Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

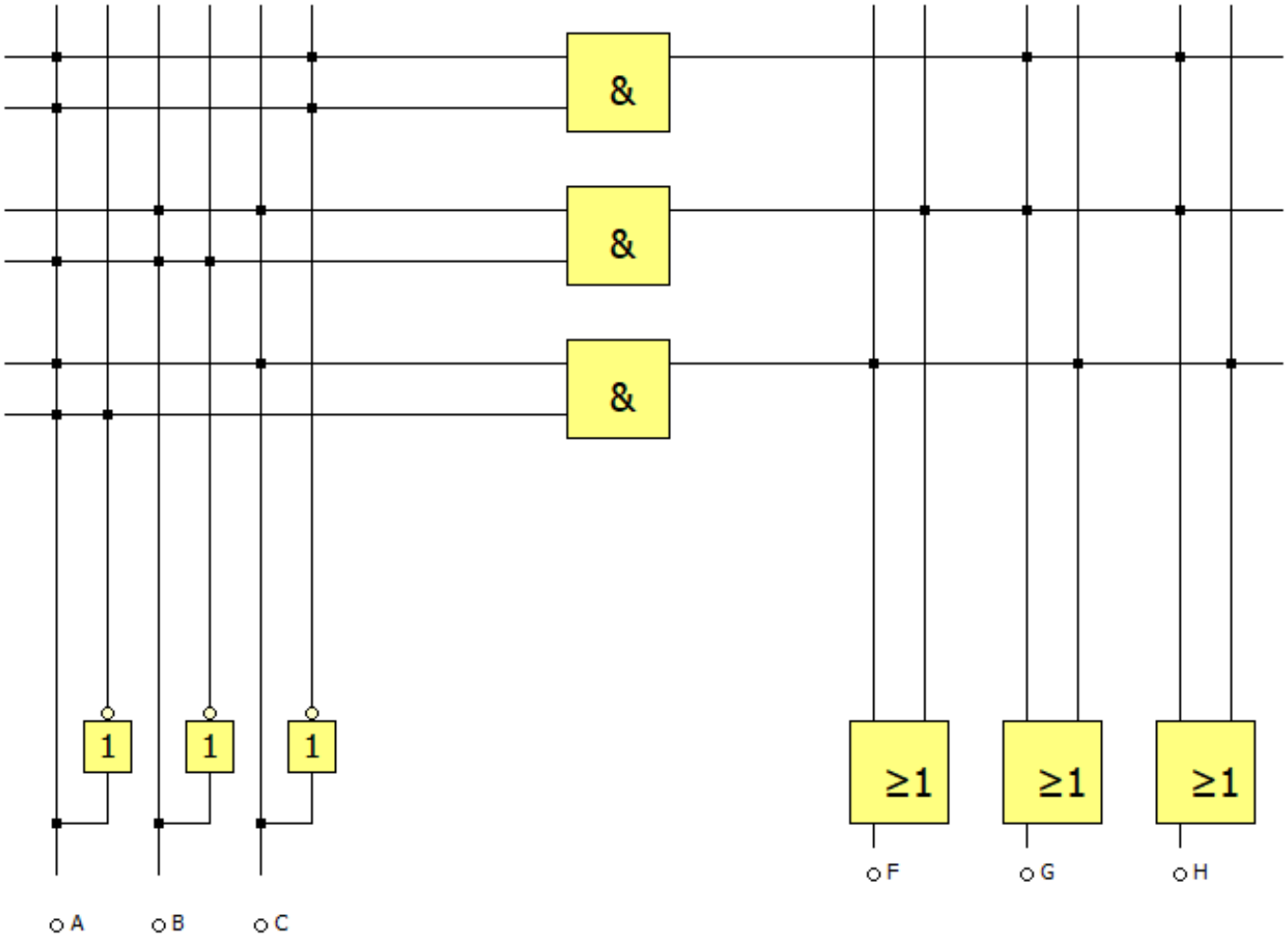
Lösung des 5. Übungsblattes

Bastian Goldlücke, Ole Johannsen,
Fred Kunze, Frederik Lattner, Anton Zickenberg,
Gregor Diatzko, Alice Hildebrand

Rechnersysteme und -netze
Wintersemester 2020/2021

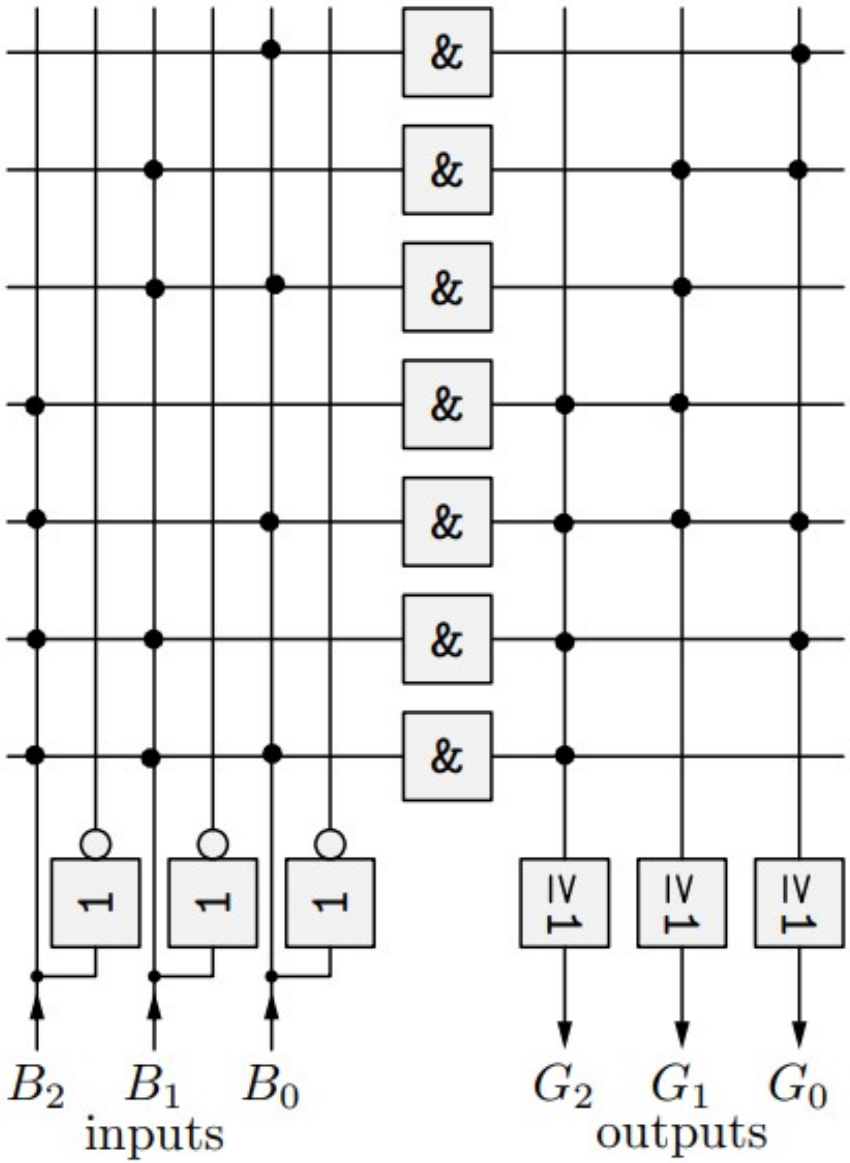
Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 1: Programmierbare Logikarrays



Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 1: Programmierbare Logikarrays



Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 2:Hardware Description Language (HDL)

a) Implementieren Sie die primitiven Gatter NOT, AND und OR lediglich mit Hilfe von NAND-Gattern in HDL!

Lösung:

Not.hdl

```
CHIP Not {
  IN a;
  OUT out;
  PARTS:
  Nand(a=a, b=a,out=out);
}
```

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

And.hdl

```
CHIP And {
  IN a,b;
  OUT out;
  PARTS:
  Nand(a=a, b=b, out=x);
  Nand(a=x, b=x, out=out);
}
```

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Or.hdl

```
CHIP Or {
  IN a,b;
  OUT out;
  PARTS:
  Nand(a=a,b=a,out =x);
  Nand(a=a,b=a,out=x2);
  Nand(a=x,b=x2, out=out);
}
```

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 2:Hardware Description Language (HDL)

b) Implementieren Sie ein NOR-Gatter und einen 2-Multiplexer in HDL!

Lösung:

Nor.hdl

```
CHIP Nor {
  IN a,b; OUT out;
PARTS:
Nand(a=a, b=a, out = x);
Nand(a=b, b=b, out = x2);
Nand(a=x, b=x2,out= x3);
Nand(a=x3, b=x3, out = out);
}
```

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Mux.hdl

```
CHIP Mux {
  IN a,b,sel;
  OUT out;
  PARTS:
  Not(a=sel,out=notsel);
  And(a=a,b=notsel,out=x);
  And(a=b,b=sel,out=y);
  Or(a=x,b=y,out=out);
}
```

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 2:Hardware Description Language (HDL)

c) Schreiben Sie Tests, um Ihre Gatter auf Korrektheit zu überprüfen!
Lösung:

And.tst

```
load And.hdl,
output-file And.out,
compare-to And.cmp,
output-list a b out;
set a 0, set b 0, eval, output;
set a 0, set b 1, eval, output;
set a 1, set b 0, eval, output;
set a 1, set b 1, eval, output;
```

And mit dem jeweiligen CHIP Ersetzen

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 2:Hardware Description Language (HDL)

d) Implementieren Sie die Funktion $(a \wedge \overline{b}) \vee (b \wedge c) \vee (\overline{a} \wedge \overline{b})$!

Lösung:

Not.hdl

```
CHIP function {
  IN a,b,c;
  OUT out;
  PARTS:
  Not(in=b,out=notB);
  Not(in=a,out=notA);
  And(a=a,b=notB,out=and1);
  And(a=b,b=c,out=and2);
  And(a=notA,b=notB,out=and3);
  Or(a=and1,b=and2,out=orOut);
  Or(a=orOut,b=and3,out=out);
}
```

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Arithmetik: Halbsubtrahierer

a)

x	y	D	B
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	1
1	1	0	0

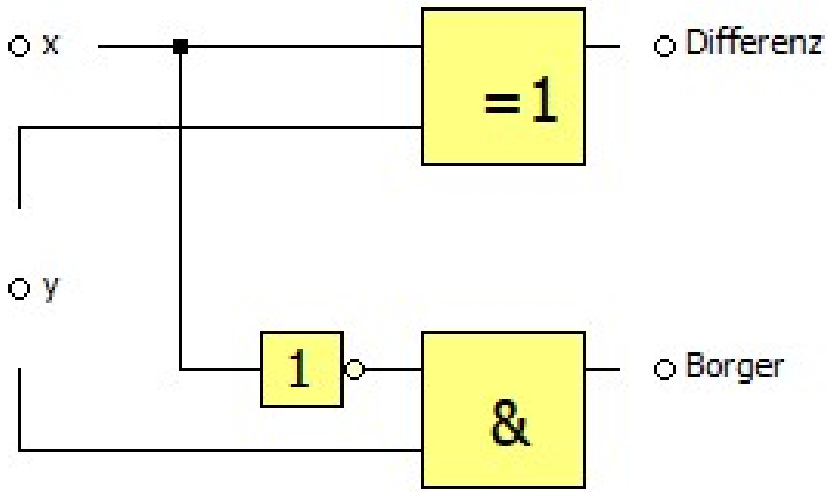
b)

$D = (x \oplus y)$

$B = x \wedge \overline{y}$

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

c)



Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 4: Arithmetik: Addition und Subtraktion

a) Wandeln Sie die Zahl 1101100111110110_2 ins Hexadezimalsystem und die Zahl $4AC9E_{16}$ ins Binärsystem um!

Lösung:

$1101100111110110_2 = D9F6_{16}$

$4AC9E_{16} = 01001010110010011110_2$

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 4: Arithmetik: Addition und Subtraktion

b) Gegeben seien die beiden vorzeichenlos zu interpretierenden Binärzahlen

$$a = 00101_2 \qquad \text{und} \qquad b = 11101_2.$$

Berechnen Sie $a + b$ und $a - b$ im Binärsystem!
Überprüfen Sie Ihre Rechnung im Dezimalsystem!

Lösung:

		0	0	1	0	1
+		1_1	1_1	1	0_1	1
=	1	0	0	0	1	0

$5 + 29 = 34$
$100010 = 24$

(Mit Zweierkomplement)
Subtrahend invertieren, +1,
Ergebnis invertieren, falls Ergebnis negativ, -1

		0	0	1	0	1
−		0	0_1	0_1	1_1	1
=	0	1	0	0	0	0

$01000 \rightarrow$ Invertiert $10111 =$ -23 -1 $= 24$

Aufgabe 1
1a)
1b)
Aufgabe 2
2a)
2b)
2c)
2d)
Aufgabe 3
Aufgabe 4
4a)
4b)
4c)

Aufgabe 4: Arithmetik: Addition und Subtraktion

c) Gegeben seien die beiden vorzeichenlos zu interpretierenden Binärzahlen

$$a = 1010011_2 \quad \text{und} \quad b = 1011011_2.$$

Berechnen Sie $a + b$ und $a - b$ im Binärsystem!
Überprüfen Sie Ihre Rechnung im Dezimalsystem!

Lösung:

		1	0	1	0	0	1	1
+		1	0_1	1	1	0_1	1_1	1
=	1	0	1	0	1	1	1	0

83 + 74 = 174
10101110 = 174

	1	0	1	0	0	1	1
−	0	1	0	0_1	1_1	1_1	1
=	1	1	1	1	0	0	0

83 - 91 = -8
1111000 = -7 -1 = -8