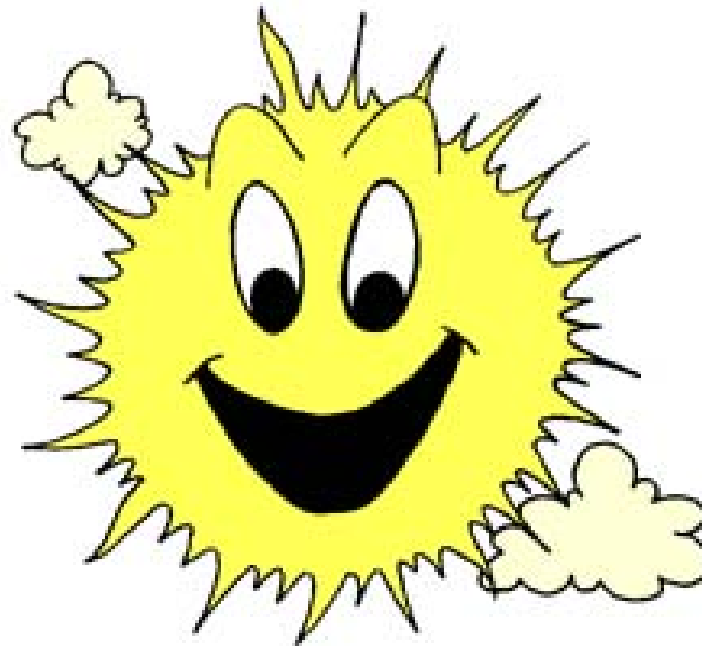
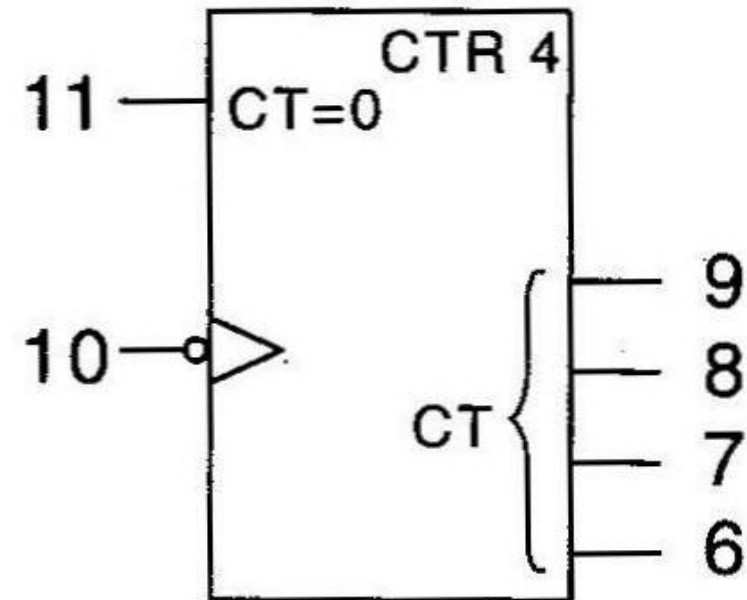
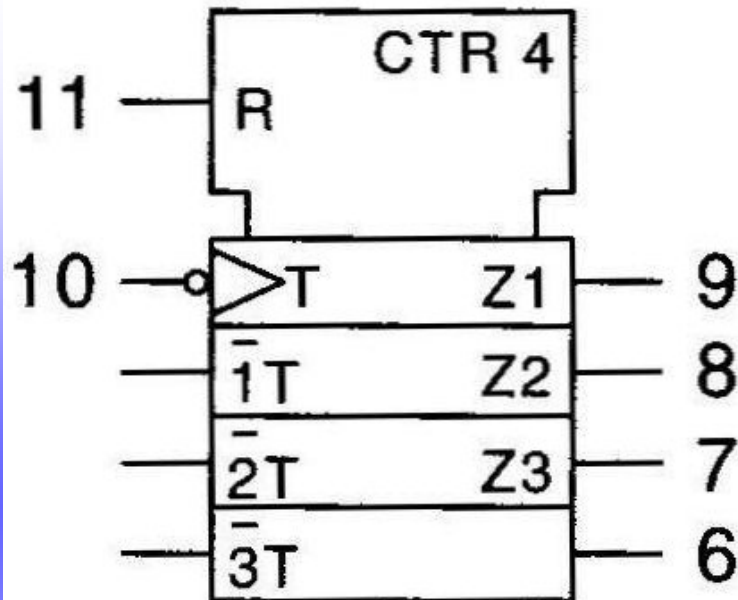


Wiederholung der 5. Vorlesung



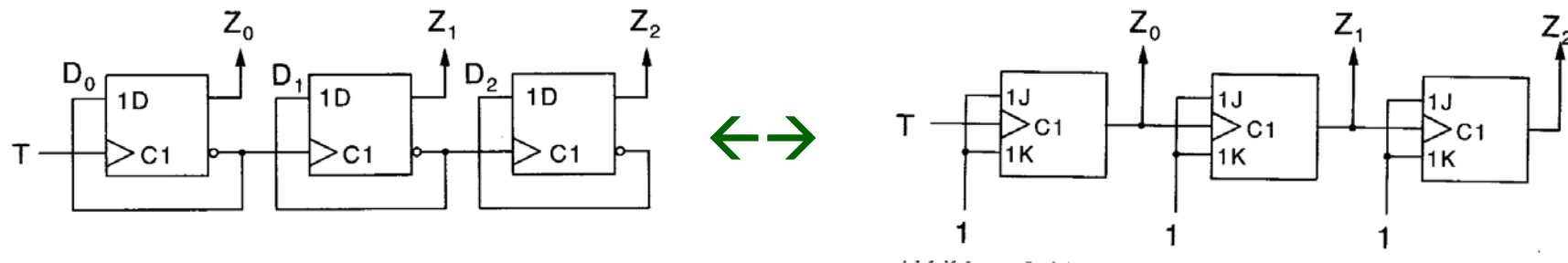
- Spezielle Schaltwerke
 - Serial in /out
 - Serial in / parallel out
 - Parallel in / serial out
- Zähler

11. Asynchrone Zähler (2) Schaltzeichen



Anmerkung: 4-Bit Binärzähler tragen auch oft die Bezeichnung **CTRDIV16**, also Zähler, der durch 16 teilt

11. Asynchrone Zähler (3)

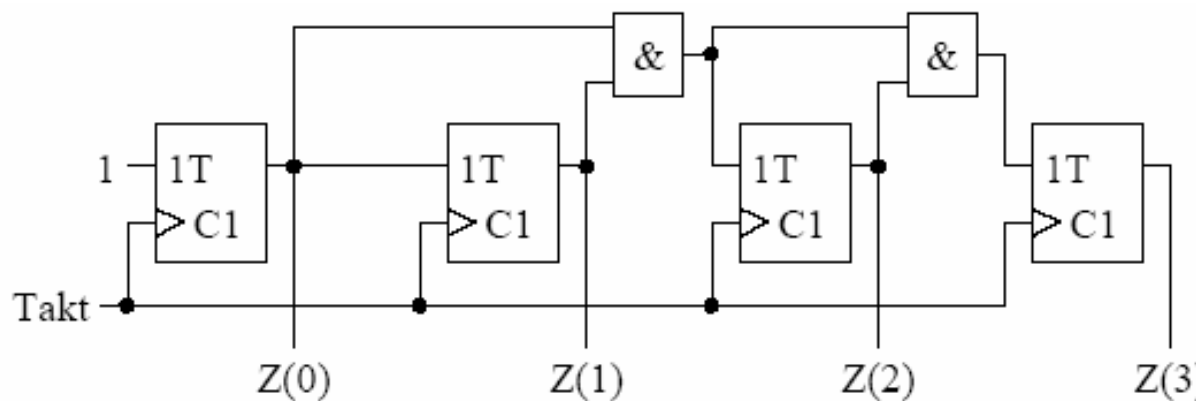


Beim asynchronen Zähler verbindet man den **Ausgang** des vorhergehenden Flip-Flops mit dem **Takteingang** des nachfolgenden Flip-Flops. Dann wird das nachfolgende Flip-Flop mit der halben Frequenz seines Vorgängers getaktet und wechselt somit auch nur halb so häufig seinen Zustandswert.

Man beachte die **Verzögerung**, die sich **von Ausgang zu Ausgang** ergibt. Sie resultiert daher, dass ein Ausgang als Taktsignal der nächsten Zählerstufe verwendet wird. Durch diese Verzögerungen wird am Ausgang nun **nicht sauber hochgezählt**, sondern an den Übergängen ergeben sich **kurzzeitig falsche Zählerwerte**.

11. Synchrone Zähler

Bei einem synchronen Zähler wird ein Zählimpuls allen Flip-Flops gleichzeitig zugeführt. Ein derartiger Zähler ist aber etwas aufwändiger als ein asynchroner Zähler.

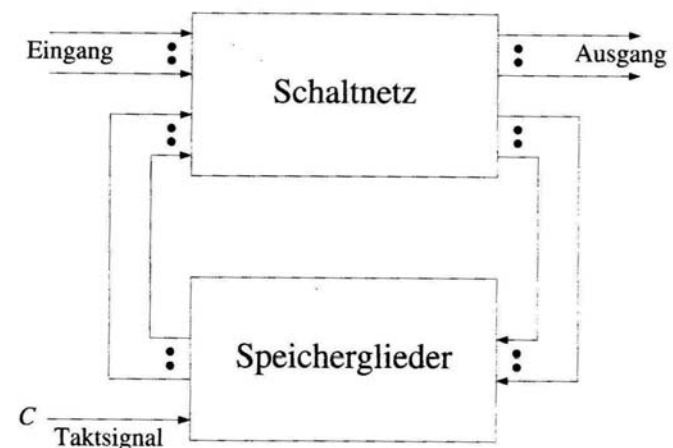


$$\begin{aligned}
 T(0) &= 1 \\
 T(1) &= Z(0) \\
 T(2) &= Z(0) \wedge Z(1) \\
 &= T(1) \wedge Z(1) \\
 T(3) &= Z(0) \wedge Z(1) \wedge Z(2) \\
 &= T(2) \wedge Z(2)
 \end{aligned}$$

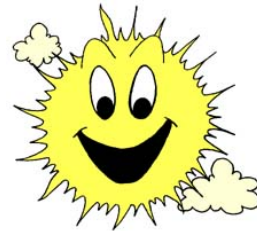
Wiederholung synchrones

Schaltwerk:

- Schaltnetz
- Speicherglieder



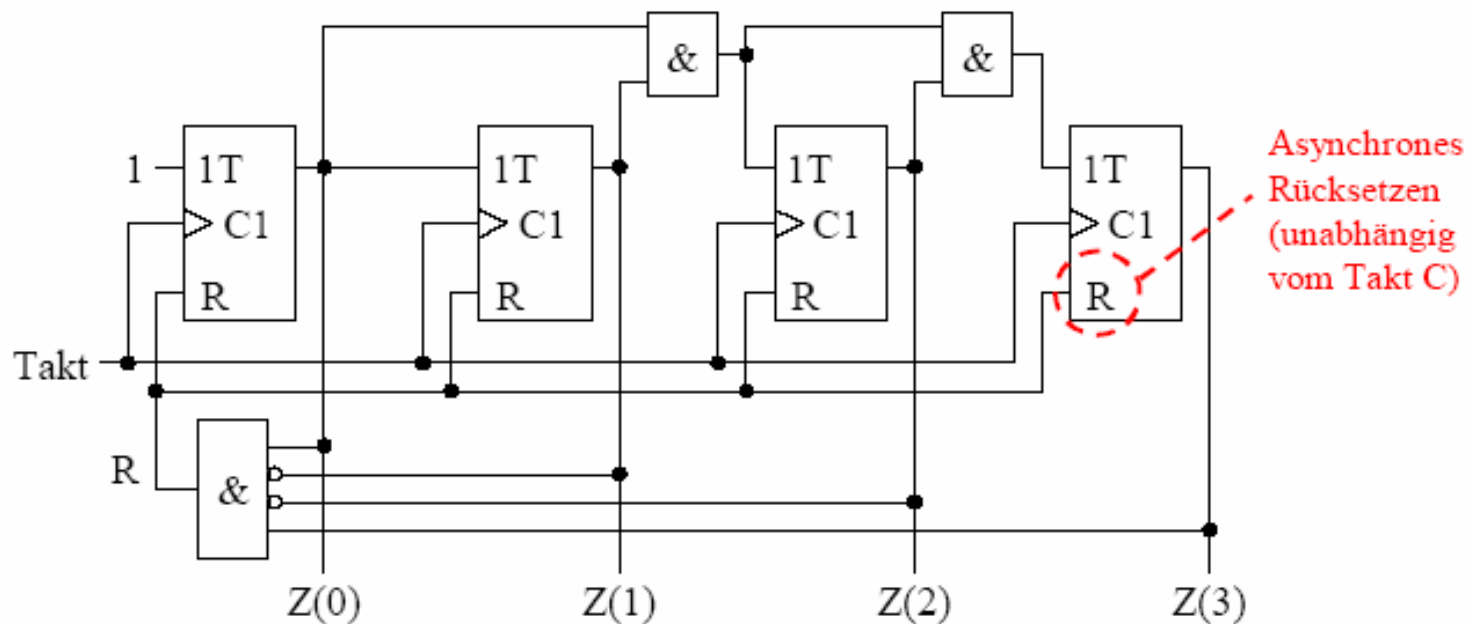
Ende der Wiederholung



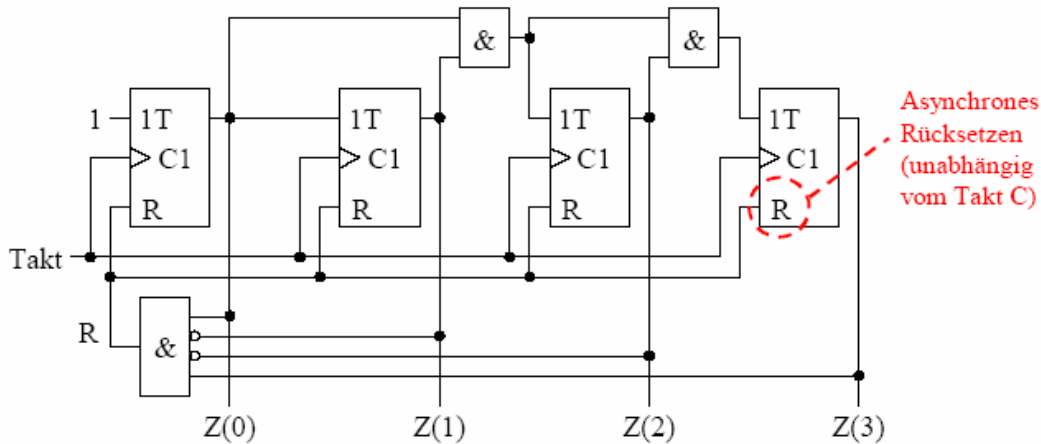
11. Modulo-N Zähler

Bisweilen werden Zähler benötigt, welche bis zu einem bestimmten Wert N zählen. Sobald dieser Wert N erreicht ist, soll der Zähler wieder auf 0 zurückgesetzt werden.

Dies erreicht man durch eine UND-Verknüpfung der Ausgänge, die ein Rücksetzen aller Zähler bewirkt.

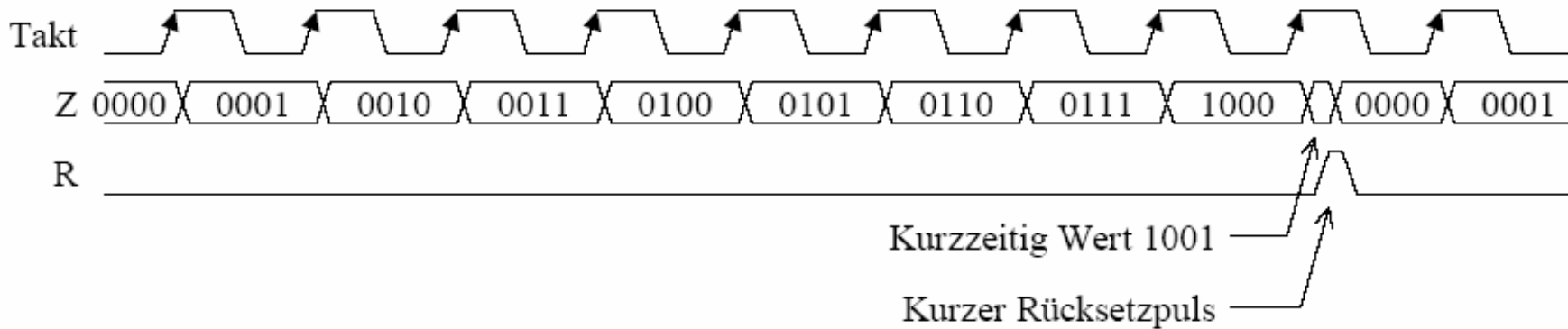


11. Modulo-N Zähler (async. Rücksetzen)



Asynchrones Rücksetzen (unabhängig vom Takt C)

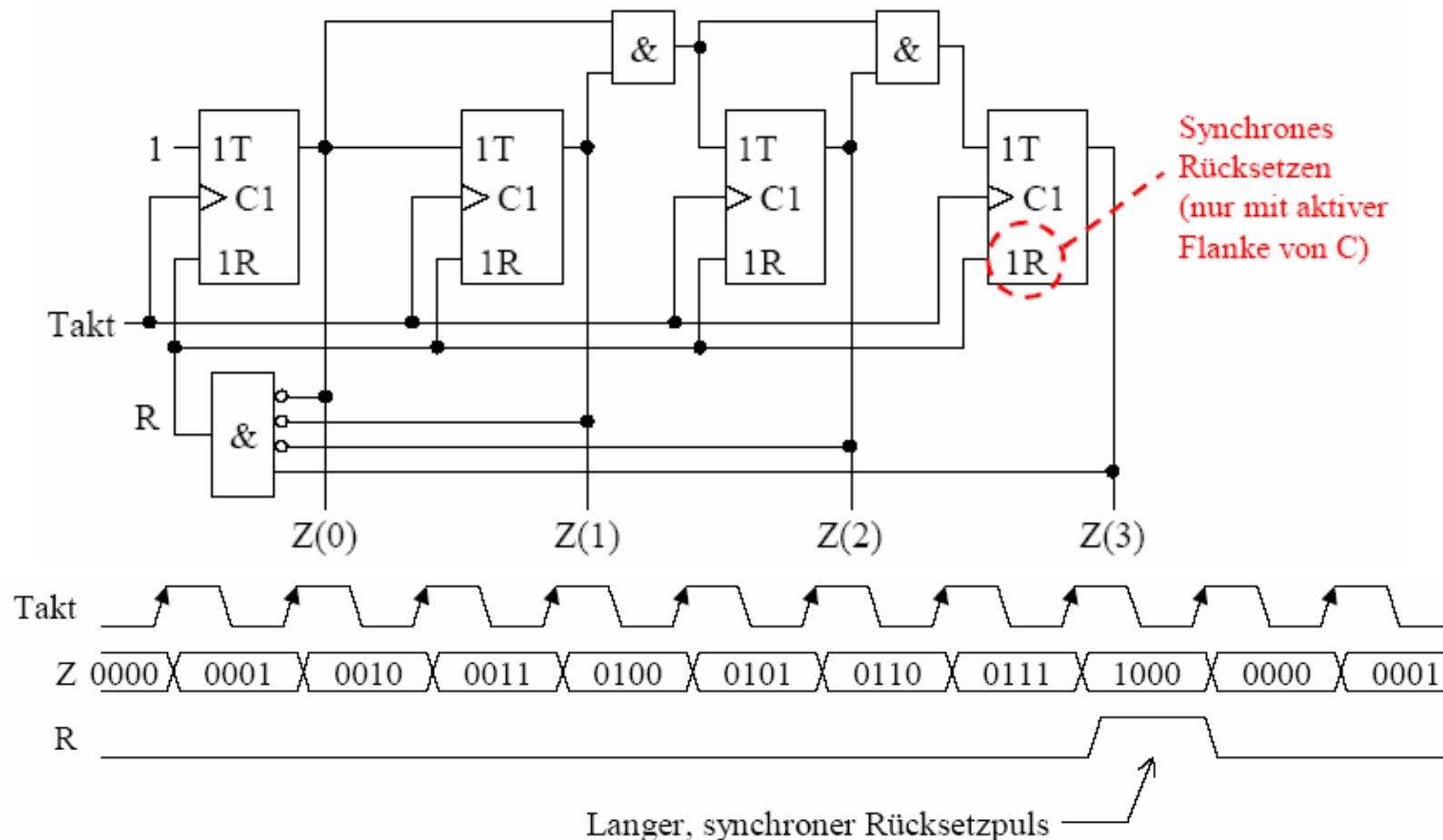
Asynchrones Rücksetzen kann Probleme machen!



Wie kann das kurzzeitige Auftreten eines falschen Wertes an den Ausgängen des Zählers vermieden werden?

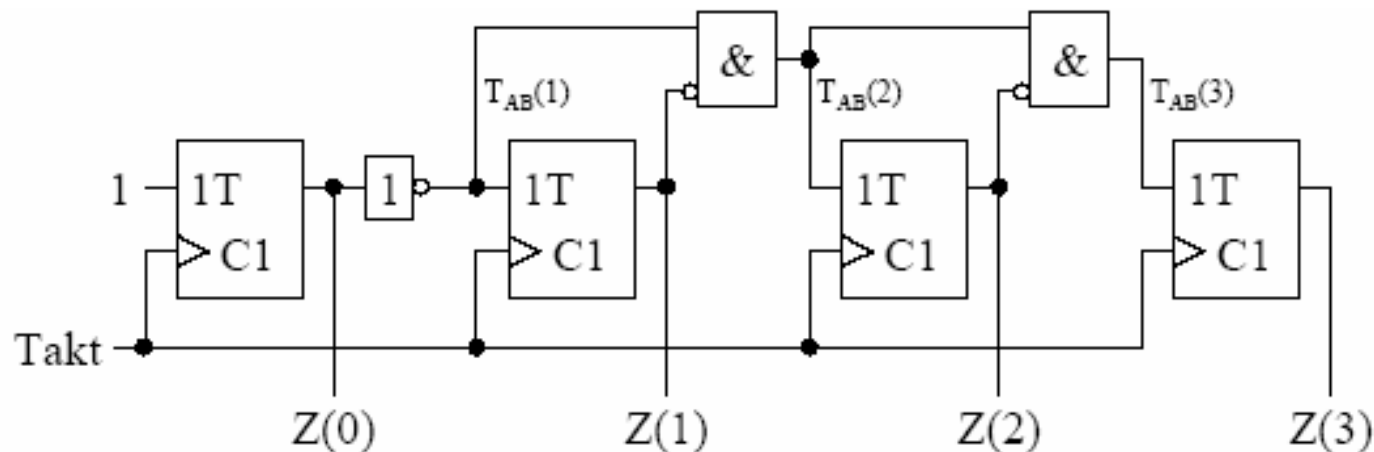
11. Modulo-N Zähler (synchr. Rücksetzen)

Beim synchronen Rücksetzen ermittelt man den Wert N-1 durch ein UND-Gatter und wählt Flip-Flop-Typen mit einem synchronen Rücksetzeingang.

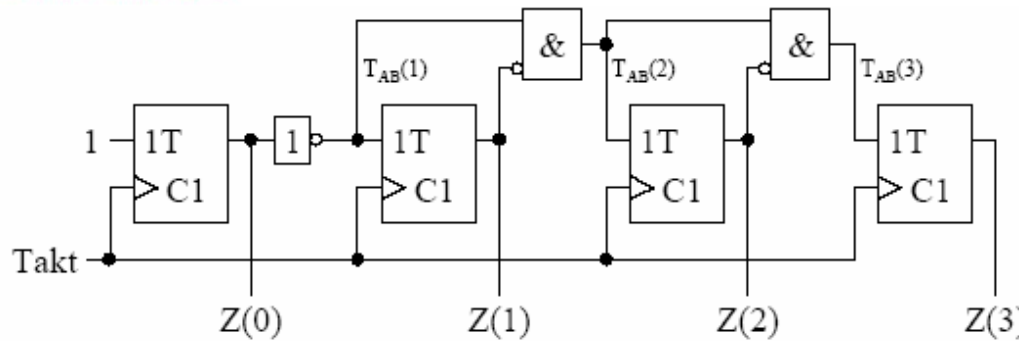


11. Rückwärtszähler

Durch Invertierung von Eingängen der UND-Gatter, mit denen die Wechsel-Bedingung der T-Flip-Flops ermittelt wird, kann beispielsweise der zuvor besprochene 4-Bit Aufwärtszähler in einen Abwärtszähler umgewandelt werden:



11. Rückwärtszähler (2) Analyse mit Tabelle



$$\begin{aligned}
 \text{TAB}(0) &= 1 \\
 \text{TAB}(1) &= \neg Z(0) \\
 \text{TAB}(2) &= \text{TAB}(1) \wedge \neg Z(1) \\
 \text{TAB}(3) &= \text{TAB}(2) \wedge \neg Z(2) \\
 \text{TAB}(i) &= \text{TAB}(i-1) \wedge \neg Z(i-1)
 \end{aligned}$$

Z3	Z2	Z1	Z0	Tab (3)	Tab (2)	Tab (1)
0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0

12. Hazards

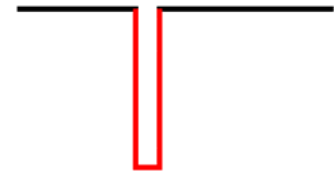
- Kurzzeitige und unerwartete Änderungen der Werte auf Signalleitungen.
- Eine Schaltung, die eine **Gefahr (Hazard)** enthält, hat das Potenzial einen **Störimpuls** von kurzer Dauer (**Glitch**) zu produzieren.
- Hazards können zu **instabilem Verhalten** in Schaltungen führen und müssen daher schon beim Entwurf vermieden werden.

12. Hazard-Typen

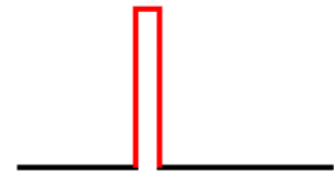
erwartet

gestört

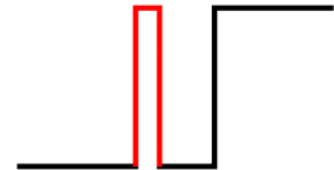
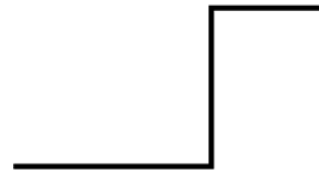
negativer statischer Hazard



positiver statischer Hazard



dynamischer Hazard



12. Entstehung von Hazards

- Unterschiedliche Laufzeiten von Signalen in der Schaltung, die später kombiniert werden.
- Als **gleichzeitig angenommene** Signal-Änderungen werden **real zeitversetzt** ausgeführt.

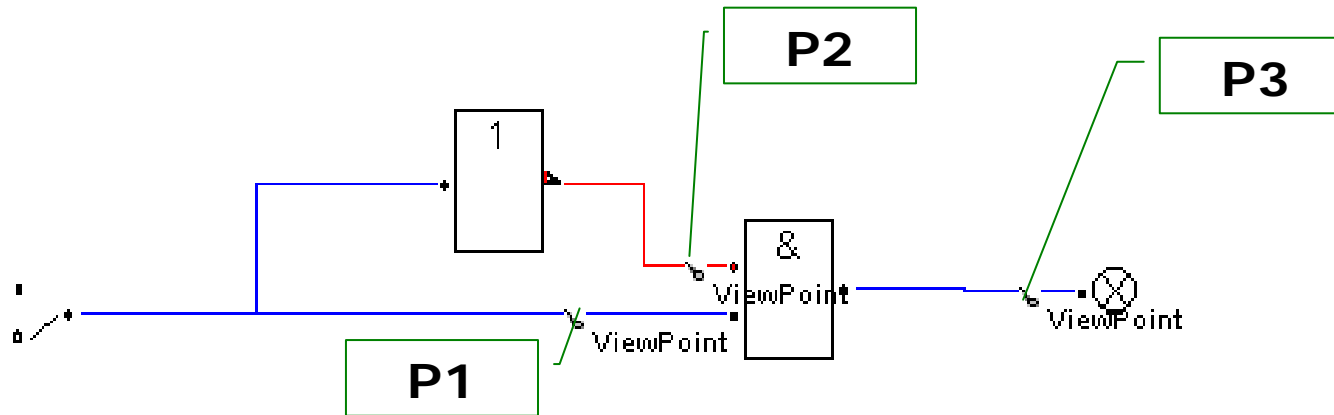
Man unterscheidet:

1. Logik-Hazards
2. Funktions-Hazards

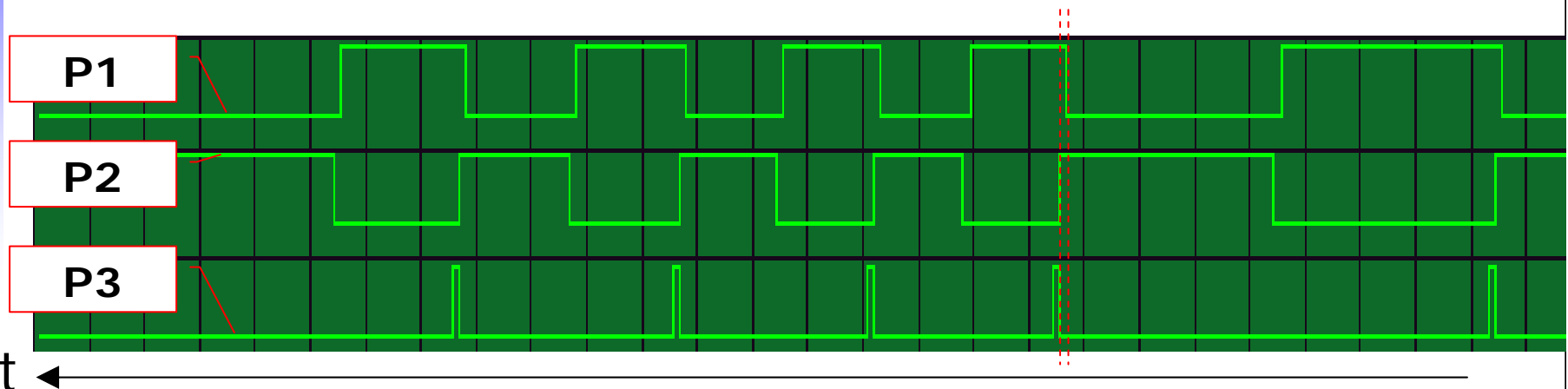
12.1 Logik-Hazards

- Ein Eingangssignal verzweigt in der Schaltung.
- In einem Gatter werden die zuvor verzweigten Signale wieder kombiniert.
- Wenn auf den unterschiedlichen Signalpfaden unterschiedliche Laufzeiten benötigt werden, kann es zu Störimpulsen kommen.

Beispiel für Logik-Hazard

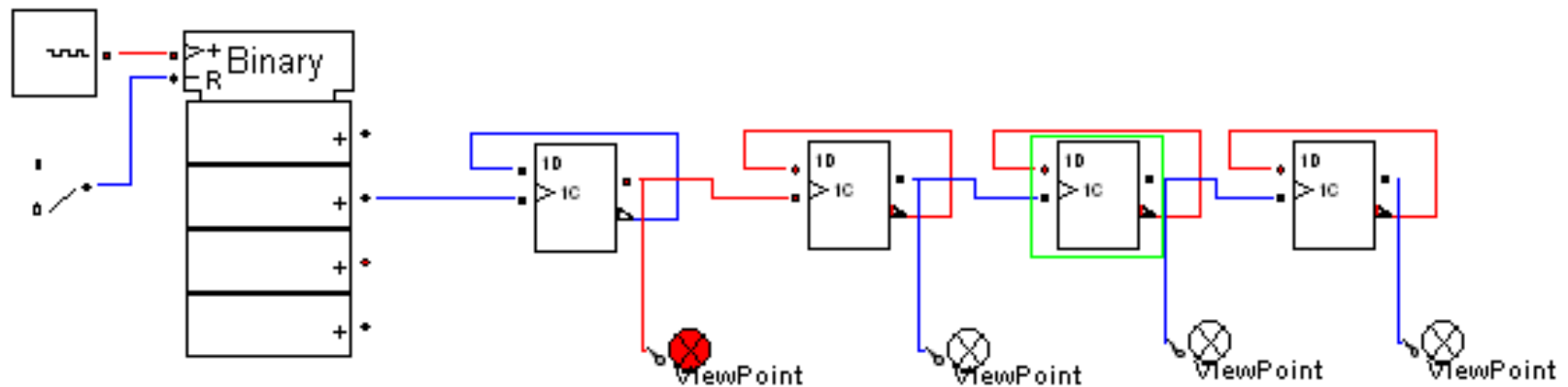


Test mit Digitalsimulator: Aus der Logik der Verknüpfung müsste Ausgang (P3) stets auf Low bleiben. Durch **Laufzeit**unterschiede entsteht jedoch ein Hazard.



Empfohlene Hausaufgabe

Untersuchen Sie mit dem Digitalsimulator einen Asynchronen Zähler



Binärzähler dient als Frequenzteiler für den Taktgenerator