

## 3. Übung

## Digitale Systeme

Quality and Usability Lab

SoSe 20

*Complementary Metal Oxide Semiconductor*

**Aufgabe 1 - Gatter in MOS-Technologie**

Leiten Sie die in der Vorlesung vorgestellten Schaltungen für einen Inverter, ein NAND- und ein NOR-Gatter in MOS-Technologie her. Übertragen Sie hierfür die MOS-Grundschatzungselemente in Schalterlogik. Stellen Sie dann die Wahrheitstabellen für die entsprechenden Funktionen auf und interpretieren Sie die logischen Werte als Pegelzustände in positiver Logik. Stellen Sie dann die Funktionen in Schalterlogik dar und übertragen Sie sie dann in Schaltungen mit CMOS-Technologie.

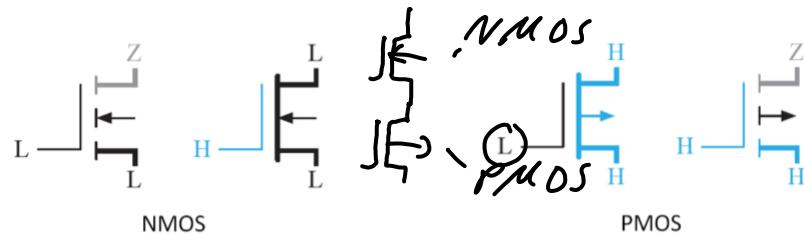
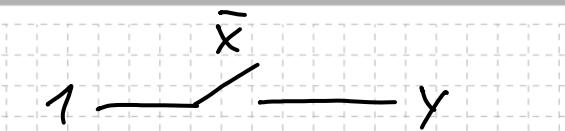


Abbildung 1: Schaltungsverhalten N- bzw. PMOS für diese Aufgabe (Hoffmann, Grundlagen der Technischen Informatik, Hanser, 2014, Abb. 5.4)

- a) Übertragen Sie die MOS-Grundschatzung in entsprechende Schalterlogik.

PMOS

Lösung



NMOS

Lösung

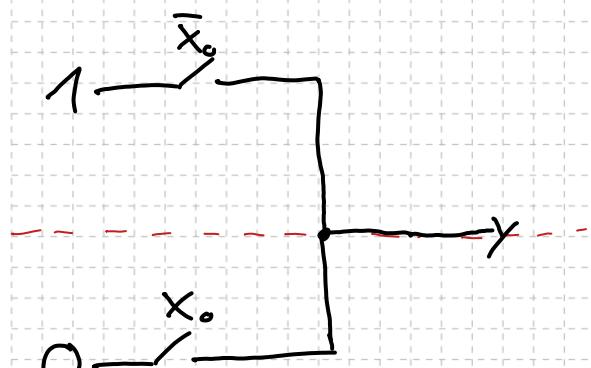


b) Übertragen Sie ein NOT-Gatter in Schalterlogik.

$$\text{NOT: } y = \overline{x_0}$$

Lösung

(positive) Logik	
$x_0$	$y$
0	1
1	0



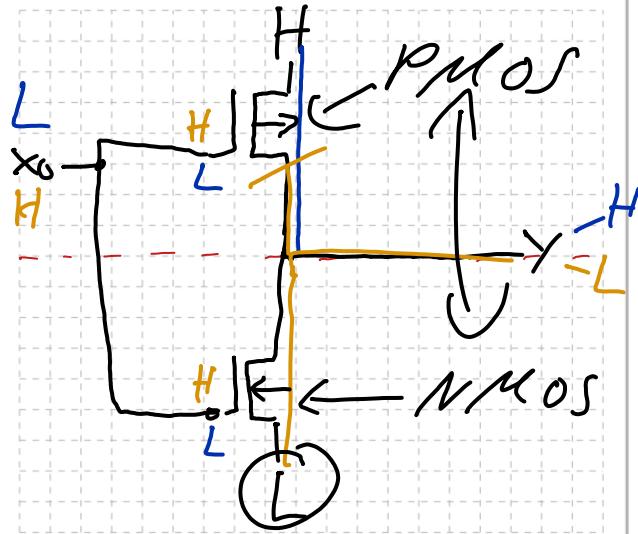
c) Übertragen Sie ein NOT-Gatter in Transistorlogik.

$$\text{NOT: } y = \overline{x_0}$$

$x_0 - L$

Lösung

Pegelzustände	
$x_0$	$y$
L	H
H	L

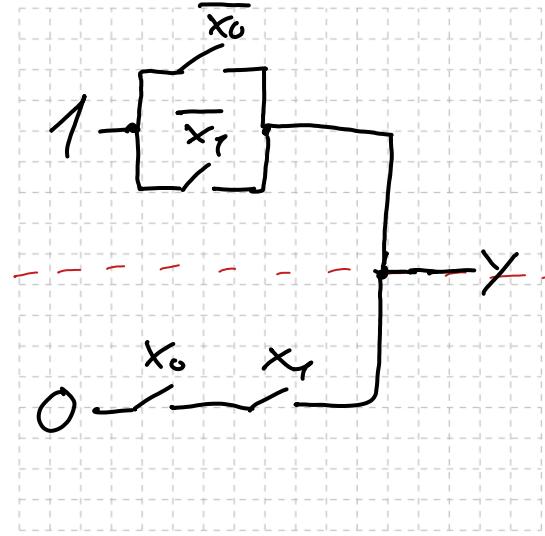


d) Übertragen Sie ein NAND-Gatter in Schalterlogik.

$$\text{NAND: } y = \overline{x_0 \cdot x_1}$$

Lösung

(positive) Logik		
$x_0$	$x_1$	$y$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

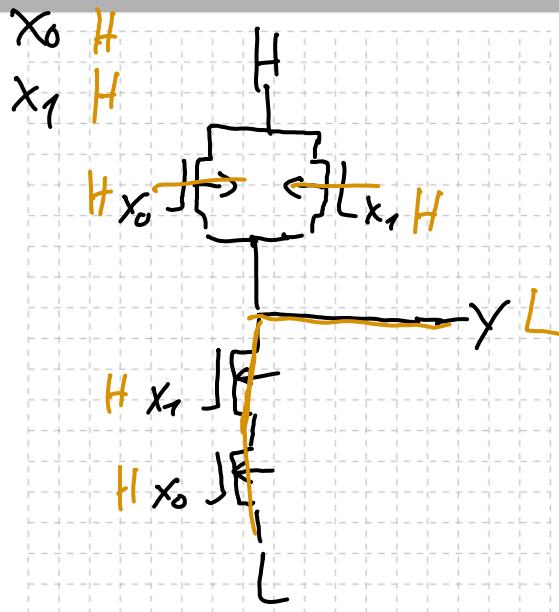


e) Übertragen Sie ein NAND-Gatter in Transistorlogik.

$$\text{NAND: } y = \overline{x_0 \cdot x_1}$$

Lösung

Pegelzustände		
$x_0$	$x_1$	$y$
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

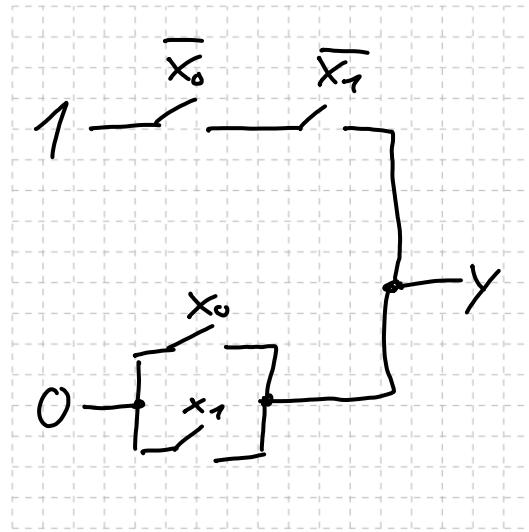


f) Übertragen Sie ein NOR-Gatter in Schalterlogik.

$$\text{NOR: } y = \overline{x_0 + x_1}$$

### Lösung

(positive) Logik		
$x_0$	$x_1$	$y$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

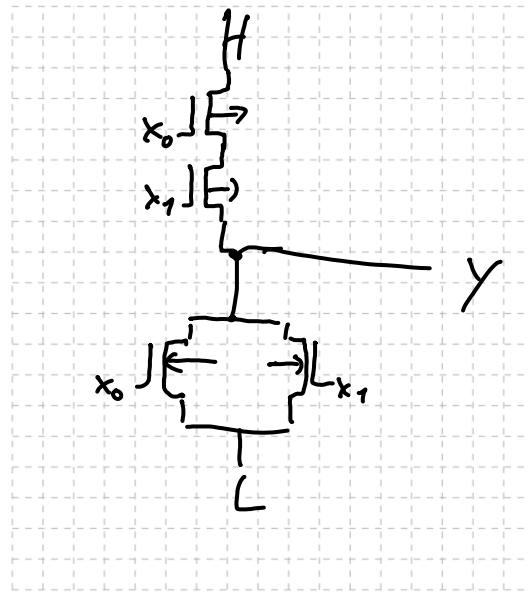


g) Übertragen Sie ein NOR-Gatter in Transistorlogik.

$$\text{NOR: } y = \overline{x_0 + x_1}$$

### Lösung

Pegelzustände		
$x_0$	$x_1$	$y$
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L



**Aufgabe 2 - CMOS AND/OR**

Warum werden in CMOS-Technologie NAND/NOR und nicht AND/OR eingesetzt?

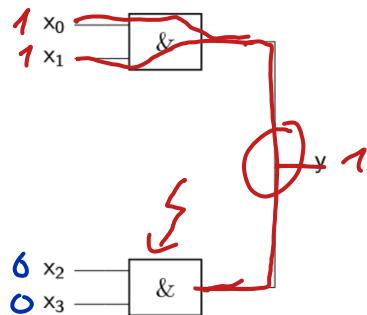
- NAND/NOR sind universelle Gates
- Schnell und präzise
- stabile Ausgangsspannung

**Aufgabe 3 - Kurzschluss von Gatterausgängen**

Wieso lässt sich die gezeigte Schaltung nicht mit CMOS-Technologie realisieren?

$$f(x) = x_0 \cdot x_1 + x_2 \cdot x_3$$

$x_0$	1
$x_1$	1
$x_2$	0
$x_3$	0

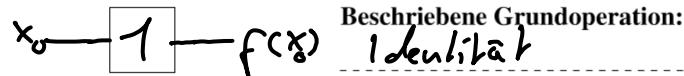


**Aufgabe 4 - Grundoperationen: Gattersymbole**

Ordnen Sie den folgenden Funktionen ihr entsprechendes Gattersymbol bzw. den Gattersymbolen ihre entsprechende Funktion zu. Benennen Sie die dadurch beschriebene Grundoperation.

a)  $f(x_0) = x_0$

Lösung

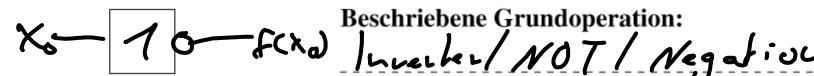


Beschriebene Grundoperation:

*Identität*

b)  $f(x_0) = \overline{x_0}$

Lösung



Beschriebene Grundoperation:

*Inverter / NOT / Negation*

c)  $f(x_0, x_1) = x_1 \cdot x_0$

Lösung



Beschriebene Grundoperation:

*AND / Konjunktion*

d)  $f(x_0, x_1) = \overline{x_1 + x_0}$

Lösung



Beschriebene Grundoperation:

*NOR / Pierce-Funktion*

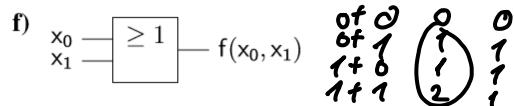


Lösung

Funktion:

$$f(x_0, x_1) = \frac{x_1 \cdot x_0}{x_1 + x_0}$$

Beschriebene Grundoperation:

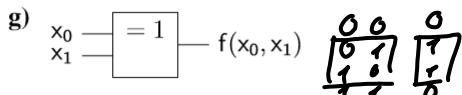
*NAND / Invertier-Funktion*

Lösung

Funktion:

$$f(x_0, x_1) = x_0 + x_1$$

Beschriebene Grundoperation:

*OR / Disjunktion*

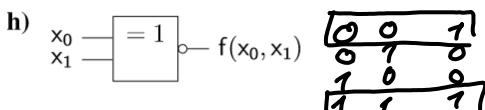
Lösung

Funktion:

$$f(x_0, x_1) = x_0 \oplus x_1$$

$$= x_0 \cdot \overline{x}_1 + \overline{x}_0 \cdot x_1$$

Beschriebene Grundoperation:

*XOR / Aivalenz*

Lösung

Funktion:

$$f(x_0, x_1) = x_0 = x_1$$

$$= x_0 \cdot x_1 + \overline{x}_0 \cdot \overline{x}_1$$

Beschriebene Grundoperation:

*XNOR / Äquivalenz*