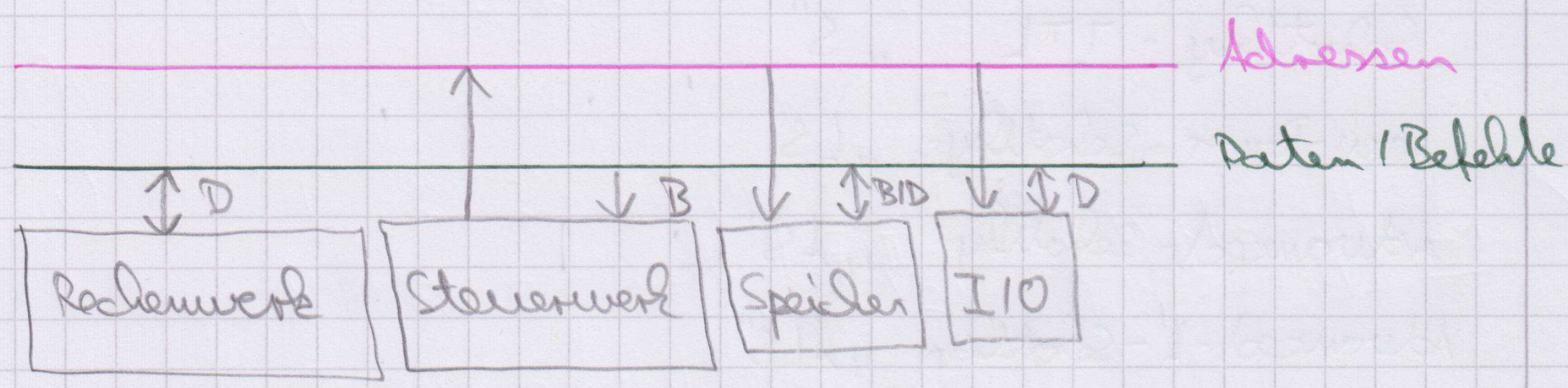
Schaltwerke Zusammenfassung

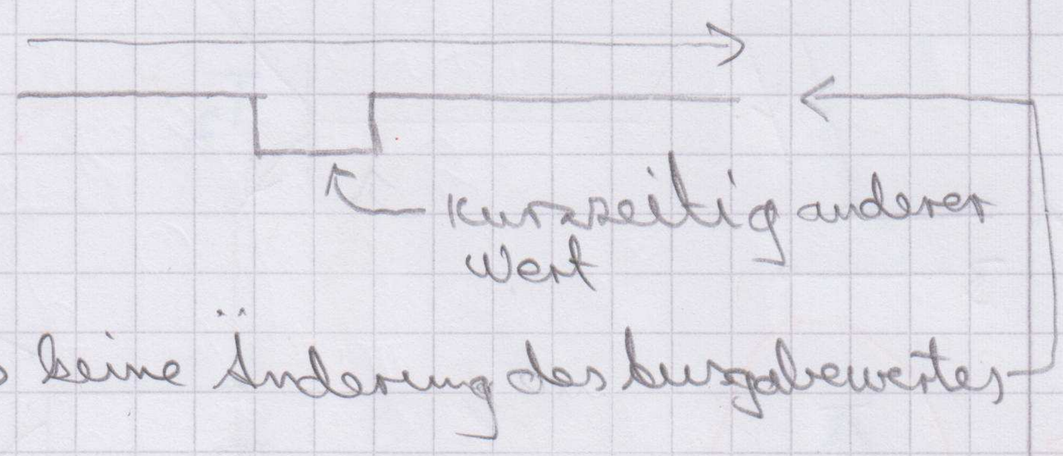
→ Von Neumann Rechnerarchitektur



→ Fan-Out: Gibt an, wieviele Eingänge (mit „Normwert" für den Eingangsstrom) ein Ausgang maximal betreiben kann

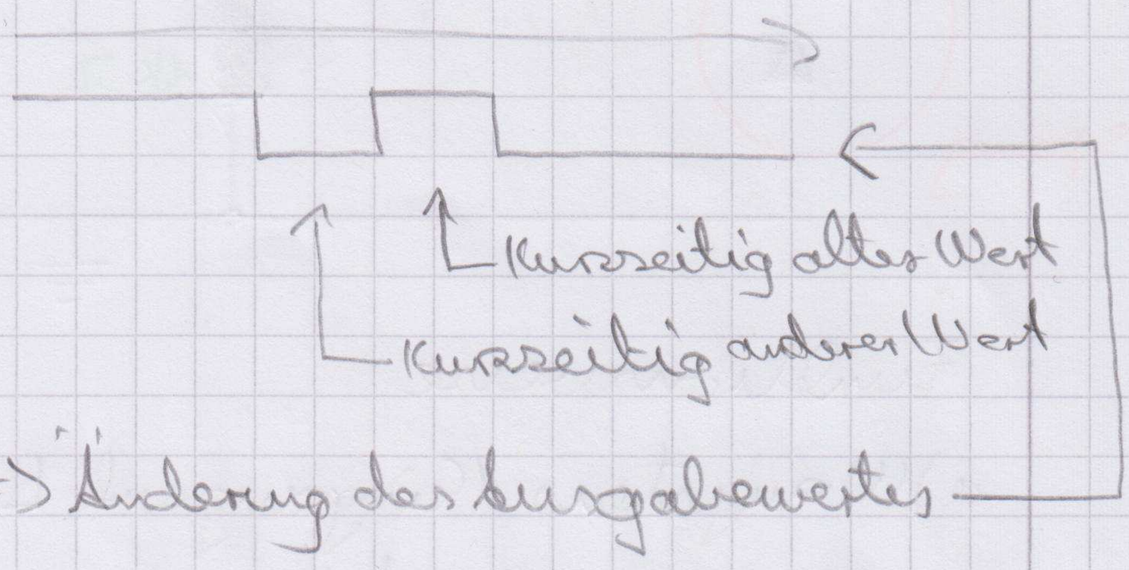
→ Fan-In: Gibt an, um welchen Faktor der Eingangsstrom größer ist als der Normwert

→ statische Hazards:



⇒ keine Änderung des Ausgabewertes

→ dynamische Hazards:

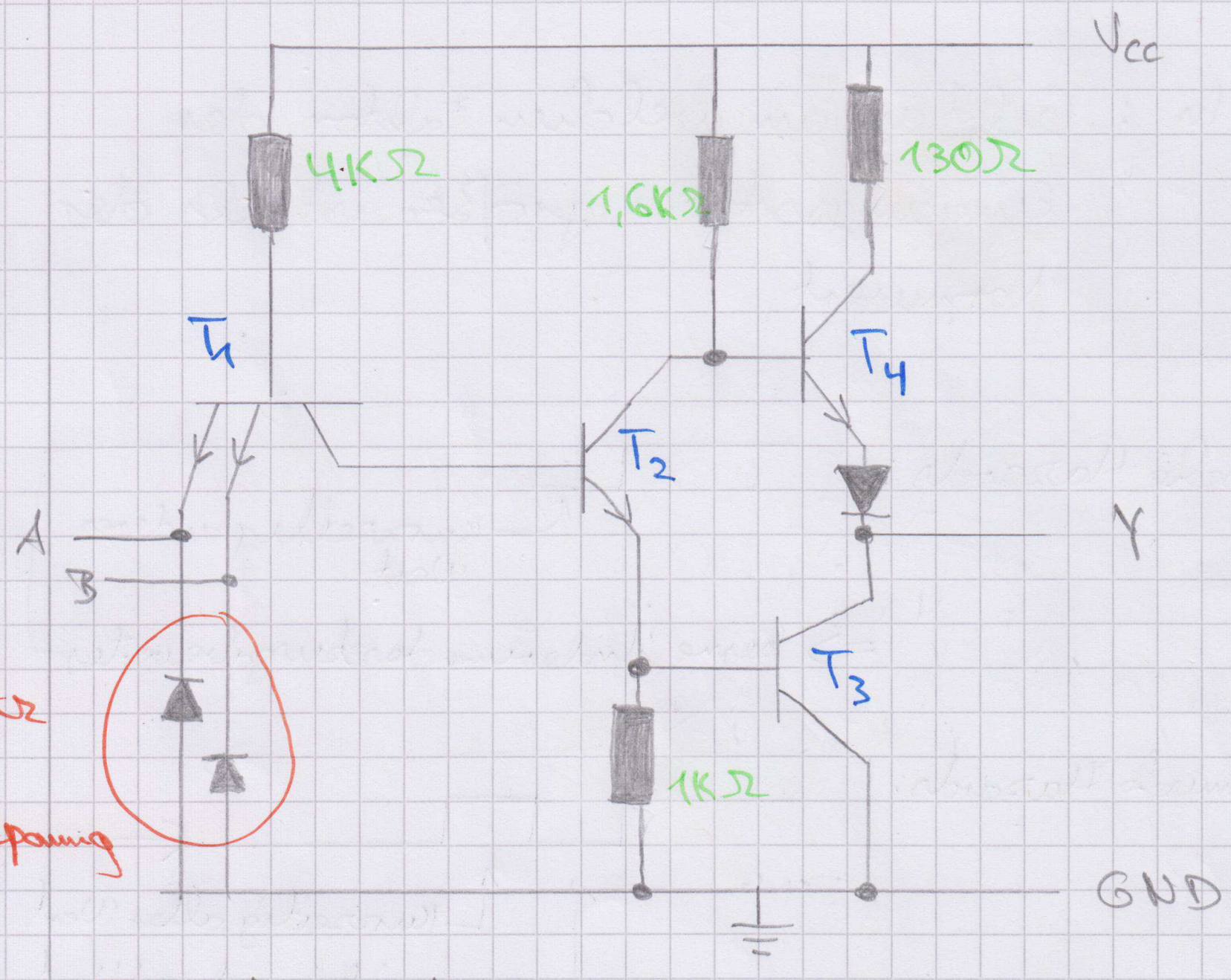


⇒ Änderung des Ausgabewertes

→ Unterfamilien der Standard-TTL:

High-Speed-TTL „H"
Low-Power-TTL „L"
Schottky-TTL „S"
Low-Power-Schottky- „LS"
Advanced-Schottky- „AS"
Advanced-L-Schottky „ALS"
Fast-TTL „F"

→ TTL Grundgatter 7400 (Nand)



Funktionsweise:

a) Wenigstens 1 Eingang auf L:
T_1 im Normalbetrieb → T_2 sperrt
↳ Basis $T_4 \approx U_B$ ⇒ T_4 leitet
↳ Basis T_3 Masse ⇒ T_3 sperrt
H

b) Beide Eingänge auf H:
T_1 im Inversbetrieb → T_2 leitet
↳ T_4 sperrt
↳ Basis T_3 hoch ⇒ T_3 leitet
L

Free Air Operating Temp.

54 XXX : -55° – 125°

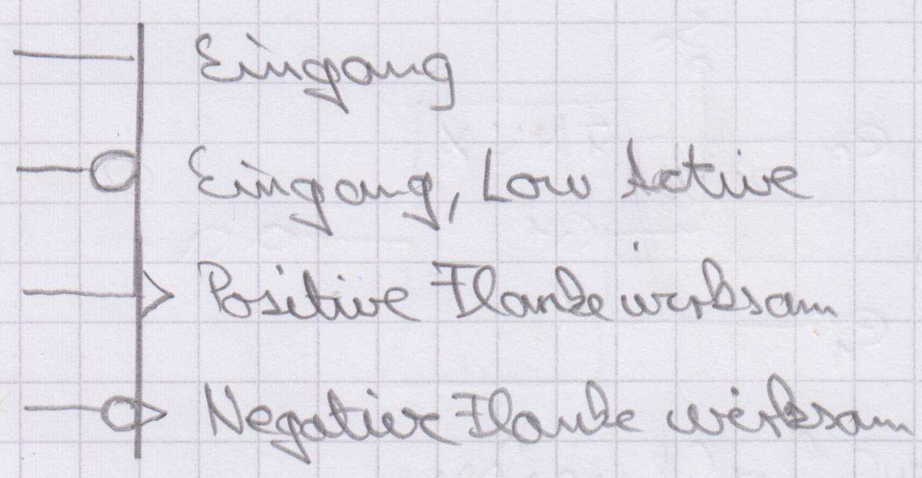
74 XXX : 0° – 70°

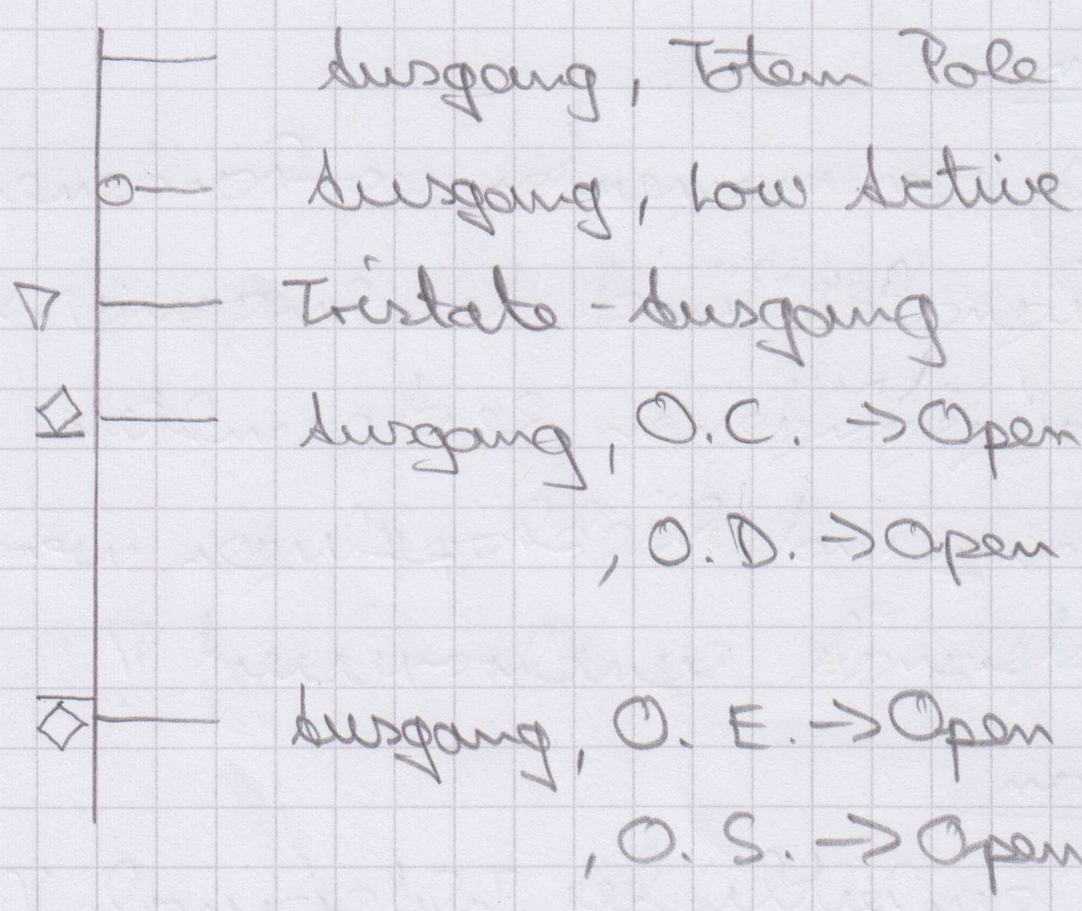
	Gatterlaufzeiten	Verlustleistung
Standard	10 ns	10 mW
Schottky	3 ns	20 mW
LS	10 nS	3 mW
Fast	3 nS	3 mW

-> Standard-CMOS

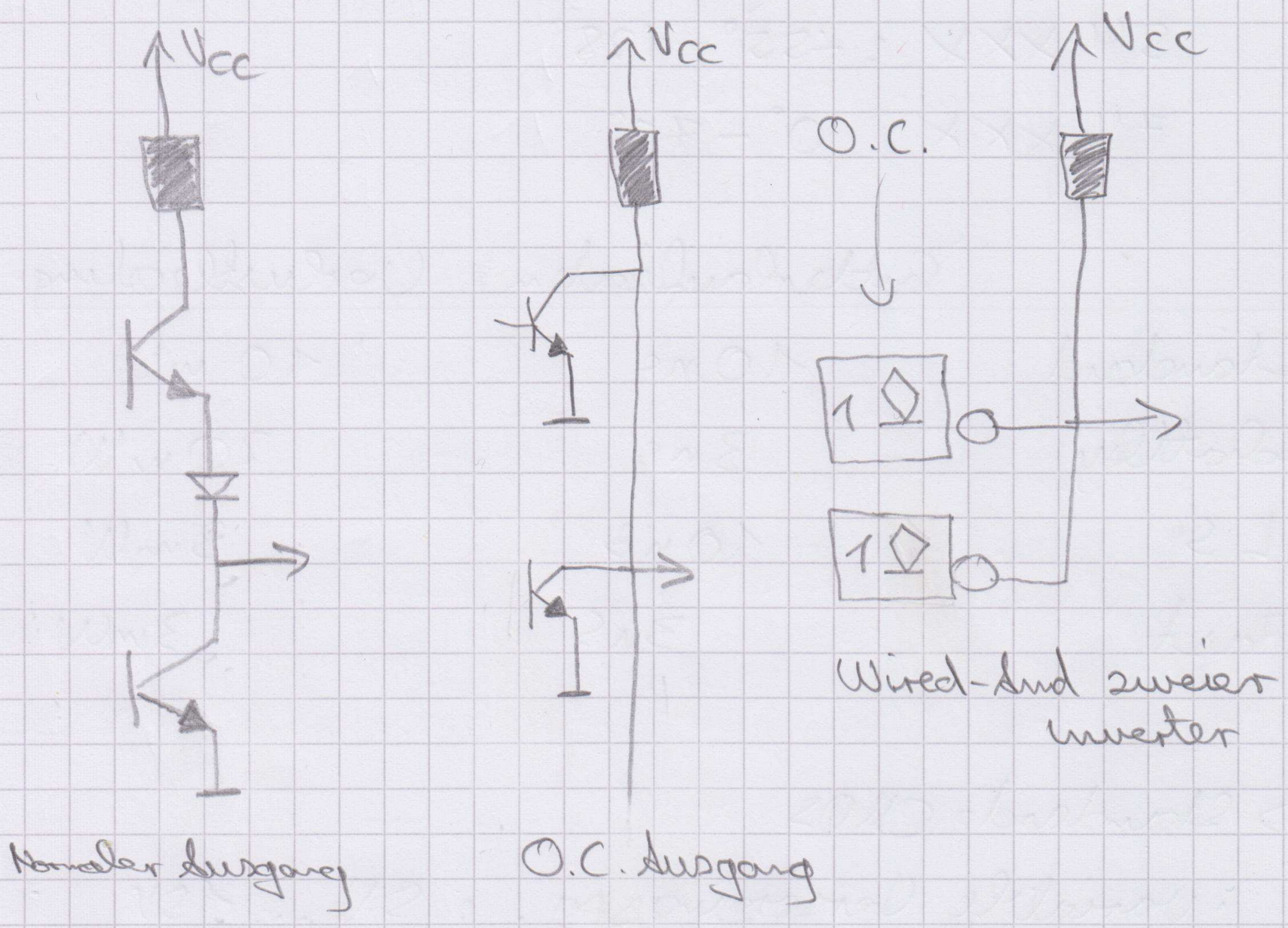
- variable Versorgungsspg. : 5V ... 15V
- Fan-Out : 1500 (theoretisch), 50 (praktisch)
- Störabstand 1,45V (bei 5V Versorgungsspg.)

-> Logiksymbole





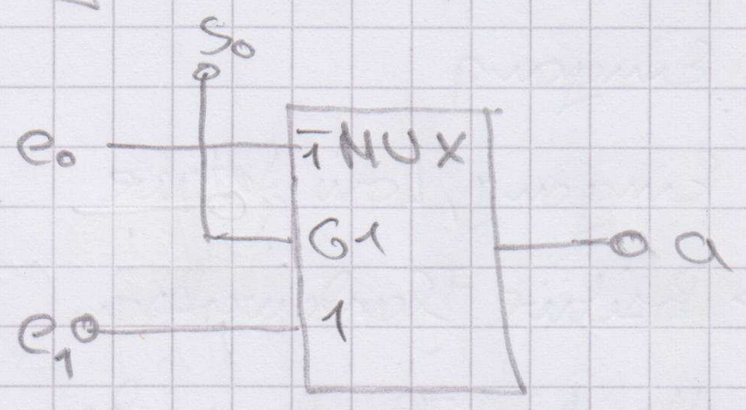
→ Open Collector Technik



→ Multiplexer

Ist eine Selektionsschaltung, mit der aus einer Anzahl von Eingängen einer ausgewählt und zum Ausgang durchgeschaltet werden kann

Einfach-Mux:



→ Kennzeichen von Schaltwerken

<u>synchron</u>

Abhängig von momentan vorhandenen Eingangssignalen und den Eingangssignalen zu vorangegangenen Zeitpunkten

↳ Eingänge und Rückkopplungen werden durch Taktsignale synchronisiert !

<u>asynchron</u>

↳ Kein einheitliches Taktsignal !

→ Beschreibung von Schaltwerken

e = Eingangsvariablen : x_1, x_0 (2)

q = Zustandsvariablen : Q_2, Q_1, Q_0 (3)

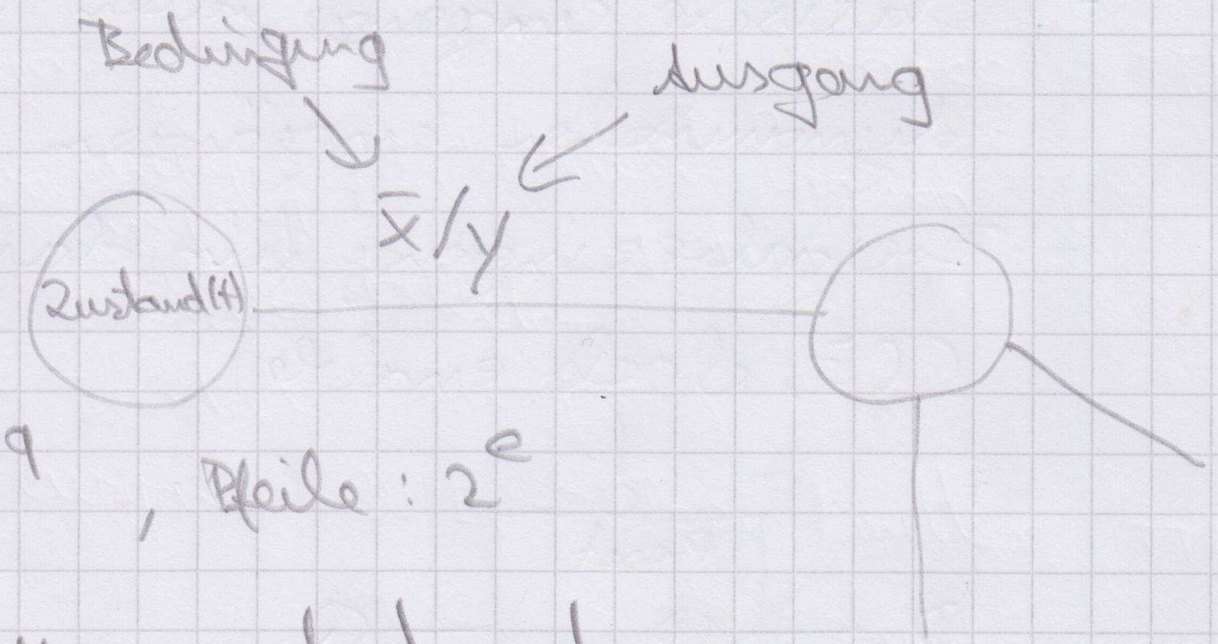
a = Ausgangsvariable : y (1)

Zustandsfolgetabelle

x_1	x_0	Q_2	Q_1	Q_0	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	a

Spalten: $e+2q+a$, Zeilen: 2^{e+q}

Zustands(folge)diagramm, Zustandsgraph



Kreise : 2^q , Pfeile : 2^e

→ Mealy und Moore Automat

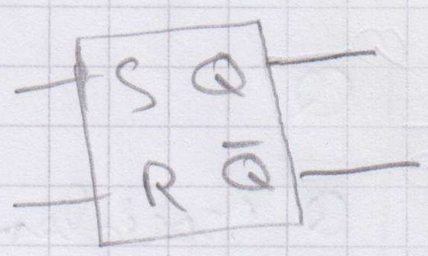
<u>Mealy</u> : abhängig von Zustand <u>und</u> Eingabe

<u>Moore</u> : abhängig nur vom Zustand

→ FF-Wiederholung

<u>Basis-FF (RS-FF)</u>

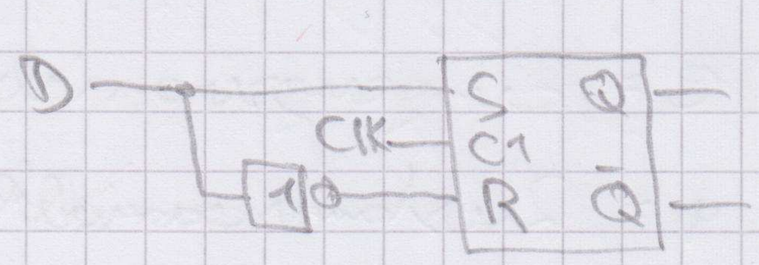
S	R	Q^+	
0	0	Q	(speichern)
0	1	0	(rücksetzen)
1	0	1	(setzen)
1	1	–	(undefiniert)



Speicher für 1 bit!

D-FF

D	Q	Q^+	
0	0	Q	(speichern)
0	1	0	(Rücksetzen)
1	0	1	(speichern)
1	1	1	(setzen)

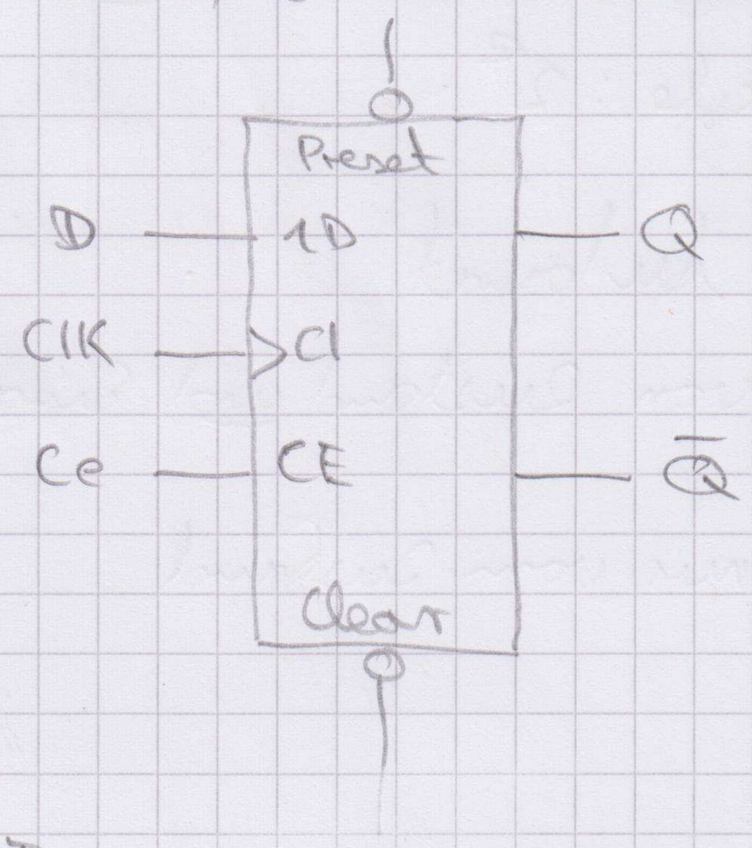


$\boxed{Q^+ = D}$

→ Ergänzung zu FF

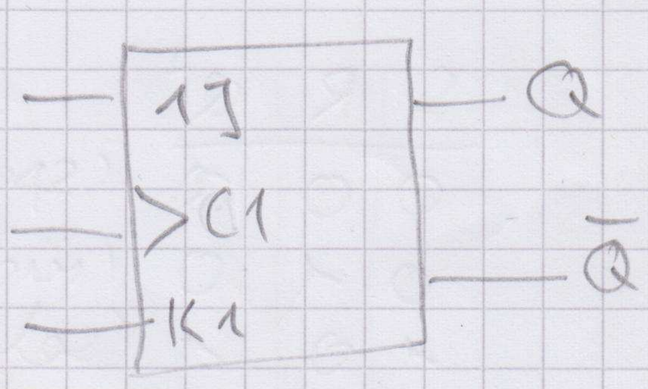
Neben den dynamischen Eingängen haben FF häufig noch weitere Eingänge:

- Statische Eingänge (Preset, Clear) zum taktunabhängigen Setzen / Rücksetzen des FFs
- statische Eingänge sind häufig low-aktiv
- statische Eingänge haben Vorrang von dynamischen Eingängen
- Freigabeeingang für das Taktsignal (CE, clock enable)



JK-FF

J	K	Q^+	
0	0	Q	(speichern)
0	1	0	(rücksetzen)
1	0	1	(setzen)
1	1	Toggle	



$\boxed{Q^+ = Q\overline{K} \vee \overline{Q}J}$

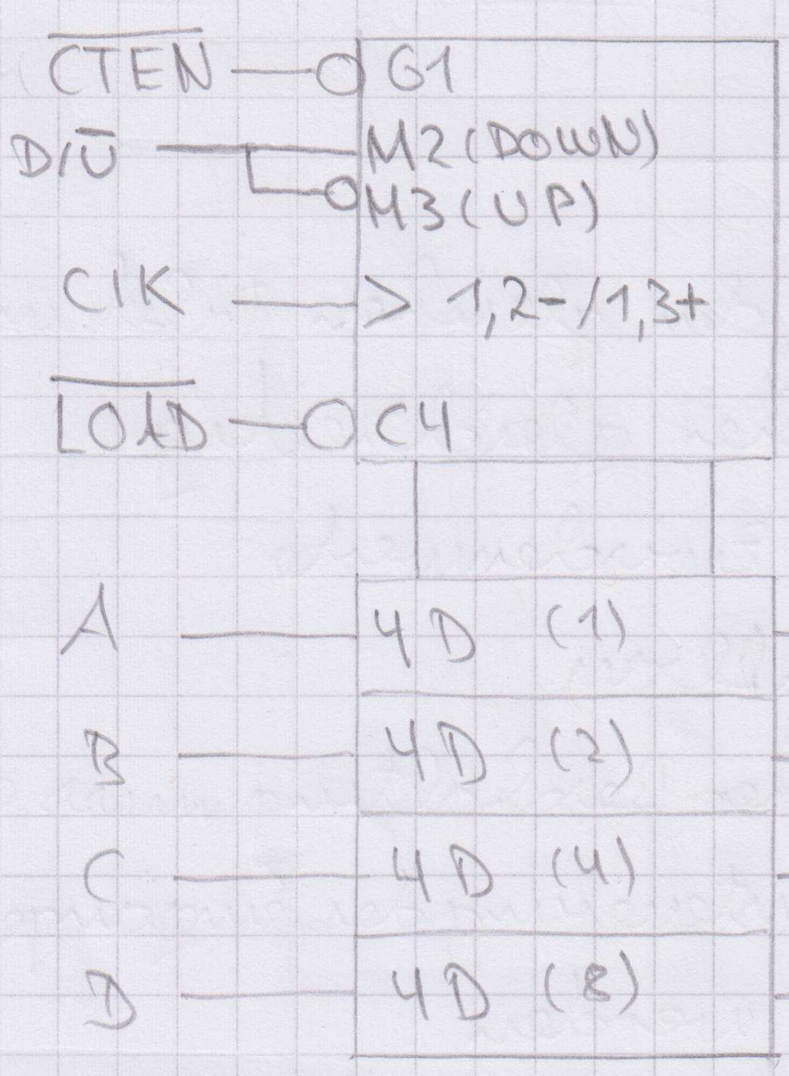
→ Allgemeines zu Zählern

- Zähler sind Schaltwerke zum Z.
- mit jedem Zählimpuls wird der Zähler in einen neuen Zustand versetzt, der „Zählerstand" ändert sich
- Bsp: Digitaluhr mit:
  - Modulo-60-Zähler (Sekunden)
  - Modulo-60-Zähler (Minuten)
  - Modulo-24-Zähler (Stunden)
- Schaltwerk mit n möglichen Zuständen: Modulo-n-Zähler

→ Mögliche Eigenschaften von Zählern

- Freigabe- und Sperrmöglichkeit
- Anzeige des maximalen/minimalen Zählerstands
- asynchroner Reset über statische Preset- und Clareingänge
- Zählrichtungen (vorwärts/rückwärts/umschaltbar)
- synchroner Reset über die dynamischen Vorbereitungseingänge

→ Symbol eines Zählers (Mod 16, vor/rück, par. Setzeingang)



Steuerblock:
- Freigabeeingang (Counter enable)
- Umschaltung der Zählrichtung
- Takteingang
- Ladeeingang

4 FFs mit
- Eingängen zum Voreinstellen
- Ausgängen

→ Erklärung zum Symbol des Zählers

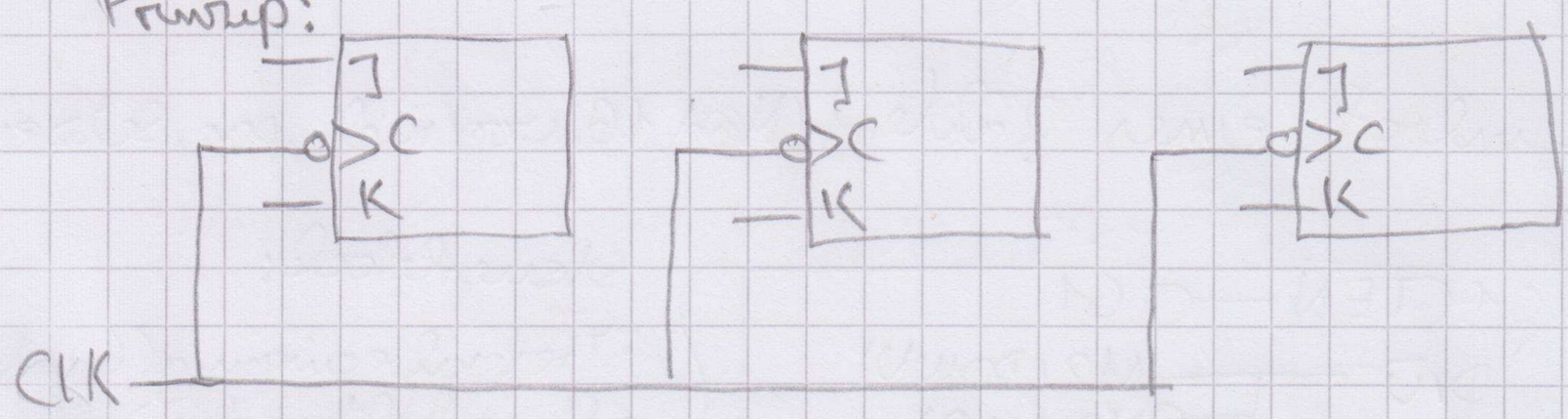
- $\overline{CTEN}$ —◁ G1 : Counter enable, Freigabe des Zählvorgangs
- D/$\overline{U}$ — M2 / ◁ M3 : gibt die verschiedenen Modi und deren Ansteuerung an (M2 runterzählen, M3 hochzählen)
- CLK —▷ 1,2-/1,3+ : Clock zum Zählen: Voraussetzung hierfür ist, dass G1=1, was an der "1" vor dem Komma erkennbar ist? Wenn M2 ausgewählt, wird runtergezählt (−), bei M3 hoch (+)
- $\overline{LOAD}$ —◁ C4 : LOAD=0, die an den Daten-eingängen anliegenden Informationen werden übernommen.

  ⇒ C4 ⟷ 4D (auf Nummer achten!)

→ Synchron/asynchroner Zähler

<u>Synchron</u>: zeitlich abgestimmter Vorgang

Prinzip:



⇒ Alle FF erhalten den gleichen Takt und schalten daher gleichzeitig

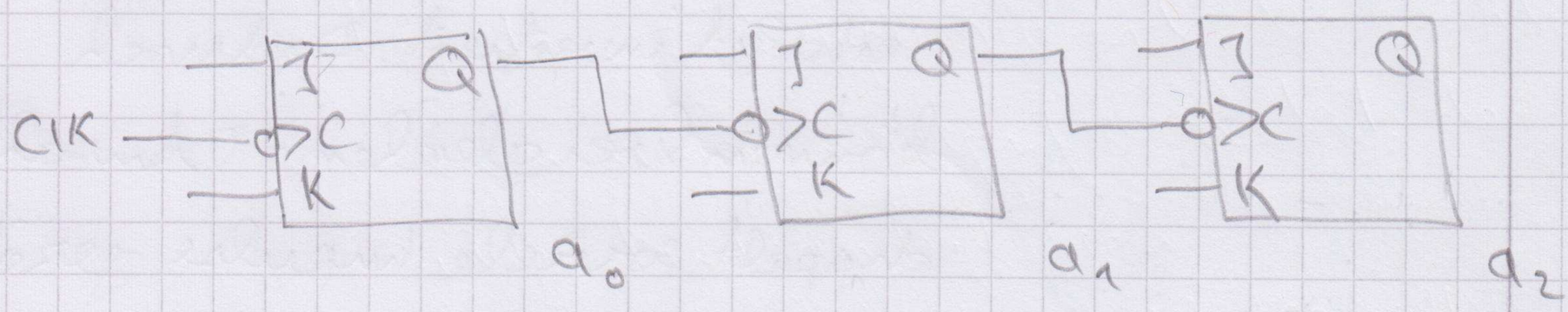
⇒ Keine falschen Zwischenwerte

⇒ Komplexer Aufbau

⇒ Mit zusätzlicher Beschaltung muss die adäquate Ansteuerung der Eingänge der FF realisiert werden

<u>asynchron</u>: zeitlich nicht abgestimmt

Prinzip:



=> FF schalten <u>nicht</u> gleichzeitig, sodass falsche Zwischenzustände entstehen

=> $\forall$ FF gilt: $J = K = 1$

=> extrem einfacher Aufbau

=> Ausgang eines FF erzeugt den Takt für das folgende FF.

-> Dualzähler: Bei einem Dualzähler stellen die Zustände der verwendeten FF den Zählerstand direkt als Dualzahl dar.

-> Ringzähler: Entsteht durch n hintereinander geschaltete FFs, wobei der Ausgang des letzten FFs zum Eingang des ersten FFs zurückgeführt wird.

- Ein FF wird gesetzt, alle anderen zurückgesetzt
- die 1 rotiert im Ring und ist nach n Zählimpulsen wieder an der gleichen Stelle:

- 10000 - 01000 - 00100 - ... 00001

→ Johnsonzähler: Aufbau ähnlich wie bei Ringzähler, lediglich die Rückführung erfolgt invertiert. Dadurch können bei gleicher FF Anzahl doppelt soviele Impulse gezählt werden

... - 10000 - 11000 - 11100 - ... - 00011 - 00001 - 00000

→ 4-Bit-Paralleladdierwerk
(Skript 3.3.4 – Seite 30 von 61)

→ 4-Bit-Serienaddierwerk
(Skript " – Seite 31 von 61)

→ Analyse von Schaltwerken

Funktion eines Schaltwerks ist bekannt, wenn entweder ein kompletter Graph oder eine komplette Funktionstabelle vorliegt

Bsp (Analyse mit Anregungsfunktionen - Skript 3.41)

~ Ausgangspunkt: Logikdiagramm eines Schaltwerkes

~ Ziel: Vollständiger Graph / vollst. FFtabelle

~ Vorgehensweise: - Anregungsfunktion aller FFs aus Logikdiagramm entnehmen
(→ Eingangsfunktionen der FFs)

- Tabelle mit allen Eingangs-, Zustands- und Ausgangsvariablen erstellen

- Folgezustände ermitteln
(JK-FF: $Q^+ = QK \vee \bar{Q}J$, D-FF: $Q^+ = D$)

z.B.

x	$Q_2 Q_1 Q_0$	y	D_2	$J_1 K_1$	$J_0 K_0$	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+