

Digitaltechnik II

SS 2006

2. Vorlesung

Klaus Kasper

Schaltnetze vs. Schaltwerke

Schaltnetz: Ausgangszustand hängt nur vom aktuellen Eingangszustand ab

$$A = f(E)$$

Schaltwerk: Ausgangszustand kann von allen bisherigen Eingangszuständen abhängen

$$A = f(E(t_n), E(t_{n-1}), \dots, E(t_0))$$

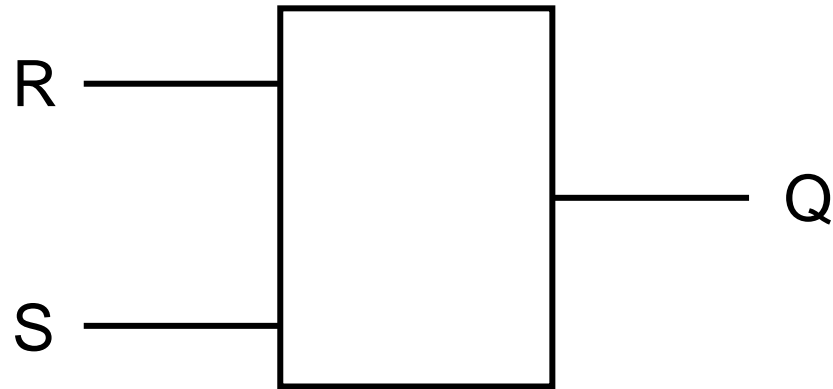
Schaltwerke

- sequentielle Schaltungen
- Rückkopplung von Ausgangszuständen auf die Eingänge einer Schaltung
- Realisierung eines Gedächtnisses
- Darstellung durch Zustandstabelle oder Zustandsdiagramm

Bistabiles System

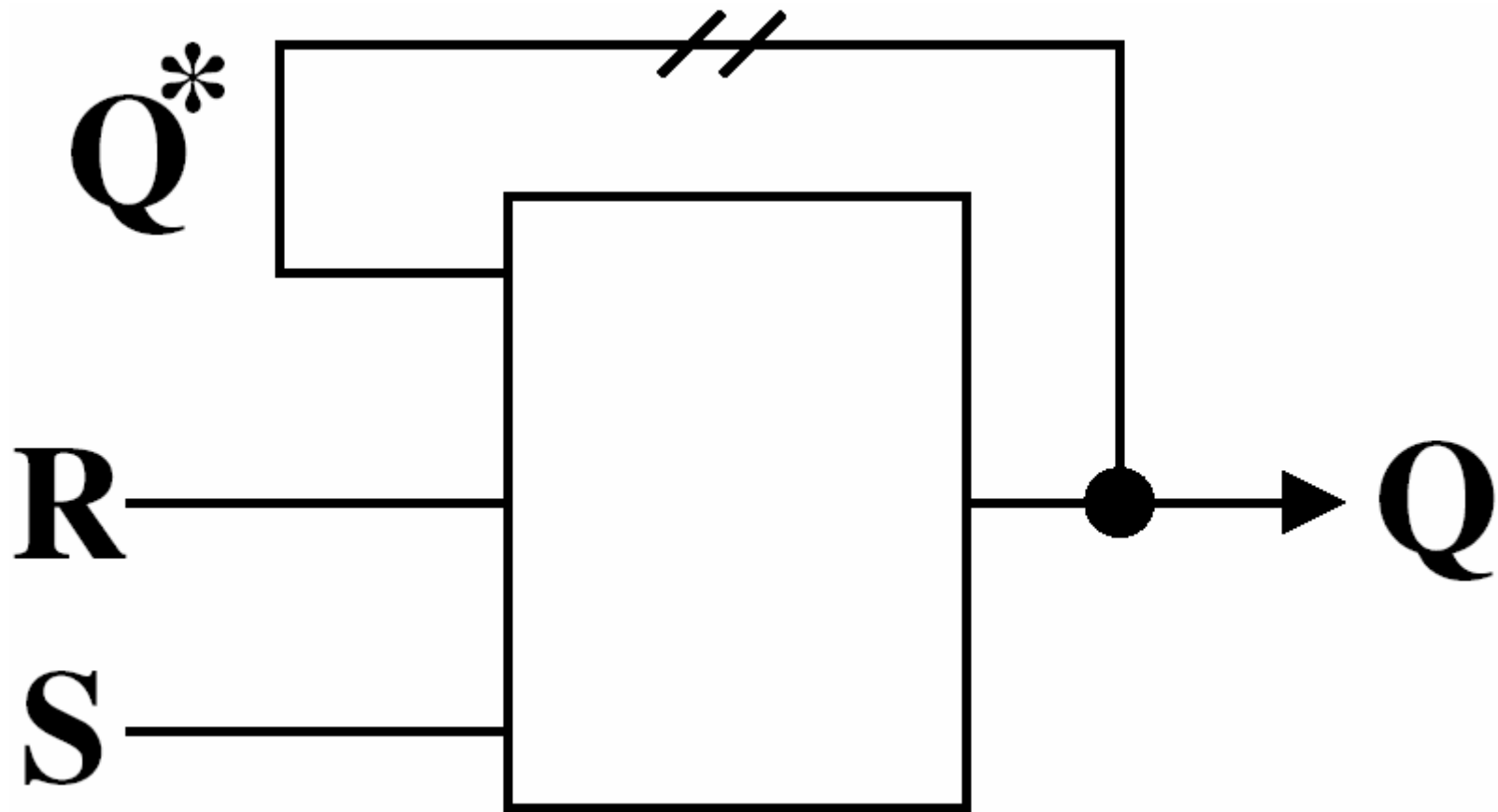
- Das System kann den Zustand 0 oder den Zustand 1 annehmen.
- Der Zustand kann von außen über die Eingänge gesetzt werden.
- Der Zustand kann am Ausgang abgefragt werden.
- Der gesetzte Zustand bleibt erhalten, wenn die Eingänge mit definierten Werten belegt werden.

Realisierung



S	R	Q_t
0	0	Q_{t-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	-

Realisierung durch Verzögerung



Konstruktion SR-Latch I

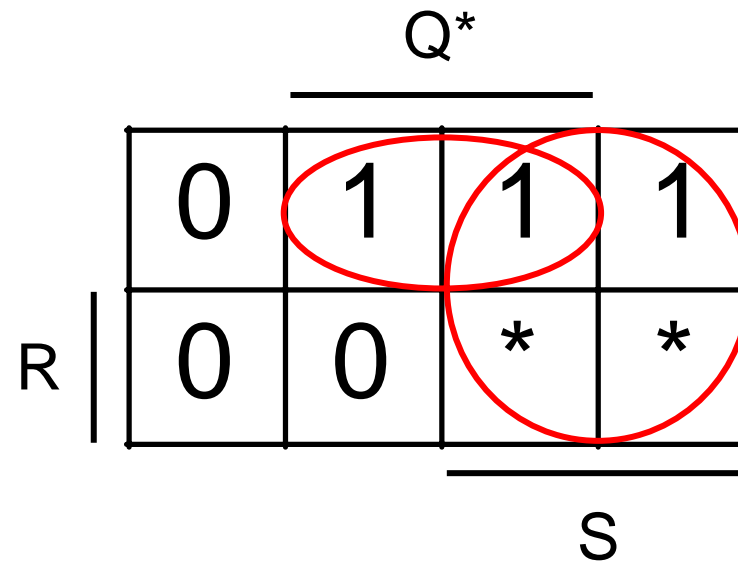
- Wahrheitstabelle
- KV-Diagramm
- Disjunktive Minimalform
- Realisierung mit Gattern

Konstruktion SR-Latch II

S	R	Q*	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	*
1	1	1	*

Wahrheitstabelle

KV-Diagramm



$$S \vee (Q^* \wedge \bar{R})$$

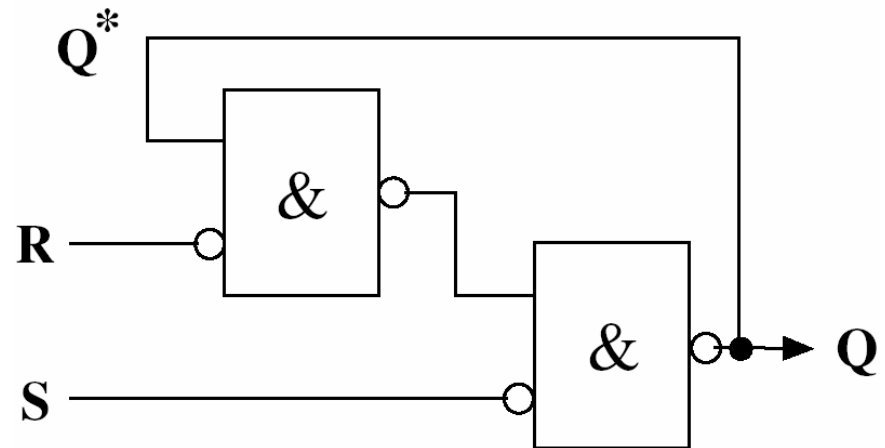
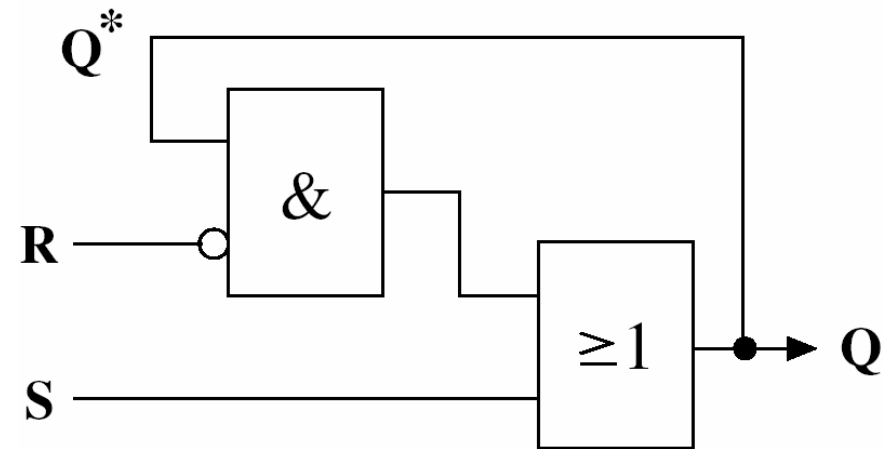
Konstruktion SR-Latch III

		Q^*		
		1	1	1
R		0	0	*
		S		

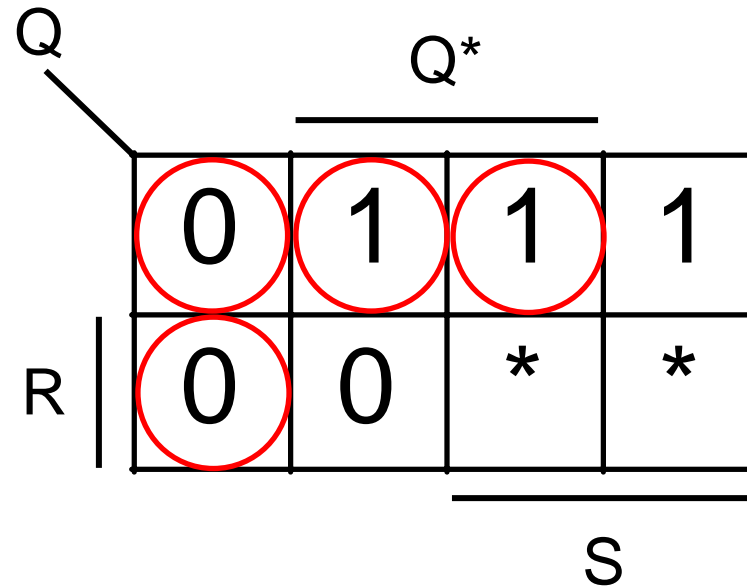
$$Q = S \vee (Q^* \wedge \bar{R})$$

$$Q = \overline{\overline{S \vee (Q^* \wedge \bar{R})}}$$

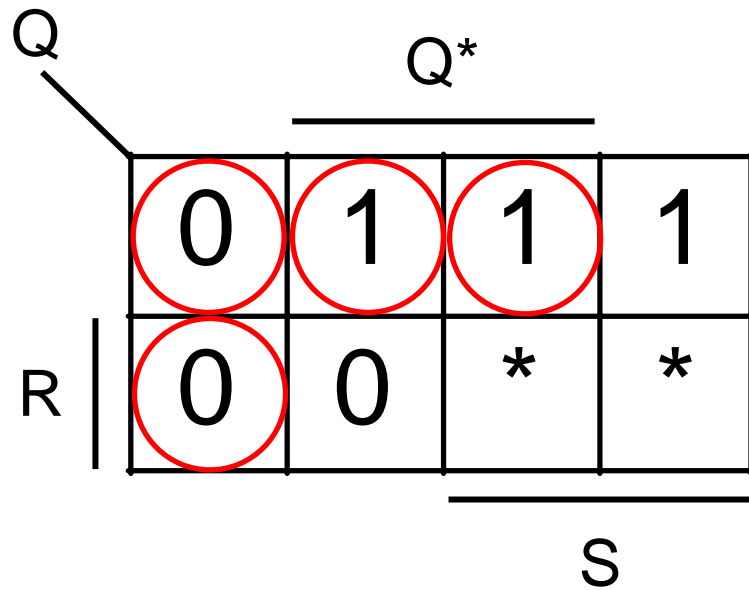
$$Q = \bar{S} \wedge (Q^* \wedge \bar{R})$$



Markieren stabiler Zustände

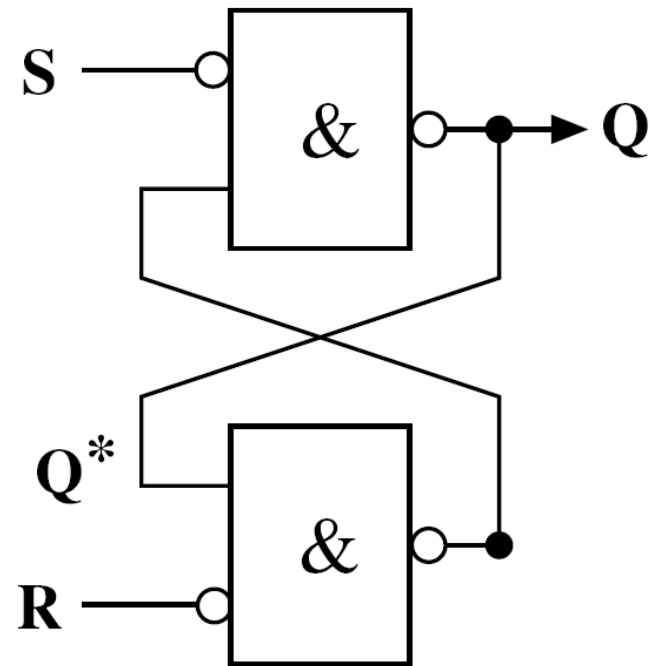
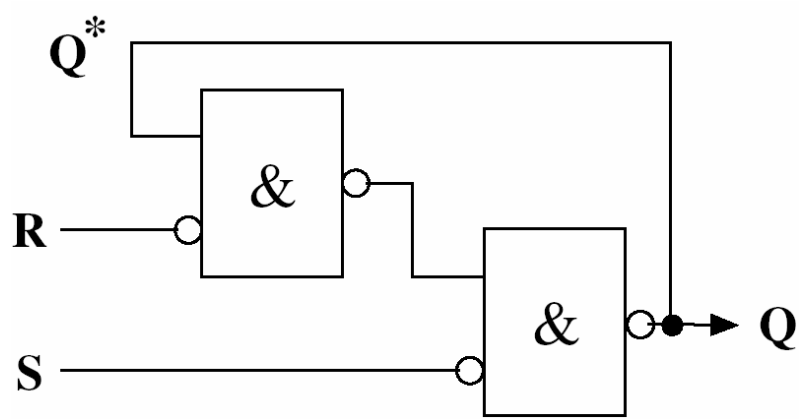


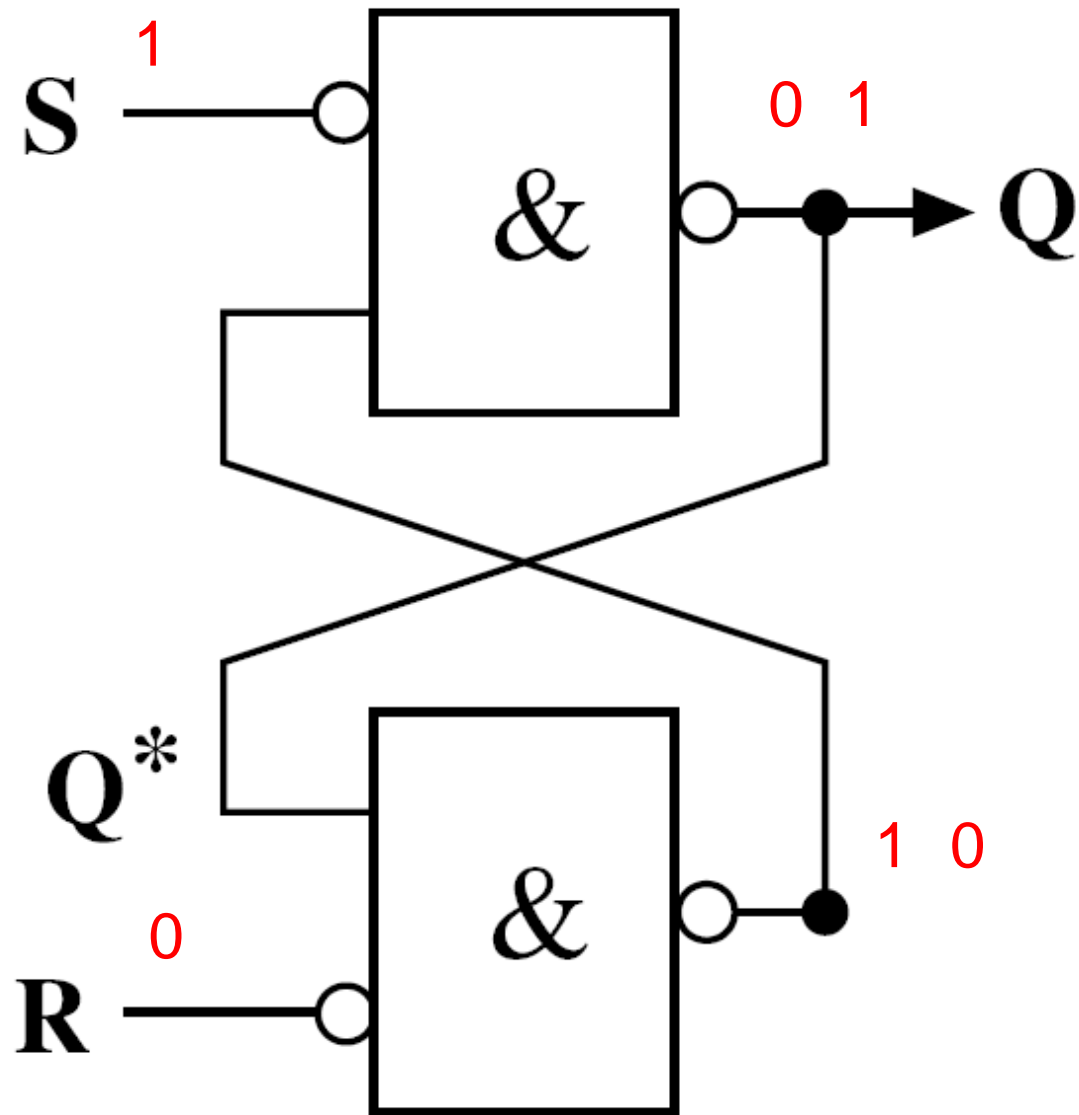
Nomenklatur

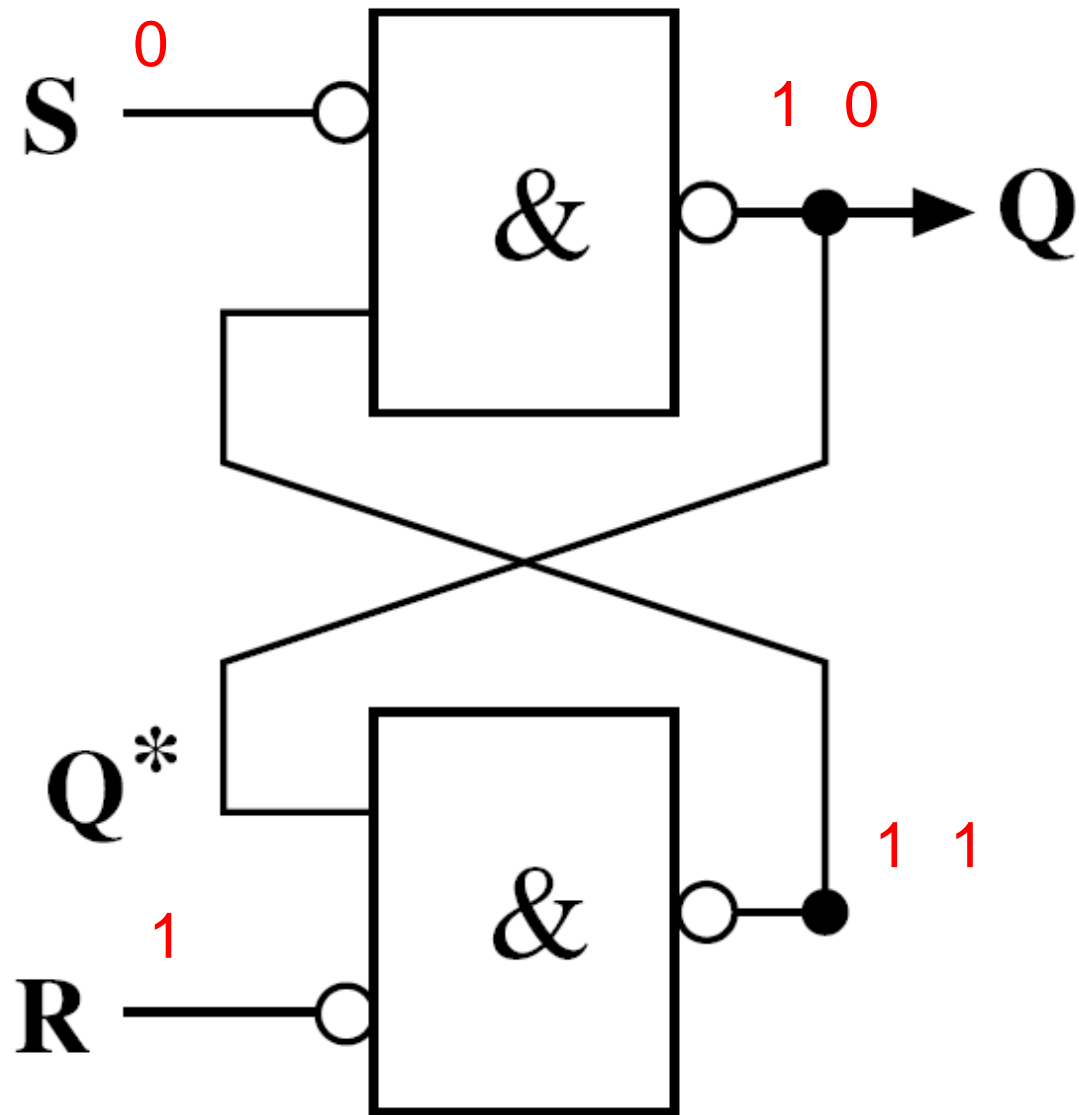


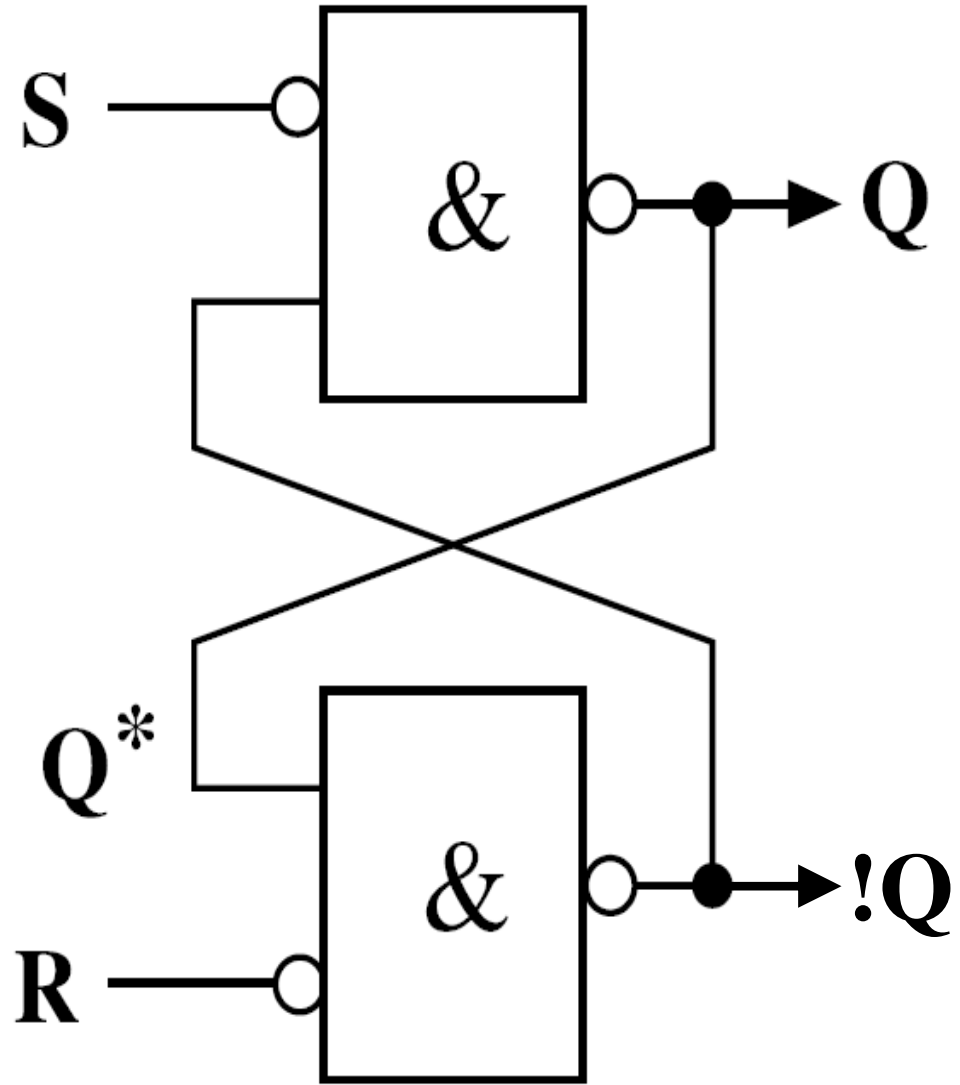
S	R	Q	Bezeichnung
0	0	Q*	Speichern
0	1	0	Rücksetzen (Reset)
1	0	1	Speichern (Set)
1	1	-	Verboten

NAND SR-Flip-Flop

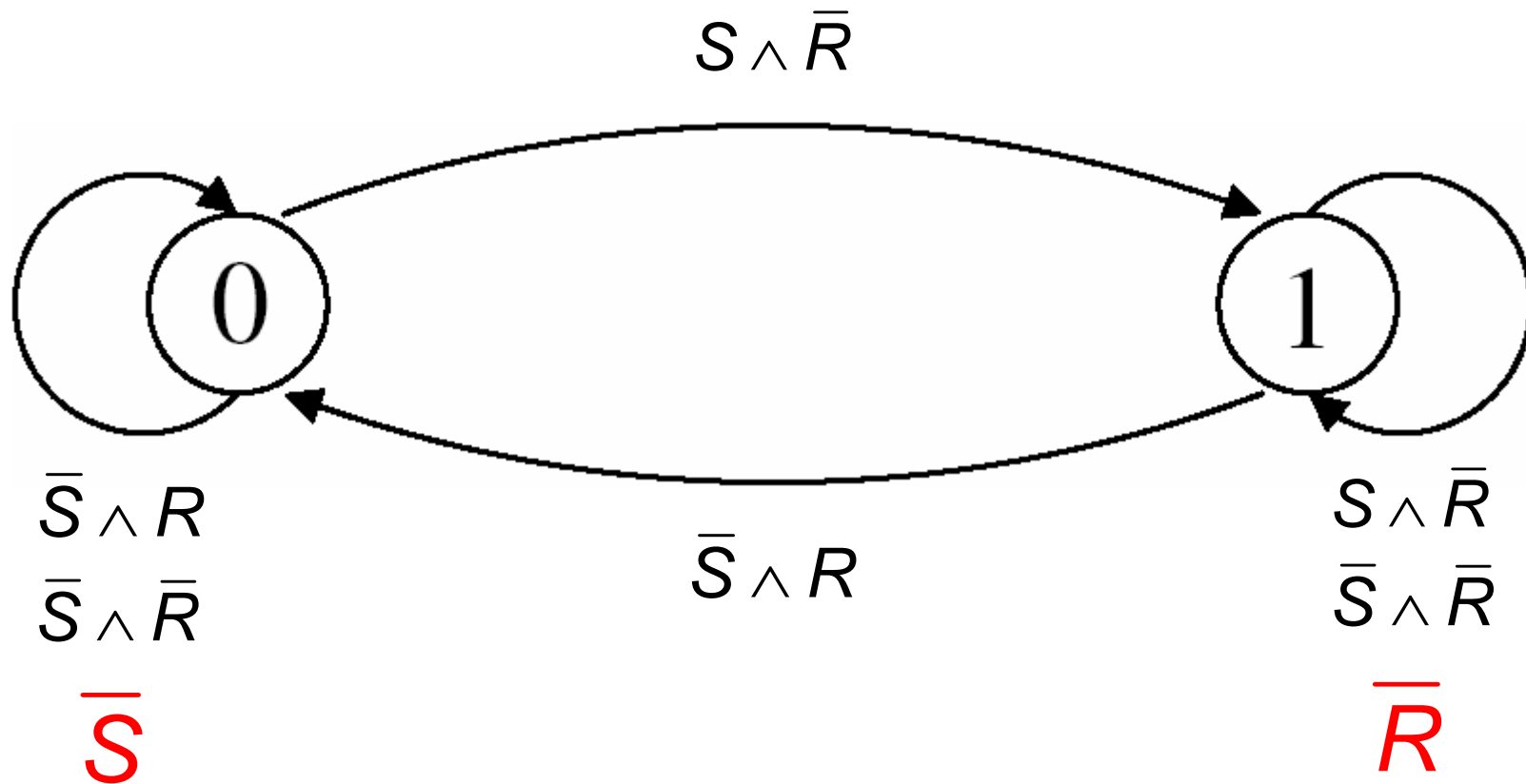








Zustandsdiagramm für SR-Latch



SR-Latch

- einfaches Speicherelement zur Aufnahme der binären Werte 0 oder 1
- hier nicht getaktet
- allgemein: Bistabile Kippstufe (Flip-Flop)
- Hazards und Läufe werden später betrachtet

Übungsaufgabe

Konstruktion eines SR-Latch mit NOR Gattern

Wahrheitstabelle

KV-Diagramm

Minimalform

algebraische Umformung für Realisierung mit NOR Gattern

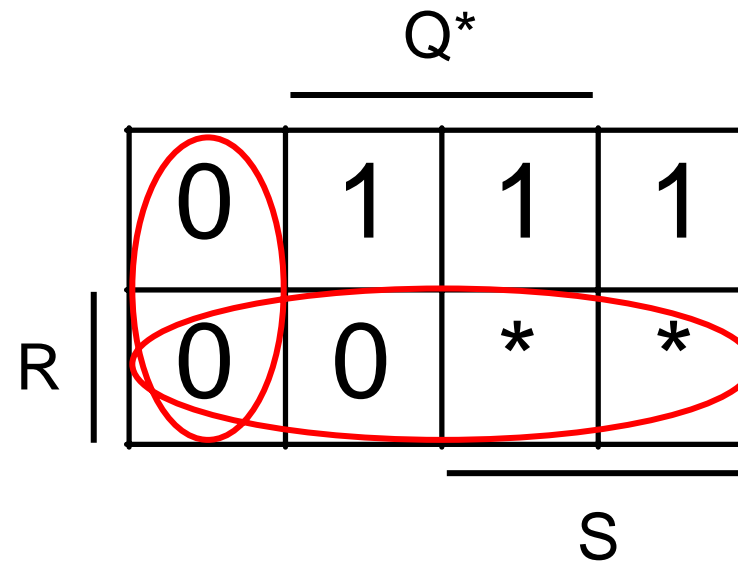
Schaltungsskizze

SR-Latch (NOR)

S	R	Q*	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	*
1	1	1	*

Wahrheitstabelle

KV-Diagramm



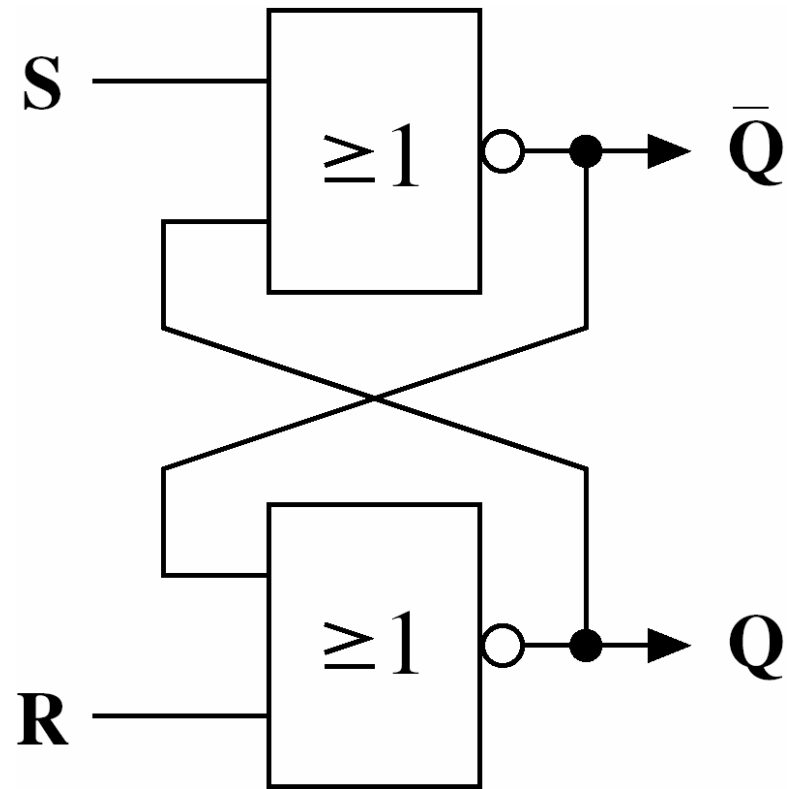
$$\overline{R} \wedge (Q^* \vee S)$$

SR-Latch (NOR)

$$Q = \overline{\overline{R}} \wedge (Q^* \vee S)$$

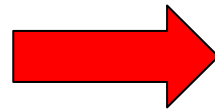
$$= \overline{\overline{R} \wedge (Q^* \vee S)}$$

$$= \overline{R \vee (Q^* \vee S)}$$



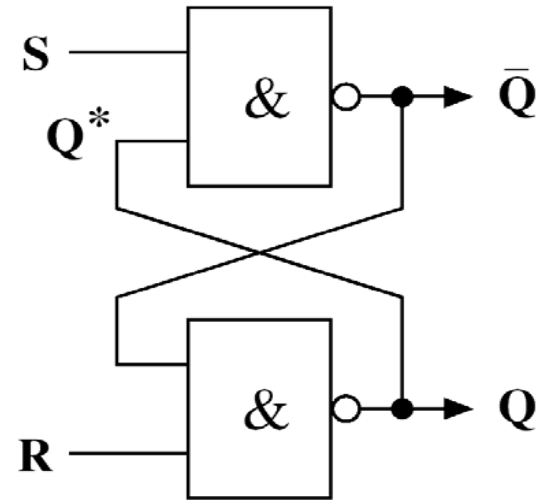
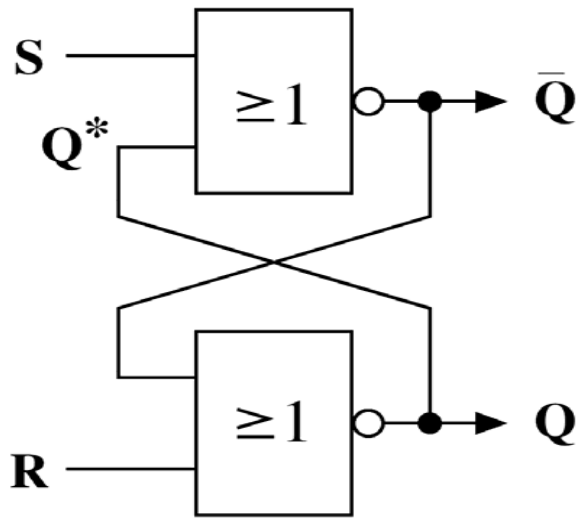
Vereinfachte Darstellung Zustandstabelle

S	R	Q*	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	*
1	1	1	*



S	R	Q
0	0	Q*
0	1	0
1	0	1
1	1	-

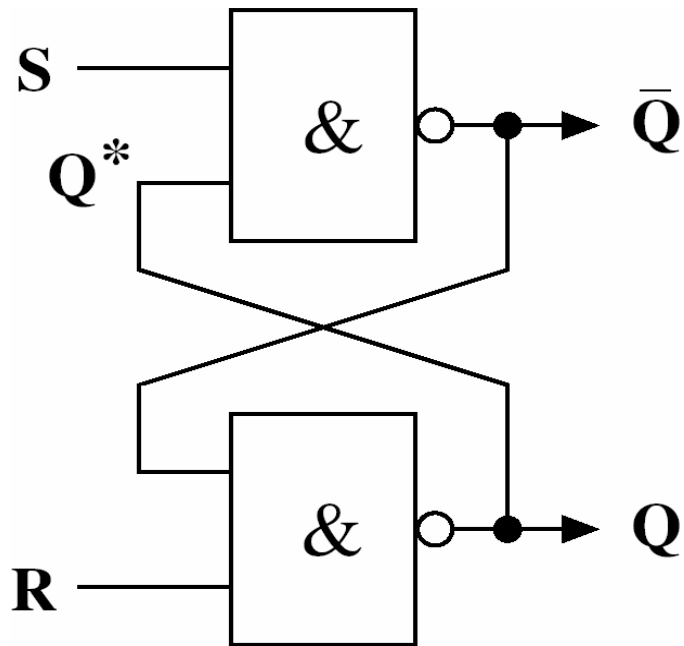
NAND SR-Flip-Flop I



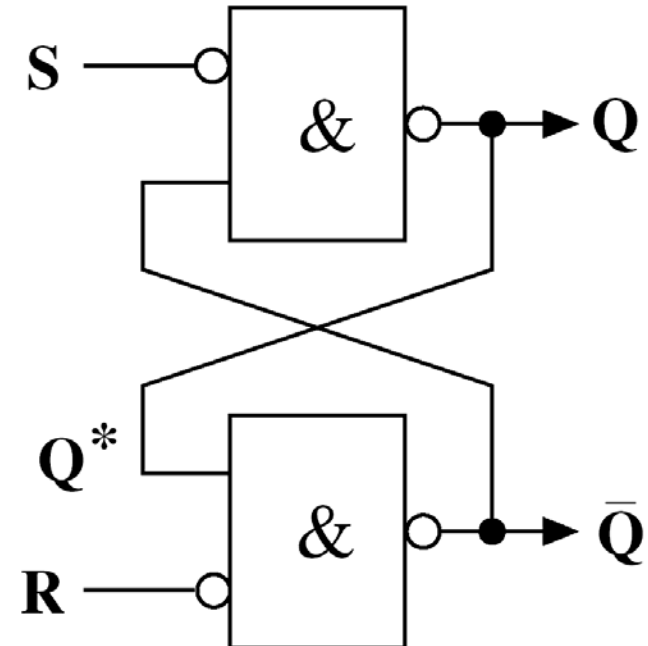
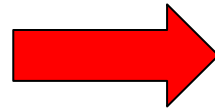
S	R	Q
0	0	Q^*
0	1	0
1	0	1
1	1	-

S	R	Q
H	H	Q^*
H	L	H
L	H	L
L	L	-

NAND SR-Flip-Flop II

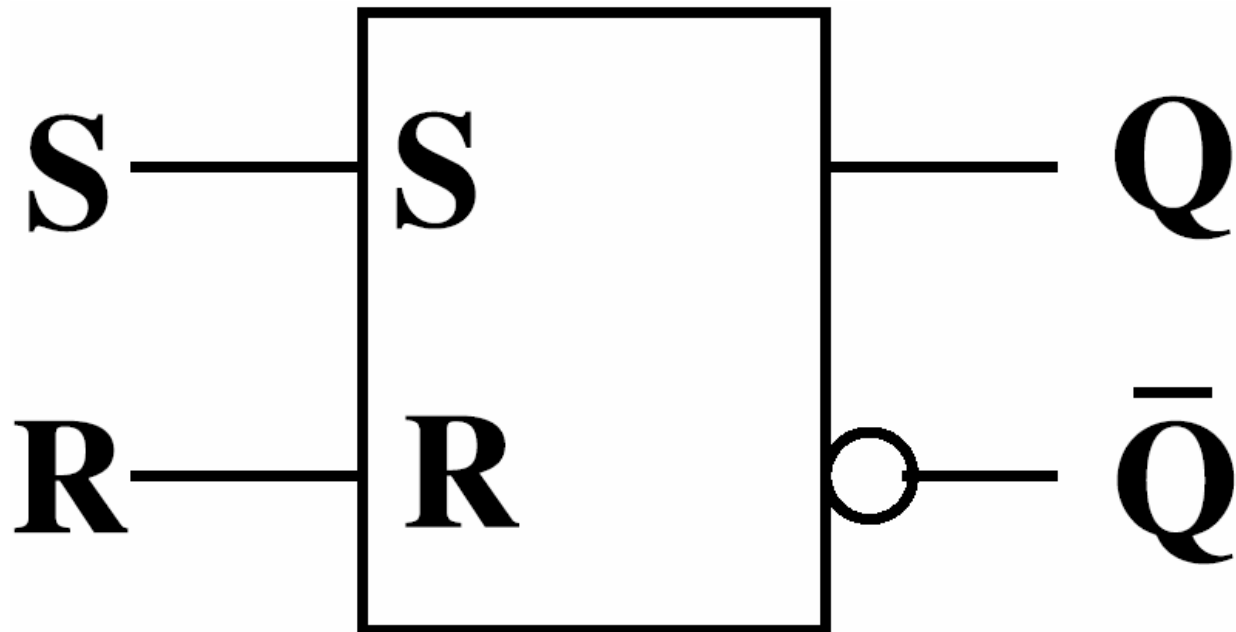


Aktiv-Low



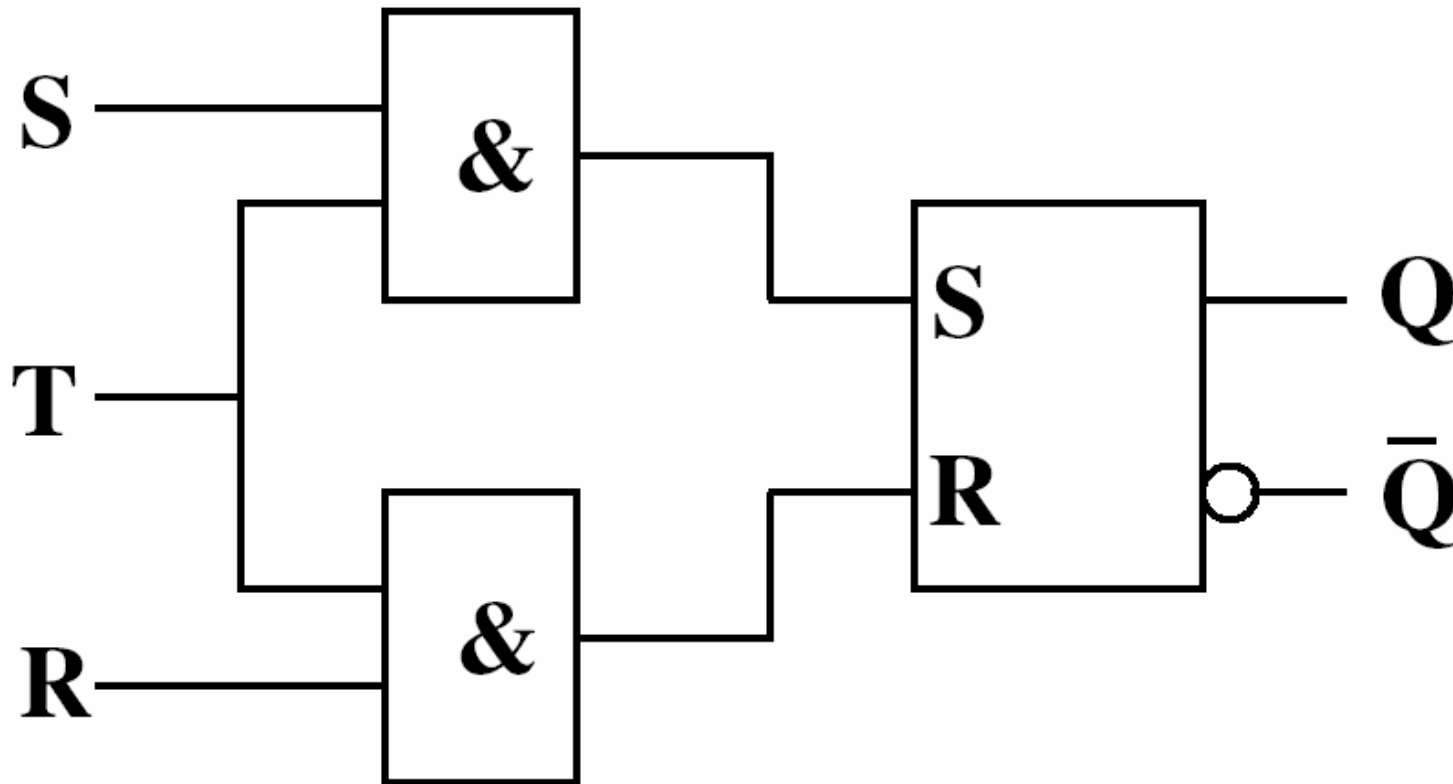
Aktiv-High

Schaltsymbol für SR-Flip-Flop



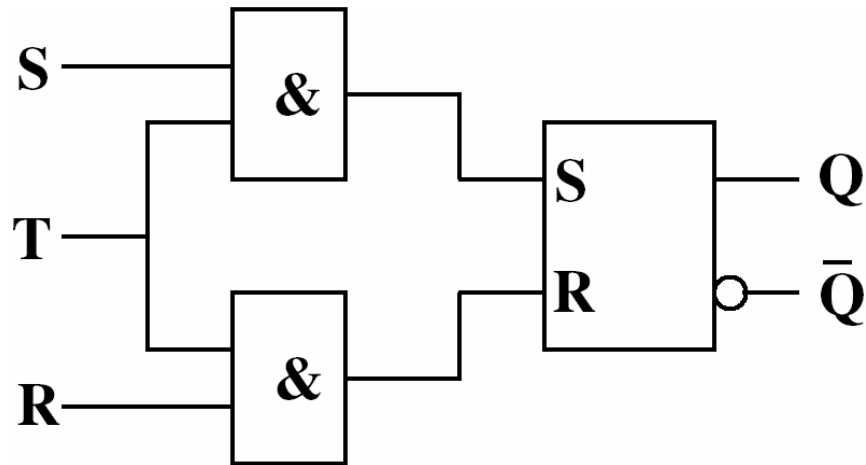
zustandsunabhängig

zustandsgesteuertes SR-Flip-Flop



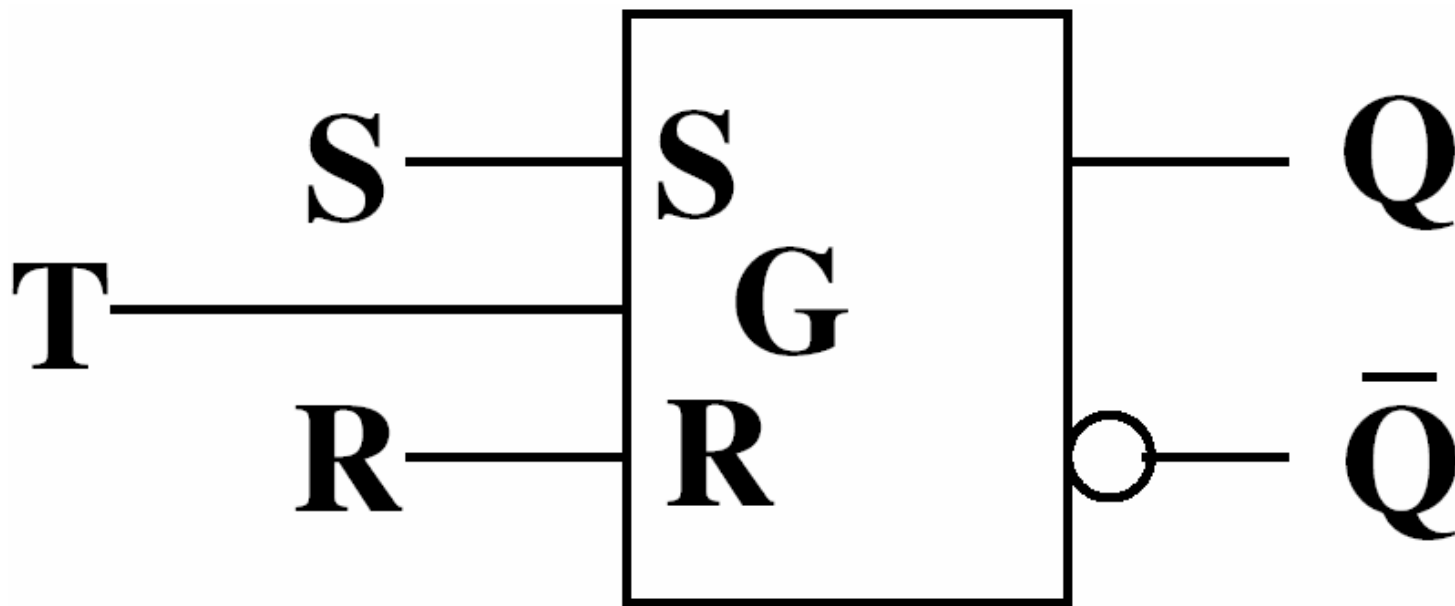
Diskutieren Sie die Funktionsweise der Schaltung!

Zustandstabelle



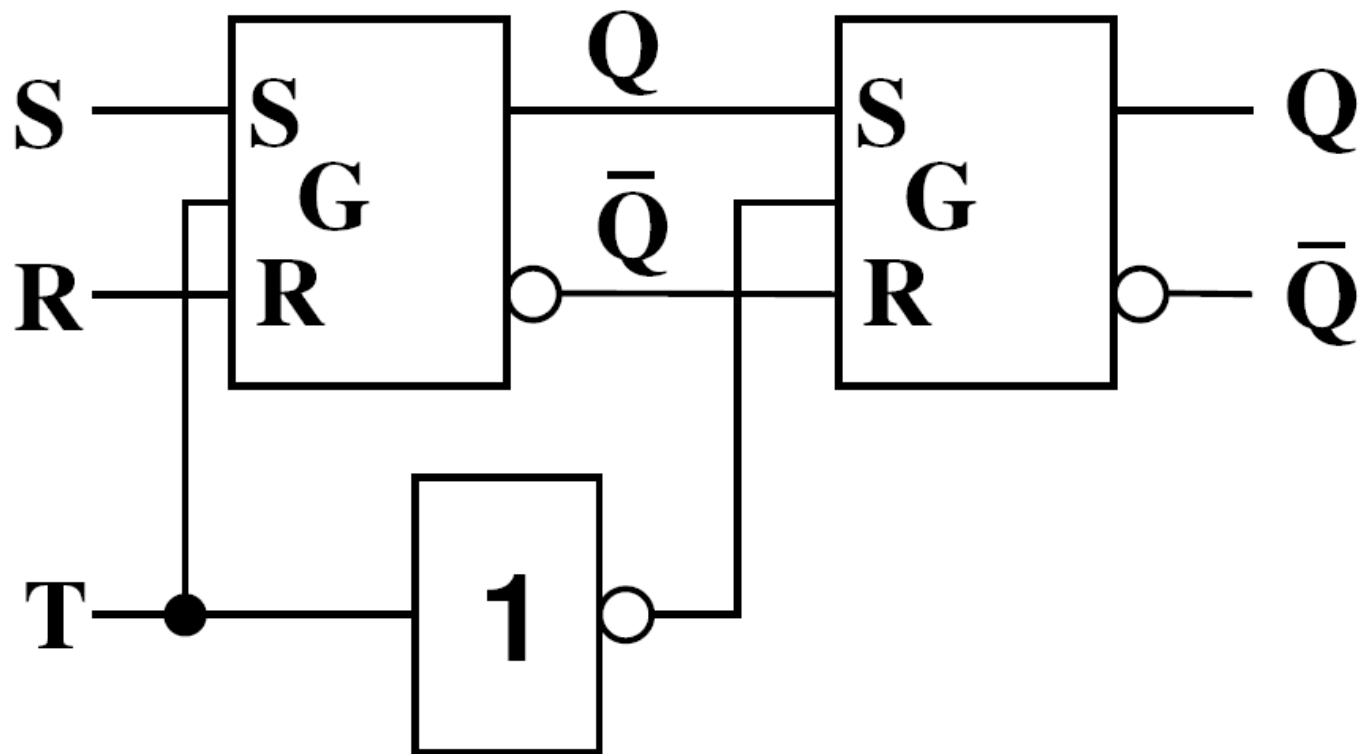
T	S	R	Q	Reaktion
0	0	0	Q^*	speichern
0	0	1	Q^*	speichern
0	1	0	Q^*	speichern
0	1	1	Q^*	speichern
1	0	0	Q^*	speichern
1	0	1	0	Reset
1	1	0	1	Set
1	1	1	-	verboten

Schaltsymbol



zustandsgesteuertes SR-Flip-Flop

Master-Slave Flip-Flop



Diskutieren Sie bitte die Funktionsweise der Schaltung!

Master-Slave Flip-Flop

- Zwei pegelgesteuerte Flip-Flop
- zwei Speicher
- besonders sicher
- Information steht am Slave-Flip-Flop erst verzögert zur Verfügung

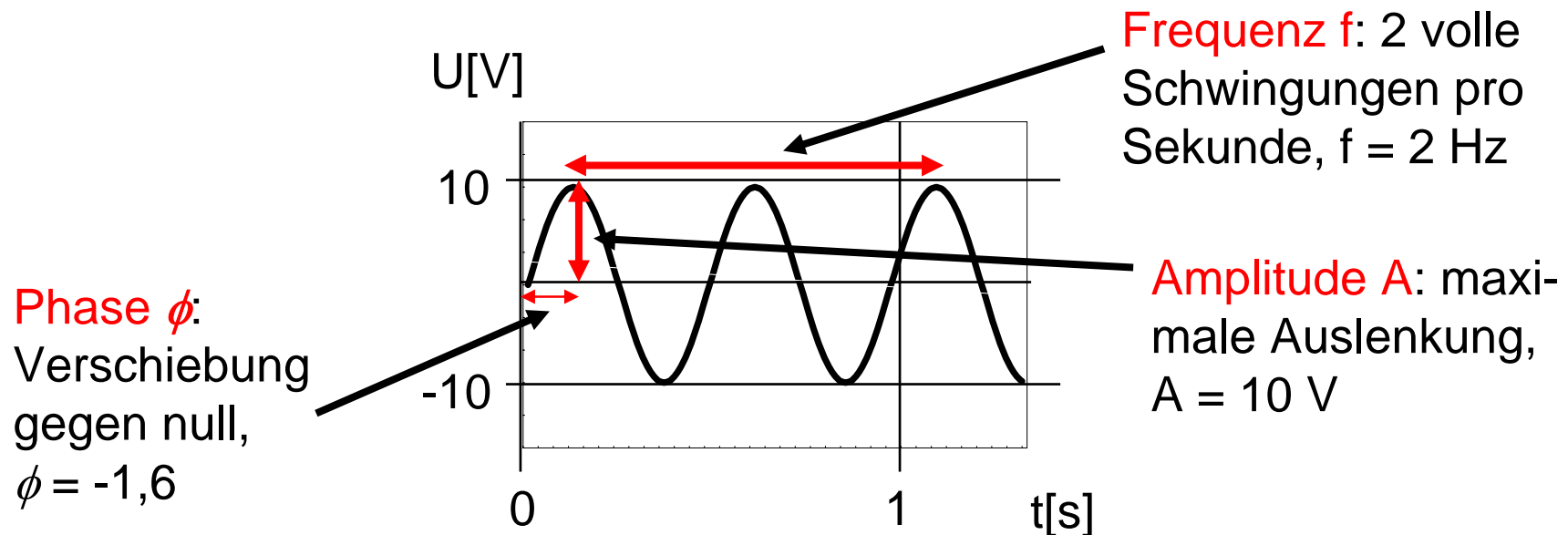
Digital-Simulator

Master-Slave Flip-Flop

Frequenz, Phase, Amplitude

Eine cos-Schwingung (oder sin-Schwingung) $x(t)$ lässt sich durch drei Parameter vollständig beschreiben:

$$x(t) = A \cos(2\pi f t + \phi)$$



Flip-Flop Zoo

