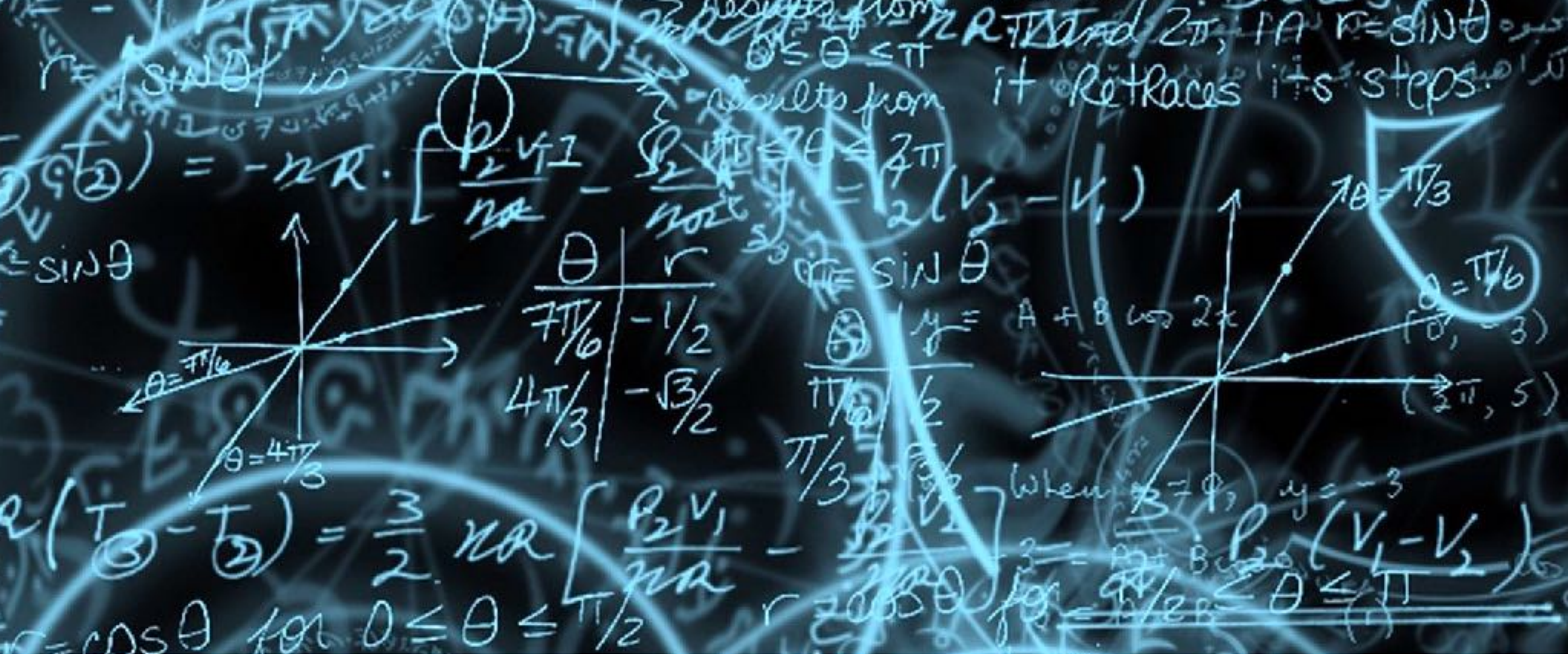


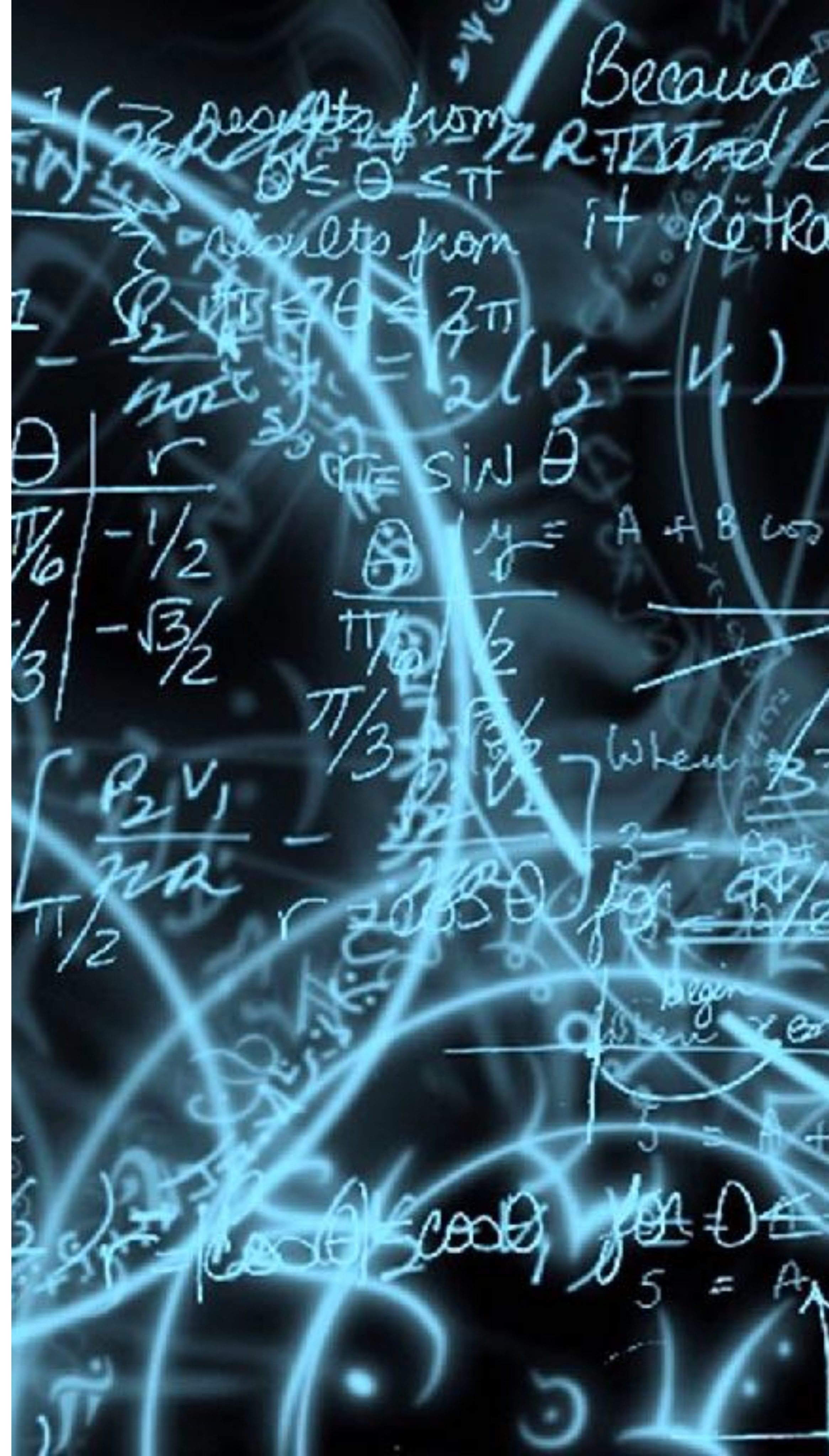

# EINFÜHRUNG IN DIE TECHNISCHE INFORMATIK

## *TUTORIUM 18.11.2016*

Steffen Lindner, Email: steffen.lindner@student.uni-tuebingen.de

# BESPRECHUNG

*Blatt 4*



# WIEDERHOLUNG

*Vorlesung & Für Blatt 5*

# WIEDERHOLUNG: HAZARDS

- Funktionshazards: Erkennen durch normales KV
- Hazard bei Übergang, wenn nicht monotone Folge

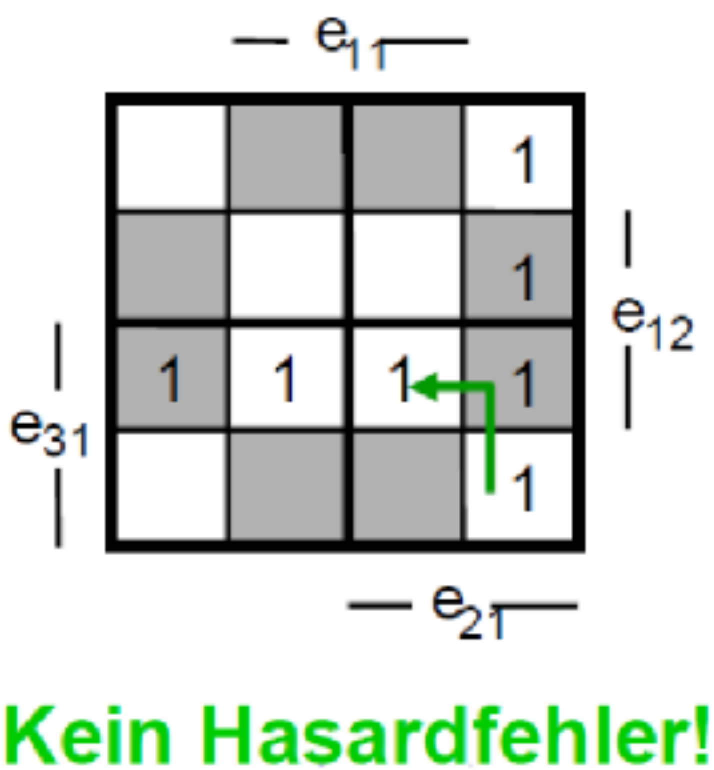
$f(c, b, a)$

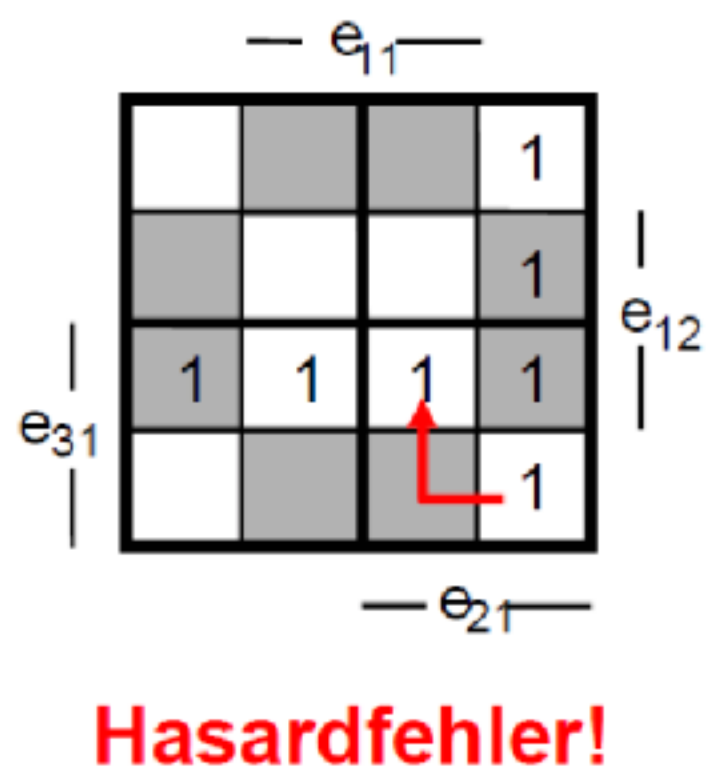
| | | | c | c |
|---|---|---|---|---|
| | | a | a | |
| | 1 ₀ | 1 ₁ | 0 ₅ | 1 ₄ |
| b | 1 ₂ | 1 ₃ | 1 ₇ | 1 ₆ |

- Betrachte Übergang (cba): (001) -> (100)
- Übergang: 1-0-1 —> Funktionshazard

# WIEDERHOLUNG: HAZARDS

- Strukturhazard: Erkennen durch „Struktur-KV“ (KV-Diagramm mit Pfadvariablen)

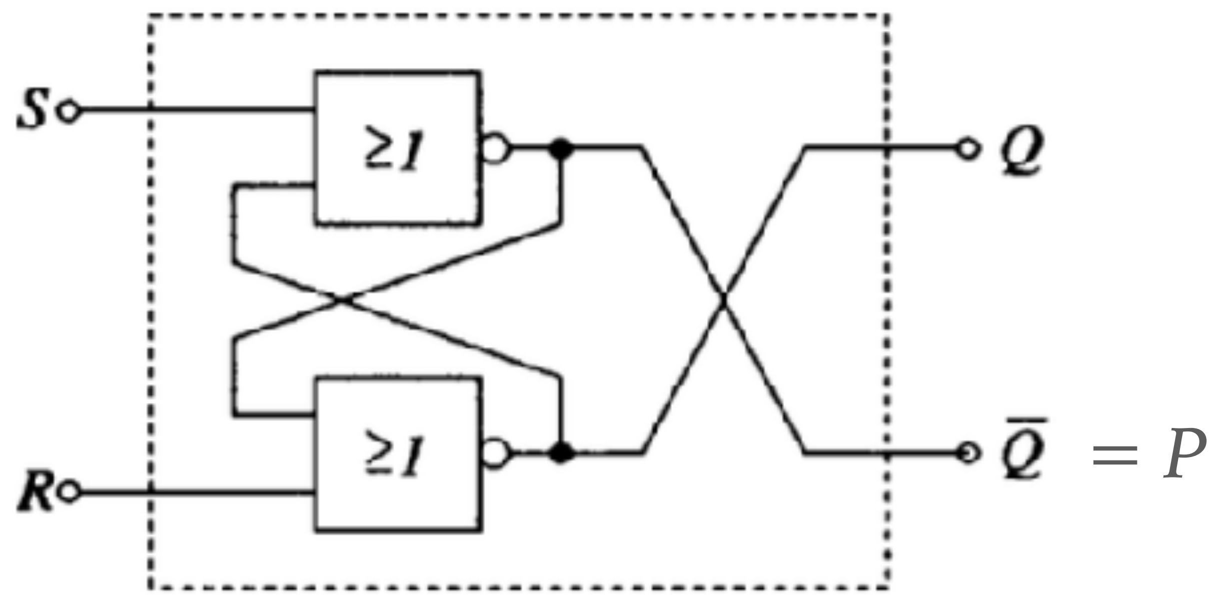


# WIEDERHOLUNG: FLIPFLOPS

- Bisher: Keine Speicherung von Signalwerten möglich!
- Lösung: Rückkoppelung
- Verschiedene FlipFlops: RS-, D-, T-, JK- FlipFlops
- Grundprinzip immer gleich

# WIEDERHOLUNG: RS-FLIPFLOP

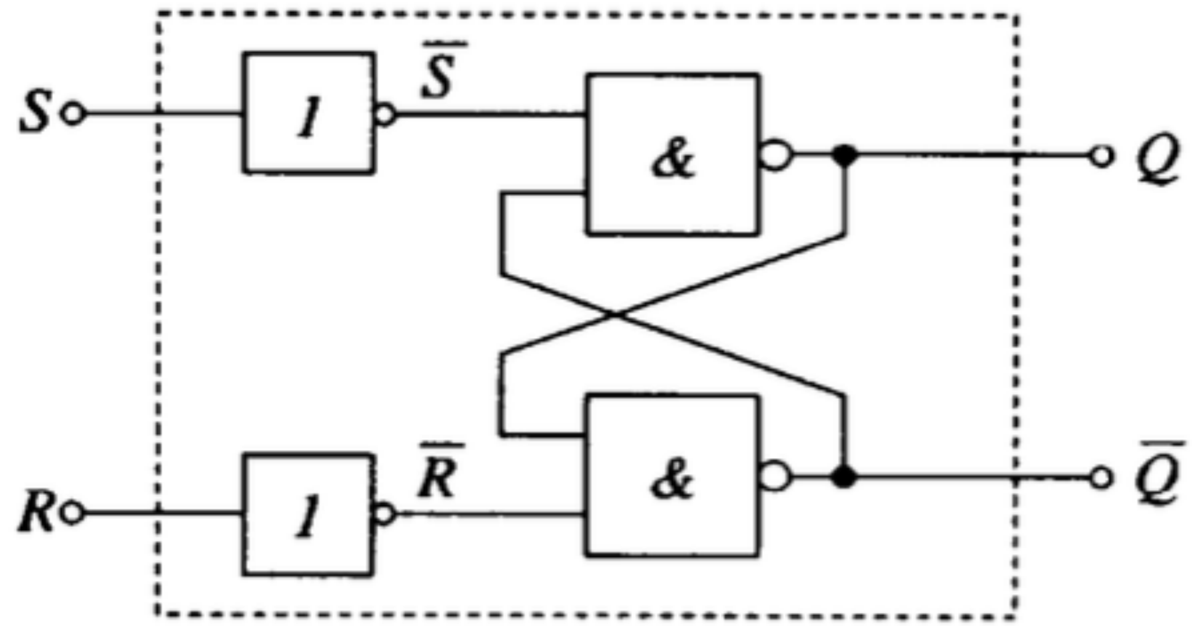



➤ S: Set, R: Reset

| $S$ | $R$ | $P$ | $Q$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | speichern | |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | unzulässig | |

# WIEDERHOLUNG: RS-FLIPFLOP

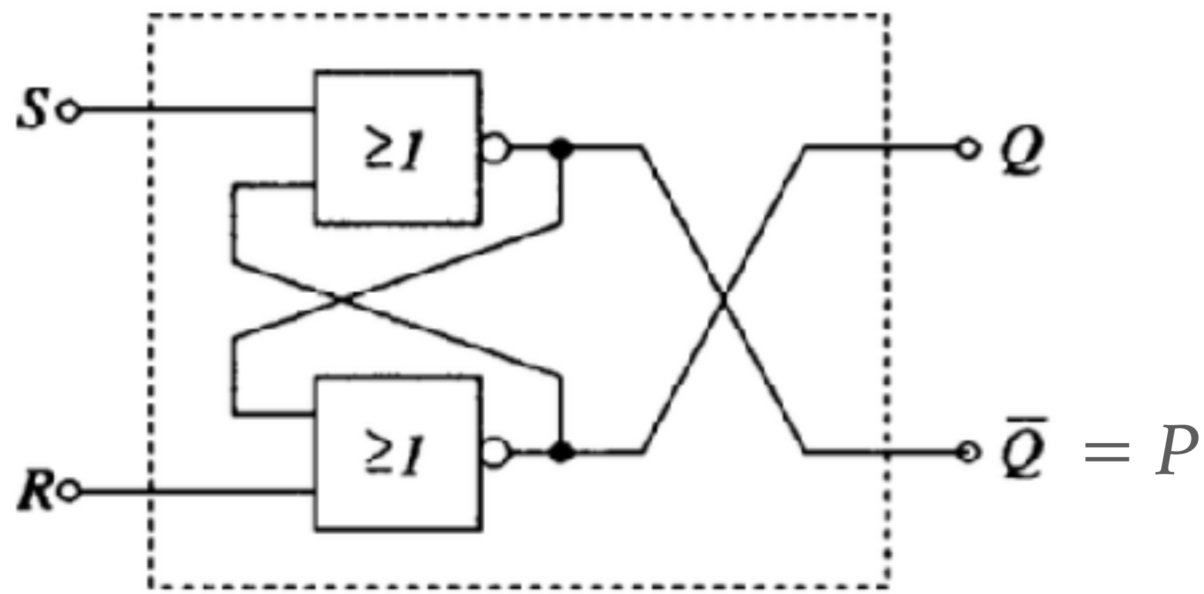
- Auch mit NAND's möglich




- Beachte: Eingänge S und R negiert, um gleiche Speicherzustände zu erhalten (S = 0, R = 0 —> Speichern)

# WIEDERHOLUNG: RS-FLIPFLOP

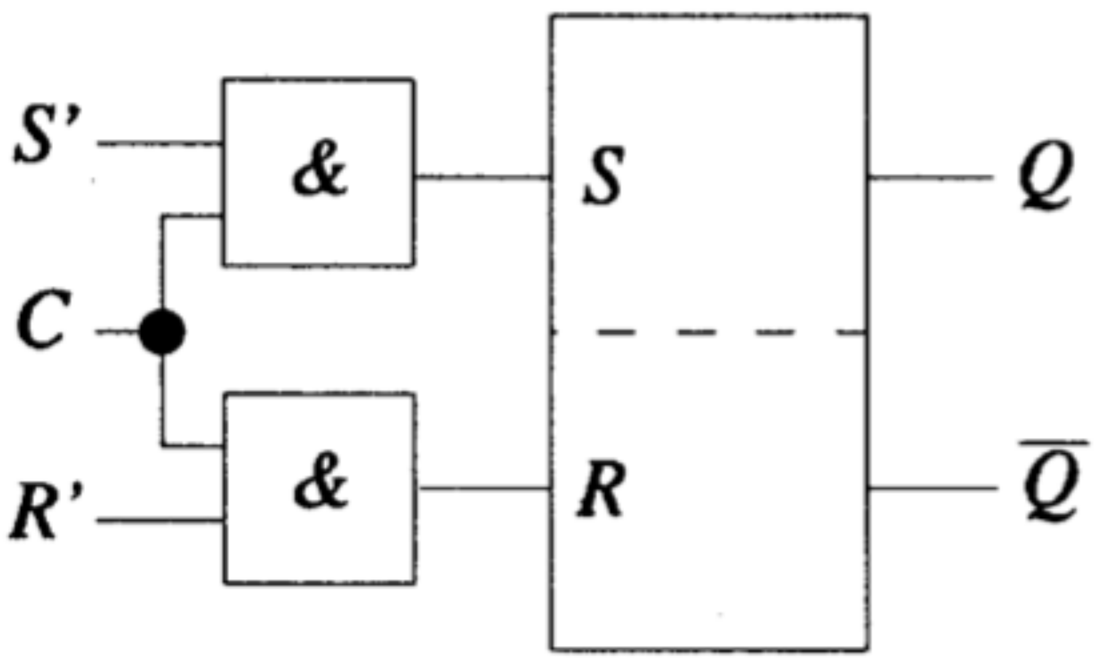
- Wieso ist S = 1, R = 1 unzulässig?

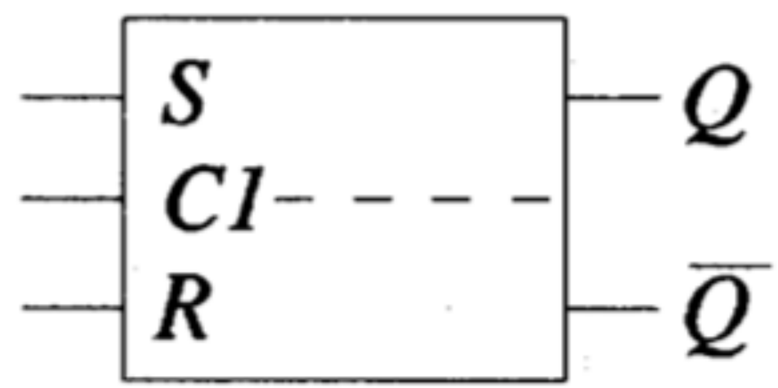



- Bei S = 1 und R = 1 gilt Q = P = 0 (nicht erwünscht, Q und P sollen komplementär sein)

# WIEDERHOLUNG: TAKTZUSTANDSGESTEUERTE FLIPFLOPS

- FlipFlop hat zusätzlich noch Eingang für einen Takt (Clock)
- Nur wenn dieser Eingang 1 ist (Spannung liegt an) schaltet das FlipFlop, ansonsten speichert es

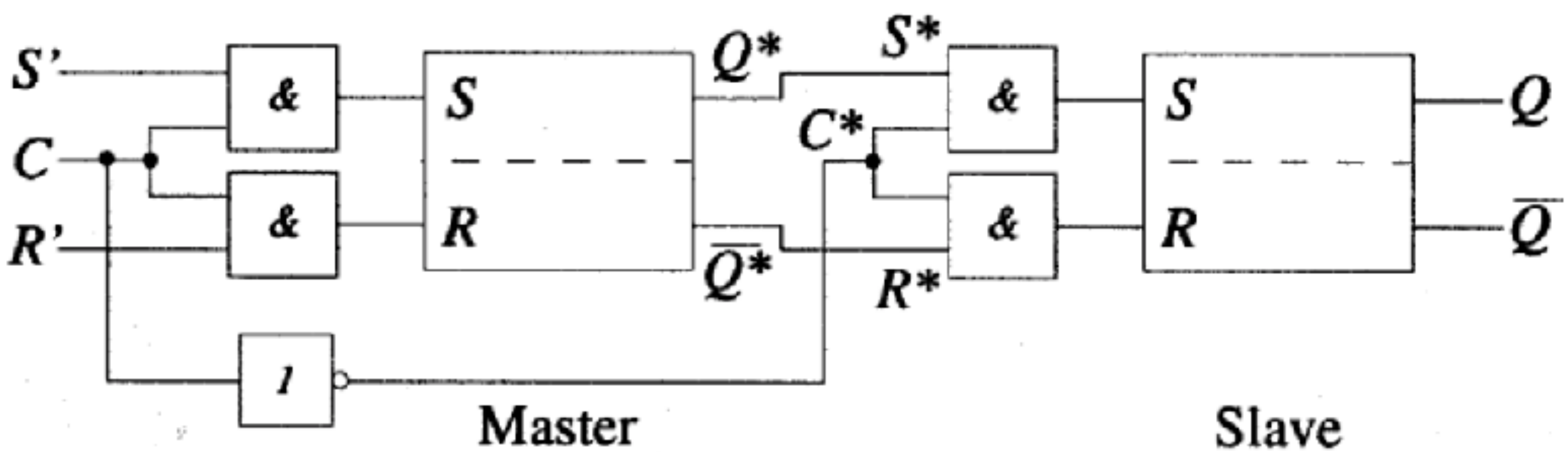



- Vorteil: Durch geschickten Takt können Hazards vermieden werden

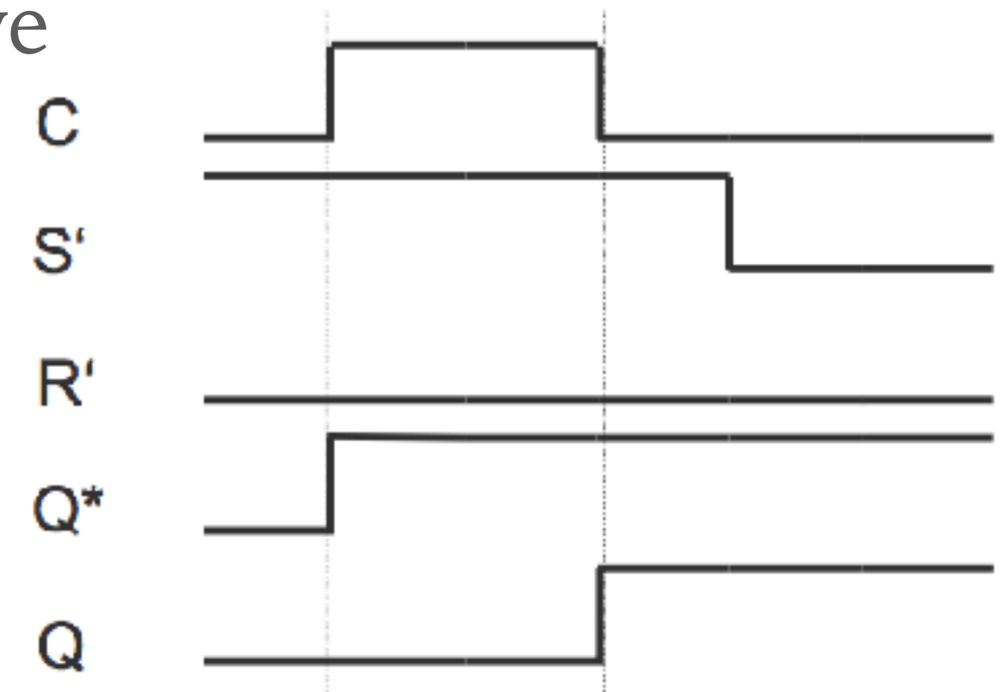
# WIEDERHOLUNG: MASTER-SLAVE FLIPFLOPS

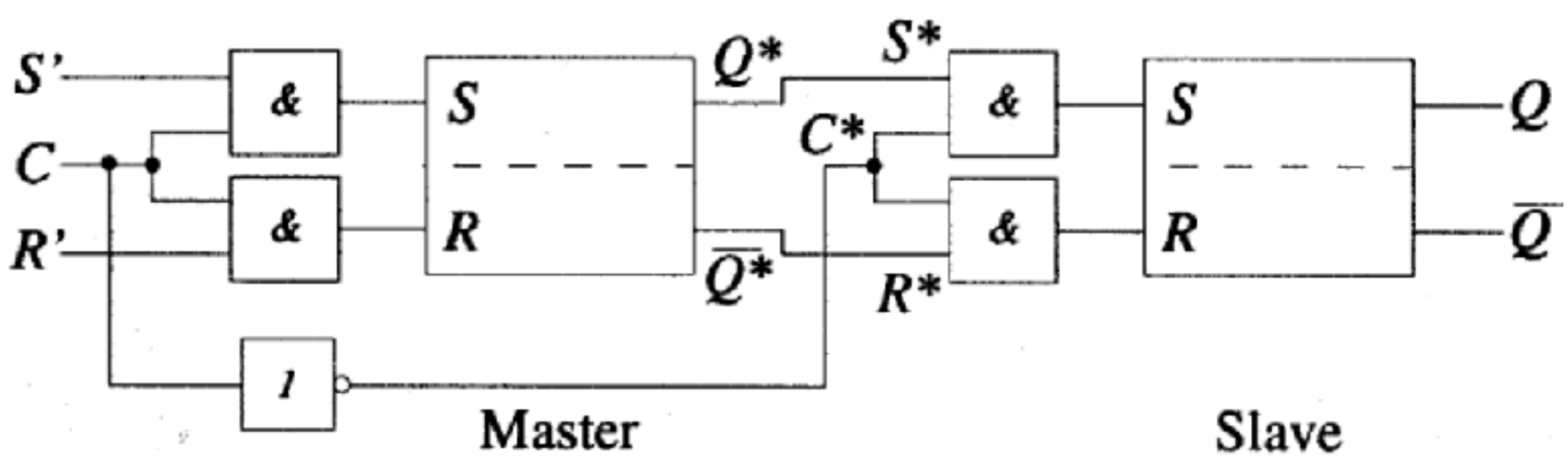
- Problem: 2 hintereinandergeschaltene takzustandsgesteuerte FlipFlops —> Änderung des ersten FlipFlops wird innerhalb des ersten Takts zum zweiten FlipFlop übernommen
- Lösung: 2. FlipFlop läuft mit invertiertem Takt —> Master-Slave



# WIEDERHOLUNG: MASTER-SLAVE FLIPFLOPS

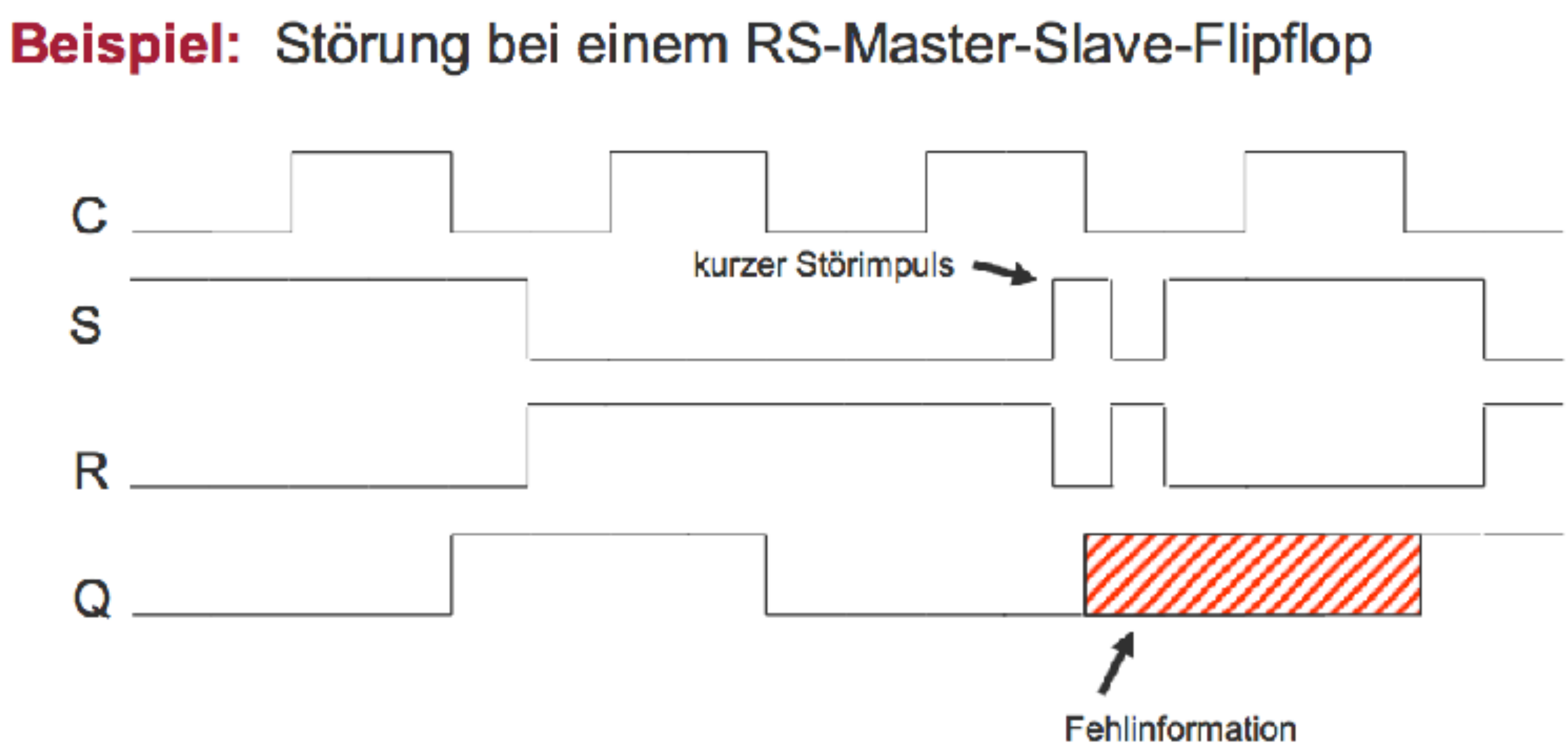
- Beispiel: S = 1 bei RS-Master-Slave



# WIEDERHOLUNG: TAKTZUSTANDSGESTEUERTE FLIPFLOPS

- Nachteil: Eingangswerte müssen Konstant gehalten werden solange C = 1 (auch bei Master-Slave)

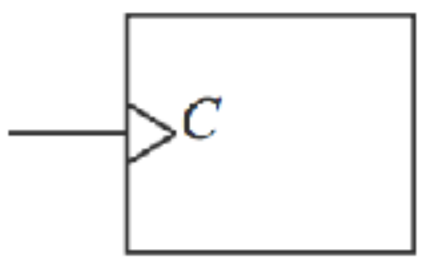



- Lösung: Taktflankengesteuerte FlipFlops

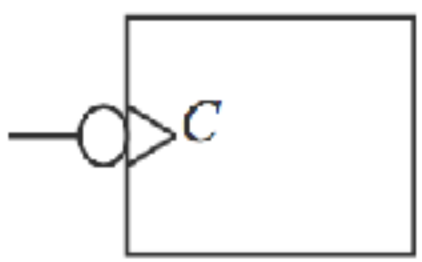
# WIEDERHOLUNG: TAKTFLANKENGESTEUERTE FLIPFLOPS

- Taktflanke definiert den Zeitpunkt, zu dem die Zustandsänderung eintritt
- Eingangssignale müssen nur kurz vor und nach der Taktflanke konstant sein

**Schaltzeichen für Takteingänge mit Flankensteuerung:**




Zustandsübergang bei positiver Taktflanke (C = 0→1)




Zustandsübergang bei negativer Taktflanke (C = 1→0)

Steffen Lindner, Email: steffen.lindner@student.uni-tuebingen.de

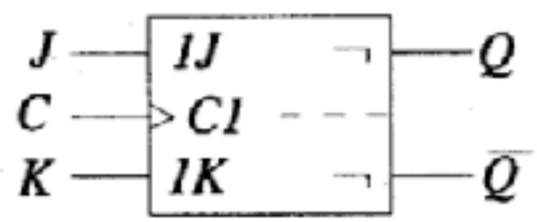
# WIEDERHOLUNG: JK-FLIPFLOP

- Erweiterung des RS-FF: JK-FF
- Jump (J) und Kill (K) entsprechen S (Set) und R (Reset) des RS
- Unterschied: Unzulässiger Zustand des RS-FF ist nun Toggle Zustand
- Entweder als Master-Slave-FF oder als taktflankengesteuertes FF
- Intern aufgebaut aus 2 RS-FF (siehe Skript)

# WIEDERHOLUNG: JK-FF

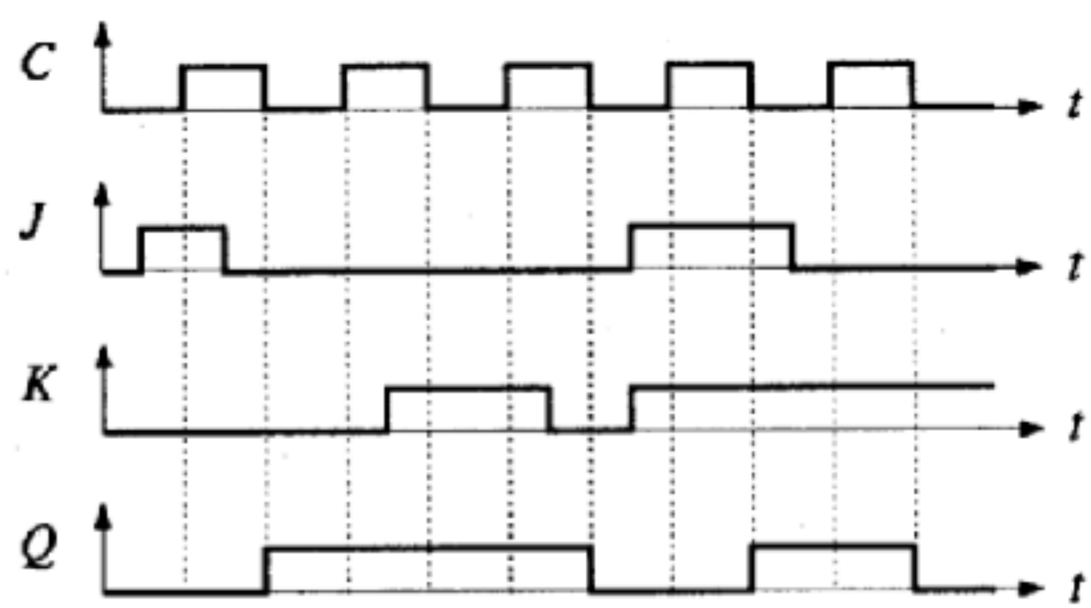
- Beispiel: Zweiflankengesteuertes JK-FF

**Zweiflankengesteuertes JK-Master-Slave-Flipflop:**




b) Schaltzeichen

| J | K | $Q_{n+1}$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $Q_n$ |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | $\bar{Q}_n$ |

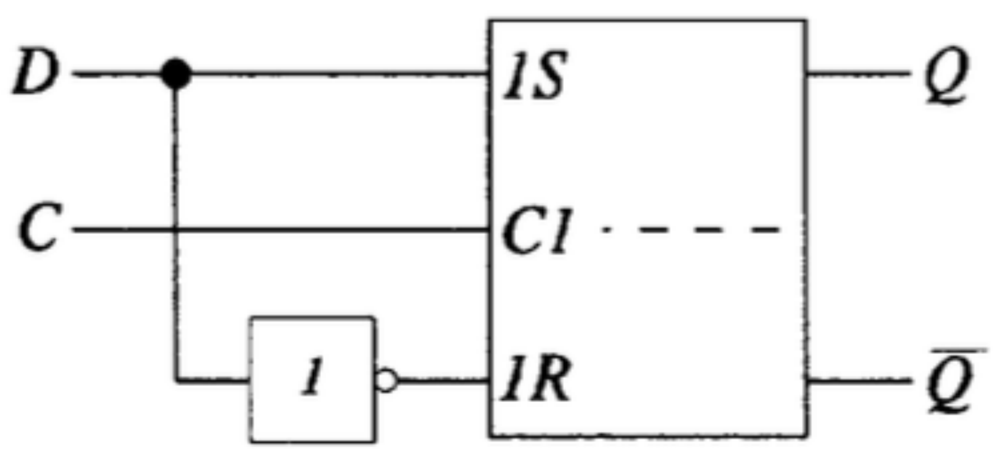



a) Impulsdiagramm

Steffen Lindner, Email: steffen.lindner@student.uni-tuebingen.de

# WIEDERHOLUNG: D-FF

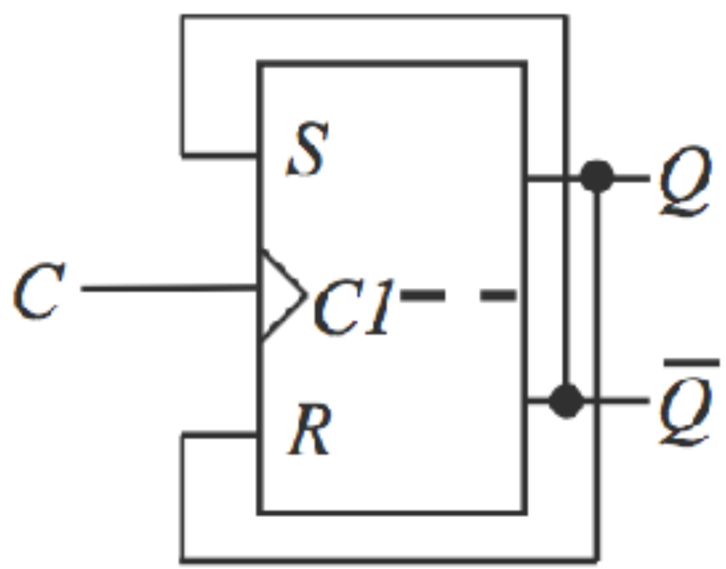
- D-FF ist ein RS-FF bei dem D = S = ¬ R gilt —> Unzulässige Kombination vermieden
- D-FF reines „Verzögerungsflipflop“ bei entsprechendem Takt

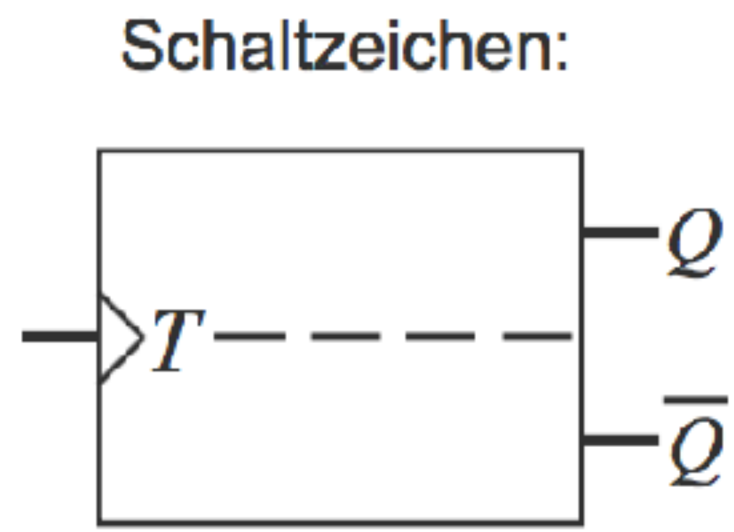



| D | S | R | $Q_{n+1}$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

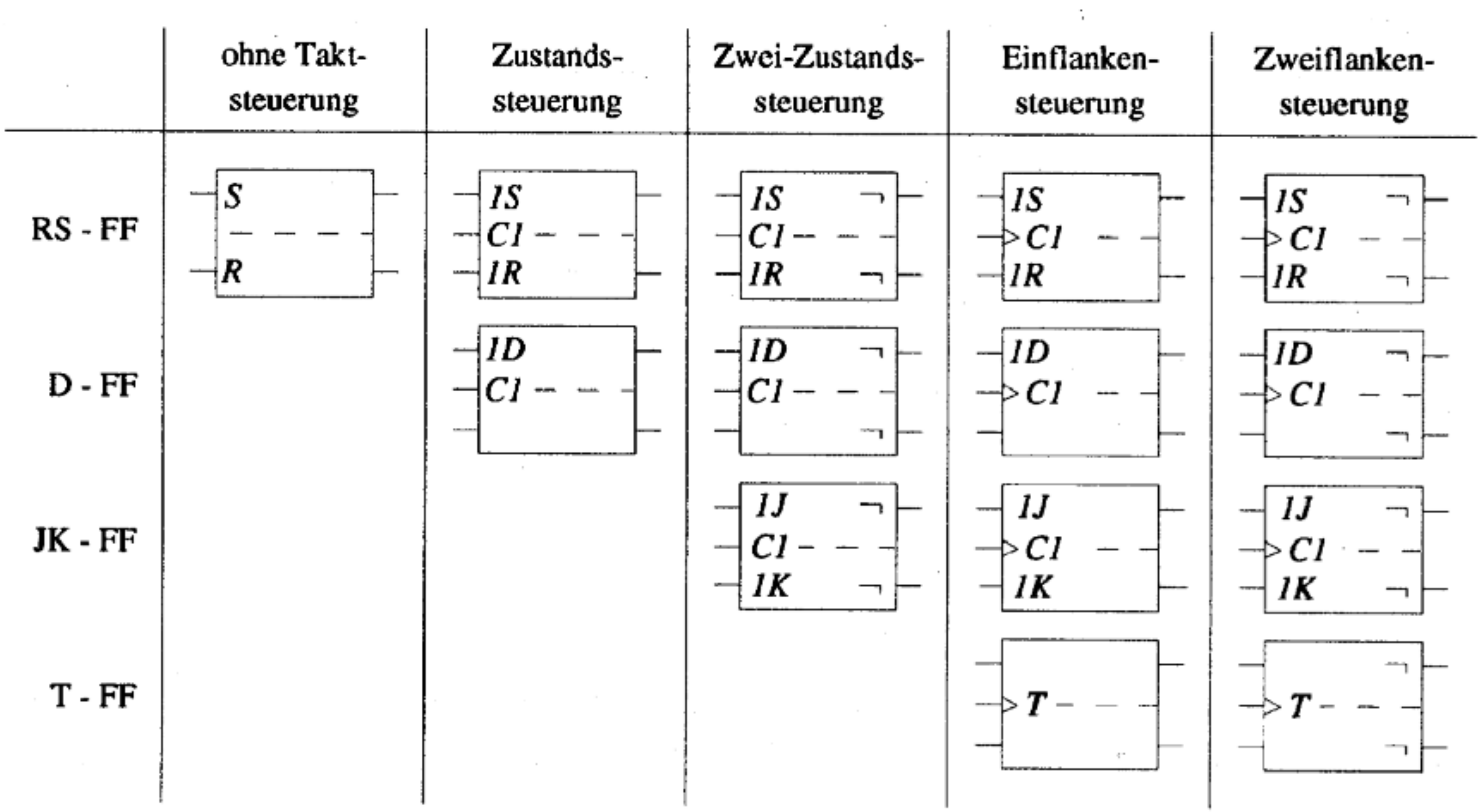
# WIEDERHOLUNG: T-FF

- T-FF: Toggle-FlipFlop, in Abhängigkeit des Taktsignals wechselt der Ausgang zwischen 0 und 1



# ÜBERSICHT: FLIPFLOPS

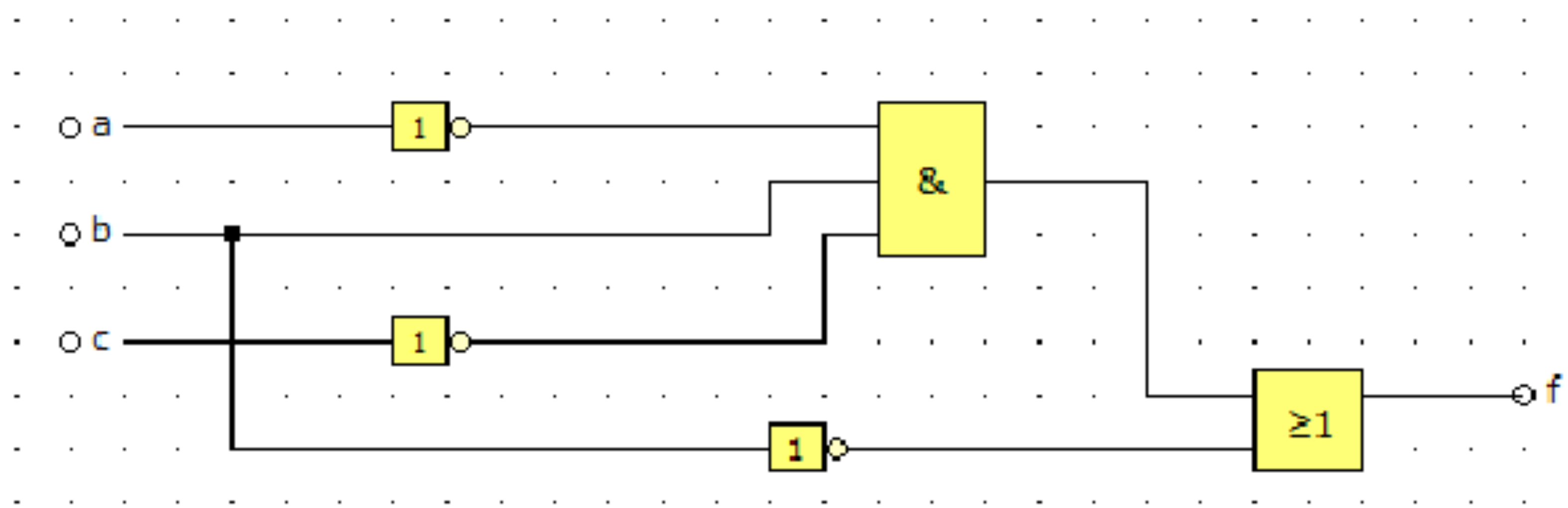


# ÜBUNGSBLATT 5

- Aufgabe 2: Sowohl nicht vorhersagbare, als auch verbotene Zustände sollen mit * markiert werden
- Für t = 1 gilt: a = b = c = d = e = f = *

# ÜBUNGSAUFGABEN

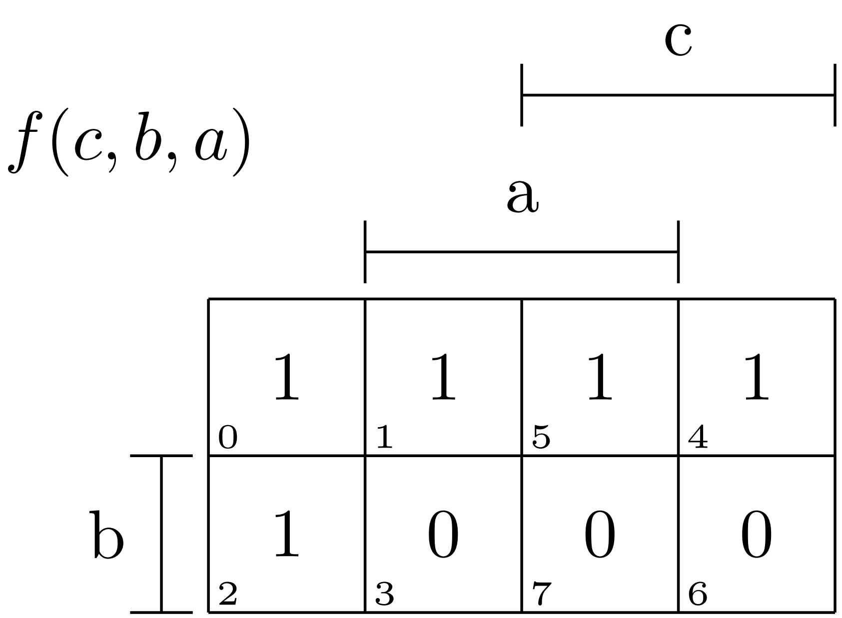
- ➤ Betrachte folgendes Schaltnetz




- ➤ Gebe die boolsche Gleichung des Schaltnetzes an
- ➤ Prüfe die Übergänge (cba): (010) -> (001), (000) -> (010) auf Funktionshazards
- ➤ Prüfe den Übergang (cba): (000)-> (010) auf einen Strukturhazard und behebe ihn gegebenenfalls

# ÜBUNGSAUFGABE: LÖSUNG

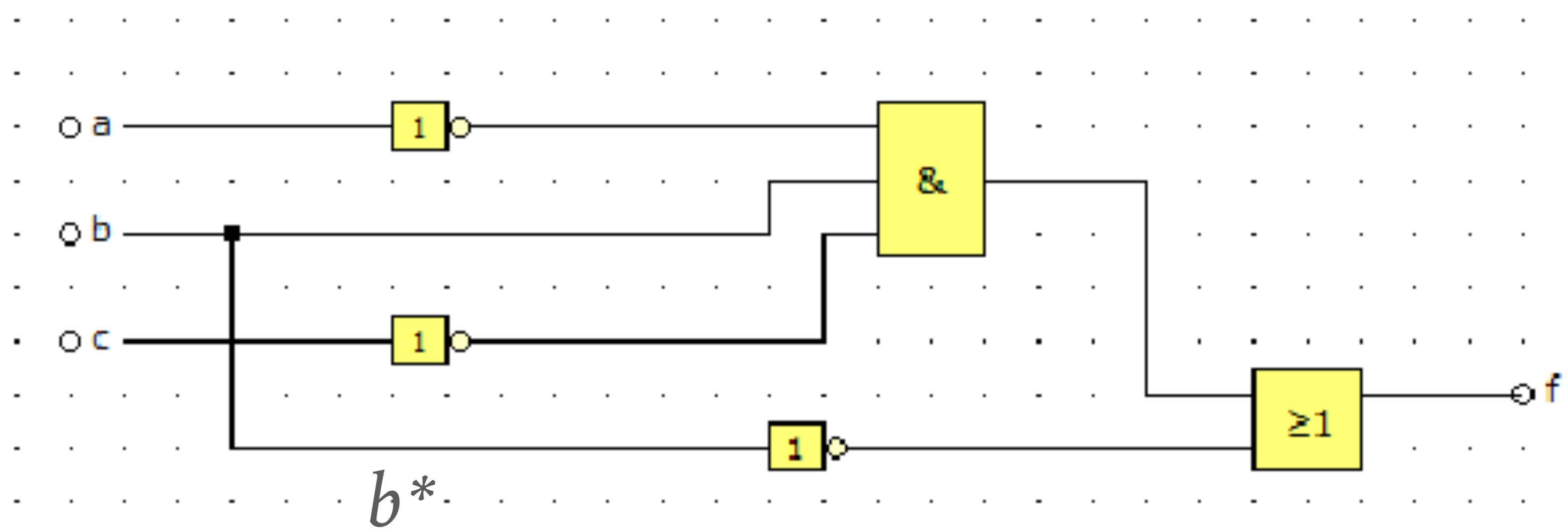
$$f(c, b, a) : \overline{a}b\overline{c} \vee \overline{b}$$




- (cba): (010) -> (001) Funktionshazardbehaftet
- (cba): (000) -> (010) nicht Funktionshazardbehaftet

# ÜBUNGSAUFGABE: LÖSUNG

- Pfadvariablen:




- Neue Schaltfunktion: $f: \overline{a}b\overline{c} \vee \overline{b^*}$

$f(c, b, b^*, a)$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | a | |
| | | | | b | b |
| | | 1 $_{0}$ | 1 $_{1}$ | 1 $_{5}$ | 1 $_{4}$ |
| | $b^*$ | 0 $_{2}$ | 0 $_{3}$ | 0 $_{7}$ | 1 $_{6}$ |
| c | $b^*$ | 0 $_{10}$ | 0 $_{11}$ | 0 $_{15}$ | 0 $_{14}$ |
| c | | 1 $_{8}$ | 1 $_{9}$ | 1 $_{13}$ | 1 $_{12}$ |

- Übergang (000) -> (010) entspricht nun (0000) -> (0110)
- Strukturhazardbehaftet

Steffen Lindner, Email: steffen.lindner@student.uni-tuebingen.de