

# Digitaltechnik Übung 4

Matteo Dietz

[mdietz@student.ethz.ch](mailto:mdietz@student.ethz.ch)



# Polybox

▶ <https://polybox.ethz.ch/index.php/s/VehRU12QqdJv98i>

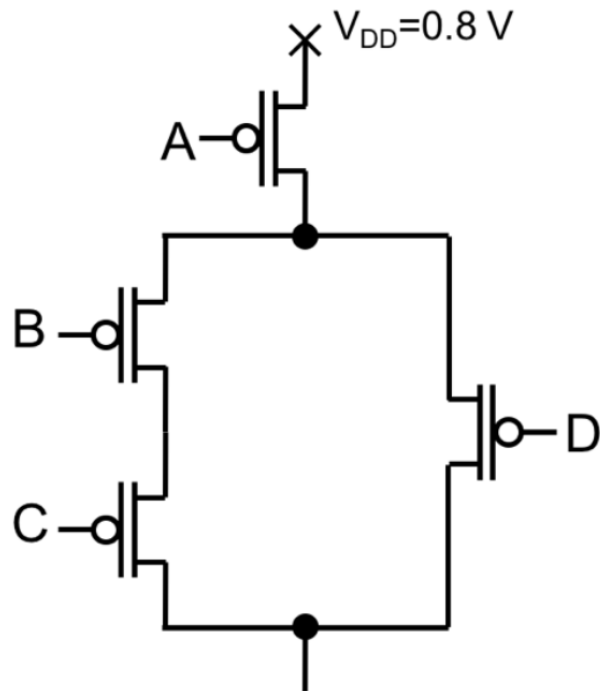


# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 1:

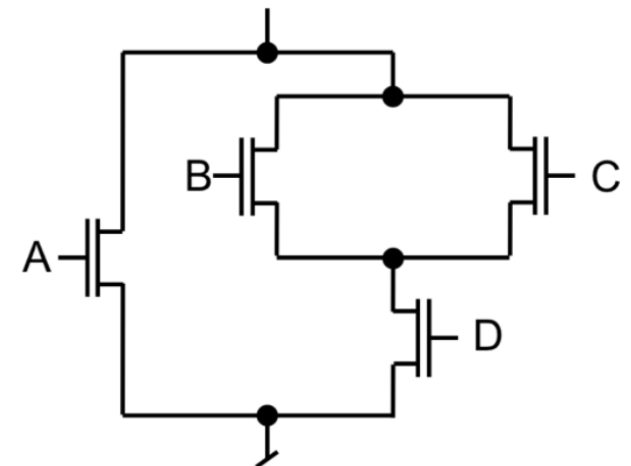
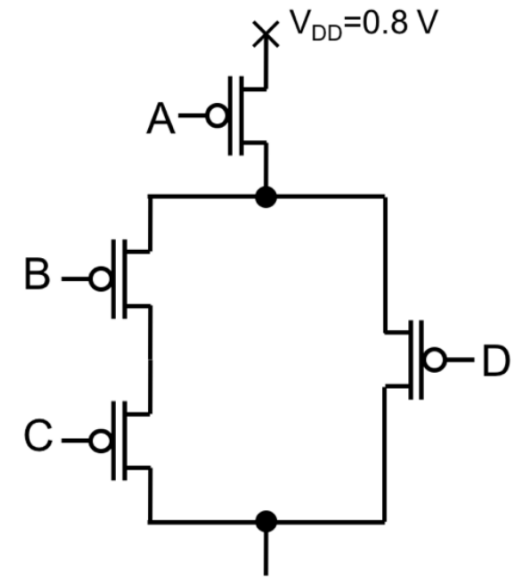
- ▶ 1.1) Pull-up Pull-down Umwandlung kommt **an jeder Prüfung!**

Zeichnet die Transistoren richtig! Das sind komplett verschenkte Punkte:



# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 1:
  - ▶ 1.2) **Invertierung beim Pull-down Pfad** nicht vergessen!  
schreibt **Klammern** bei mehrdeutigen Ausdrücken!



# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 1:

- ▶ 1.3) Viele korrekte Lösungswege.

Lest die Aufgabenstellung genau! Ihr dürft nur NAND, NOR und NOT verwenden. Keine AND, OR

# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 1:

- ▶ 1.4) Wurde gut gelöst.

Zeichnet Pull-up Pfad oben und Pull-down Pfad unten (übersichtlicher)!

Verbindet die Z Ausgänge der beiden Pfade miteinander!

Vergesst **VDD** bzw. **GND** bei Pull-up bzw. Pull-down Pfad nicht!

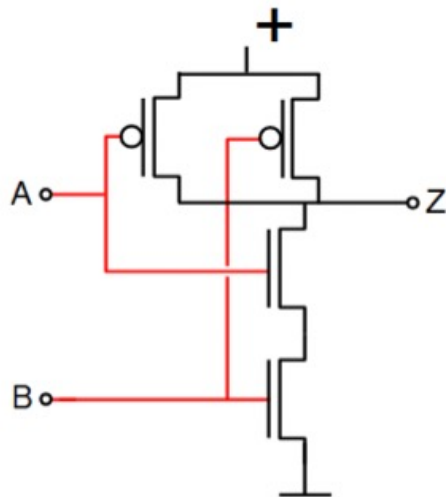
# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 1:
  - ▶ 1.4)

# Prüfungsbesprechung

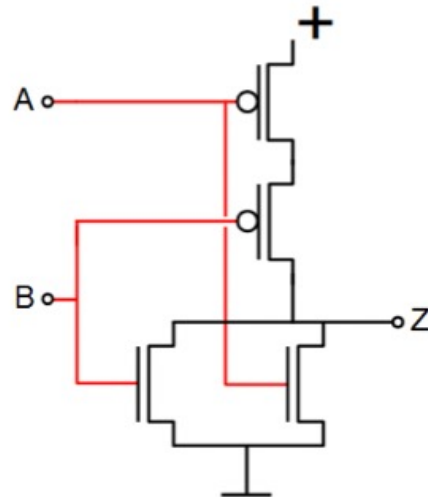
- ▶ Aufgabe 2:
  - ▶ 2.1) Kommt **an jeder Prüfung** und braucht viel Übung.  
Sucht folgende 3 Bauelemente  
Als erstes NOT finden und einzeichnen.  
Anschliessend in Serie geschaltete Transistoren suchen.

NAND \_\_\_\_\_



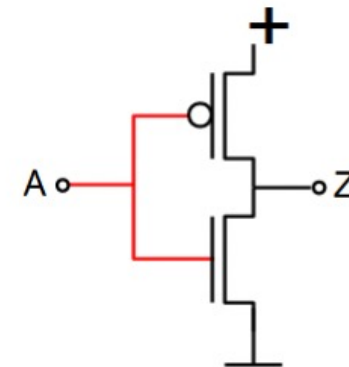
NAND: **NMOS in Serie**

NOR \_\_\_\_\_



NOR: **PMOS in Serie**

NOT



NOT



# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 2:
  - ▶ 2.1)

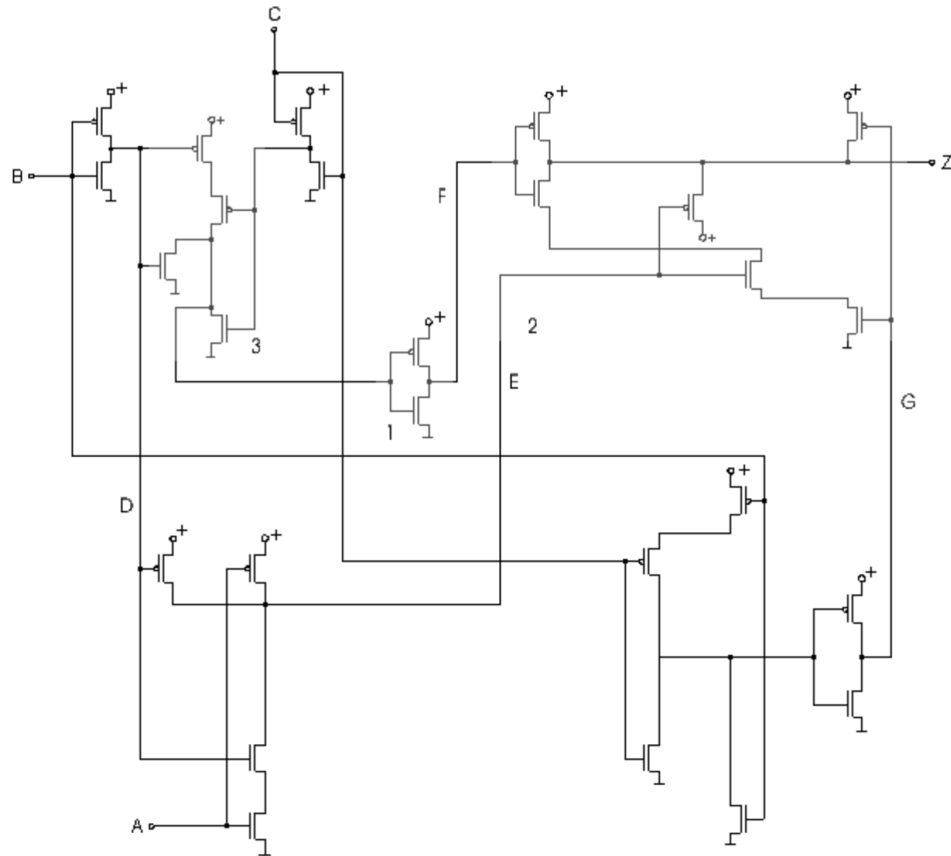


Abb. 1: Mit CMOS realisierte Schaltung

# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 2:
  - ▶ 2.2) Wenn 2.1) richtig gelöst wurde, war diese Aufgabe nicht mehr schwierig. Von 2.1) direkt ablesen und ggf. vereinfachen.
  - ▶ 2.3) Gleiche Situation wie in 2.2)

# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 3: Grundlagen, vgl. Kahoots
  - ▶ 3.1) Anzahl benötigter Bits, um eine bestimmte Anzahl an Zuständen zu kodieren:
  - ▶ 3.2) High:  
Low:
  - ▶ 3.3) Dimension einer WHT mit  $n$  Eingängen und  $m$  Ausgängen:
  - ▶ 3.4)  $m$  Eingänge:  $m$  PMOS und  $m$  NMOS. Immer **dieselbe Anzahl** in Pull-up und Pull-down Pfad!
  - ▶ 3.5)  $U = R I$

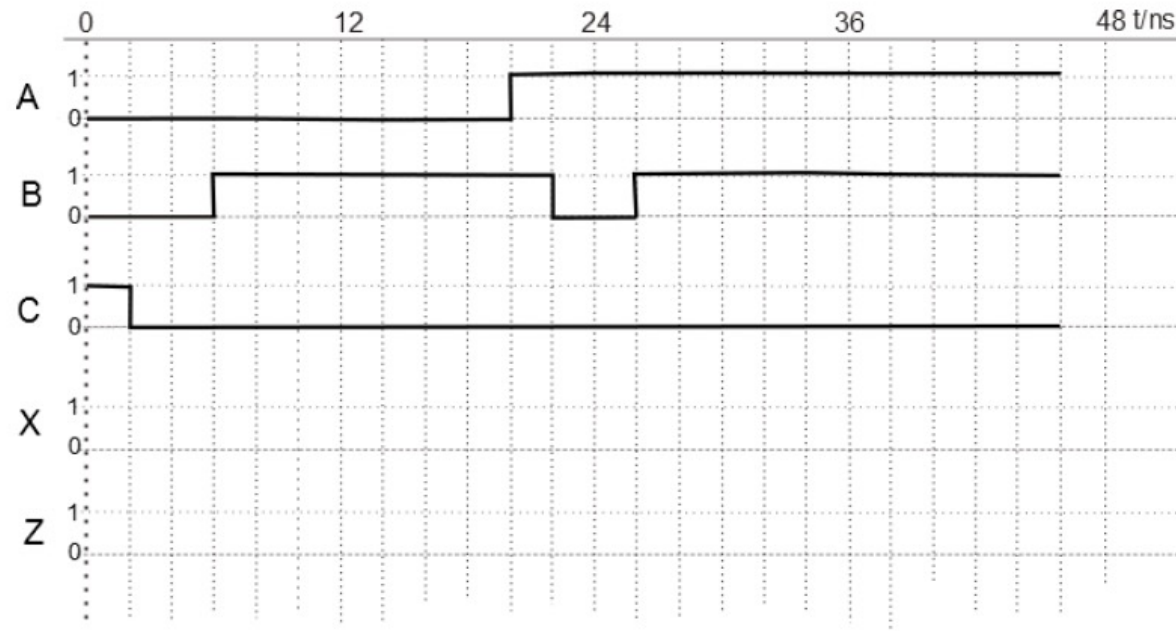
# Prüfungsbesprechung

- ▶ Aufgabe 4:

- ▶ 4.1) Sehr gut gelöst.

Bei solchen Aufgaben immer eine Wahrheitstabelle machen.

- ▶ 4.2.b) Häufiger Fehler: 1 Kästchen entspricht 2ns und nicht 1ns!



# Theorie – Schaltungssynthese

**Ziel** (was wollen wir bauen):

- Automat (Roboter, automatisches System)
- Elektronische Komponente (Addierer, Multiplexer)
- Mikroprozessor und Speicherplatz

Funktionsgleichung

oder

Wahrheitstabelle

Normalformen (DNF und KNF)

Logikminimierung (Schaltalgebra)

Schaltplan mit Grundgattern

# Theorie – Normalformen

- ▶ Minterm
  - ▶ UND-Verknüpfung eines Terms
  - ▶ Nur bei einer Eingangskombination 1
  
- ▶ Maxterm
  - ▶ ODER-Verknüpfung eines Terms
  - ▶ Nur bei einer Eingangskombination 0

## Theorie – Normalform (aus Übungsstunde 3)

- ▶ Beispiel:

- ▶ A und B sind die Eingänge einer Schaltung, Z ist der Ausgang

A	B	Z	Minterme	Maxterme
0	0	1	$\bar{A} \wedge \bar{B}$	$A \vee \bar{B}$ $\bar{A} \vee B$
0	1	0		
1	0	0		
1	1	1	$A \wedge B$	

# Theorie – Normalformen

- ▶ Disjunktive Normalform (DNF)
  - ▶ ODER-Verknüpfung von Mintermen = 1
  
- ▶ Konjunktive Normalform (KNF)
  - ▶ UND-Verknüpfung von Maxtermen = 0



## Aufgabe – Normalform (aus Übungsstunde 3)

A	B	C	Y(A,B,C)	Minterm	Maxterm
0	0	0	0	—	$A \vee B \vee C$
0	0	1	1	$\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C$	—
0	1	0	0	—	$A \vee \bar{B} \vee C$
0	1	1	1	$\bar{A} \wedge B \wedge C$	—
1	0	0	1	$A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}$	—
1	0	1	1	$A \wedge \bar{B} \wedge C$	—
1	1	0	0	—	$\bar{A} \vee \bar{B} \vee C$
1	1	1	1	$A \wedge B \wedge C$	—

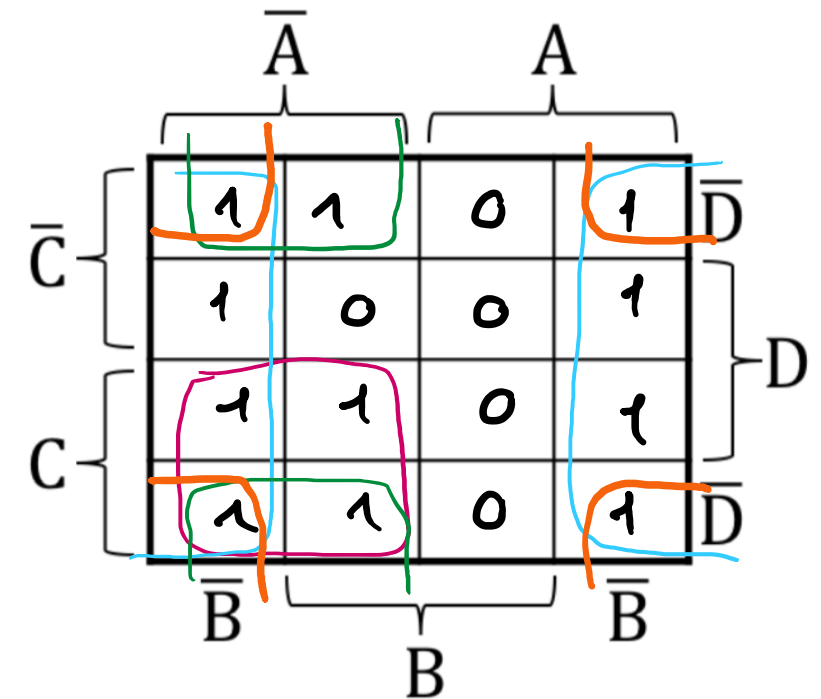
DNF:  $(\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge C)$

KNF:  $(A \vee B \vee C) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C)$

# Theorie - Karnaugh Diagramme

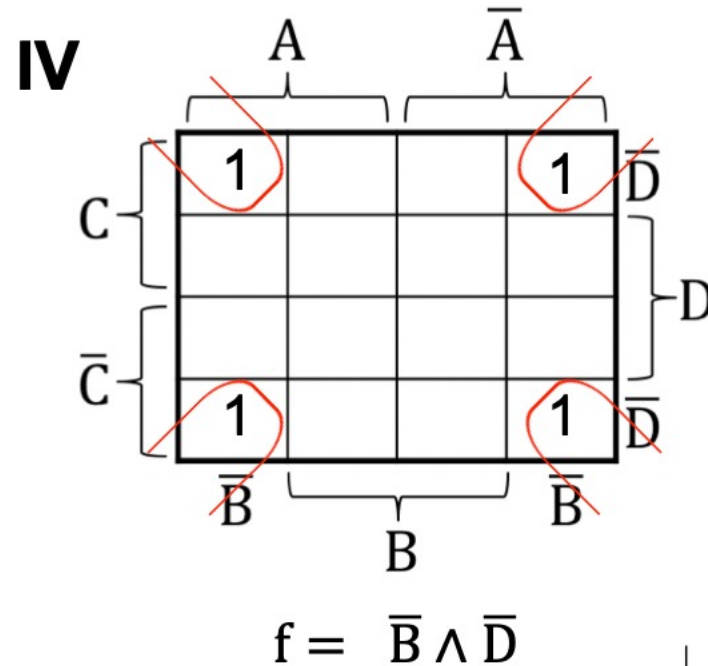
- ▶ Warum? → so können wir sehr komplexe Gleichungen vereinfachen.
- ▶ Wir füllen die Wahrheitstabelle in unser Karnaugh Diagramm ein bzw. wir füllen das KV-Diagramm mit einer komplexen Gleichung aus
- ▶ Wir finden alle grösstmöglichen Päckchen ein Feld kann auch in mehreren Päckchen vorkommen

Beispiel:



# Theorie - Karnaugh Diagramme

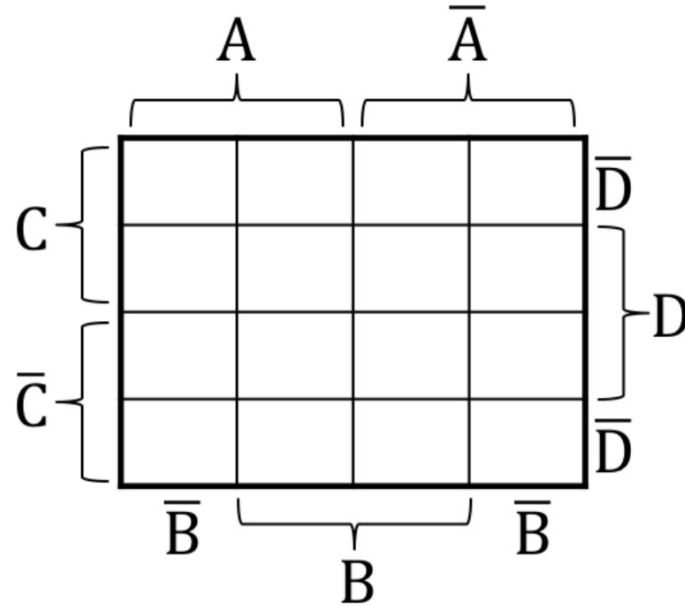
- ▶ Vergesst die Päckchen über die Ränder und über die Ecken nicht.
- ▶ Werden sehr gerne an Prüfungen verwendet.



## Aufgabe - Beispiel aus der Vorlesung

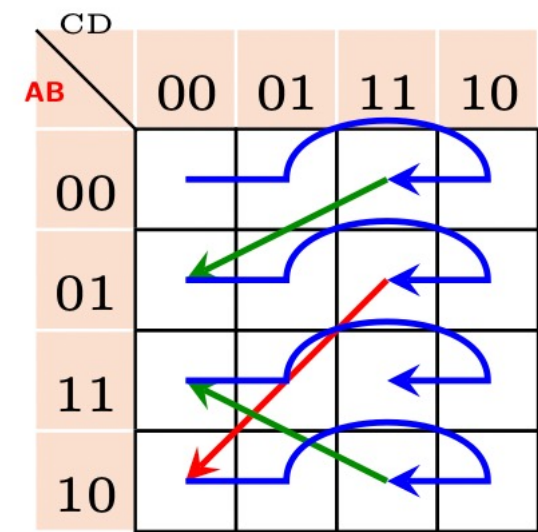
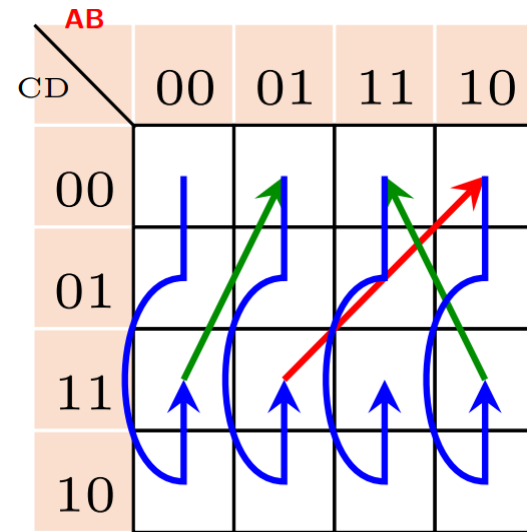
1) Tragen Sie in ein Karnaugh Diagramm die folgende Funktion ein

$$f = (\bar{B} \wedge \bar{C}) \vee (A \wedge \bar{B}) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C}) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D})$$



# Theorie – Karnaugh-Diagramme & Wahrheitstabelle

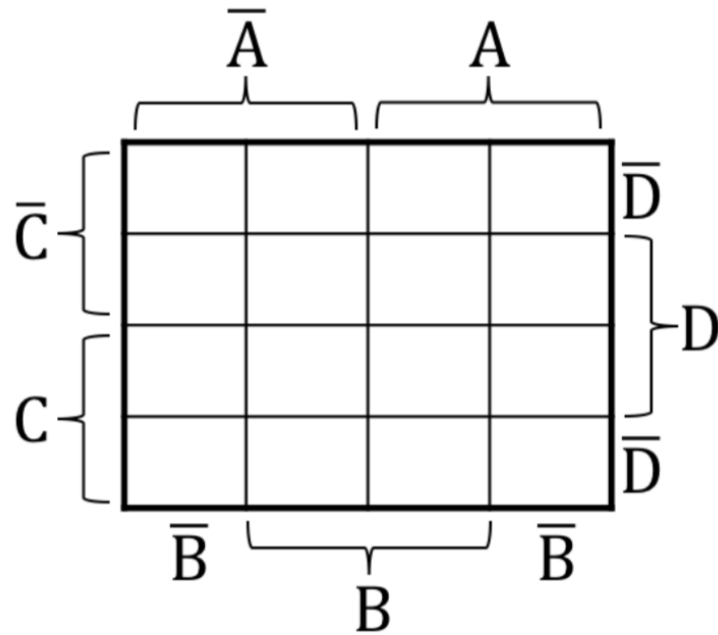
3	2	1	M	E2
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0



# Aufgabe – Karnaugh-Diagramme

## Prüfung Herbst 2018

- ▶ Zeichne das zugehörige KV-Diagramm:



A	B	C	D	Z
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

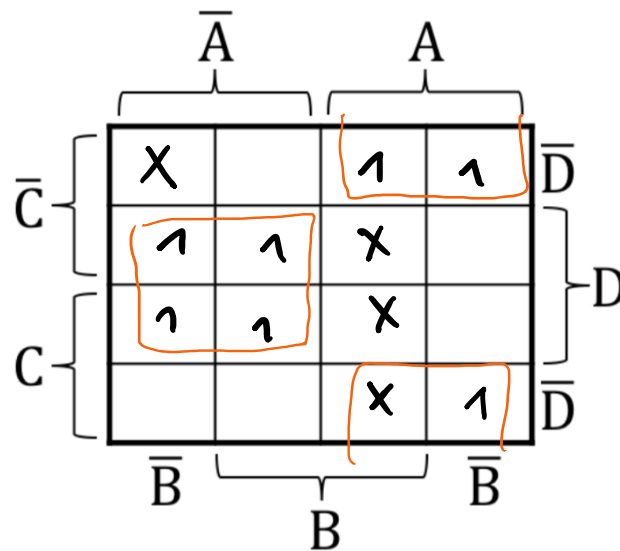
# Theorie – Karnaugh-Diagramme „don't care“

- ▶ Unbenutzte Zustände: X (don't care)

-> tragen wir auch in das KV-Diagramm ein (können Wert 0 oder 1 haben)

-> sehr nützlich! Da wir sie ins Päckchen nehmen können oder auch nicht (es hat keinen Einfluss)

Beispiel Vorlesung: 12 Monate (16 Zustände) -> 4 „don't care“ (31 Tage)



-> wir können X brauchen  
müssen aber nicht

# Theorie – Hazards

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

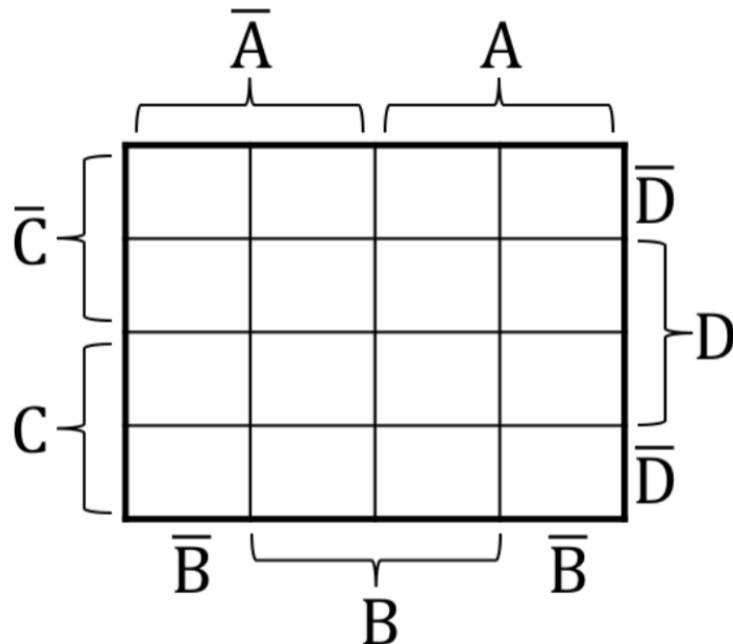
- ▶ Treten dort auf, wo sich **zwei Päckchen orthogonal berühren, auch über den Rand**
- ▶ Grund: Zeitverzögerung (2 Eingangssignale liegen dann nicht gleichzeitig am Gatter an -> es gibt Verzögerungen und das führt zu Fehlern am Ausgang)
- ▶ Lösung: zusätzliches Päckchen um den Hazard -> zusätzlicher Term in der Gleichung



# Aufgabe – Hazards Prüfung Herbst 2018

- ▶ Vereinfache mit einem Karnaugh Diagramm, finde die Hazards & schreibe die vereinfachte Gleichung auf (mit Hazardbehebung)

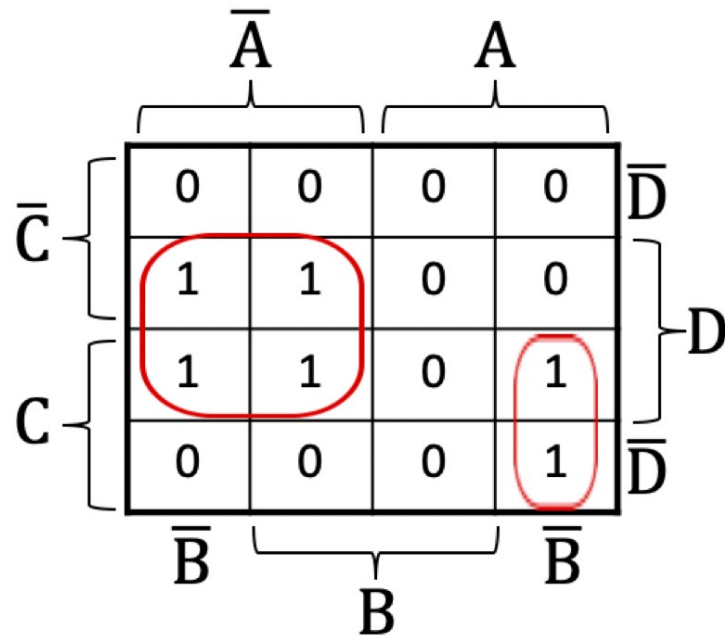
$$Z = \overline{(C \vee ((A \vee B) \wedge \overline{B})) \wedge A \wedge B \wedge C \wedge D \wedge (\overline{A} \vee B \vee \overline{C} \vee \overline{D})}$$



1. Bringen Sie die Gleichung Z mit Hilfe des Karnaugh-Diagramms in ihre einfachste Form. Geben Sie die minimale DNF (disjunktive Normalform) und KNF (konjunktive Normalform) als Gleichung an. (3 Punkte)

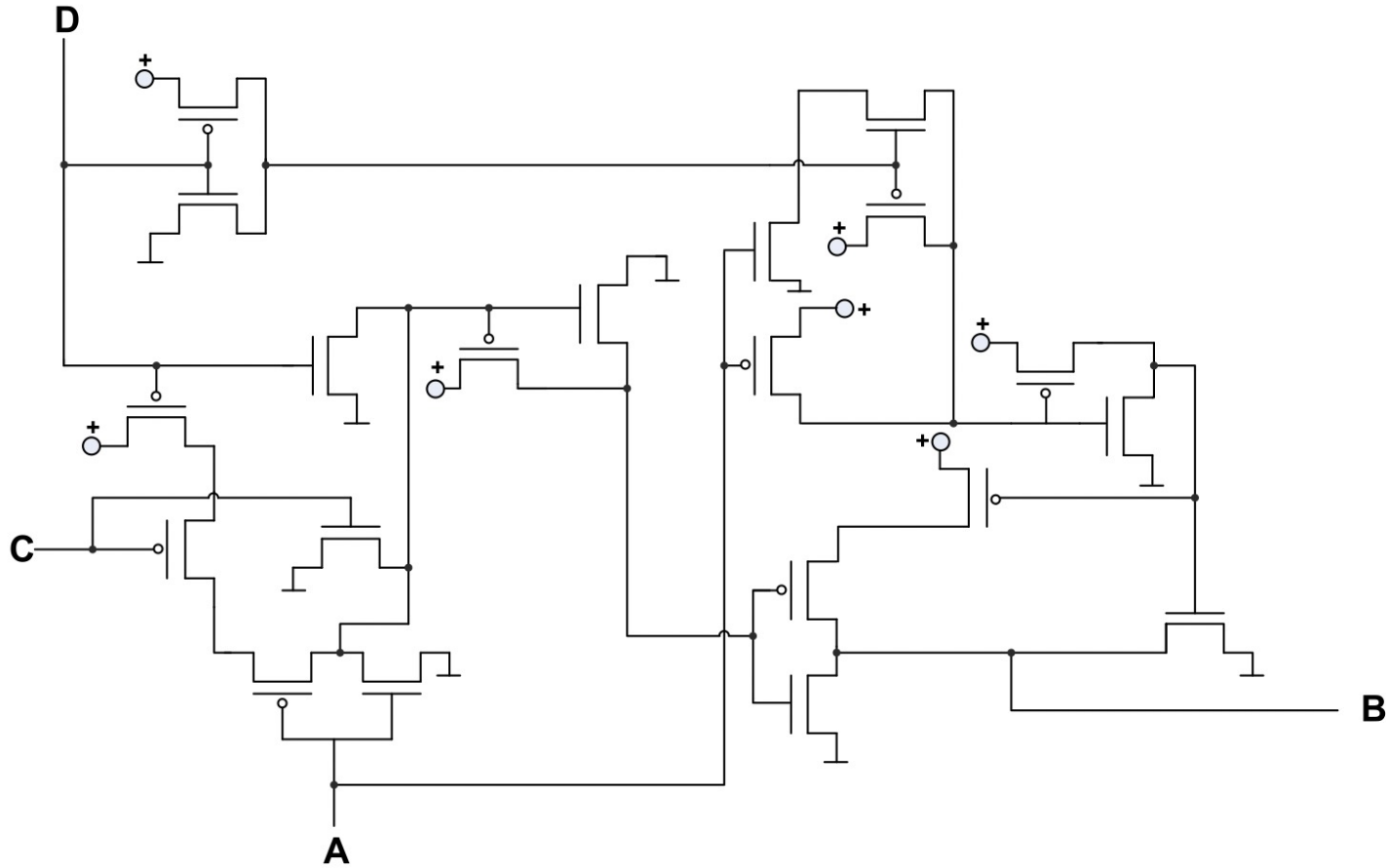
# Aufgabe – Hazards Prüfung Herbst 2018

- ▶ Vereinfache mit einem Karnaugh Diagramm, finde die Hazards & schreibe die vereinfachte Gleichung auf (mit Hazardbehebung)



2. Können Hazards auftreten? Wenn ja, bei welchem (welchen) Übergang (Übergängen)  
 $A_0B_0C_0D_0 \rightarrow A_1B_1C_1D_1$ ? (1 Punkt)
3. Wie muss die minimale DNF Form der Gleichung für Z modifiziert werden, damit die eventuellen Hazards verschwinden? (2 Punkte)

# Nachbesprechung Übung 2



c) Geben Sie die Funktionsgleichung für die Schaltung an und vereinfachen Sie diese.