherige Gatter das Invertierte  
Signal „nebenbei“ auch berechnet.  
(Siehe auch hier:  $Q$  und  $\bar{Q}$ .)

71

Signal:  
Time  
e=0  
d=0  
c=0  
b=1  
a=0



6/6

71

Aufgabe 9

$$(\overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b) \vee (a \vee d) \vee (b \vee c) \vee d(\overline{b} \vee c)$$

De-Morgan      De-Morgan      De-Morgan      De-Morgan

$$= c(\overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b) \vee (a \vee d) \vee (b \vee c) \vee d(\overline{b} \vee c)$$

Morgan      Morgan      Morgan      absorption

$$= c(\overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b \vee \overline{a}b) \vee (a \vee d) \vee (b \vee c) \vee d(\overline{b} \vee c)$$

Distributiv  $\overline{a}b \vee (a \vee d) \vee (b \vee c)$

eine weitere Möglichkeit der Umformung... damit wird man d. los.

$$= \overline{a}c \vee bcd \vee \overline{a}b \vee a \vee d \vee \overline{a}c \vee ab \vee c$$

absorption

$$= \overline{a}c \vee bcd \vee \overline{a}b \vee a \vee d \vee \overline{a}c \vee ab \vee c$$

absorption

$$= \overline{a}c \vee bcd \vee abcd \vee ab \vee c$$

2

$$\Rightarrow \overline{a}c \vee (abd) \vee (abc)$$

$$\overline{a}c \vee ab$$

3,5/5

# Aufgabe 12

Σ 12/20  
G.A.

$f_1 = a$

$f_2 = b$

$f_3 = c$

$f_4 = f_1 \cdot f_2 = a \cdot b = ab \vee \bar{a}\bar{b} \checkmark$

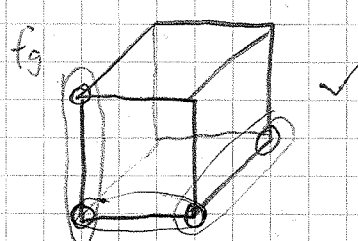
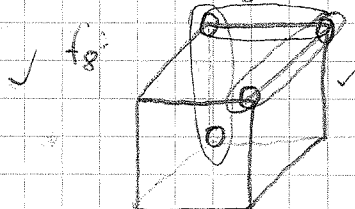
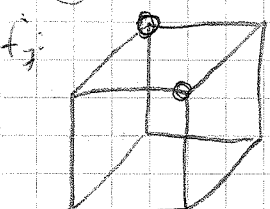
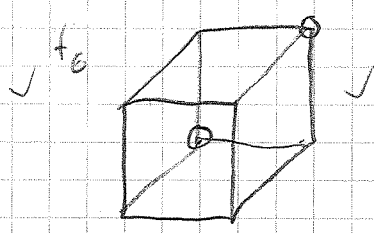
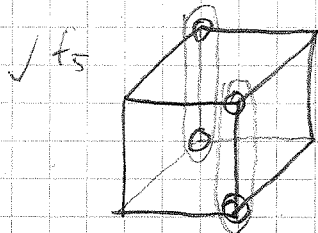
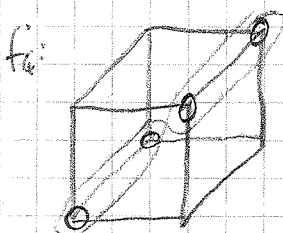
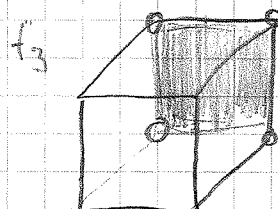
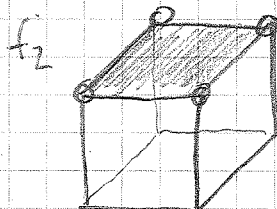
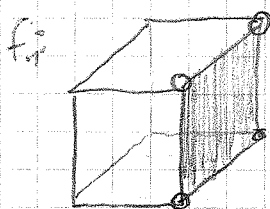
$f_5 = f_1 \oplus f_3 = a \oplus c = a\bar{c} \vee \bar{a}c \checkmark$

$f_6 = f_3 \cdot f_4 = c \cdot (ab \vee \bar{a}\bar{b}) = abc \vee \bar{a}\bar{b}c \checkmark$

$f_7 = f_2 \cdot f_5 = b(a\bar{c} \vee \bar{a}c) = ab\bar{c} \vee \bar{a}bc \checkmark$

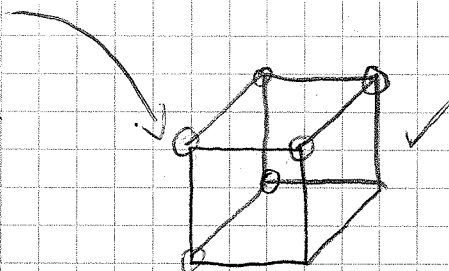
$f_8 = f_6 \vee f_7 = abc \vee \bar{a}\bar{b}c \vee ab\bar{c} \vee \bar{a}bc = (ab) \vee (\bar{a}c) \checkmark$

$f_9 = \overline{f_8} = \overline{(ab) \vee (\bar{a}c)} = \bar{a}\bar{b} \cdot \bar{\bar{a}c} = \bar{a}\bar{b} \cdot a\bar{c} = \bar{a}\bar{b}\bar{c} \checkmark$



b)  $f_{8c} = f_8(a, b, 1) = 1$   
 ~~$= f_8(a, b, 0) = 0$~~

| a | b | c | $f_8$ |
|---|---|---|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0     |
| 0 | 0 | 1 | 1 ←   |
| 0 | 1 | 0 | 0     |
| 0 | 1 | 1 | 1 ←   |
| 1 | 0 | 0 | 0     |
| 1 | 0 | 1 | 0 (←) |
| 1 | 1 | 0 | 1     |
| 1 | 1 | 1 | 1 ←   |



Für alle Würfel gilt:



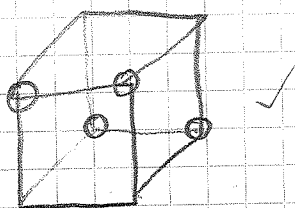
$$f_{g_1} = a\bar{b} \vee \bar{a}b$$

$$\frac{\partial f_{g_1}}{\partial a} = f_{g_1} \oplus f_{a=1}$$

$$f_{g_1} = \bar{b} \quad \parallel \text{ weil } 1 \cdot \bar{b} \vee 0 \cdot \bar{b}$$

$$f_{g_1} = b \quad \parallel \text{ weil } 0 \cdot b \vee 1 \cdot b$$

$$\#9 \quad \frac{\partial f_{g_1}}{\partial a} = \bar{b} \oplus b = b\bar{b} \vee \bar{b}b \checkmark$$



8/5

### Aufgabe 13.

$$f \stackrel{?}{=} x_i \frac{\partial f}{\partial x_i} \oplus f_{\bar{x}_i}$$

$$= x_i (f_{x_i} \oplus f_{\bar{x}_i}) \oplus f_{\bar{x}_i} \cdot 1$$

$$= x_i f_{x_i} \oplus (x_i f_{\bar{x}_i} \oplus 1 \cdot f_{\bar{x}_i})$$

$$= x_i f_{x_i} \oplus (f_{\bar{x}_i} (x_i \oplus 1))$$

$$= x_i f_{x_i} \oplus \bar{x}_i f_{\bar{x}_i}$$

$$= x_i f_{x_i} \oplus \bar{x}_i f_{\bar{x}_i}$$

$$= f$$

↑ Shannon-Expansion

4/5

Hier habt ihr Distributivität und Assoziativität von XOR ohne Beweis verwendet! Streng genommen müsstet ihr diese noch bringen (kam nicht in der Vorlesung).

Insbesondere gilt z.B.  $a \vee (b \oplus c) = (a \vee b) \oplus (a \vee c)$  nicht!

(Es ist also nicht trivial, dass  $a \cdot (b \oplus c) = ab \oplus ac$  gilt.)

# Aufgabe 14.

a)  ~~$a\bar{b}$~~   $a \equiv 1$ , da beide ~~nur bei (1,1,0)~~ wahr  
werden. ? nein!

b)  $h = (a\bar{b} \vee b\bar{c})$

$$D' = B^3 \setminus \{(0,0,0), (0,1,1), (1,1,1), (0,1,0), (1,0,0), (1,1,0)\}$$

Rechenweg?

0/7

## Aufgabe 10.

 $\Sigma 7,5/20$   
LA.

Werte-Tabelle

|   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
|---|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1 | 0     | 0     | 0     | 1     |
| 2 | 0     | 0     | 1     | 0     |
| 3 | 0     | 0     | 1     | 1     |
| 4 | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 5 | 0     | 1     | 0     | 1     |

|   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
|---|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 0     | 1     | 1     | 0     |
| 7 | 0     | 1     | 1     | 1     |
| 8 | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 9 | 1     | 0     | 0     | 1     |
| * | 1     | 0     | 1     | 0     |
| # | 1     | 0     | 1     | 1     |

Nicht genutzt

|   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
|---|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1     | 0     | 0     |       |
| 1 | 1     | 0     | 1     |       |
| 1 | 1     | 1     | 0     |       |
| 1 | 1     | 1     | 1     |       |

$$\begin{aligned}
 L_0 &= \boxed{1} \vee \boxed{2} \vee \boxed{3} = 0001 \vee 0010 \vee 0011 \\
 &= \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_3 \vee \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_0 \bar{a}_1 a_2 a_3 \quad \checkmark \\
 &= \bar{a}_0 \bar{a}_1 (a_2 \vee a_3) \\
 &= \bar{a}_0 \bar{a}_1 a_2 \vee \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_3
 \end{aligned}$$

Verlangt war zunächst nur die DNF, ohne weitere Umformungen.

← keine Optimierung möglich, da keine 4-, \*, # vorkommen

$$\begin{aligned}
 L_1 &= \boxed{4} \vee \boxed{5} \vee \boxed{6} = 0100 \vee 0101 \vee 0110 \\
 &= \bar{a}_0 a_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_0 a_1 \bar{a}_2 a_3 \vee \bar{a}_0 a_1 a_2 \bar{a}_3 \quad \checkmark \\
 &= \bar{a}_0 a_1 (\bar{a}_2 \vee a_2) \\
 &= \bar{a}_0 a_1 \bar{a}_2 \vee \bar{a}_0 a_1 a_2 = \bar{a}_0 a_1 \bar{a}_2 \vee a_1 \bar{a}_3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_2 &= \boxed{7} \vee \boxed{8} \vee \boxed{9} = 0111 \vee 1000 \vee 1001 \quad \checkmark \\
 &= \bar{a}_0 a_1 a_2 a_3 \vee a_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_3 = a_0 \bar{a}_2 \vee a_1 a_2 a_3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_3 &= \boxed{*} \vee \boxed{0} \vee \boxed{\#} = 0000 \vee 1010 \vee 1011 \quad \checkmark \\
 &= \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 a_2 a_3 \\
 &= \bar{a}_1 (\bar{a}_0 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 a_2 a_3) \\
 &= \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 a_2 = a_0 a_2 \vee \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3
 \end{aligned}$$

Optimierungen nach (b) bzw. (c) in schwarz

$$h_0 = \boxed{1} \vee \boxed{4} \vee \boxed{7} \vee \boxed{8} = 0001 \vee 0100 \vee 0111 \vee 1000$$

$$= \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_3 \vee \bar{a}_0 a_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_0 a_1 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 a_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 a_1 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 a_1 a_2 a_3$$

$$(= a_0 a_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_3 \vee \bar{a}_0 a_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3)$$

$$h_1 = \boxed{2} \vee \boxed{5} \vee \boxed{8} \vee \boxed{9} = 0010 \vee 0101 \vee 1000 \vee 1001$$

$$= \bar{a}_0 \bar{a}_1 a_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_0 a_1 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee a_0 a_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3$$

$$(= a_0 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_0 \bar{a}_1 \bar{a}_3 \vee a_1 \bar{a}_2 a_3)$$

$$h_2 = \boxed{3} \vee \boxed{6} \vee \boxed{9} \vee \boxed{10} = 0011 \vee 0110 \vee 1001 \vee 1011$$

$$= \bar{a}_0 \bar{a}_1 a_2 a_3 \vee \bar{a}_0 a_1 a_2 \bar{a}_3 \vee a_0 \bar{a}_1 \bar{a}_2 a_3 \vee a_0 \bar{a}_1 a_2 a_3$$

$$(= a_0 a_3 \vee a_1 a_2 \bar{a}_3 \vee \bar{a}_1 a_2 a_3)$$

Karnaugh-Diagramm

|             |             | $\bar{a}_0$ |       | $a_0$       |       |
|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------|
|             |             | $\bar{a}_1$ | $a_1$ | $\bar{a}_1$ | $a_1$ |
| $a_2$       | $\bar{a}_3$ | 0           | 4     | 8           | X     |
|             | $a_3$       | 1           | 5     | 9           | X     |
| $\bar{a}_2$ | $\bar{a}_3$ | 2           | 6     | 10          | X     |
|             | $a_3$       | 3           | 7     | 11          | X     |

bzw.

↑ ↑

X := beliebig

$a_0 \cdot a_1 \Rightarrow$  nicht benutzt

$l_0 \quad l_1 \quad l_3 \quad l_2$

(da Redundanz zumindest angedeutet...)

$\Rightarrow$  Wenn  $a_0 = 1$  ist, dann interessiert uns  $a_1$  nicht.

$\Rightarrow$  Wenn  $a_1 = 1$  ist, dann interessiert uns  $a_0$  nicht.

c) 0/7

siehe letzte Seite

Wie man optimiert? (Zwei Herangehensweisen)

a) Man hängt an jede Schaltfunktion  $(\vee a_0 \cdot a_1)$  an. Danach kann man optimieren und die Schaltfunktion in die DNF bringen. Danach kann der Term  $(\vee a_0 \cdot a_1)$  wieder wegfallen, da er keine Bedeutung hat.

b) Ersetze  ~~$a_0 \bar{a}_1$~~  mit  $a_0$ , sowie  $\bar{a}_0 a_1$  mit  $a_1$ .  $a_0 a_1$  fallen weg. Danach Terme zusammenfassen.

$$F_1 = (\overline{a} \vee \overline{b}) \vee (a \vee \overline{b}) \vee (b \vee \overline{c})$$

nur ein Teil der Bedingung

Stabil wenn  $F_1 = F_0 \Rightarrow \overline{a} \vee \overline{b} \vee (b \vee \overline{c}) = \overline{a} \vee \overline{b} \vee b \vee \overline{c} = \overline{a} \vee 1 \vee \overline{c} = 1$   
Warum?

$$F_0 = 0$$

| a | b | c | d | e | F <sub>1</sub> |
|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0              |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0              |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0              |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0              |

$$F_0 = 1$$

| a | b | c | d | e | F <sub>1</sub> |
|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0              |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0              |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0              |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1              |

✓ charakteristische Funktion

$$K_c = (c \equiv \overline{a} \vee f) (d \equiv \overline{a} \vee b) (e \equiv \overline{b} \vee f) (f \equiv \overline{c} \vee d \vee e)$$

muss 1 ergeben für stabile Belegung

Stabil:

| a | b | c | d | e | f |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

0/5

zur 16c)

Es sollte jeweils ein Karnaugh-Diagramm  
pro Schaltfunktion angefertigt werden und mit dessen  
Hilfe vereinfacht werden.

Beispiel:

$f_0$ :

|       |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|
| $a_0$ | 0 | 0 | 1 | 1 |
| $a_1$ | 0 | 1 | 1 | 0 |
| $a_2$ | 0 | 0 | 1 | 1 |
| $a_3$ | 0 | 1 | 1 | 0 |

|       |       |   |                           |
|-------|-------|---|---------------------------|
| $a_2$ | $a_3$ |   |                           |
| 0     | 0     | * | $\bar{a}_0 \bar{a}_1 a_3$ |
| 0     | 1     | 1 | *                         |
| 1     | 1     | 1 | *                         |
| 1     | 0     | 1 | *                         |

→  $\bar{a}_0 a_1 a_2$

$$\Rightarrow b = \bar{a}_0 a_1 a_2 \vee a_2 \bar{a}_1 a_3$$

(Zusammenfassen von 2er/4er/8er-Blöcken,  
inklusive Redundanz \*)

Ihr dürft übrigens auch in 4er-Gruppen  
abgeben. (→ vgl. Daniel Müller)

# Aufgabe 12:

1)

|           |           | $\bar{a}$ | $a$       |     |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
|           |           | $b$       | $\bar{b}$ | $b$ |
| $\bar{c}$ | $d$       |           |           |     |
|           | $\bar{d}$ | X         |           | 1   |
| $c$       | $d$       | 1         | X         | 1   |
|           | $\bar{d}$ | X         | 1         |     |

$$f: c\bar{d}v\bar{a}c \vee b\bar{d} \vee$$

2)

|           |           | $\bar{a}$ | $a$       |     |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
|           |           | $b$       | $\bar{b}$ | $b$ |
| $\bar{c}$ | $d$       | 1         |           |     |
|           | $\bar{d}$ |           | 1         | 1   |
| $c$       | $d$       |           | X         | 1   |
|           | $\bar{d}$ |           | 1         | 1   |

$$f: \bar{b}\bar{d} \vee abc \vee \bar{a}b\bar{c}d \vee$$

3)

|           |           | $\bar{a}$    | $a$          |              |
|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|
|           |           | $b$          | $\bar{b}$    | $b$          |
| $\bar{c}$ | $d$       | <del>1</del> | 1            | <del>1</del> |
|           | $\bar{d}$ | 1            | <del>1</del> | 1            |
| $c$       | $d$       | 1            |              | 1            |
|           | $\bar{d}$ | <del>1</del> | 1            | <del>1</del> |

$$f: b \vee d \vee \bar{c} \vee$$

5/6

↑ bildet man die Blöcke nicht?

Legende:

1 Funktionswert

X Redundanz

Weder Funktions- noch Redundanzwert

## Aufgabe 19:

## Beobachtung 1:

Das Register 1 schaltet bei der 0/1 Flanke des clk, das Register 2 aufgrund des Inverters bei der 1/0 Flanke.

Zwischen zwei 0/1 Flanken des Taktes müssen mindestens 50 ns liegen, da  $4\text{ ns setup-Zeit} + 6\text{ ns Verzögerungszeit des Registers} + 12\text{ ns Verzögerung von C1} + 28\text{ ns Verzögerung von C3} = 50\text{ ns}$ .

Also nehme ich an die Gesamtdauer des clk ist 50ns und prüfe ob es funktioniert.

Dies funktioniert falls der zweite Schaltungsweg nicht langsamer ist.

Dies gilt wenn der Eingang des zweiten Registers stabil ist ausreichend lang vor der 1/0 Phase des clk was der 0/1 Phase des 2. Registers entspricht.

Das heißt 4ns vor der 1/0 Flanke = 21 ns nach der 0/1 Flanke. Die Verzögerung ist 6 ns für das Register und 12 ns für den kombinatorischen Schaltkreis.

Also 18 ns, damit ist der Eingang des zweiten Registers bei der 1/0 Flanke stabil.

Nun bleibt zu prüfen ob der linke Eingang des Register 1 ausreichend lang vor der 0/1 Flanke stabil ist, das heißt 21 ns nach der 1/0 Flanke.

Die Verzögerung ist: 6 ns für das Register + 14ns für den Schaltkreis = 20 ns.

Also funktioniert der clk vn 50ns.

Damit ergibt sich eine Frequenz von 20 Mhz. ✓

Verschiebt sich jetzt aufgrund einer Verzögerungszeit des Inverters von 2ns.

Der clk muss wieder mindestens 50 ns sein (Signale von Register 1 zum rechten Eingang von Register 1).

Die Flanke 0/1 des Registers 2 verschiebt sich nach hinten, damit ergibt sich für das Signal von Register 1 nach Register 2 kein Problem.

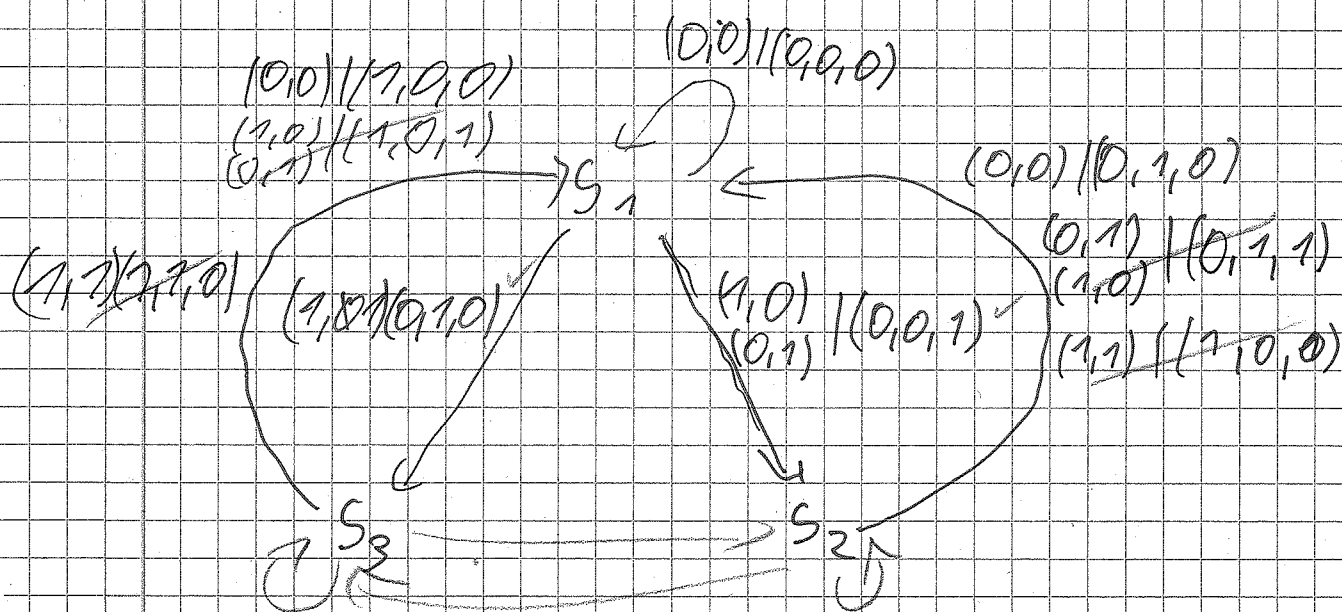
Von Register 2 nach Register 1 stehen jetzt nur noch 19 ns zur Verfügung, jedoch ist die maximale Verzögerung 20 ns, also muss der halbe clk um 1 ns verlängert werden, also insgesamt des clk auf 52 ns (da er symmetrisch ist)

Also eine Frequenz von ca. 19,23 MHz ✓



20.

| $x_1(t-1)$ | $x_1(t)$ | $x_2(t-1)$ | $x_2(t)$ | $y_0$ | $y_1$ | $y_2$ |
|------------|----------|------------|----------|-------|-------|-------|
| 0          | 0        | 0          | 0        | 0     | 0     | 0     |
| 0          | 1        | 0          | 0        | 0     | 0     | 1     |
| 0          | 1        | 0          | 1        | 0     | 1     | 0     |
| 1          | 0        | 0          | 0        | 0     | 1     | 0     |
| 1          | 0        | 0          | 1        | 0     | 1     | 1     |
| 1          | 0        | 1          | 0        | 1     | 0     | 0     |
| 1          | 0        | 1          | 1        | 1     | 0     | 1     |
| 1          | 1        | 1          | 1        | 1     | 1     | 0     |



# Rechenanlagen-Übung 10

Jonathan Stoll  
Daniel Müller  
Mathias Mayer

## Aufgabe 24

$\Sigma 17,5 / 20$  GA.

| dez    | b <sub>2,8</sub> | b <sub>2,8</sub> | b <sub>2,8</sub> |
|--------|------------------|------------------|------------------|
| 85 ✓   | 01010101 ✓       | 01010101 ✓       | 01010101 ✓       |
| -127 ✓ | 10000000 ✓       | 10000000 ✓       | 11111111 ✓       |
| -1 ✓   | 11111110 ✓       | 11111111 ✓       | 10000001 ✓       |
| 0 ✓    | 11111111 ✓       | 00000000 ✓       | 00000000 ✗       |
| -113 ✓ | 10001110 ✓       | 10001111 ✓       | 11110001 ✓       |
| 0 ✓    | 00000000 ✓       | 00000000 ✓       | 00000000 ✗       |

7,5/8

```

f sp "r7"
def n "r3"
def k "r4"
def res "r5"

```

```

@mac sichern {
SUBI @sp,@sp,#3
STORE @n,@sp,#0
STORE @k,@sp,#1
STORE r6,@sp,#2
ADD @n,r0,r1
ADD @k,r0,r2
@}

```

#1 Die Zeile an der Stelle SP sollte die erste Zeile sein,  
#2 nicht die letzte belegte!

(laut Aufgabenstellung)  
n soll in REG[3] und k in REG[4] sein.  
hier überschreibt ihr REG[3] mit REG[1] und REG[4] mit REG[2]  
⇒ übergebene Argumente gehen verloren.

```

@mac freigeben {
LOAD @n,@sp,#0
LOAD @k,@sp,#1
LOAD r6,@sp,#2
ADDI @sp,@sp,#3
@}

```

(bei euch wird statt ~~R3~~ R3 und R4 einfach R1 und R2 "übergeben",  
bzw. gilt es als Argumente in einem Unterprogramm... passt  
aber nicht zur Aufgabenstellung.)

```

@code rekursion {
@call sichern
SUBI r1,@n,#1
SUBI r2,@k,#1
BNEZ @k,#2
ADDI @res,r0,#1
JMP #4
JAL r6,*rekursion
ADDI r6,r6,#2
MUL @res,@res,@n
DIV @res,@res,@k
@call freigeben
JREG r6
@}

```

→ hier wird r1 und r2 überschrieben,  
also sollten die Werte zuvor gesichert  
werden!

(gesichert werden nur r3, r4 und r6.)

wozu?

```

@code __init{
ADDI @n,R0,#12
ADDI @k,R0,#5
ADDI @sp,R0,#80
; oh-oh
ADD r1,r0,@n
ADD r2,r0,@k
JAL r6,*rekursion
JMP #-1
@}

```

noch

10/12

### Zusammenfassung:

- grundsätzlich alle verwendeten Register sichern (außer SP und eventuellen Rückgaberegistern, hier R5)
- Sonderfälle abfangen

✗ k > n abfangen