

## Meisenantworten

- *Vielen Dank für die netten Worte! Riesig gefreut!*
- Kapitel 2 in Lehrewiki freigeben? *Wird gemacht!*
- Folien gleich nach der Vorlesung online stellen? *Werde mich bemühen!*
- Folien vor der Vorlesung online stellen? *Sorry, ich weiss nicht wie weit ich komme und didaktisch problematisch!*
- Andere Kreidefarbe oder größer Schreibe? *Aye, aye, Ma'm! Or, Sir!*
- Mehr Leute weiter hinten versniggern? *Aye, aye, Sir! Or, Ma'm!*
- Sniggerwurfstatistik 1: Mittelwurf schon ganz ok, Links+Rechtswurf muss verbessert werden. *Aye, aye, Sir! Or, Ma'm!*
- Sniggerwurfstatistik 2: Mehr Linkswurf! Mehr Sniggers für Studentinnen! *Aye, aye, Sir! Or, Ma'm!*
- Warum kommt "All of the above" so häufig? *Sorry! Werde drauf achten!*
- Snigger-Ausgabenschätzung: *Das seid Ihr mir garantiert wert!*

# Meisenantworten

- Selbsttestfragen: Timer einbauen? *Timer ist eingebaut!*
- Lösungen im Html code als Klartext... *fine, I fixed it!*
- Derzeit wird die Datei nicht angezeigt! *Nur die aktuelle Frage kann beantwortet werden und dabei lenken alte Fragen ab...*
- Please don't submit answers twice! *Nur die aktuelle Frage kann beantwortet werden...*
- Lehrewiki: größerer Font bei Antworten auf dem Beamer? *Danke! Ich werden den Font von meinem Browser raufsetzen! Bitte mich erinnern falls ich es vergesse!*
- Vorlesung auf Video Aufzeichnen? *Dieses Jahr leider nicht (HRZ Gelder dafür wurden gestrichen). Schreibt bitte President Prömel!*
- **Vielen Dank für Eure hilfreichen Hinweise!** 😊 😊 😊

## Meisendiskussionen...

- Prozentzahlen für falsche Antworten jeweils angeben? *Schwierig weil bisher nicht gespeichert -- alle Optionen sind im Wiki aber der Auswerter sieht nur die richtige und die gewählte Lösung...*
- Aktualisierung (F5) automatisieren? Ajax? *Schwierig wegen PmWiki...*
- Lehrewiki Fragen open source? *Schwierig, da in PmWiki embedded.*
  - *Studierenden mit zuviel Zeit: Installiert PmWiki auf Eurem eigenen Server und ich specke Euch eine Version auf die nötigen Dateien runter...*

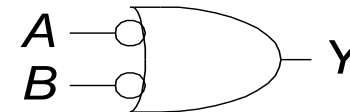
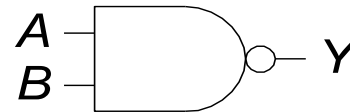
# Meisenantworten



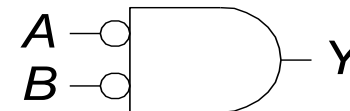
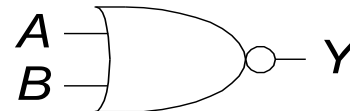
- “Chris sieht aus wie Captain America!”  
*Nein, Chris ist eigentlich “**The Hulk**” aber ihr wollt ihn mit grüner Hautfarbe nicht erleben – selbst wir Profs fürchten uns dann vor ihm...*
- *Wenn er sich grün geärgert hat, ist größte Vorsicht anzubringen. Er kann in dem Fall ausschliesslich mit Mettbrötchen entschärft werden.*
- *Hinweise auf fehlende Einzelteile von Studierenden und ProfessorInnen werden beim FG IAS dankend entgegen genommen (Im Herrengarten wurden bereits 3 Finger, 1 Bein, 2 Köpfe und 1 Arm gefunden).*

# De Morgan'sche Gesetze

- $Y = \overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$



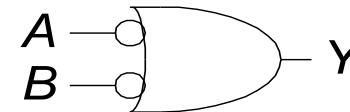
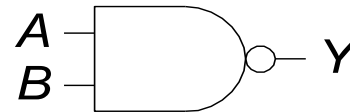
- $Y = \overline{A + B} = \overline{A} \bullet \overline{B}$



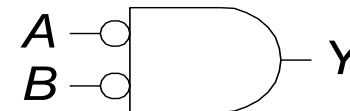
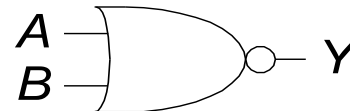
- Bitte jetzt auf LEHRE WIKI eine Frage beantworten!

# De Morgan'sche Gesetze

- $Y = \overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$



- $Y = \overline{A + B} = \overline{A} \bullet \overline{B}$



# Invertierungsblasen verschieben (*bubble pushing*)

- Verschiebe Blasen **rückwärts** (vom Ausgang) oder **vorwärts** (vom Eingang)
- Art des Gatters ändert sich von **AND nach OR** (oder **umgekehrt**)
- Beim Verschieben rückwärts entstehen Blasen an **allen** Eingängen



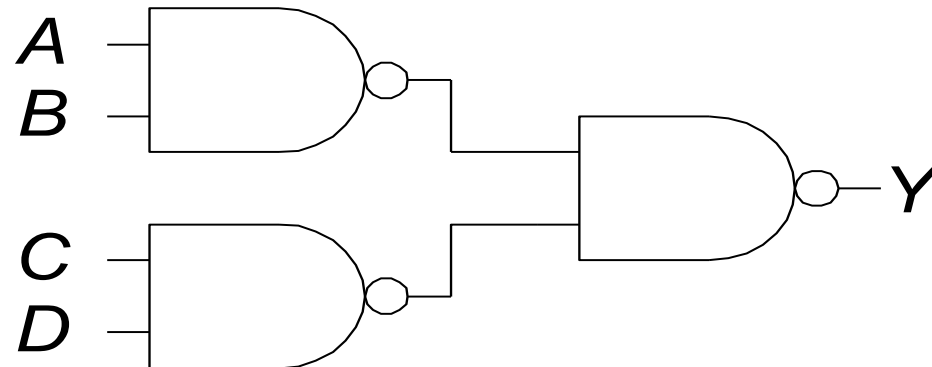
- Beim Verschieben vorwärts müssen Blasen an **allen** Eingängen gewesen sein





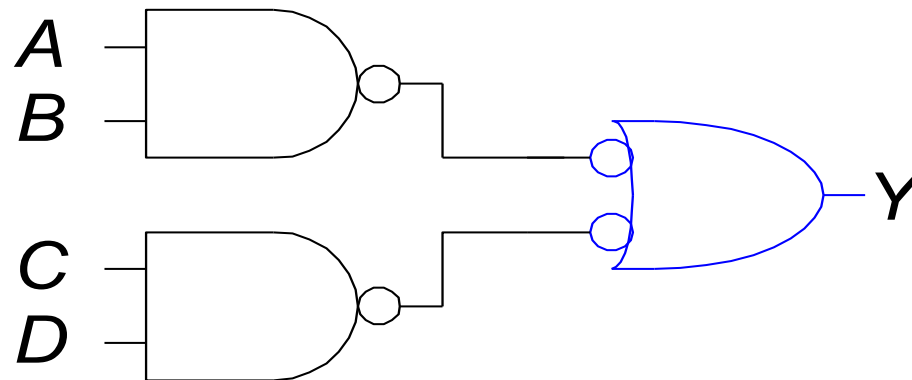
# Invertierungsblasen verschieben

- Was ist die boole'sche Funktion dieser Schaltung?



# Invertierungsblasen verschieben

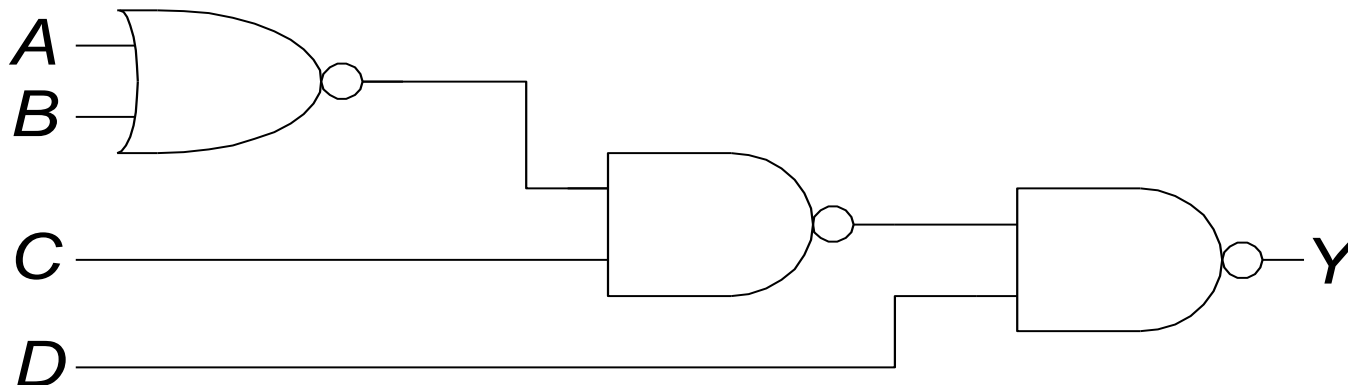
- Was ist die boole'sche Funktion dieser Schaltung?



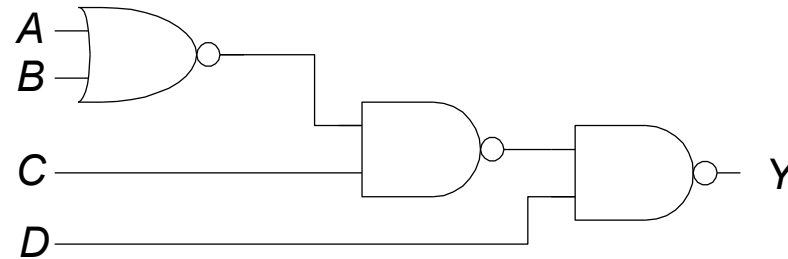
$$Y = AB + CD$$

# Regeln für das Verschieben von Invertierungsblasen

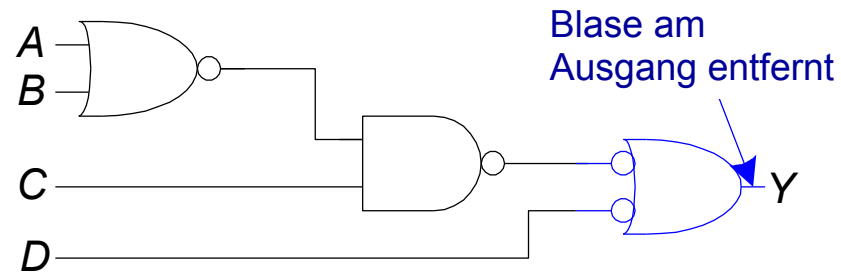
- Beginne am **Ausgang**, vorarbeiten Richtung **Eingänge**
- Schiebe Blasen am **Ausgang** Richtung **Eingang**
- Tausche **Art** des Gatters aus (AND/OR)
- Versuche Blasen **auszulöschen** (zwei Blasen auf einer Leitung)
  - Wenn **Eingang** Blase hat, versuche **Ausgang** mit Blase zu versehen
  - ... und umgekehrt



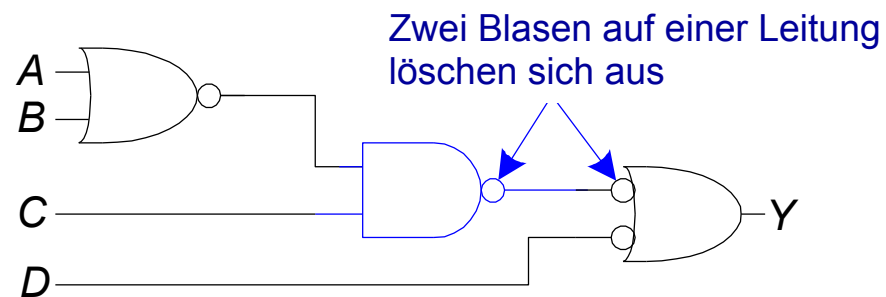
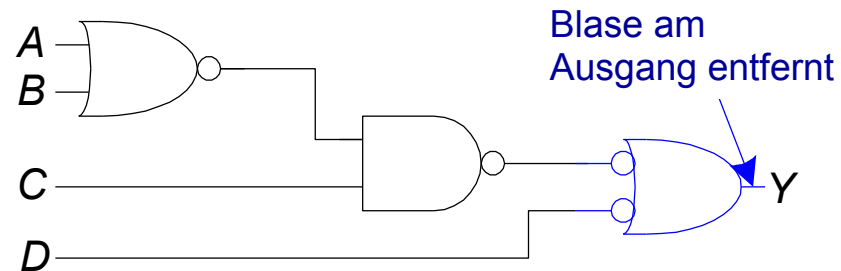
## Beispiel: Invertierungsblasen verschieben



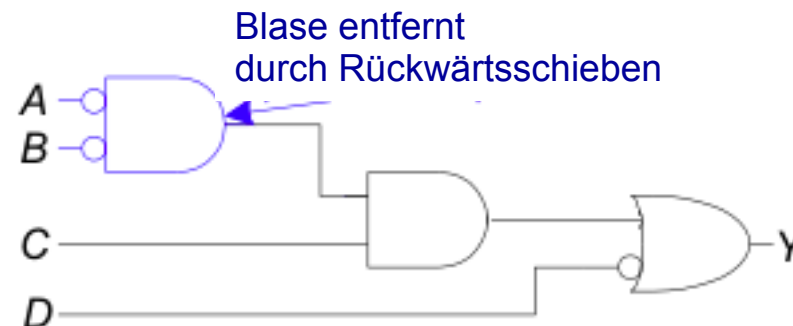
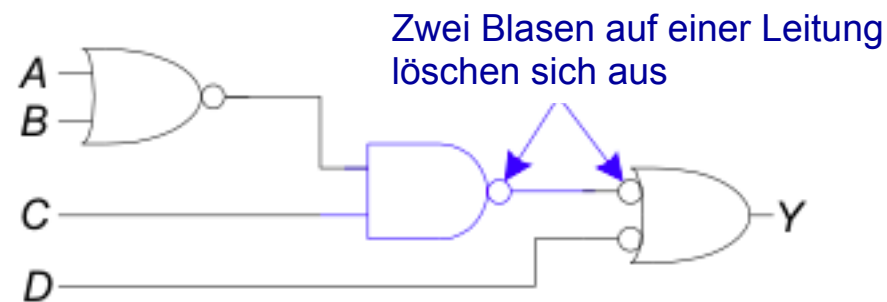
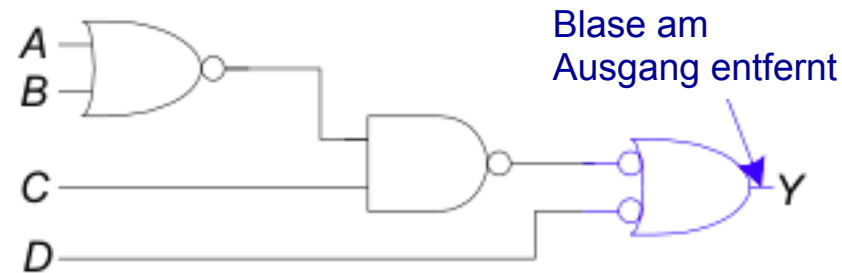
## Beispiel: Invertierungsblasen verschieben



# Beispiel: Invertierungsblasen verschieben



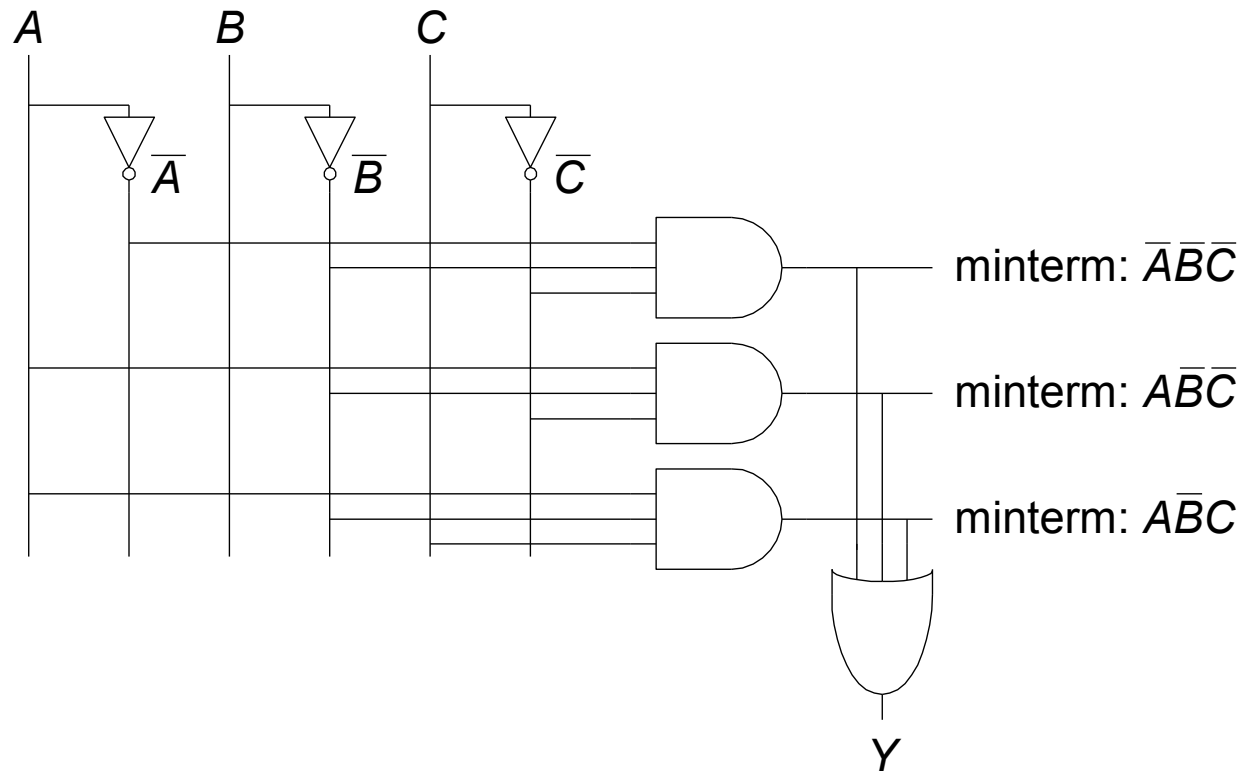
# Beispiel: Invertierungsblasen verschieben



$$Y = \overline{A} \overline{B} C + \overline{D}$$

# Von Logik zu Gattern

- Zweistufige Logik: ANDs gefolgt von ORs
- Beispiel:  $Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C$





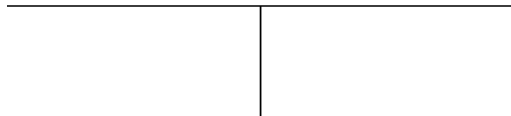
# Lesbare Schaltpläne

- Eingänge sind auf der **linken** (oder oberen) Seite des Schaltplans
- Ausgänge sind auf der **rechten** (oder unteren) Seite des Schaltplans
- Gatter sollten von **links nach rechts** angeordnet werden
  - In seltenen Fällen: Von oben nach unten
- **Gerade** Verbindungen sind leichter lesbar als abknickende
  - Gegebenenfalls gerade lange Verbindung statt kurzer abgeknickter

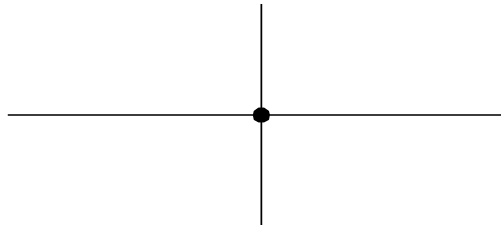
# Regeln für Schaltpläne

- Drähte an T-Kreuzung sind verbunden
- Sich überkreuzende Drähte werden durch Punkt als verbunden markiert
- Sich überkreuzende Drähte ohne Punkt sind nicht verbunden

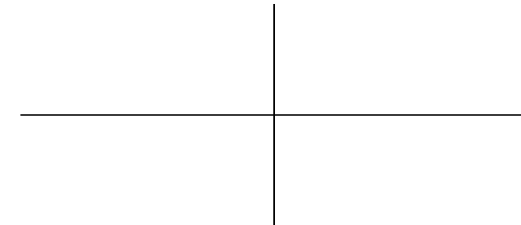
T-Kreuzung:  
verbunden



Überkreuzend: :  
verbunden

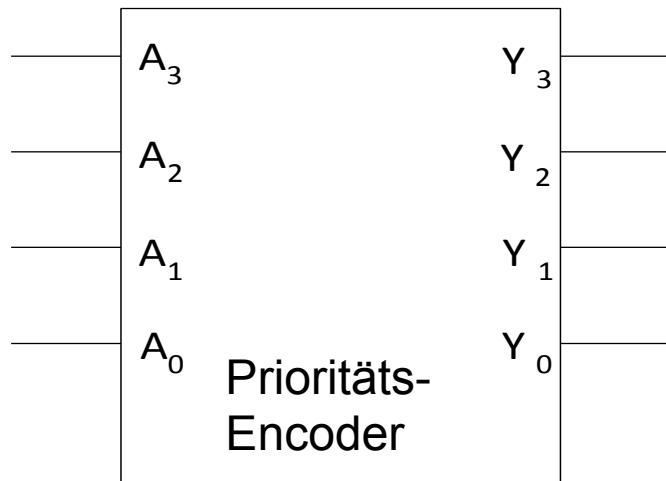


Überkreuzend:  
Nicht verbunden



# Schaltungen mit mehreren Ausgängen

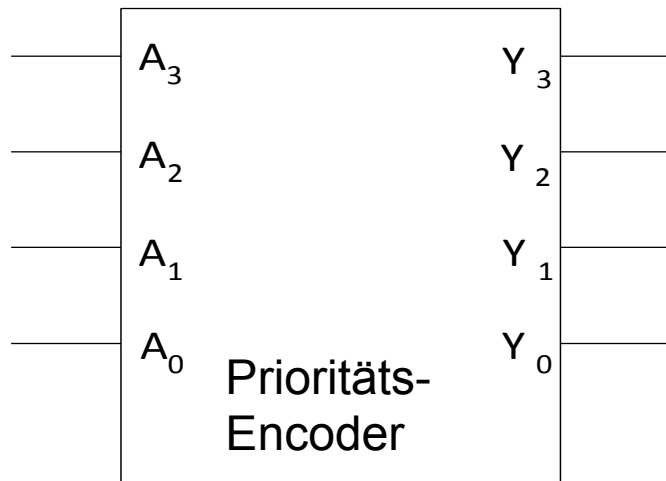
- Ausgang entsprechend dem **höchstwertigen** gesetzten Eingangsbit wird auf TRUE gesetzt



$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$Y_3$	$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

# Schaltungen mit mehreren Ausgängen

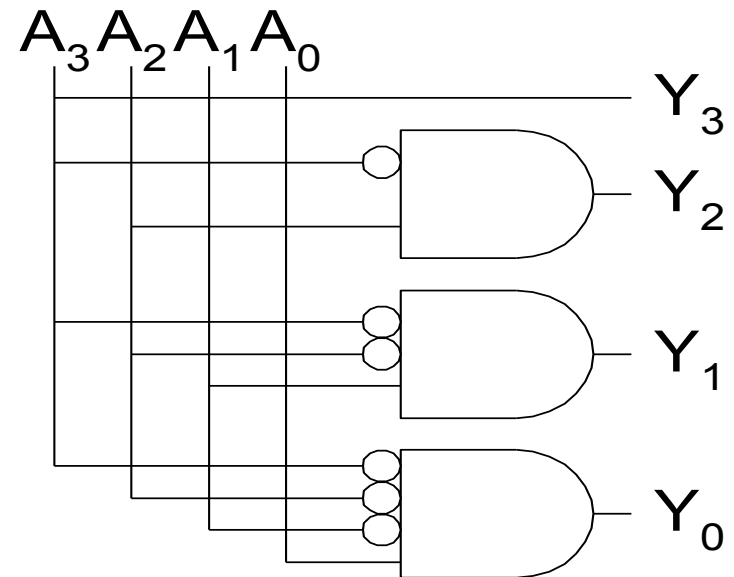
- Ausgang entsprechend dem **höchstwertigen** gesetzten Eingangsbit wird auf TRUE gesetzt



$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$Y_3$	$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0

# Aufbau des Prioritäts-Encoders

$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$Y_3$	$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0



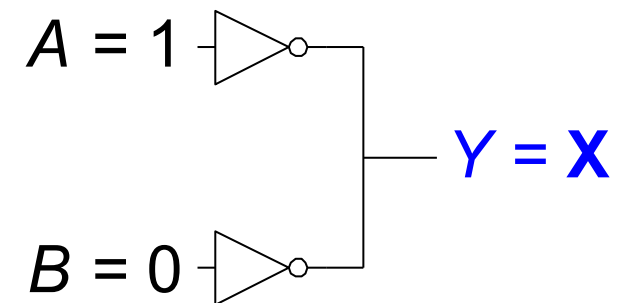
# Ignorierbare Bits (“Don’t Cares”)

$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$Y_3$	$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0

$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$Y_3$	$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	X	0	0	1	0
0	1	X	X	0	1	0	0
1	X	X	X	1	0	0	0

# Konkurrierende Treiber: X

- Konflikt: Schaltung treibt eine Leitung/Ausgang **gleichzeitig** auf 0 und 1
  - Analogwert liegt irgendwo dazwischen (**Spannungsteilung**)
  - Kann 0 oder 1 sein, oder im verbotenen Bereich liegen
  - Kann auch mit Betriebsspannung, Temperatur, Rauschen etc. **variieren**
  - Verursacht hohen **Energieverbrauch** (Kurzschluss)

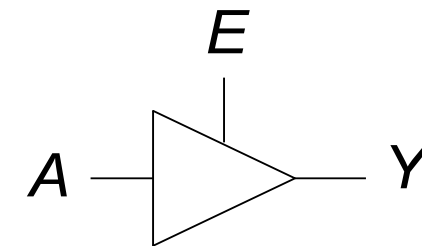


- Treiberkonflikt ist fast immer ein Entwurfsfehler
  - Beheben!
- Vorsicht: X steht für “don’t care” und Treiberkonflikt
  - Nicht das gleiche!
  - Kontext anschauen, um korrekte Bedeutung zu ermitteln

# Hochohmiger Ausgang: Z

- Auch genannt:
  - Offen, ungetrieben
  - *Floating, open, high-impedance*
- Kann 0 oder 1 sein, oder irgendwo dazwischen liegen
  - Leitung hat keinen aktiven Treiber

Tristate Buffer

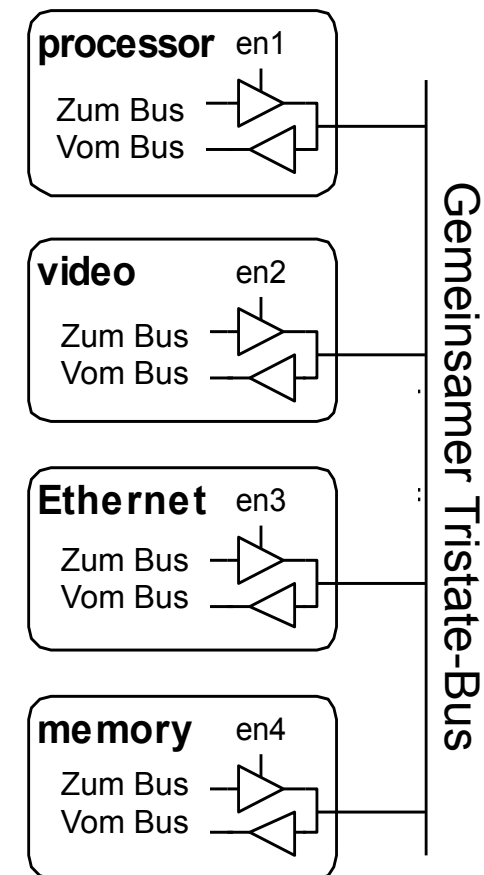


$E$	$A$	$Y$
0	0	Z
0	1	Z
1	0	0
1	1	1



# Tristate-Busse

- Hochohmige Knoten können zu Tristate-Bussen verschaltet werden
  - Viele **verschiedene** Treiber
  - Aber zu jedem Zeitpunkt ist **genau** einer aktiv
  - Der Rest ist **hochohmig** (Z)



- Bitte jetzt auf LEHRE WIKI eine Frage beantworten!

# Karnaugh Diagramme (*Karnaugh maps*)

- Boole'sche Ausdrücke können durch Zusammenfassen **minimiert** werden
- Karnaugh-Diagramme stellen Zusammenhänge **graphisch** dar
  - Bilden **Ausgangspunkt** für eine Minimierung
- Idee:  $PA + \overline{PA} = P$

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Y C	AB			
	00	01	11	10
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0

Y C	AB			
	00	01	11	10
0	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$\bar{A}B\bar{C}$	$AB\bar{C}$	$A\bar{B}\bar{C}$
1	$\bar{A}\bar{B}C$	$\bar{A}BC$	$ABC$	$A\bar{B}C$

# Minimierung mit Karnaugh Diagrammen

- Markiere 1en in **benachbarten** Plätzen und bilde **viereckigen** Bereich
  - Jeder Platz steht für einen Minterm
- Lasse markierte Literale
  - ... die im Bereich normal **und** als Komplement auftauchen, im Produkt **weg**

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

		AB			
C	Y	00	01	11	10
	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0

$$Y = \overline{\overline{A}}\overline{\overline{B}}\overline{\overline{C}} + \overline{\overline{A}}\overline{\overline{B}}\overline{\overline{C}} = \overline{\overline{A}}\overline{\overline{B}}$$