GTI – ÜBUNG 5

SCHALTFUNKTIONEN UND LOGIK

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Beschreibung

- **Geben Sie** für die folgenden Schaltfunktionen jeweils die Funktionstabelle, ein Symmetriediagramm, ein Binary Decision Diagram und ein Gatterschaltnetz an:
  - *I.* $f_1(x, y) = x \oplus y$
  - *II.* $f_2(x, y, z) = (x + y)z$
  - *III.* $f_3(x, y, z) = xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

Begriffsklärung:

AND – Verknüpfung:

- Mathematisch oft dargestellt als ∧
- Wir benutzen stattdessen ein · , da dies z.B. das Distributivgesetz anschaulicher macht

OR – Verknüpfung:

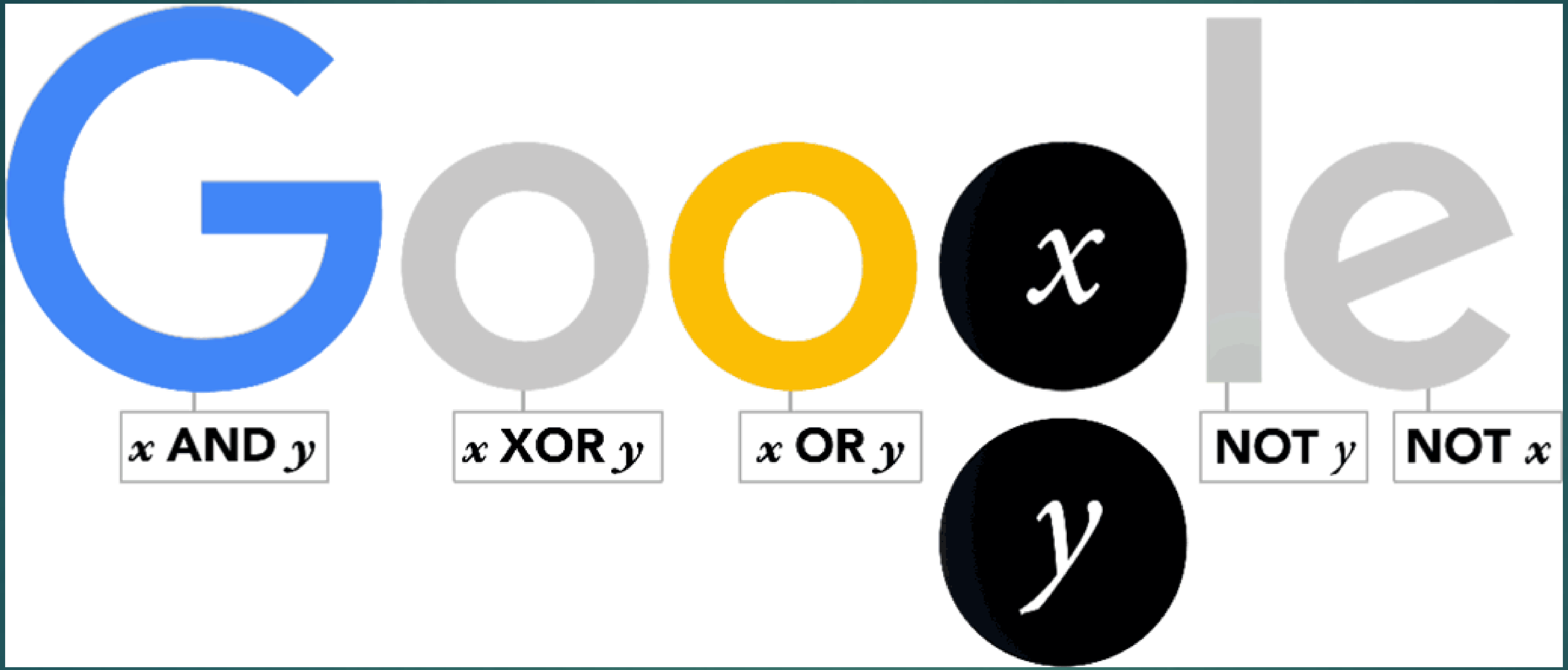
- Mathematisch oft dargestellt als ∨ (vel = lat. oder)
- Wir benutzen stattdessen ein + , da dies z.B. das Distributivgesetz anschaulicher macht

Negierung:

- Wird dargestellt als horizontale Linie über dem zu negierenden Literal, z.B. $\bar{A}$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF



- http://www.google.com/doodles/george-booles-200th-birthday

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Funktionstabellen
  - Enthält die Funktionswerte für alle Permutationen der Variablenwerte
  - Jede Variable kann entweder true (= 1) oder falsch sein (= 0)
  - Es gibt somit bei n Variablen 2^n verschiedene Kombinationen (= Zeilen in der Tabelle)

A	B	$f(A,B)$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Variablenwerte
Reihenfolge egal

Korrespondierende
Funktionswerte

Jan Spieck
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Schaltfunktion von $f_1(x, y) = x \oplus y$

x	**y**	$\boldsymbol{f_1(x, y)}$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Variablenwerte
Reihenfolge egal

Korrespondierende
Funktionswerte

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Schaltfunktion von $f_2(x,y,z) = (x+y)z$

x	y	z	$(x+y)$	$(x+y)z$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Schaltfunktion von $f_3 = xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$

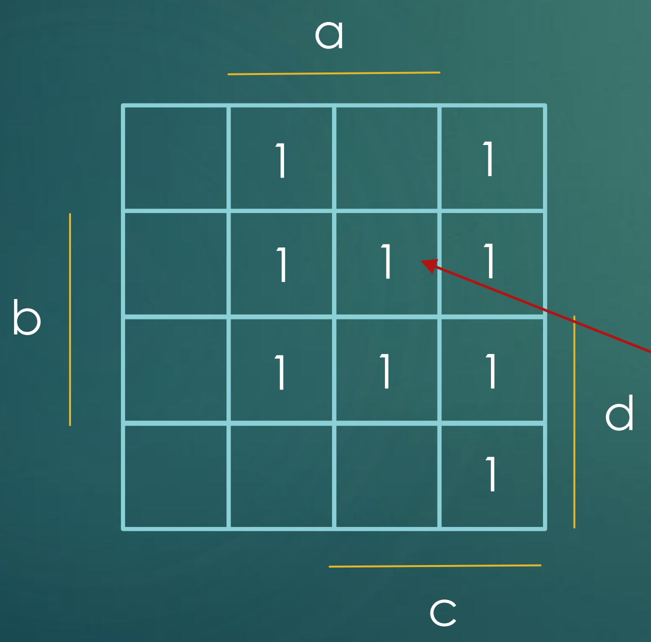
x	y	z	$xy\bar{z}$	$x + \bar{y} + z$	$xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$
0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Füllen von Symmetriediagrammen anhand von Tabellen

Ein Symmetriediagramm beschreibt pro Zelle eine Wahrheitsbelegung unter Berücksichtigung aller Komponenten einer Funktion. Hier: (a, b, c, d).



Jede gelbe Linie an den Seiten definiert in den jeweiligen Zeilen bzw. Spalten die nicht negierte Form der jeweiligen Variable.

Alle anderen Zellen nehmen die negierte Form dieser Variablen an.

Diese Belegung ist im gelben Bereich von a, b, sowie c und nicht im Bereich von d: Zelle beschreibt: $abc\bar{d}$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

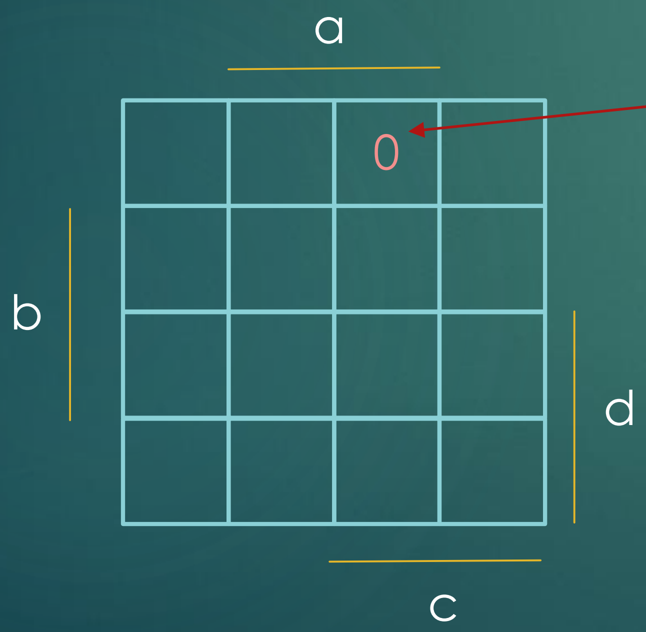
Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Füllen von Symmetriediagrammen anhand von Tabellen

Variante 1:

1: Lesen der Belegung der Komponenten der Funktion aus der Tabelle

A = 1, B = 0, C = 1, D = 0 -> $A\bar{B}C\bar{D}$



2: Eintragen des zugehörigen Funktionswertes

$y_1(x) = 0$

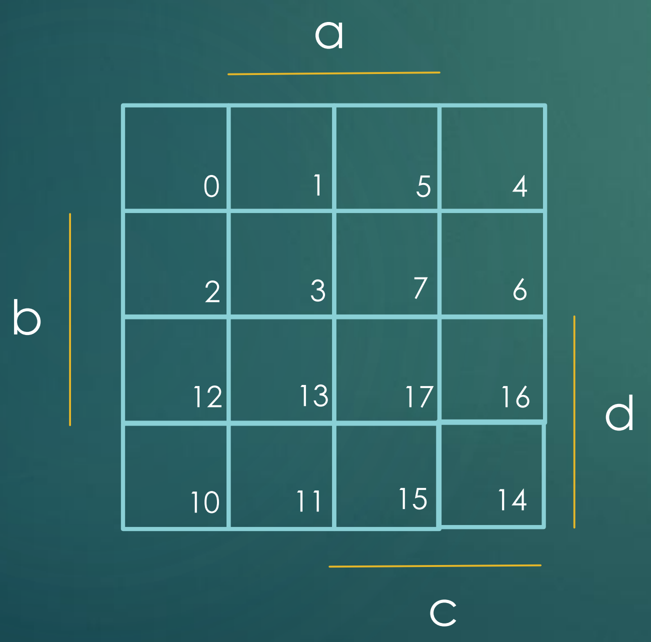
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Füllen von Symmetriediagrammen anhand von Tabellen

Variante 2:

Jede Zelle eines Symmetriediagramms wird durch eine eindeutige Oktalzahl beschrieben. Diese wir am unteren rechten Rand vermerkt. Ist die Oktalzahl in der Tabelle gegeben, so kann der Funktionswert einfach in die korrespondierende Zelle eingetragen werden.



Aus Übersichtlichkeitsgründen werde ich auf die Durchnummerierung manchmal verzichten! Trotzdem ist es hilfreich sich diese zu vermerken.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Symmetriediagramm von $f_1(x, y) = x \oplus y$

x	**y**	$f_1(x, y)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

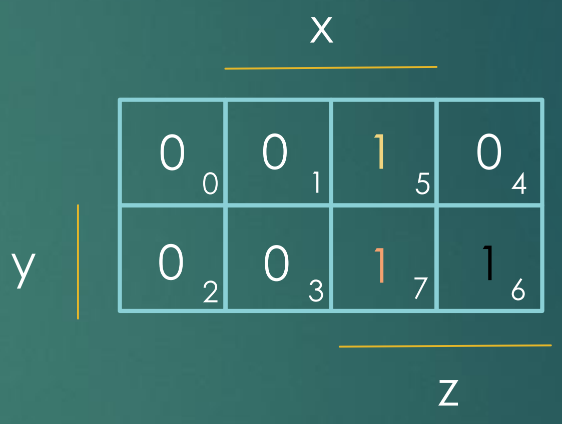
		x
	0	1
y	1	0

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Symmetriediagramm von $f_2(x, y, z) = (x + y)z$

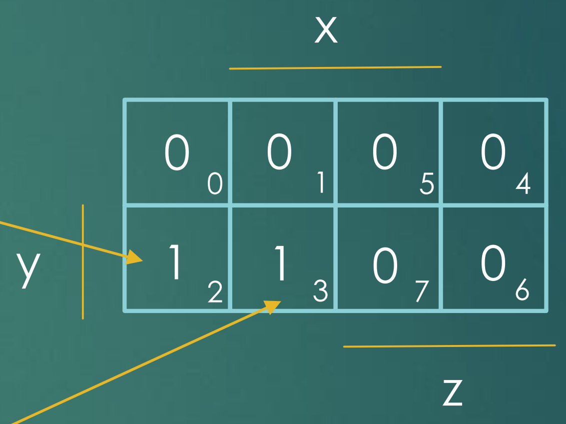
Oktal	z	y	x	$(x+y)z$
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1



Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Symmetriediagramm von $f_3 = xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$

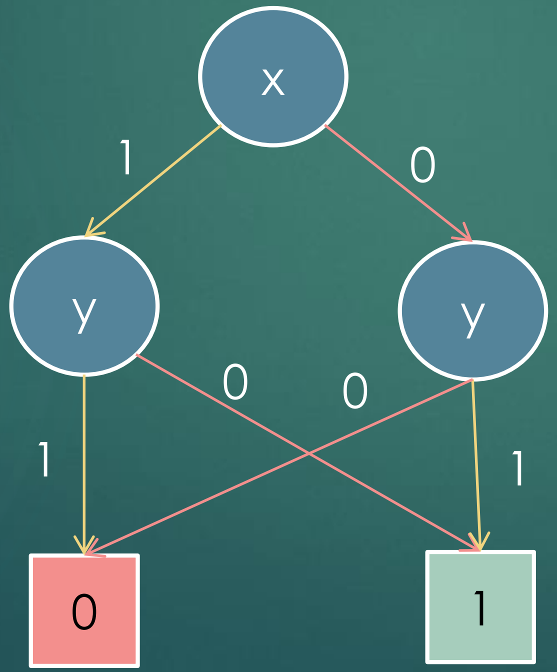
x	y	z	$xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Binary Decision Diagrams (BDD)
  - Grafische Darstellung von Funktionstabellen
  - Erzeugung einer Baumstruktur mit Fallunterscheidung der Variablen
  - Pfad von der Wurzel bis zur {0,1}-Senke repräsentiert eine Ableitung mit Funktionswert {0,1}



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

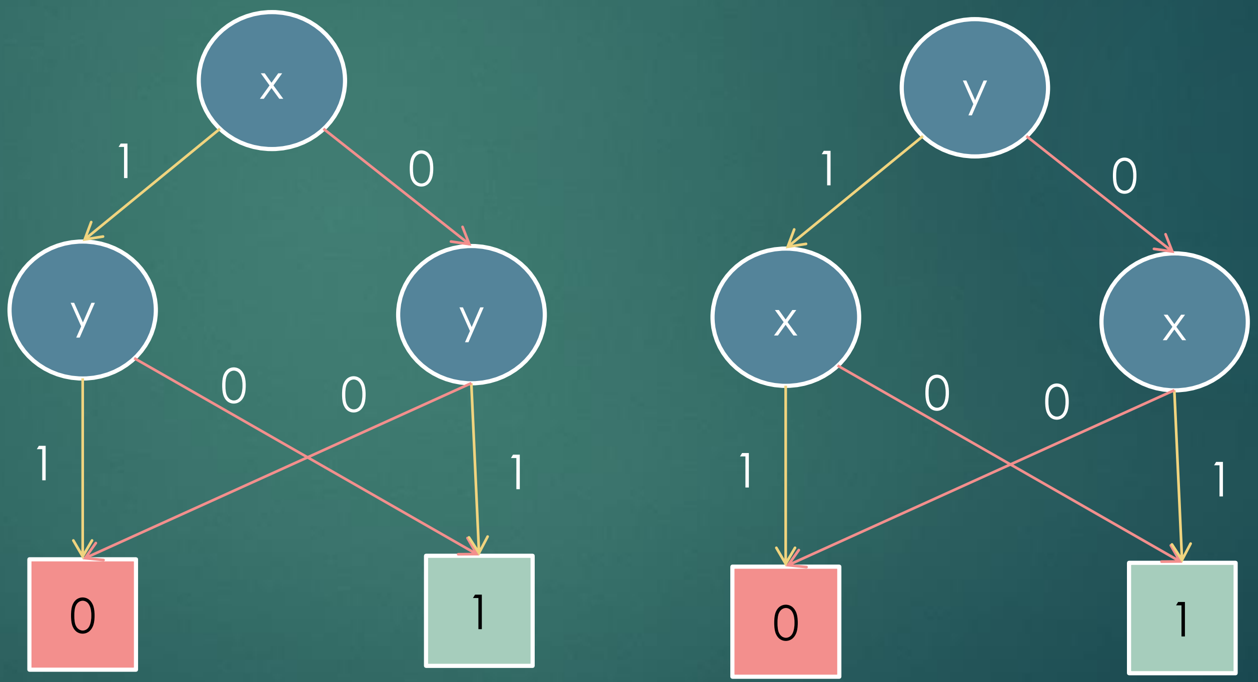
- Binary Decision Diagrams (BDD)
- Abhängig von der Reihenfolge der Variablen ergeben sich unterschiedliche BDDs
- Deshalb: Ordered BDDs (OBDD) mit fester Variablenreihenfolge
- Sinn von OBDDs:
  - Kanonische (d.h. eindeutige) Darstellung von Funktionen
  - Äquivalenzprüfung von Funktionen (z.B. vor und nach der Minimierung)
  - Effiziente rechnergestützte Verarbeitung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- BDD von $f_1(x, y) = x \oplus y$

x	**y**	$f_1(x, y)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

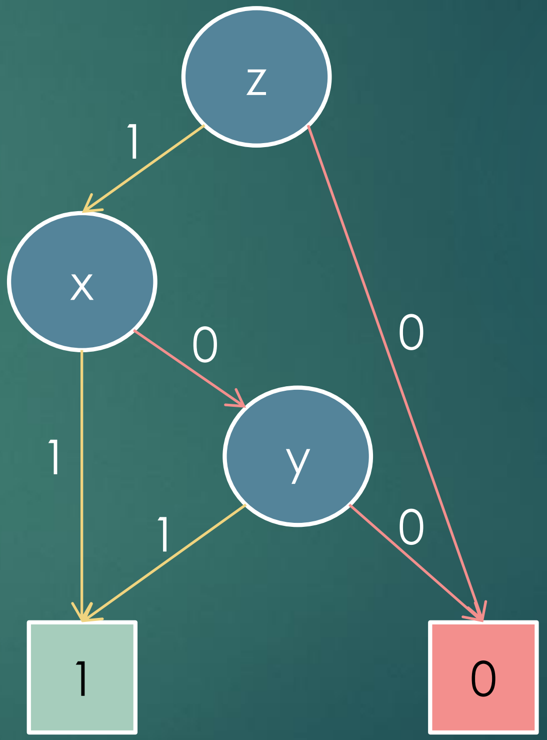


Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- BDD von $f_2(x, y, z) = (x + y)z$

x	y	z	$(x + y)z$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

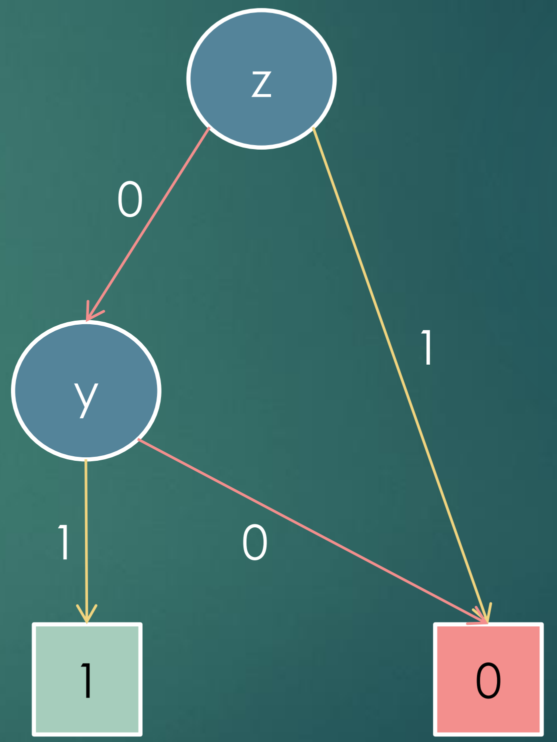
Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- BDD von $f_3 = xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$

Reihenfolge bedeutend! Zuerst z, da im Fall z = 1

Sofort eine 0 eingetragen werden kann.

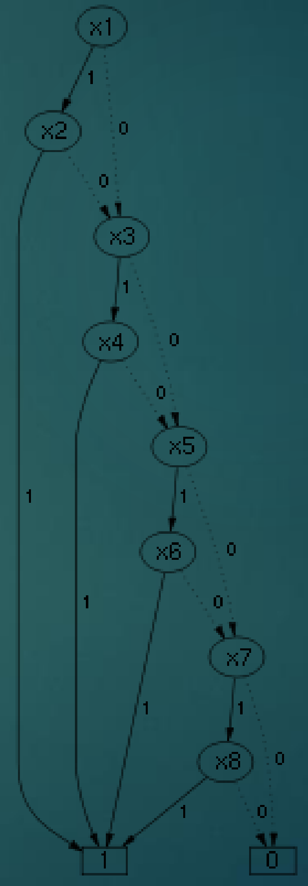
x	y	z	$xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

BDD: Reihenfolge wichtig

$\widehat{=}$



https://en.wikipedia.org/wiki/Binary_decision_diagram

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Denkpause

Aufgabe:

In einem Eisenbahnabteil sitzen 10 intelligente Menschen. Es gibt keinen Spiegel und diese Menschen reden nicht miteinander. Als der Schaffner kommt sagt dieser: "Mindestens zwei von euch sind im Gesicht dreckig. Alle Dreckigen, sollten möglichst bald aussteigen und sich waschen."
Der Zug hält am ersten Bahnhof - keiner steigt aus. Das gleiche passiert am zweiten, dritten und vierten Bahnhof. Erst am fünften Bahnhof steigen alle aus, die Dreck im Gesicht haben.

Wie viele Menschen hatten Dreck im Gesicht und woher wussten diese, dass sie dreckig sind?

http://www.logisch-gedacht.de/logikraetsel/eisenbahn/

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Denkpause

Lösung:

Angenommen, es hätten nur zwei der Personen Dreck im Gesicht gehabt, so hätte jeder der beiden Dreckigen nur einen anderen Dreckigen gesehen. Sie hätten also beide wissen können, dass sie dreckig sind. Folglich wären sie am ersten Bahnhof ausgestiegen.
Da niemand ausgestiegen ist mussten also mindestens drei Personen dreckig sein. Wären es drei gewesen, dann hätte jeder der drei Dreckigen zwei andere Dreckige gesehen und dadurch gewusst, dass er ebenfalls dreckig sein muss. Also wären alle Dreckigen am zweiten Bahnhof ausgestiegen.
Das gleiche Prinzip gilt auch an den folgenden Bahnhöfen: (n+1) Personen wissen, dass sie dreckig sind, wenn bis zum (n-1)ten Bahnhof niemand ausgestiegen ist. Sie steigen dann am n. Bahnhof aus.
Da alle Dreckigen am fünften Bahnhof ausgestiegen sind, müssen also sechs dreckige Personen im Eisenbahnabteil gewesen sein.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Logikgatter
  - Grafische Visualisierung von Schaltfunktionen durch Gatterblöcke
  - Jeder Block besitzt eine gewisse Anzahl von Eingangsvariablen, wendet auf diese eine Funktion an (z.B. UND) und legt anschließend den Funktionswert auf den Ausgang
  - Beispiel: $z = f(x, y) = x \wedge y$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

Darstellung aussagenlogischer Verknüpfungen durch Logikgatter:

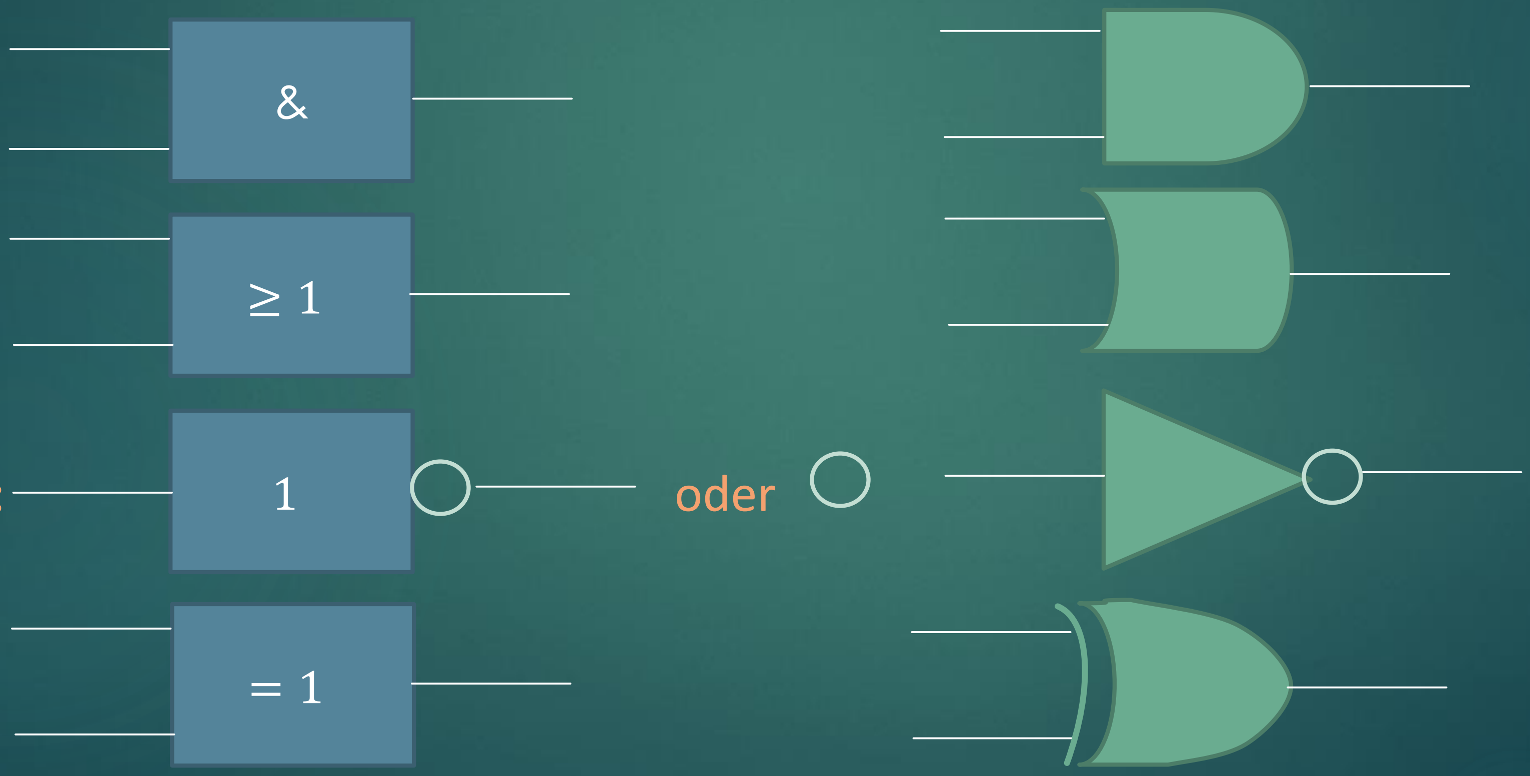
Für UND, ODER, sowie XOR existieren auch Varianten mit mehreren EIngängen

UND:

ODER:

NICHT:

XOR:

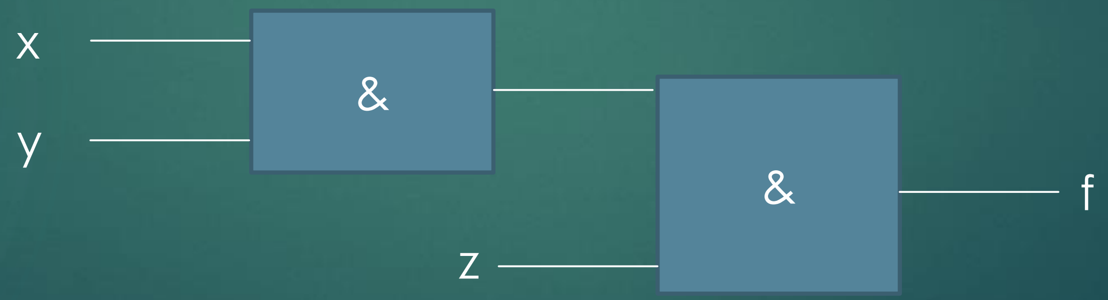


Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

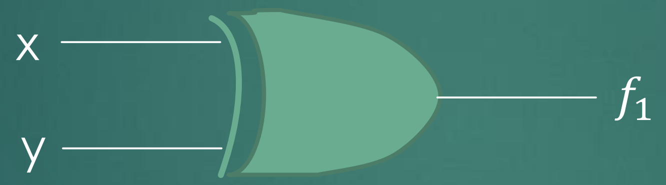
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Gatterschaltnetz
  - Umsetzung von komplexen Logikfunktionen, die aus elementaren Logikfunktionen (wie UND, ODER, NOR, …) zusammengesetzt sind, möglich
  - Gatter können miteinander verschaltet werden, so dass der Ausgang des einen Gatters in den Eingang des nächsten Gatters geleitet wird



Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Gatterschaltnetz von $f_1(x, y) = x \oplus y$

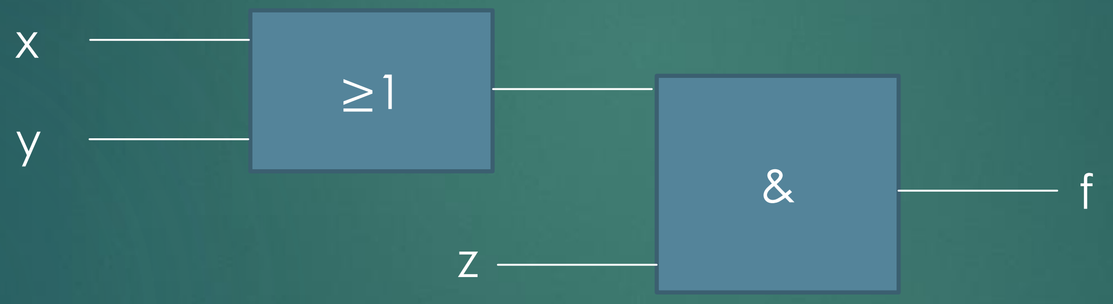


Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

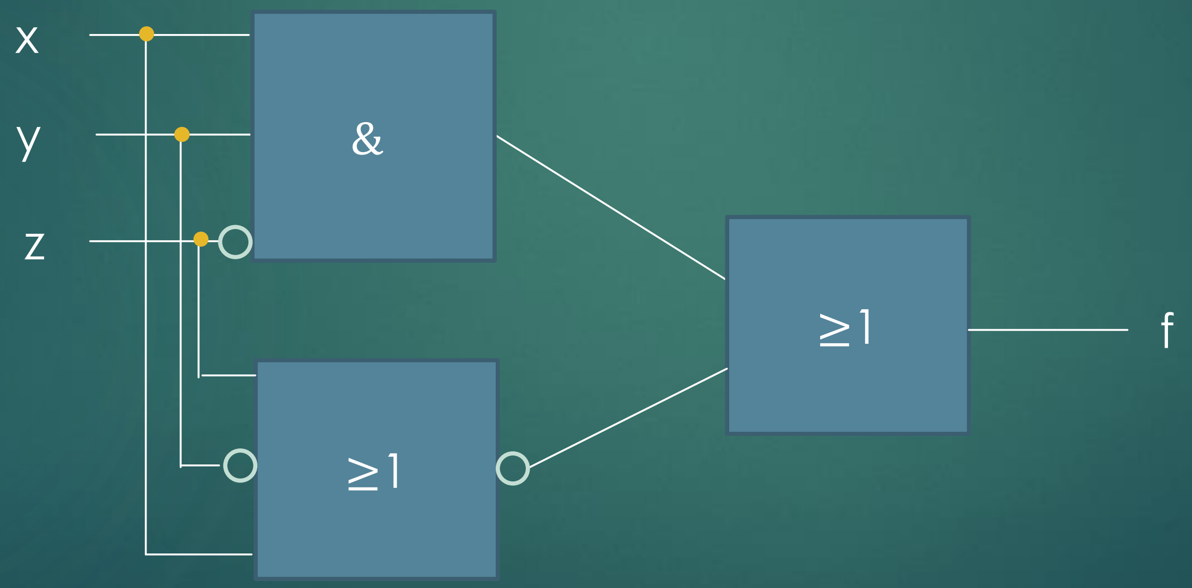
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Gatterschaltnetz von $f_2(x, y, z) = (x + y)z$



Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Gatterschaltnetz von $f_3 = xy\bar{z} + \overline{x + \bar{y} + z}$

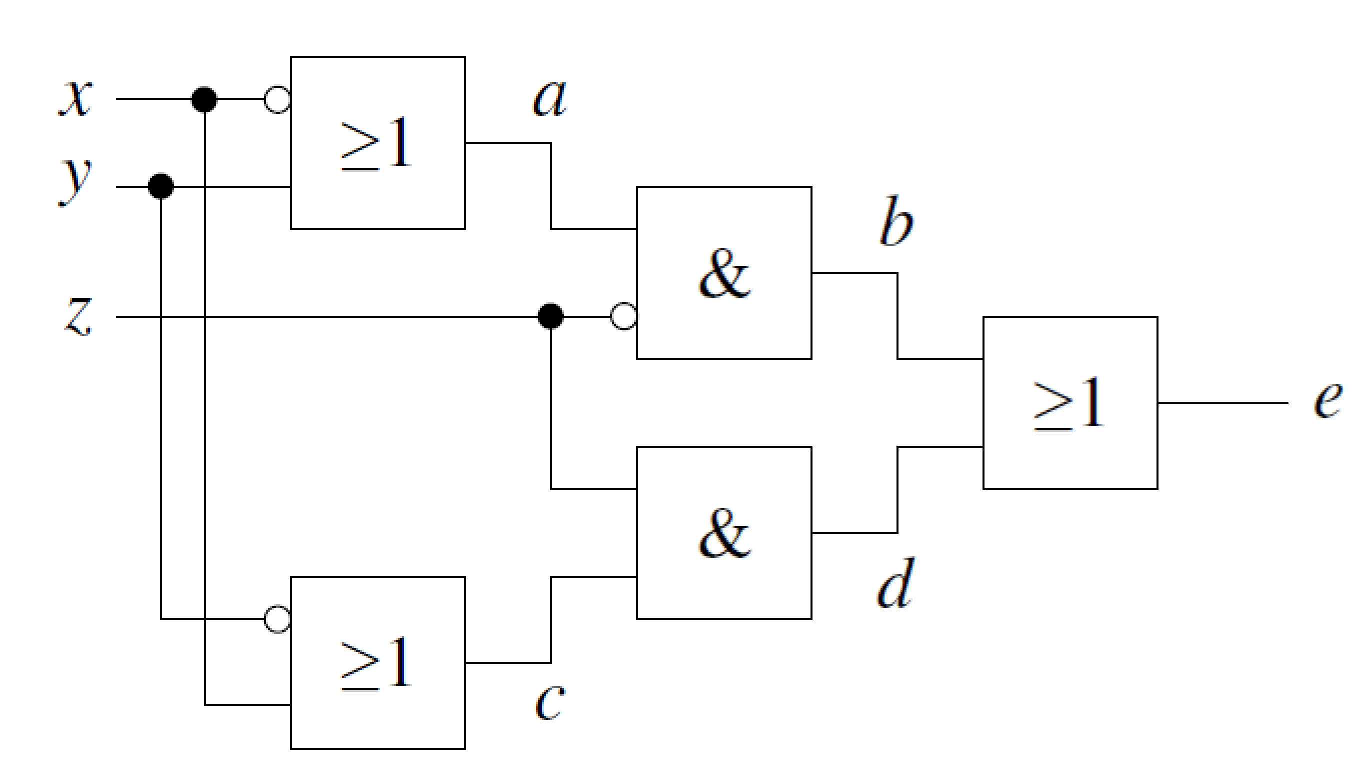


Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

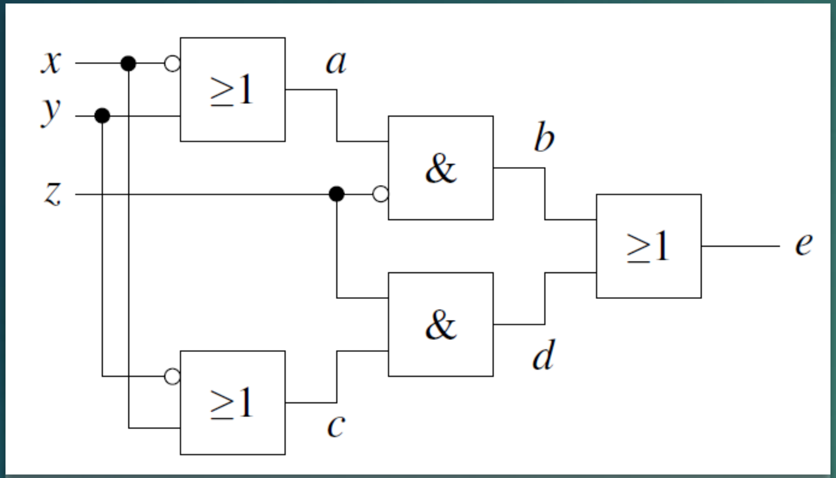
Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Geben Sie einen schaltalgebraischen Ausdruck für die Funktion der folgenden Komposition von Elementargattern an:

Hinweis: Zuerst a und c aufstellen, dann b und d ableiten und zu e komponieren



Aufgabe 1 – Darstellung von SF



$$a = \bar{x} + y$$
$$c = \bar{y} + x$$

$$b = a\bar{z} = (\bar{x} + y)\,\bar{z}$$
$$d = cz = (\bar{y} + x)\,z$$

$$e = b + d = (\bar{x} + y)\,\bar{z} + (\bar{y} + x)\,z$$
$$= \bar{x}\bar{z} + y\bar{z} + \bar{y}z + xz$$

Mittels eines Symmetriediagramms (später!) ergeben sich zwei gleichwertige Lösungen.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Begriffsklärung:

Minterm (Vollkonjunktion):

- Reine Konjunktion aller existierenden Literale in negierter bzw. nicht negierter Form (d.h. alle Komponenten der Funktion kommen vor)
- Merkhilfe: minimale Anzahl an Einsern in Ergebnistabelle
- Seien also z.B. die Literale x, y und z Komponenten von f(x, y, z):
  - $x \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ bzw. $x \cdot y \cdot \bar{z}$ sind Minterme
  - $x \cdot \bar{z}$ bzw. $x + y \cdot \bar{z}$ sind keine Minterme

Disjunktive Normalform (DNF):

- Disjunktion (d.h. Veroderung) aller Minterme (!)
- Beispiel: $(x \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}) + (x \cdot y \cdot \bar{z}) +$ ...

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

Begriffsklärung:

Maxterm (Volldisjunktion):

- Reine Disjunktion aller existierenden Literale in negierter bzw. nicht negierter Form (d.h. alle Komponenten der Funktion kommen vor)
- Merkhilfe: maximale Anzahl an Einsern in Ergebnistabelle
- Seien also z.B. die Literale x, y und z Komponenten von f(x, y, z):
  - $x + \bar{y} + \bar{z}$ bzw. $x + y + \bar{z}$ sind Maxterme
  - $x + \bar{z}$ bzw. $x + y \cdot \bar{z}$ sind keine Maxterme

Konjunktive Normalform (KNF):

- Konjunktion aller Maxterme (!)
- Beispiel: $(x + \bar{y} + \bar{z}) \cdot (x + y + \bar{z}) \cdot \ldots$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Geben Sie für die in folgender Funktionstabelle beschriebene Schaltfunktion $f5(x3, x2, x1, x0)$ sowohl eine disjunktive als auch eine konjunktive Normalform an:

$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5
0 0 0 0	1	0 1 0 0	0	1 0 0 0	0	1 1 0 0	1
0 0 0 1	0	0 1 0 1	1	1 0 0 1	1	1 1 0 1	0
0 0 1 0	0	0 1 1 0	1	1 0 1 0	1	1 1 1 0	0
0 0 1 1	1	0 1 1 1	0	1 0 1 1	0	1 1 1 1	1

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Disjunktive Normalform

Minterm für jede Einserstelle und alle verodert

$$DNF(f_5) = \overline{x_3}\,\overline{x_2}\,\overline{x_1}\,\overline{x_0} + \overline{x_3}\,\overline{x_2}x_1x_0 + \overline{x_3}x_2x_1\overline{x_0} + \overline{x_3}x_2\overline{x_1}x_0$$

$$+x_3\overline{x_2}\,\overline{x_1}x_0 + x_3\overline{x_2}x_1\overline{x_0} + x_3x_2\overline{x_1}\,\overline{x_0} + x_3x_2x_1x_0$$

$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5
0 0 0 0	1	0 1 0 0	0	1 0 0 0	0	1 1 0 0	1
0 0 0 1	0	0 1 0 1	1	1 0 0 1	1	1 1 0 1	0
0 0 1 0	0	0 1 1 0	1	1 0 1 0	1	1 1 1 0	0
0 0 1 1	1	0 1 1 1	0	1 0 1 1	0	1 1 1 1	1

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Konjunktive Normalform

Maxterm für jede Nullerstelle (Werte negiert auslesen!!!)

$$KNF(f_5) = (x_3 + x_2 + x_1 + \overline{x_0})(x_3 + x_2 + \overline{x_1} + x_0)(x_3 + \overline{x_2} + x_1 + x_0)(x_3 + \overline{x_2} + \overline{x_1} + \overline{x_0})(\overline{x_3} + x_2 + x_1 + x_0)(\overline{x_3} + x_2 + \overline{x_1} + \overline{x_0})(\overline{x_3} + \overline{x_2} + x_1 + \overline{x_0})(\overline{x_3} + \overline{x_2} + \overline{x_1} + x_0)$$

$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5	$x_3x_2x_1x_0$	f_5
0 0 0 0	1	0 1 0 0	0	1 0 0 0	0	1 1 0 0	1
0 0 0 1	0	0 1 0 1	1	1 0 0 1	1	1 1 0 1	0
0 0 1 0	0	0 1 1 0	1	1 0 1 0	1	1 1 1 0	0
0 0 1 1	1	0 1 1 1	0	1 0 1 1	0	1 1 1 1	1

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Geben Sie für die in folgendem Symmetriediagramm beschriebene Schaltfunktion $f6(x3, x2, x1, x0)$ sowohl eine disjunktive als auch eine konjunktive Normalform an:

x_0

1_{0}	0_{1}	0_{5}	1_{4}
0_{2}	1_{3}	1_{7}	0_{6}
0_{12}	1_{13}	1_{17}	0_{16}
1_{10}	0_{11}	0_{15}	1_{14}

x_1

x_3

x_2

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Disjunktive Normalform

$$DNF(f_6) = \overline{x_3}\,\overline{x_2}\,\overline{x_1}\,\overline{x_0} + \overline{x_3}\,\overline{x_2}x_1x_0 +$$
$$\overline{x_3}x_2\overline{x_1}\,\overline{x_0} + \overline{x_3}x_2x_1x_0 + x_3\overline{x_2}\,\overline{x_1}\,\overline{x_0} +$$
$$x_3\overline{x_2}x_1x_0 + x_3x_2\overline{x_1}\,\overline{x_0} + x_3x_2x_1x_0$$

		x_0	x_0		
	1_{0}	0_{1}	0_{5}	1_{4}	
x_1	0_{2}	1_{3}	1_{7}	0_{6}	
x_1	0_{12}	1_{13}	1_{17}	0_{16}	x_3
	1_{10}	0_{11}	0_{15}	1_{14}	x_3
			x_2	x_2	

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Darstellung von SF

- Konjunktive Normalform

$$KNF(f_6) = (x_3 + x_2 + x_1 + \overline{x_0})$$
$$(x_3 + x_2 + \overline{x_1} + x_0)(x_3 + \overline{x_2} + x_1 + \overline{x_0})$$
$$(x_3 + \overline{x_2} + \overline{x_1} + x_0)(\overline{x_3} + x_2 + x_1 + \overline{x_0})$$
$$(\overline{x_3} + x_2 + \overline{x_1} + x_0)(\overline{x_3} + \overline{x_2} + x_1 + \overline{x_0})$$
$$(\overline{x_3} + \overline{x_2} + \overline{x_1} + x_0)$$

x_0

x_1

1_{0}	0_{1}	0_{5}	1_{4}
0_{2}	1_{3}	1_{7}	0_{6}
0_{12}	1_{13}	1_{17}	0_{16}
1_{10}	0_{11}	0_{15}	1_{14}

x_3

x_2

Trick: wie eine DNF auslesen und dann alle Literale negieren!

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 - Logik

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Fünf ehemalige Zuschauer eines Fußballturniers haben versucht, sich an die damalige Rangliste zu erinnern und machten dabei die folgenden Aussagen:
  - Mannschaft A hatte den 2. Platz und Mannschaft B den 5.
  - Mannschaft C hatte den 2. Platz und Mannschaft D den 3.
  - Mannschaft F hatte den 1. Platz und Mannschaft B den 3.
  - Mannschaft A hatte den 3. Platz und Mannschaft E den 6.
  - Mannschaft C hatte den 3. Platz und Mannschaft E den 4.
- Später stellte sich heraus, dass jeder Zuschauer sich in einer seiner beiden Aussagen geirrt hatte.
- Rekonstruieren Sie die richtige Platzverteilung.

Aufgabe 2 - Logik

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

1: Kurzdarstellung der Aussagen

1. A = 2; B = 5
2. C = 2; D = 3
3. F = 1; B = 3
4. A = 3; E = 6
5. C = 3; E = 4

Jeweils eine Aussage richtig, die andere falsch!

Aufgabe 2 - Logik

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

2: Abhängigkeiten skizzieren

1. A = 2; B = 5
2. C = 2; D = 3
3. F = 1; B = 3
4. A = 3; E = 6
5. C = 3; E = 4

Jeweils eine Aussage richtig, die andere falsch!

3: Konzentriert beobachten:

2 und 5 haben eine doppelte Abhängigkeit:

Sei C = 3, dann ist nämlich weder C = 2, noch D = 3 möglich.

Somit ist E = 4 korrekt!

Aufgabe 2 - Logik

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

4: Durchpropagieren

1. A = 2; B = 5
2. C = 2; D = 3
3. F = 1; B = 3
4. A = 3; E = 6
5. C = 3; E = 4

Jeweils eine Aussage richtig, die andere falsch!

$$(5)\ E = 4 \rightarrow (4)\ A = 3 \rightarrow (1)\ B = 5 \rightarrow (3)\ F = 1 \rightarrow (2)\ C = 2$$
$$\rightarrow_{Exklusionsprinzip}\ D = 6$$

Aufgabe 2 - Logik

Rangliste

1: G

2: C

3: A

4: E

5: B

6: D

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

„聞くは一時の恥聞かぬは末代の恥“

„猿も木から落ちる“

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck