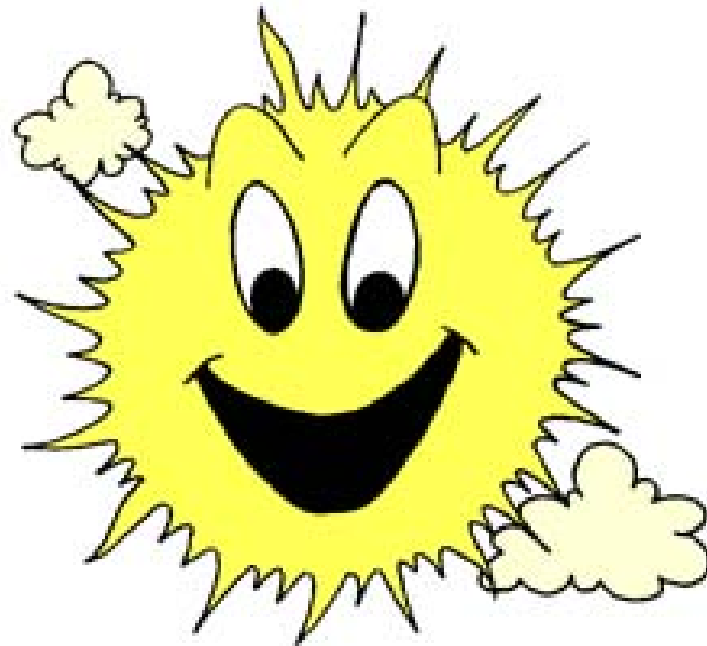
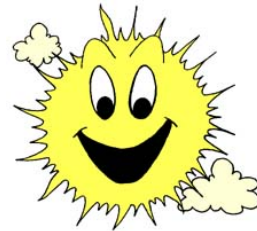


Wiederholung 2. Vorlesung



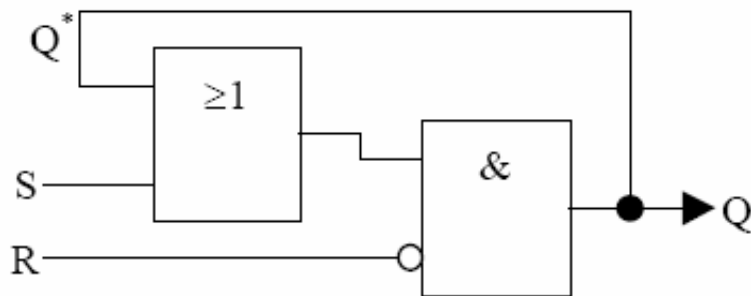
Ende der Wiederholung



10.1 Schaltung zur Konjunktiven Minimalform

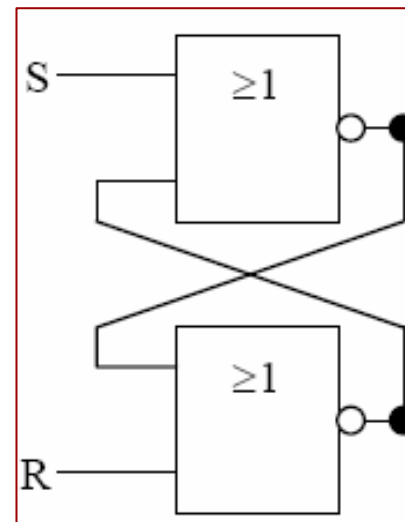
	KNF	Q*	Q*	
	0	1	1	1
R	0	0	*	*
			S	S

$$Q = \neg R \wedge (S \vee Q^*)$$



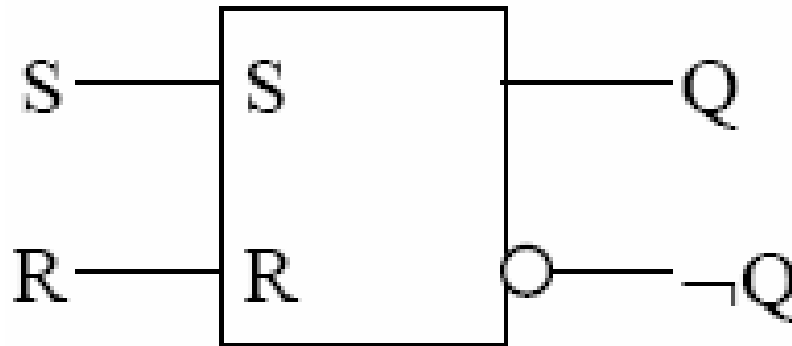
Morgan's Gesetz:
 $Y = A \wedge B \Leftrightarrow Y = \overline{\overline{A} \vee \overline{B}}$

HS-Übung:
Zeichnen Sie die Schaltung!



**NOR-
RS-
Flipflop**

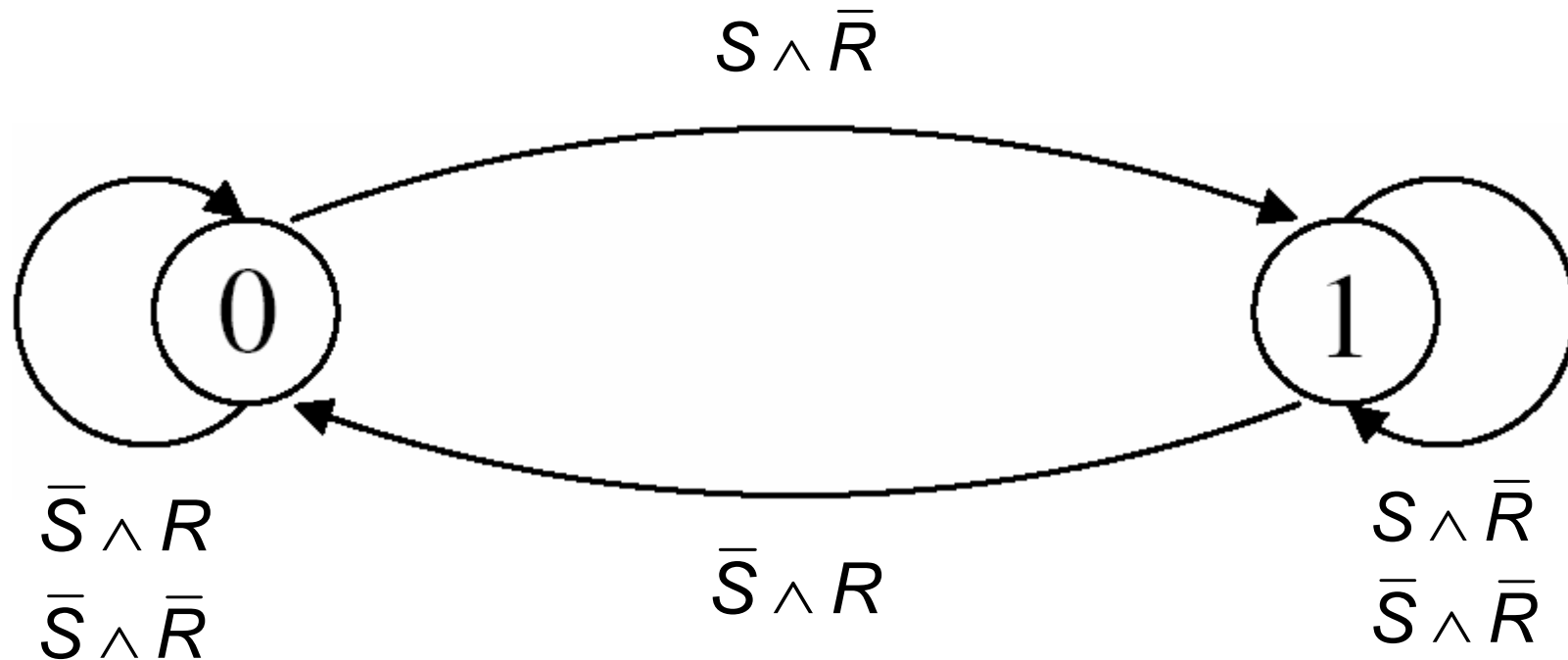
10.1 RS-Flipflop



Schaltsymbol für alle
Varianten des
RS-Flipflop

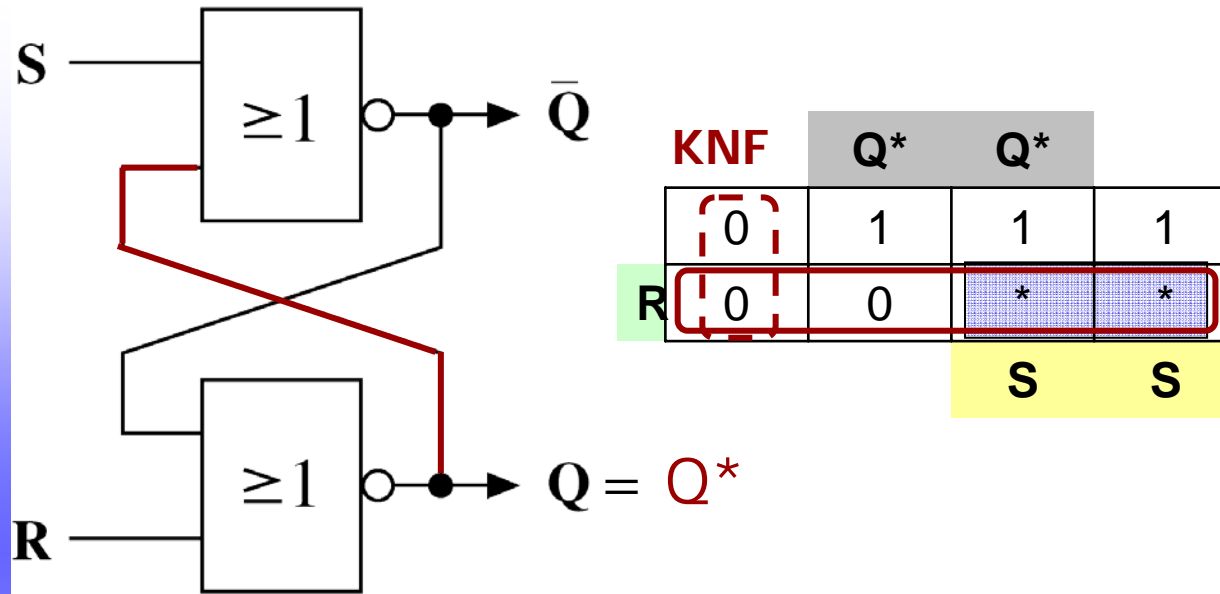
Bei Spezifikation des RS-Flip-Flops mit diesem Schaltsymbol ist das Verhalten bei der Eingangskombination **$R, S = 1$** **nicht spezifiziert**. Setzt man ein RS-Flip-Flop ein, sollte entweder diese Eingangskombination vermieden werden, oder die verschiedenen Ausgangswerte unterschiedlicher Realisierungen sind akzeptabel.

10.1 Zustandsdiagramm RS-Flipflop (-Latch)



- einfaches Speicherelement zur Aufnahme der binären Werte 0 oder 1
- nicht getaktet („allzeit bereit“)
- allgemein: Bistabile Kippstufe (Flip-Flop)

10.1 Wahrheitstafel NOR-RS-Flipflop



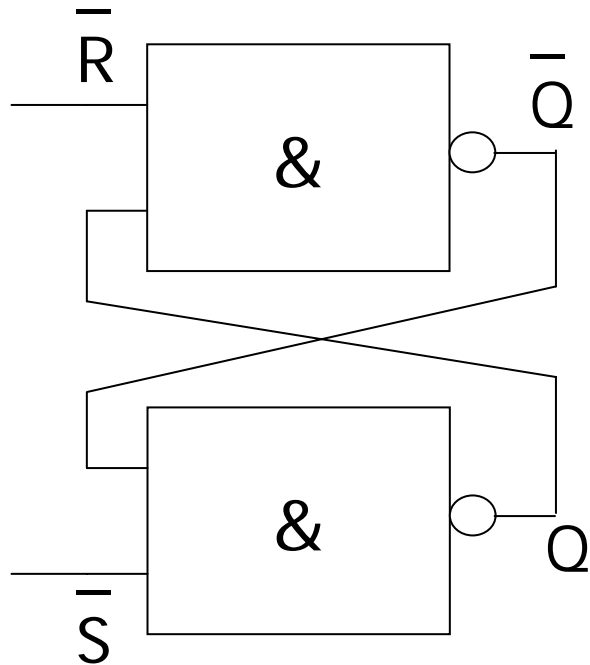
KNF	Q*	Q*
0	1	1
0	0	*
		S

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	*

Bei **R=S=1** wird $Q = \neg Q = 0$

Dieser Zustand macht keinen Sinn und ist damit **nicht definiert!**

10.1 Wahrheitstafel RS-Flipflop aus NAND



\bar{R}	\bar{S}	Q^*	Q
0	0	0	*
0	0	1	*
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Bei **$R=S=0$** wird $Q=\neg Q=1$

Dieser Zustand macht keinen Sinn
und ist damit **nicht definiert!**

10 Zwischenbemerkung

- Gatterbedingte Laufzeiten haben wir bisher außer Acht gelassen.
- Diese bedingen ein besonderes zeitabhängiges Verhalten
 - Diese können in realen Schaltungen Probleme bereiten
 - Muss man daher berücksichtigen und daher auch modellieren.



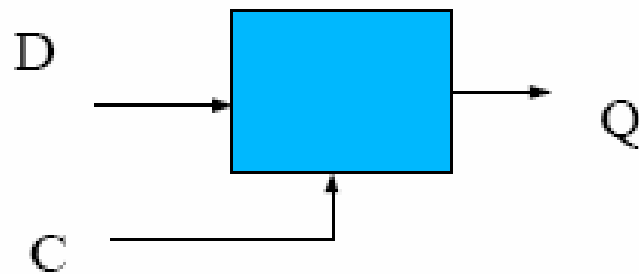
Hazards und (zeitliche) Läufe werden wir später betrachten

10.1 Gesteuerte Flip-Flops

Das RS-Flipflop (RS-Latch) übernimmt zu jedem beliebigen Zeitpunkt Werte von seinen Eingängen auf den Ausgang.

- Das ist nicht immer erwünscht!

Lösung: gesteuerte Flip-Flops



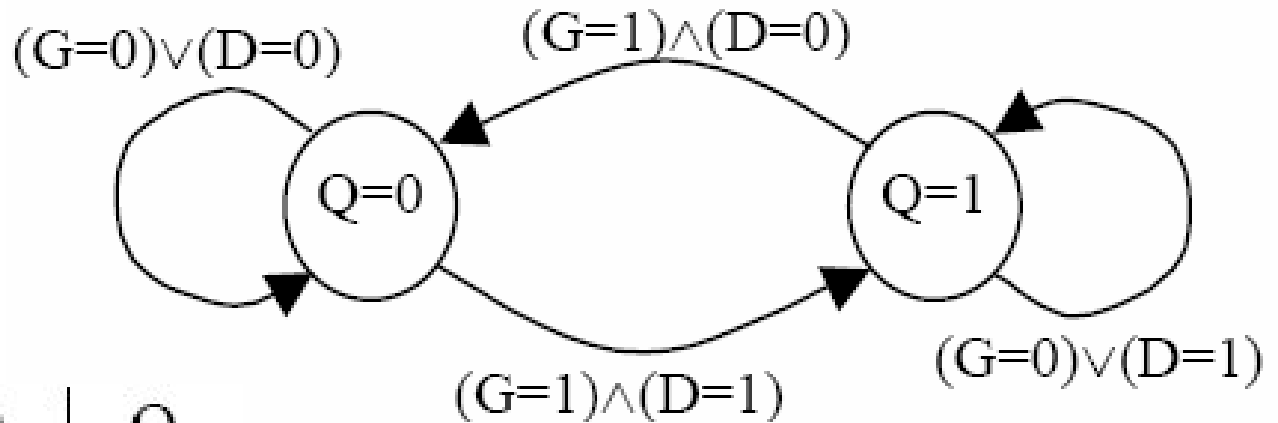
C ist der Steuer-,
D Dateneingang,
Q der Ausgang

Bei diesem Latch ist im Load-Zustand ($C = 1$) der Eingangswert D am Ausgang Q sofort sichtbar. Man spricht deshalb auch von einem „transparenten Flip-Flop“.

Bei Wechsel zu $C = 0$ wird der augenblickliche Eingangswert gespeichert.

10.1 Pegelgesteuerte D-Flip-Flops

C wird auch mit G bezeichnet (Gate, Tor)



Q^*	G	D	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

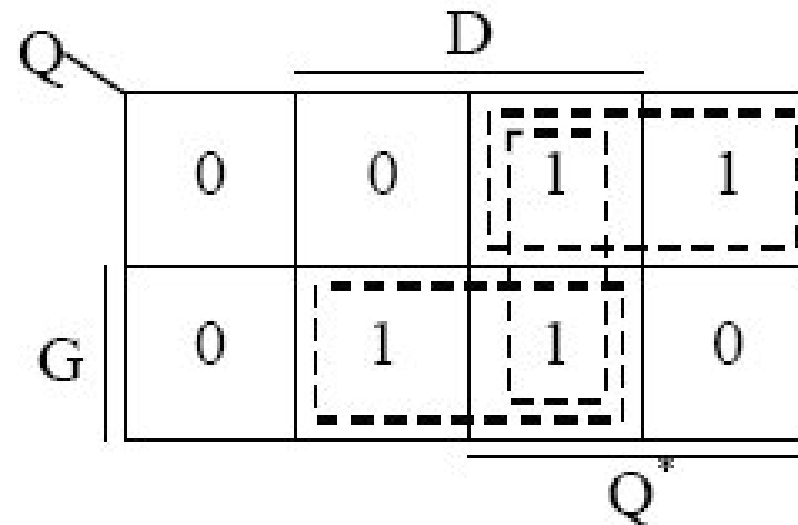
→ Zustandsdiagramm

Hörsaal-Übung:

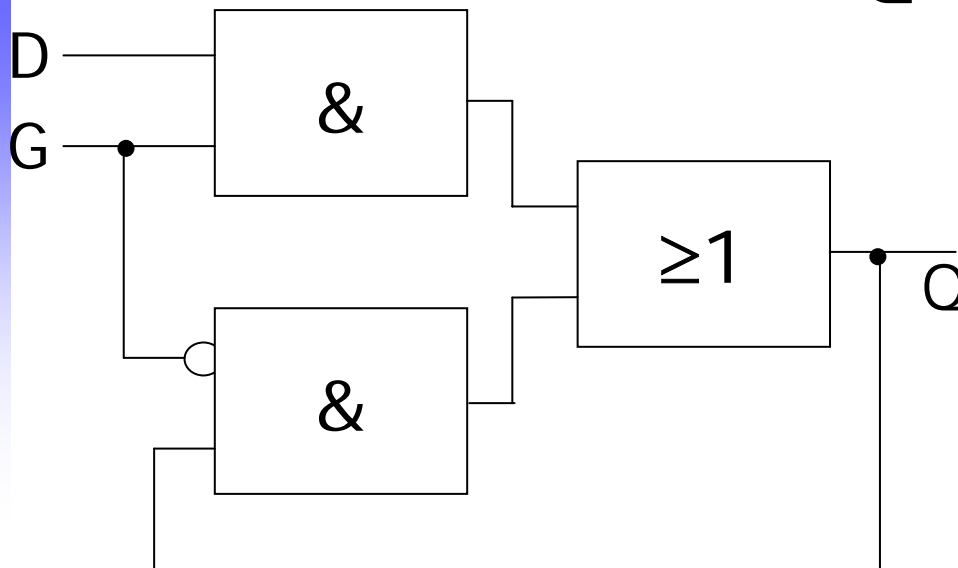
- KV-Diagramm
- Disjunktive Minimalform
- Schaltung

10.1 Pegelgesteuerte Flip-Flops (2)

Q^*	G	D	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



$$Q = (D \wedge G) \vee (\neg G \wedge Q^*)$$

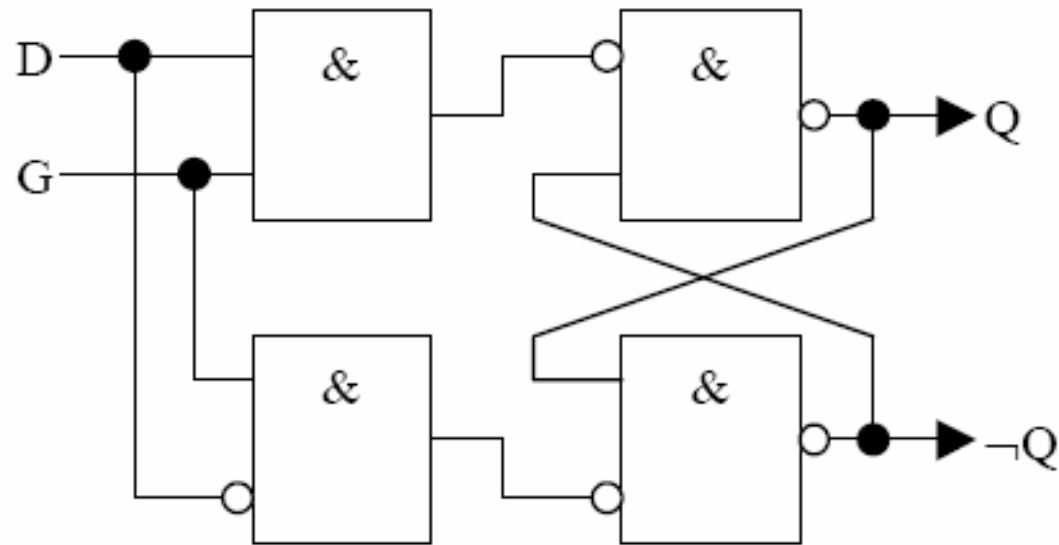


Übung zu Hause:

- Überführen in Schaltung mit ausschließlich NAND-Gattern (evtl. invertierte Eingänge)

10.1 Pegelgesteuerte Flip-Flops (3)

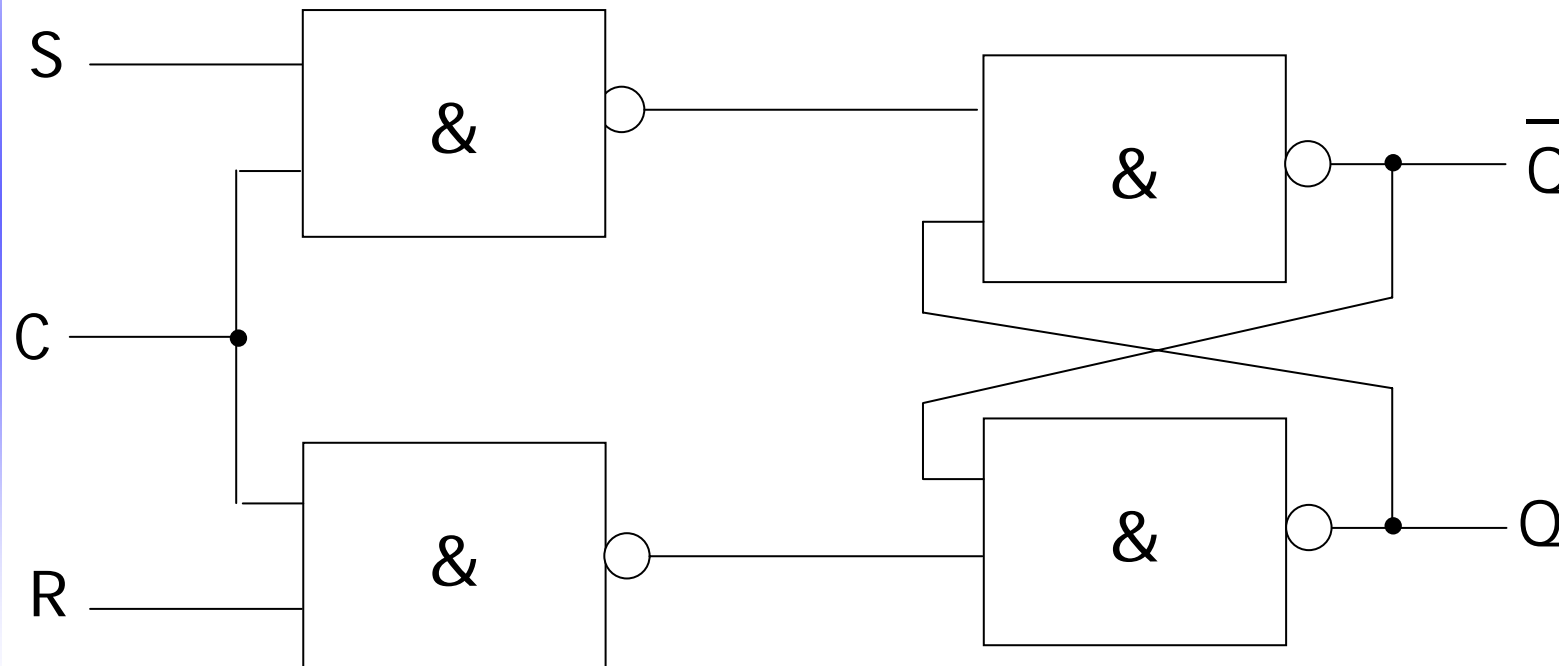
Q^*	G	D	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



Ausgehend von unserem RS-FF kann das pegelgesteuerte D-Flip-Flop auch dadurch hergeleitet werden, daß man beim pegelgesteuerten RS-Flip-Flop den S-Eingang direkt und den R-Eingang invertiert mit dem D-Signal verbindet.

10.1 Pegelgesteuertes SR-Flip-Flop

Entsprechend ist ein pegelgesteuertes SR-FF mit NAND-Gattern realisierbar:



Markieren stabiler Zustände (z.B D-FF)

G	D	Q*	Q
0	0	0 = 0	
0	0	1 = 1	
0	1	0 = 0	
0	1	1 = 1	
1	0	0 = 0	
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1 = 1	

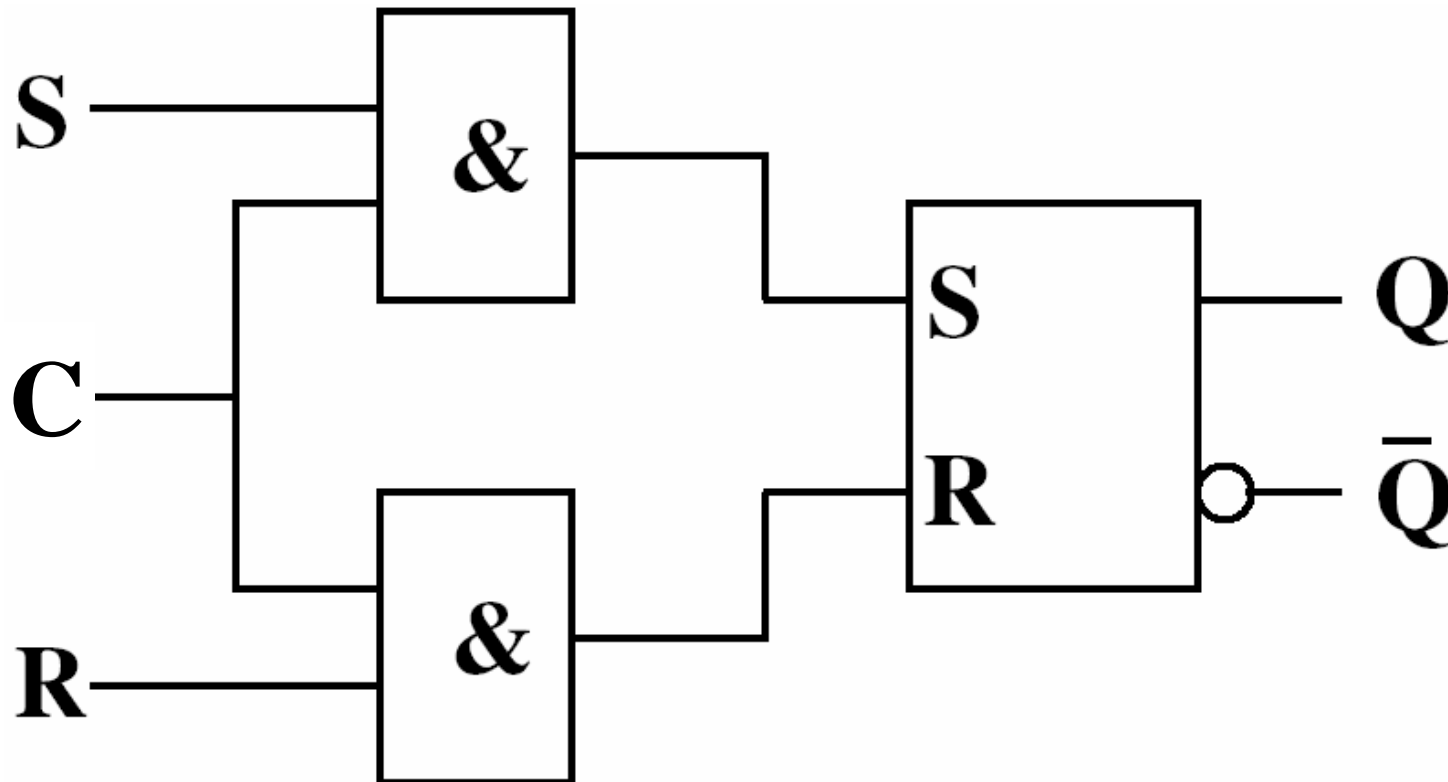
Q (D-FF)		Q*	Q*
	0	1	0
D	0	1	1
		G	G

Zustände sind stabil, wenn $Q = Q^*$:

- Diese können in der Wahrheitstafel identifiziert werden, und/oder
- Im KV-Diagramm, wenn Q^* gleich dem Wert im Diagramm

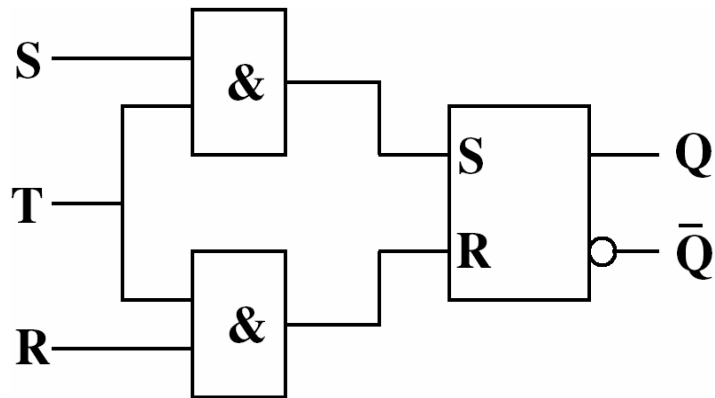
10.1 Pegelgesteuertes SR-Flip-Flop (2)

... oder mit zwei NAND-Gattern und einem SR-FF:



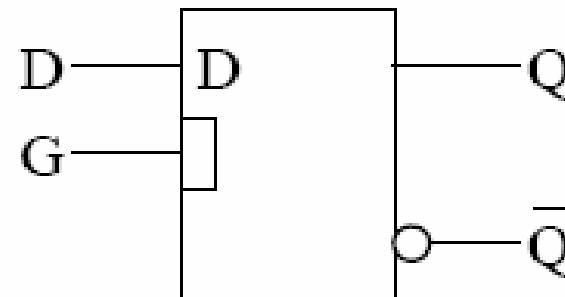
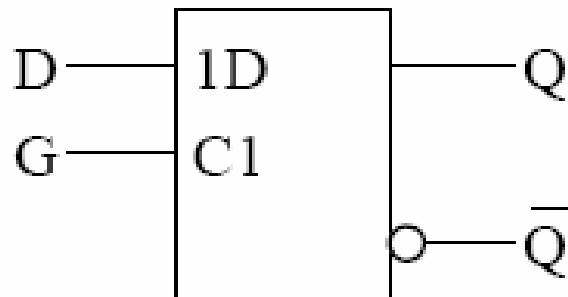
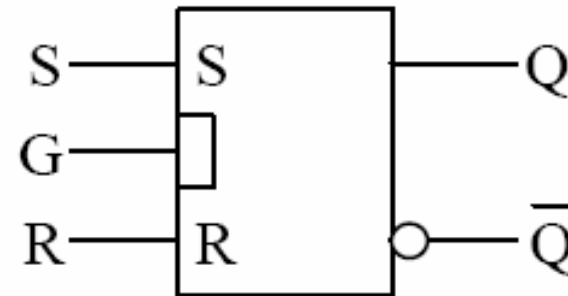
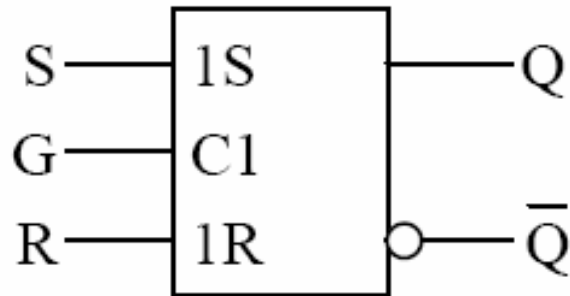
10.1 HS-Übung: pegelgesteuertes RS-FF

Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle,
beschreiben Sie Reaktion!



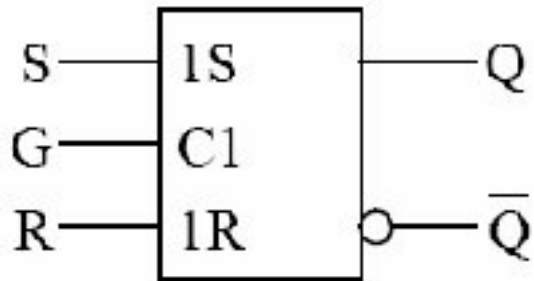
T	S	R	Q	Reaktion
0	0	0	Q*	keine
0	0	1	Q*	keine
0	1	0	Q*	keine
0	1	1	Q*	keine
1	0	0	Q*	speichern
1	0	1	0	Reset
1	1	0	1	Set
1	1	1	-	verboten

10.1 Schaltsymbole SR- und D-Flip-Flop



- DIN-Symbole mit Abhängigkeitnotation (links)
- Blockschaltbild

10.1 Abhängigkeitsnotation



Eingänge S, R und G.

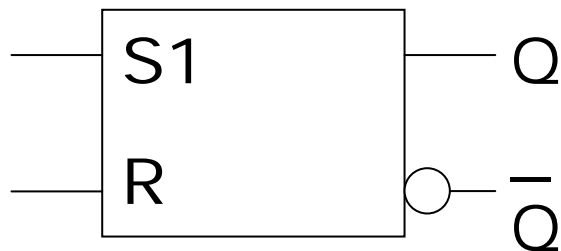
G ist steuernder Eingang, d.h.

S und R hängen von G ab.

G bekommt einen Index **nachgestellt**.

Den **gesteuerten** Eingänge wird Index der Abhängigkeit **vorangestellt**.

Weitere Beispiele:



Flipflop mit dominierendem S-

Eingang, d.h. bei $S=R=1$ wird Flipflop gesetzt.

Index gibt S-Abhängigkeit an.

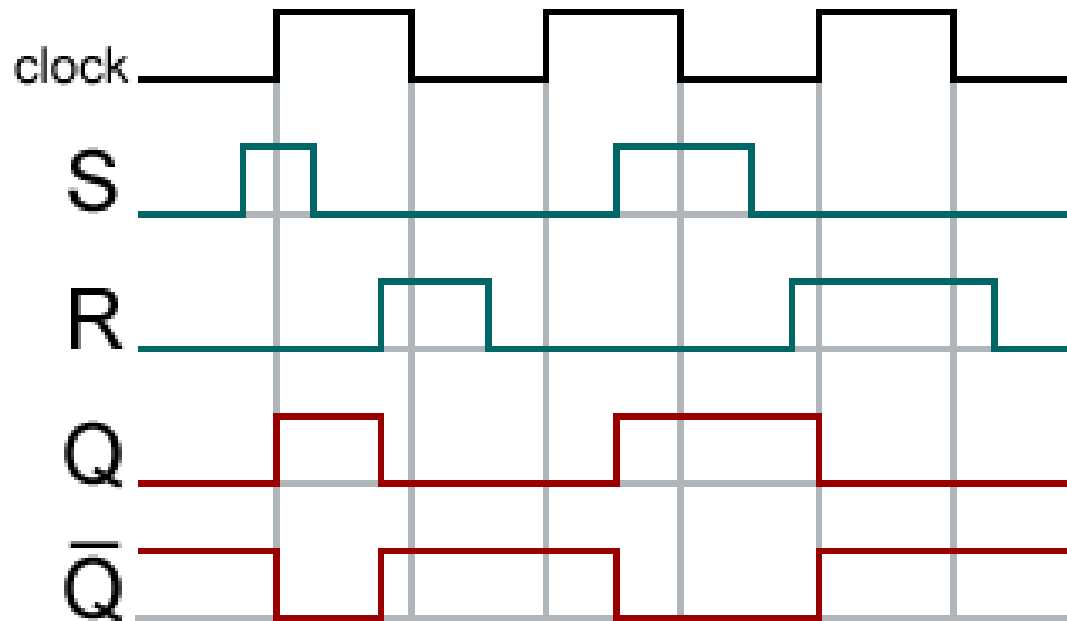


Flipflop mit dominierendem R-

Eingang, d.h. bei $S=R=1$ wird Flipflop zurückgesetzt.

Index gibt R-Abhängigkeit an.

10.1 Impulsdiagramm SR-Flipflop



Impulsdiagramm des SR-FF

Solche Diagramme findet man beispielsweise in Datenblättern