

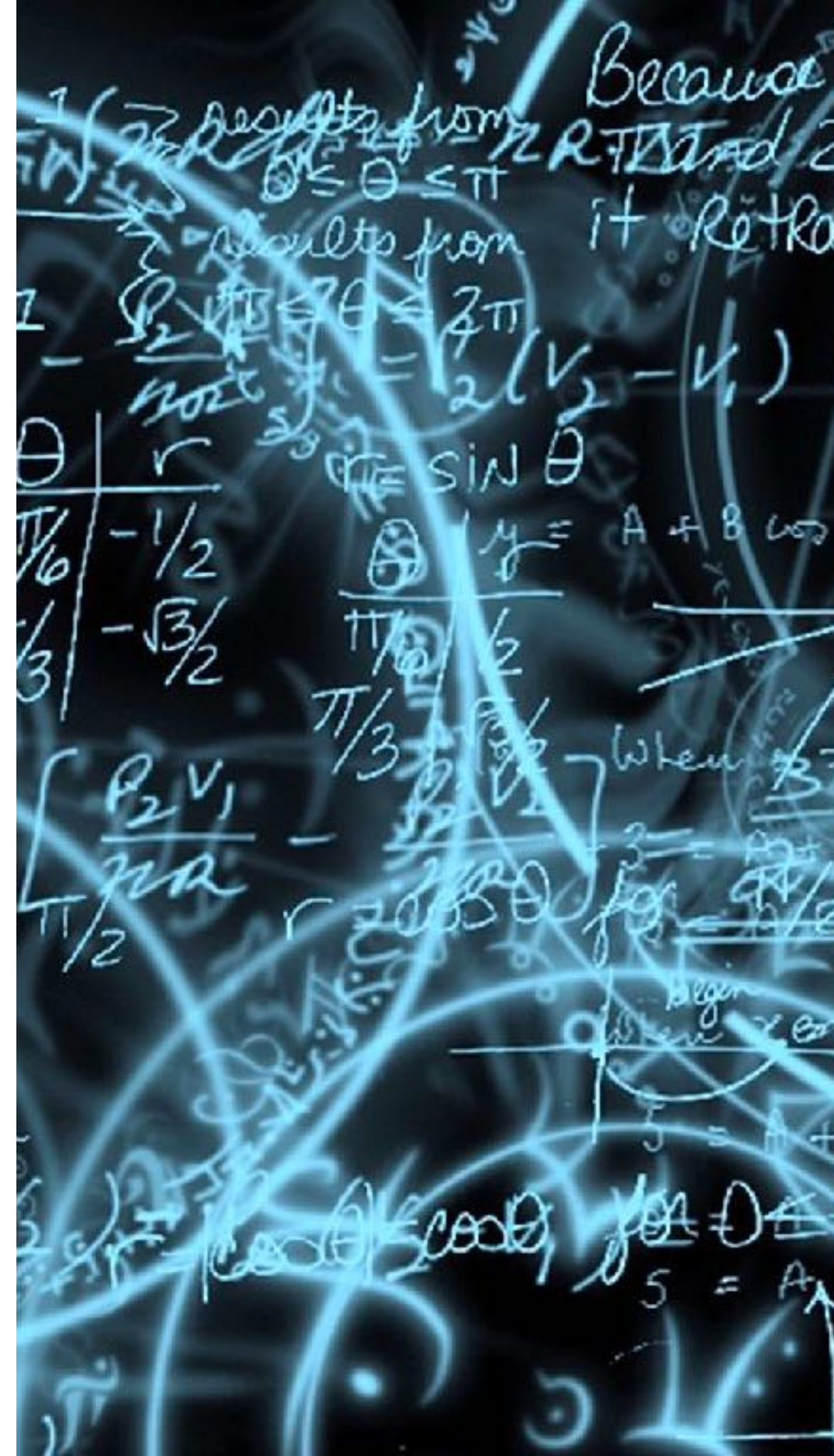
# EINFÜHRUNG IN DIE TECHNISCHE INFORMATIK

TUTORIUM 18.11.2016



# BESPRECHUNG

# Blatt 4





# WIEDERHOLUNG

---

*Vorlesung & Für Blatt 5*



# WIEDERHOLUNG: HAZARDS

.....

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

$f(c, b, a)$

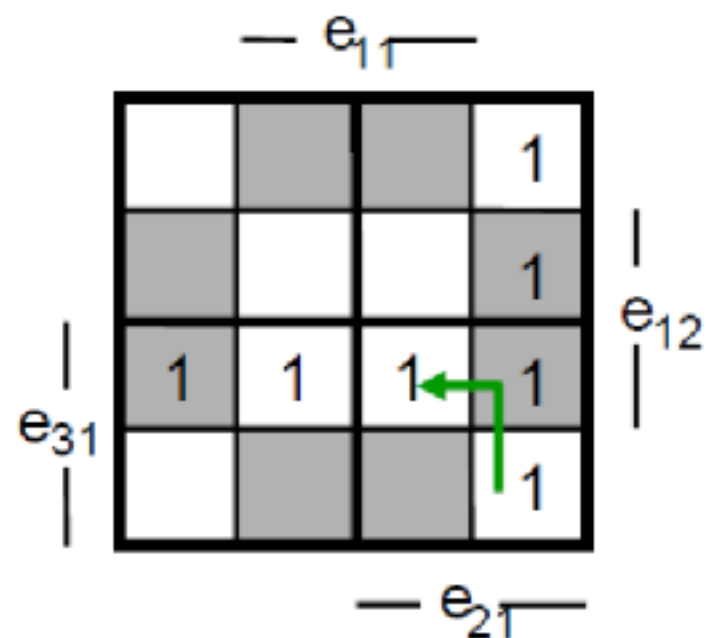
				c	
				a	
b	0	1	5	4	
	2	3	7	6	
	1	1	0	1	
	1	1	1	1	

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

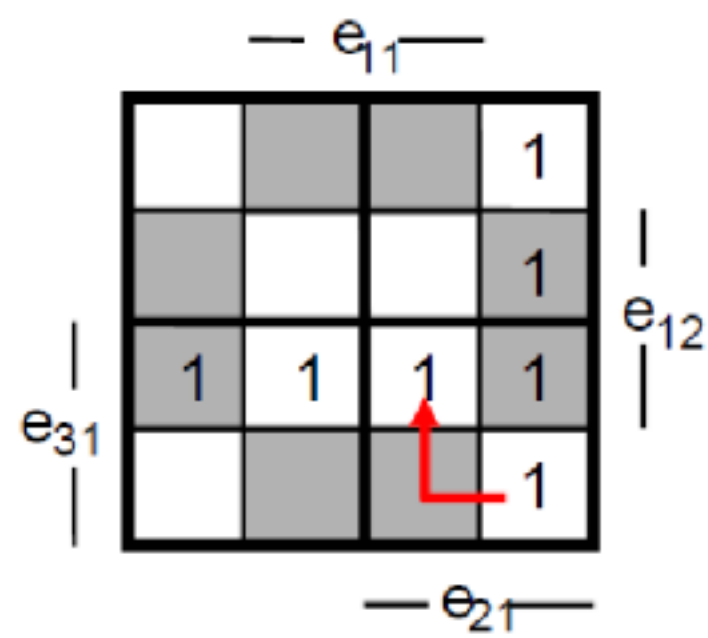
# WIEDERHOLUNG: HAZARDS

---

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



**Kein Hasardfehler!**



**Hasardfehler!**

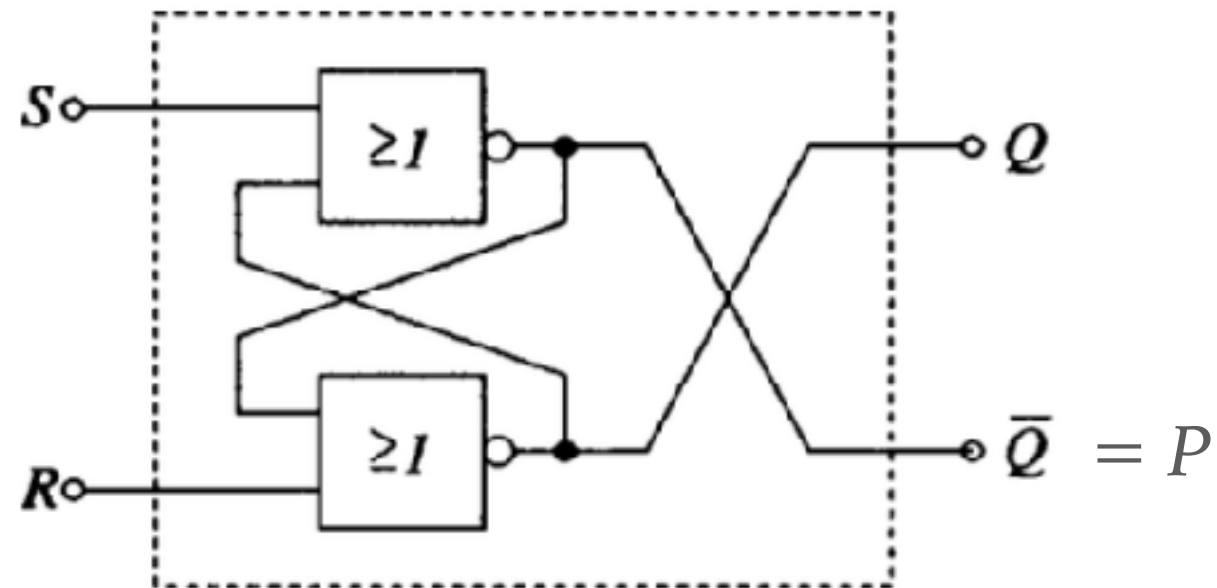
# WIEDERHOLUNG: FLIPFLOPS

---

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

# WIEDERHOLUNG: RS-FLIPFLOP

.....



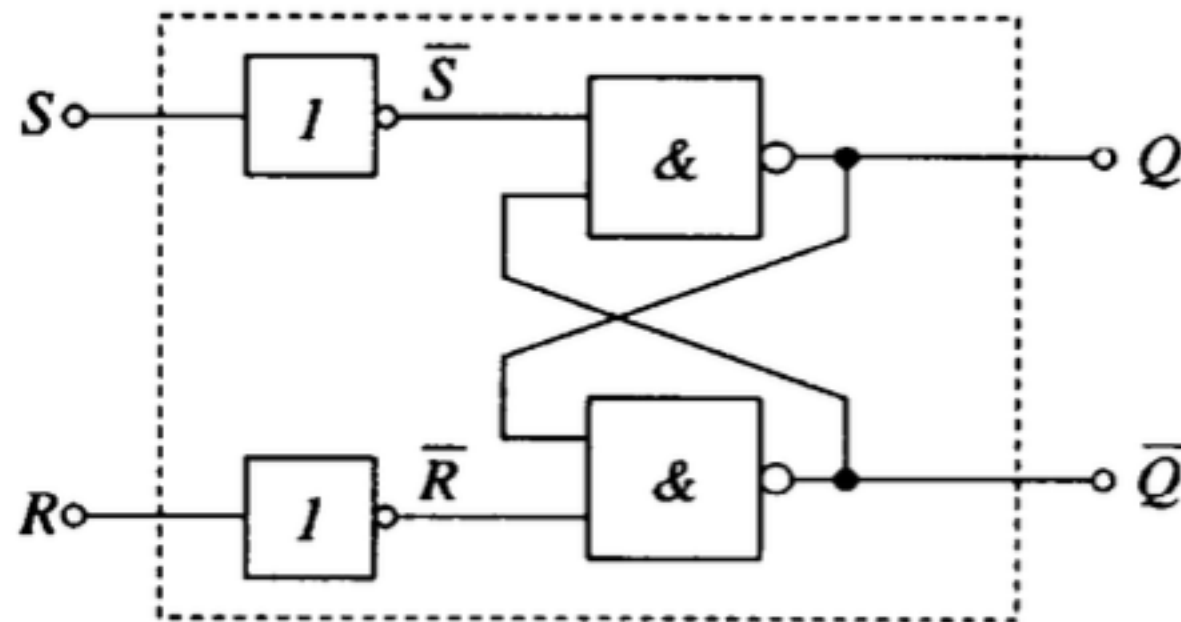
➤ S: Set, R: Reset

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

# WIEDERHOLUNG: RS-FLIPFLOP

.....

- Auch mit NAND's möglich



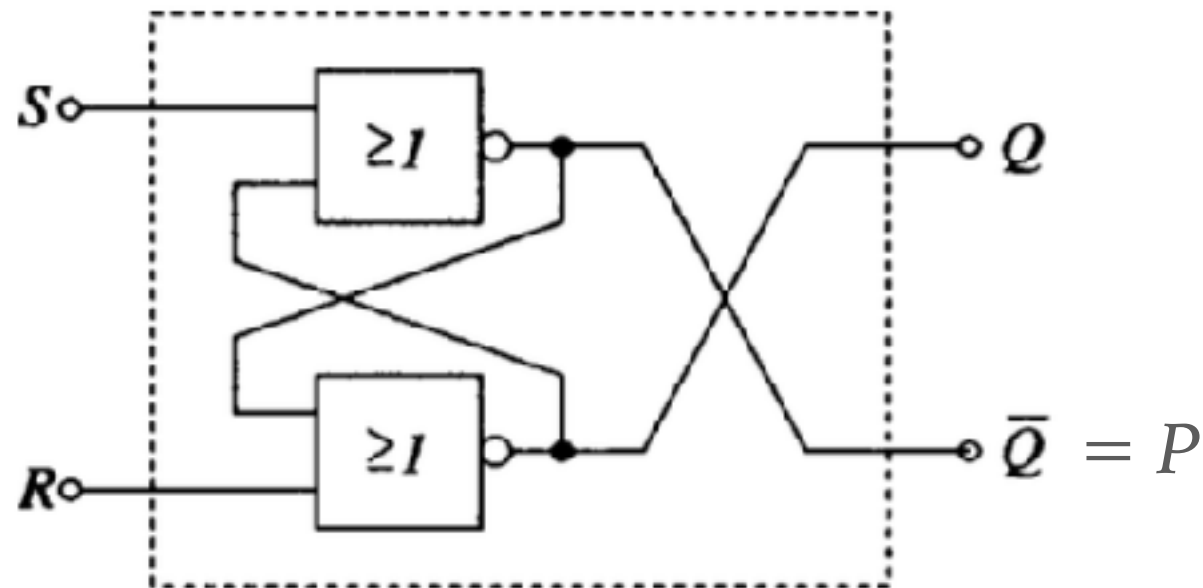
- Beachte: Eingänge  $S$  und  $R$  negiert, um gleiche Speicherzustände zu erhalten ( $S = 0, R = 0 \rightarrow$  Speichern)



# WIEDERHOLUNG: RS-FLIPFLOP

.....

- Wieso ist  $S = 1, R = 1$  unzulässig?

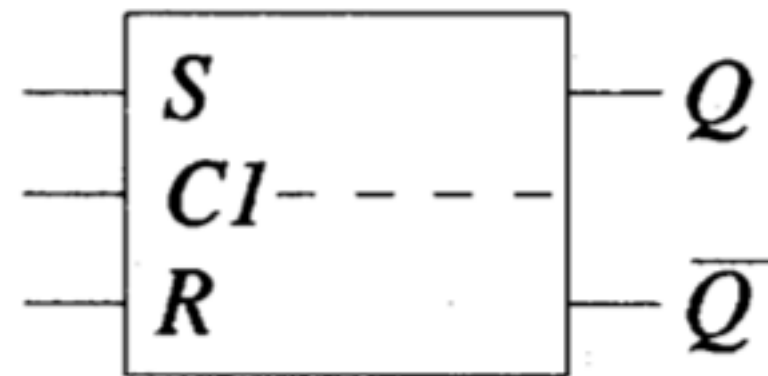
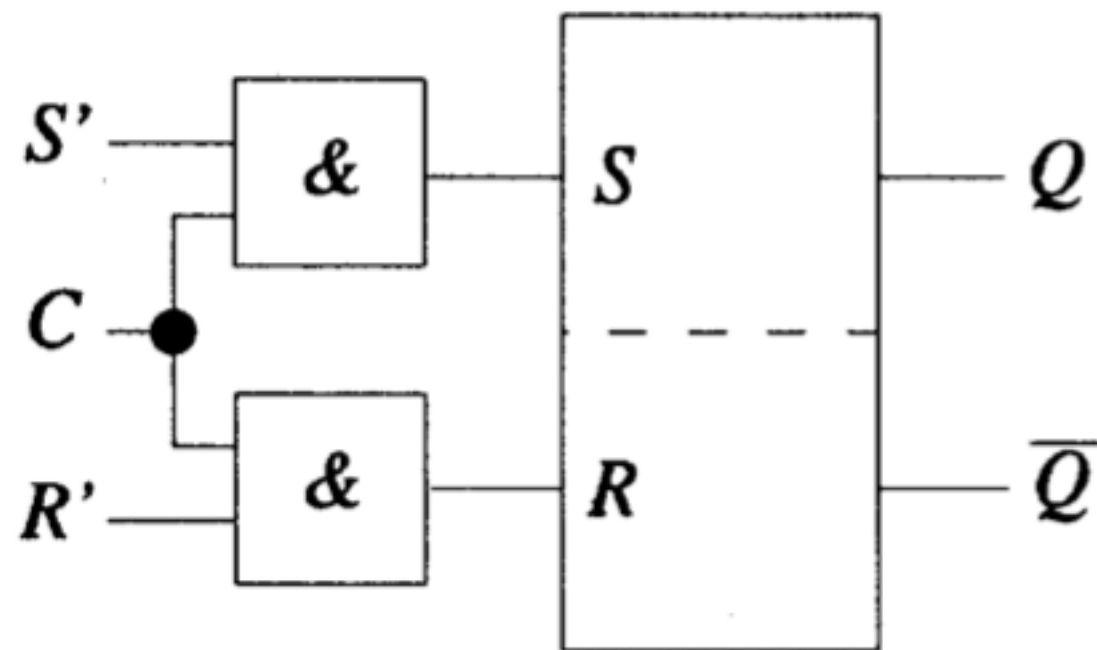


- Bei  $S = 1$  und  $R = 1$  gilt  $Q = P = 0$  (nicht erwünscht,  $Q$  und  $P$  sollen komplementär sein)

# 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

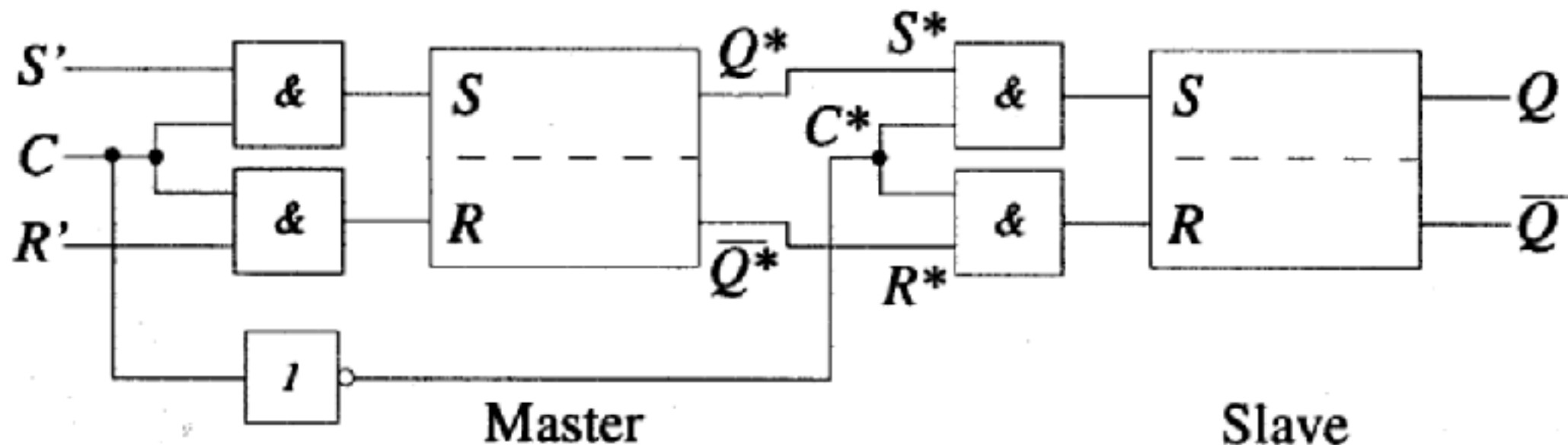


- Vorteil: Durch geschickten Takt können Hazards vermieden werden

# WIEDERHOLUNG: MASTER-SLAVE FLIPFLOPS

.....

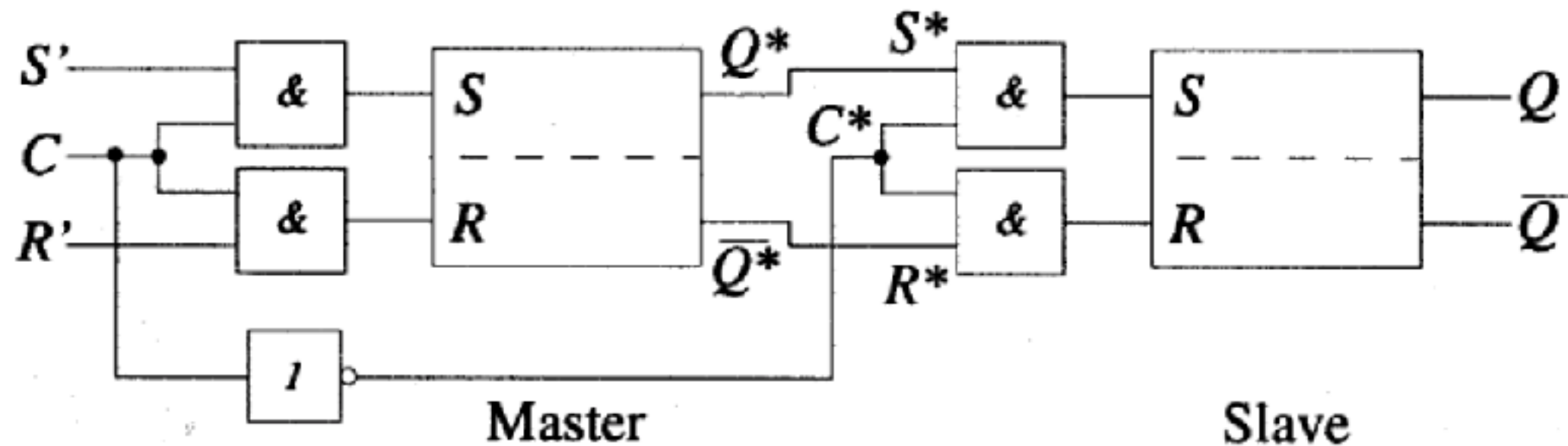
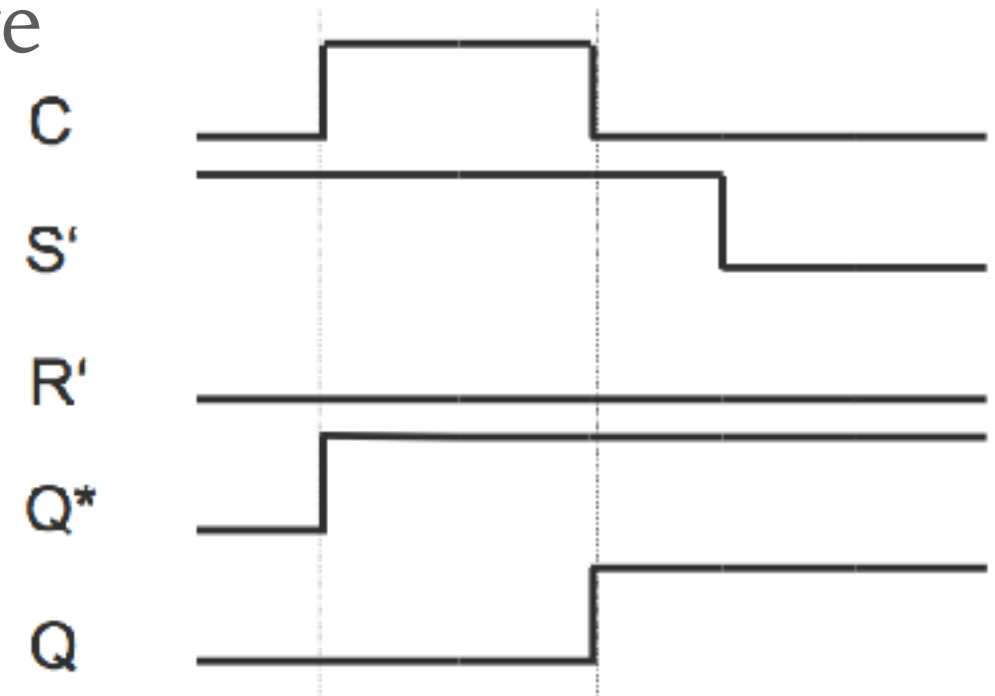
- Problem: 2 hintereinandergeschaltene takzustandsgesteuerte FlipFlops —> Änderung des ersten FlipFlops wird innerhalb des ersten Takts zum zweiten FlipFlop übernommen
- Lösung: 2. FlipFlop läuft mit invertiertem Takt —> Master-Slave





# WIEDERHOLUNG: MASTER-SLAVE FLIPFLOPS

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

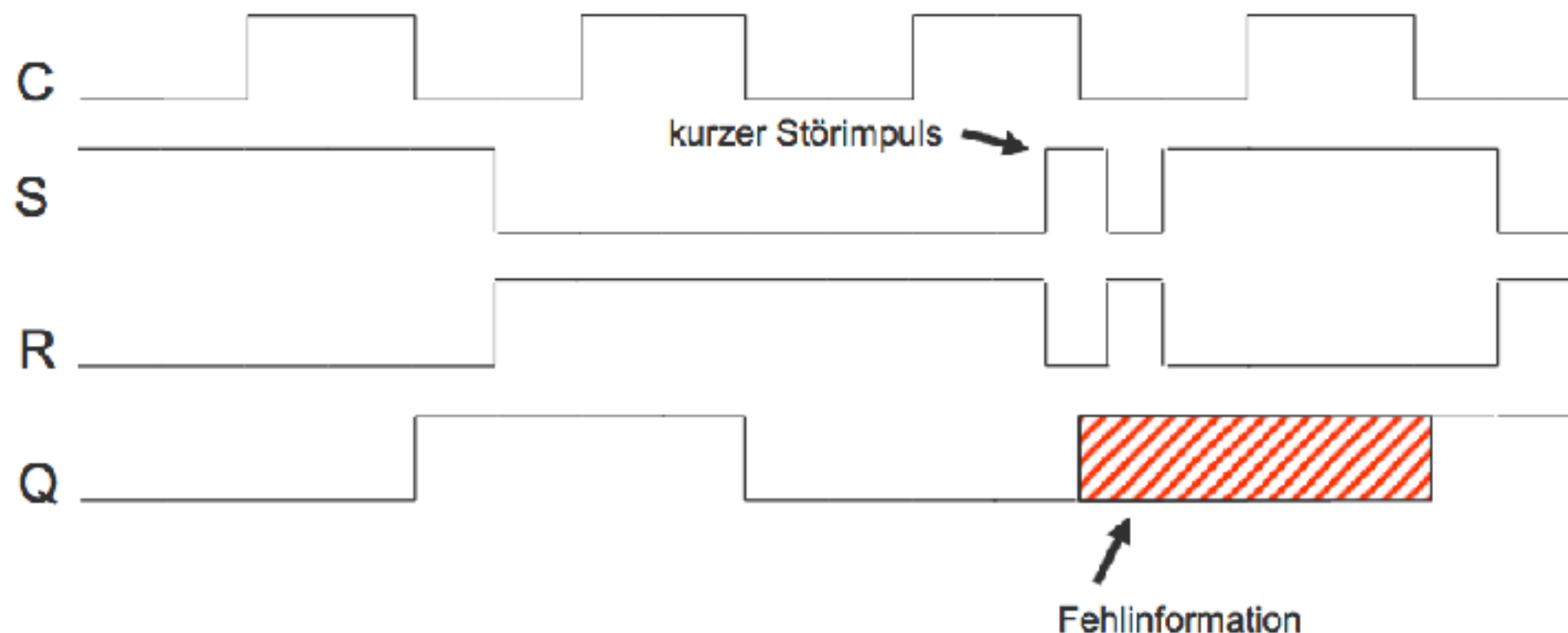


# WIEDERHOLUNG: TAKTZUSTANDSGESTEUERTE FLIPFLOPS

.....

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

## Beispiel: Störung bei einem RS-Master-Slave-Flipflop



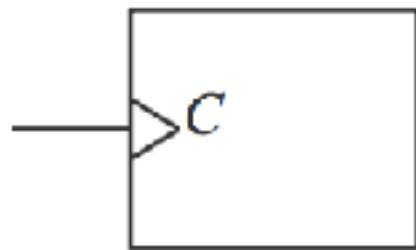
- Lösung: Taktflankengesteuerte FlipFlops

# WIEDERHOLUNG: TAKTFLANKENGESTEUERTE FLIPFLOPS

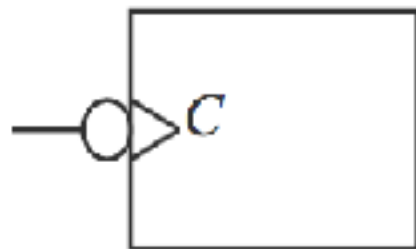
---

- 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 ( $C = 0 \rightarrow 1$ )



Zustandsübergang bei negativer Taktflanke ( $C = 1 \rightarrow 0$ )



# WIEDERHOLUNG: JK-FLIPFLOP

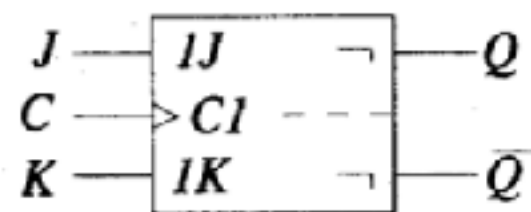
---

- 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	$\bar{Q}_n$

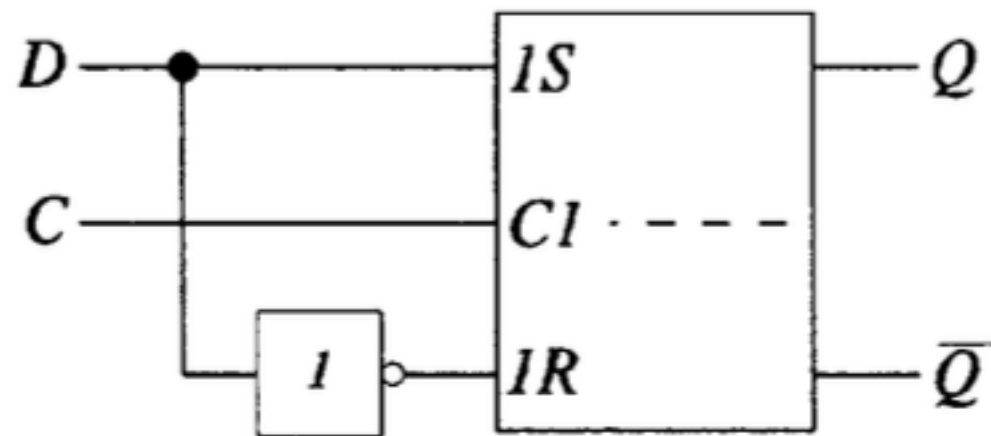


a) Impulsdiagramm

# WIEDERHOLUNG: D-FF

.....

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



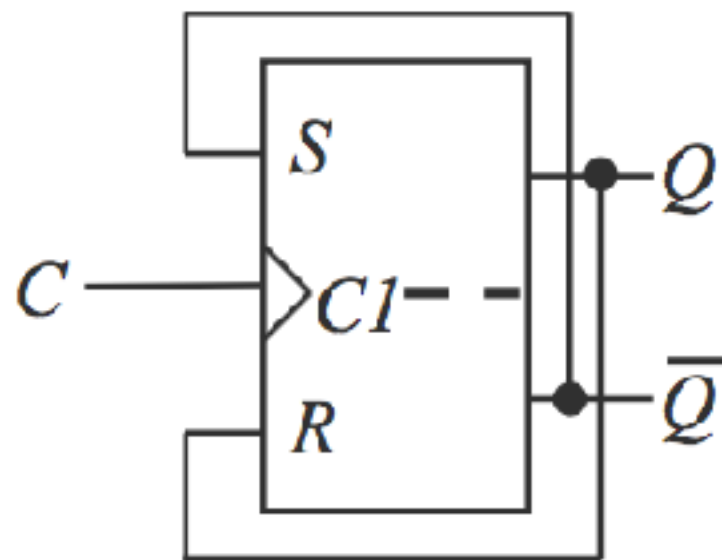
D	S	R	$Q_{n+1}$
0	0	1	0
1	1	0	1



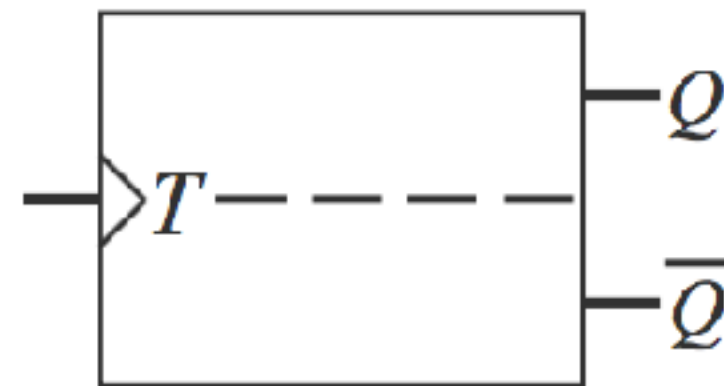
# WIEDERHOLUNG: T-FF

---

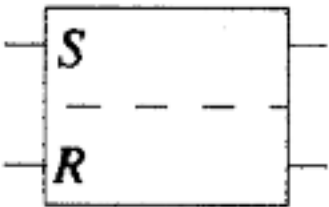
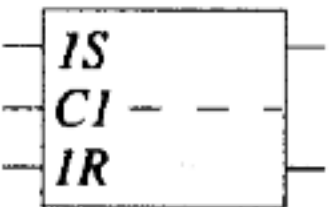
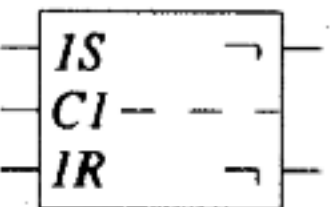
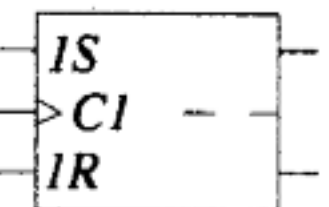
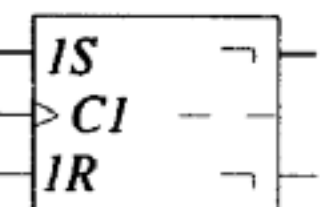
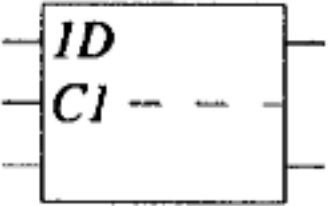
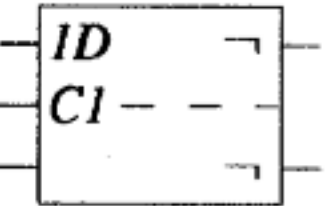
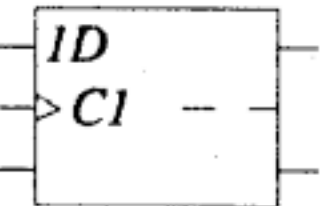
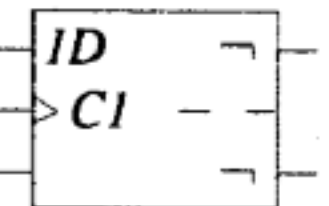
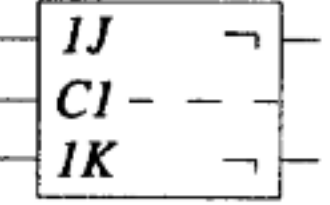
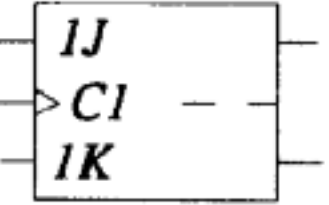
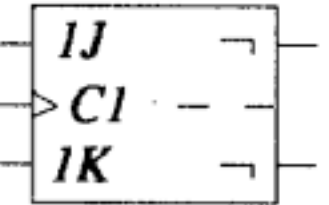
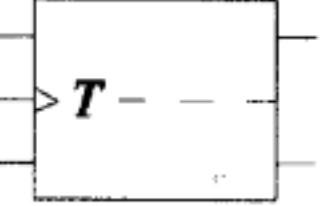
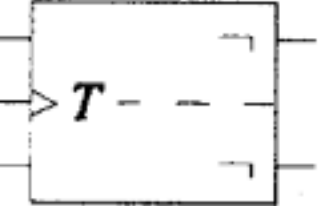
- T-FF: Toggle-FlipFlop, in Abhängigkeit des Taktsignals wechselt der Ausgang zwischen 0 und 1



Schaltzeichen:



# ÜBERSICHT: FLIPFLOPS

	ohne Takt- steuerung	Zustands- steuerung	Zwei-Zustands- steuerung	Einflanken- steuerung	Zweiflanken- steuerung
RS - FF					
D - FF					
JK - FF					
T - FF					

# ÜBUNGSBLATT 5

---

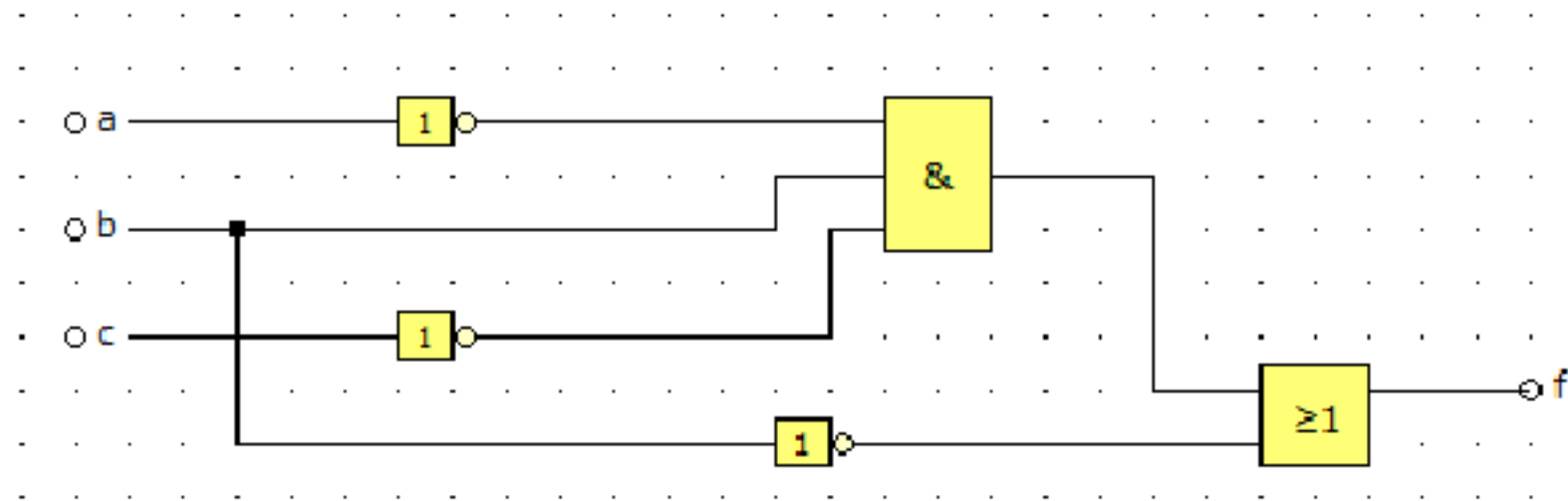
- Aufgabe 2: Sowohl nicht vorhersagbare, als auch verbotene Zustände sollen mit \* markiert werden
- Für  $t = 1$  gilt:  $a = b = c = d = e = f = *$



# ÜBUNGSAUFGABEN

---

- Betrachte folgendes Schaltnetz



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

# ÜBUNGSAUFGABE: LÖSUNG

---

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

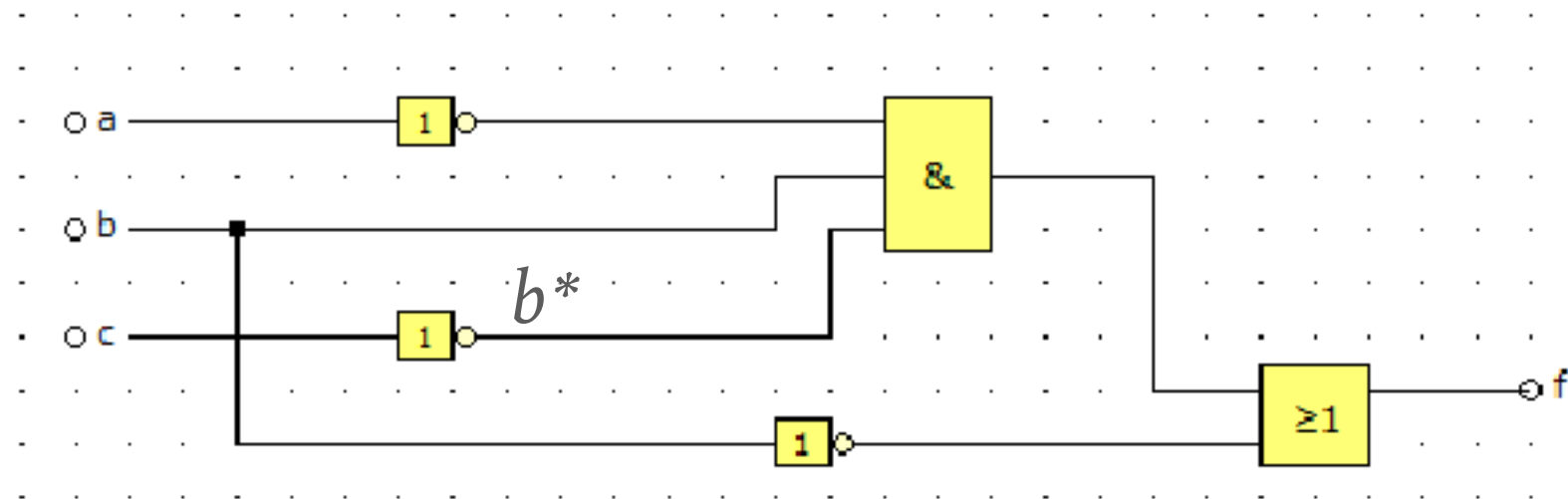
$f(c, b, a)$

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

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

# ÜBUNGSAUFGABE: LÖSUNG

## ➤ Pfadvariablen:



## ➤ Neue Schaltfunktion: $f : \bar{a}b\bar{c} \vee b^*$

Truth table for the function  $f(c, b, b^*, a)$ :

	a		b	
	0	1	5	4
c	b*			
	2	3	7	6
	10	11	15	14
	8	9	13	12
	1	1	0	0
	1	1	0	1
	1	1	0	0
	1	1	0	0

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