

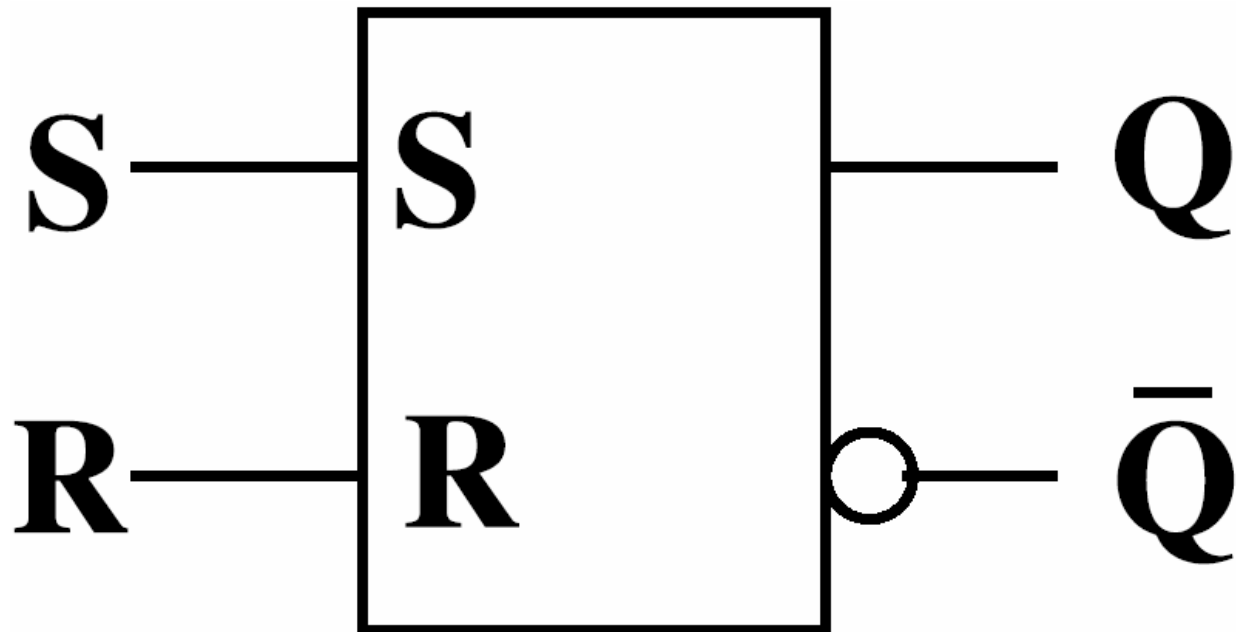
# Digitaltechnik II

## SS 2006

### 4. Vorlesung

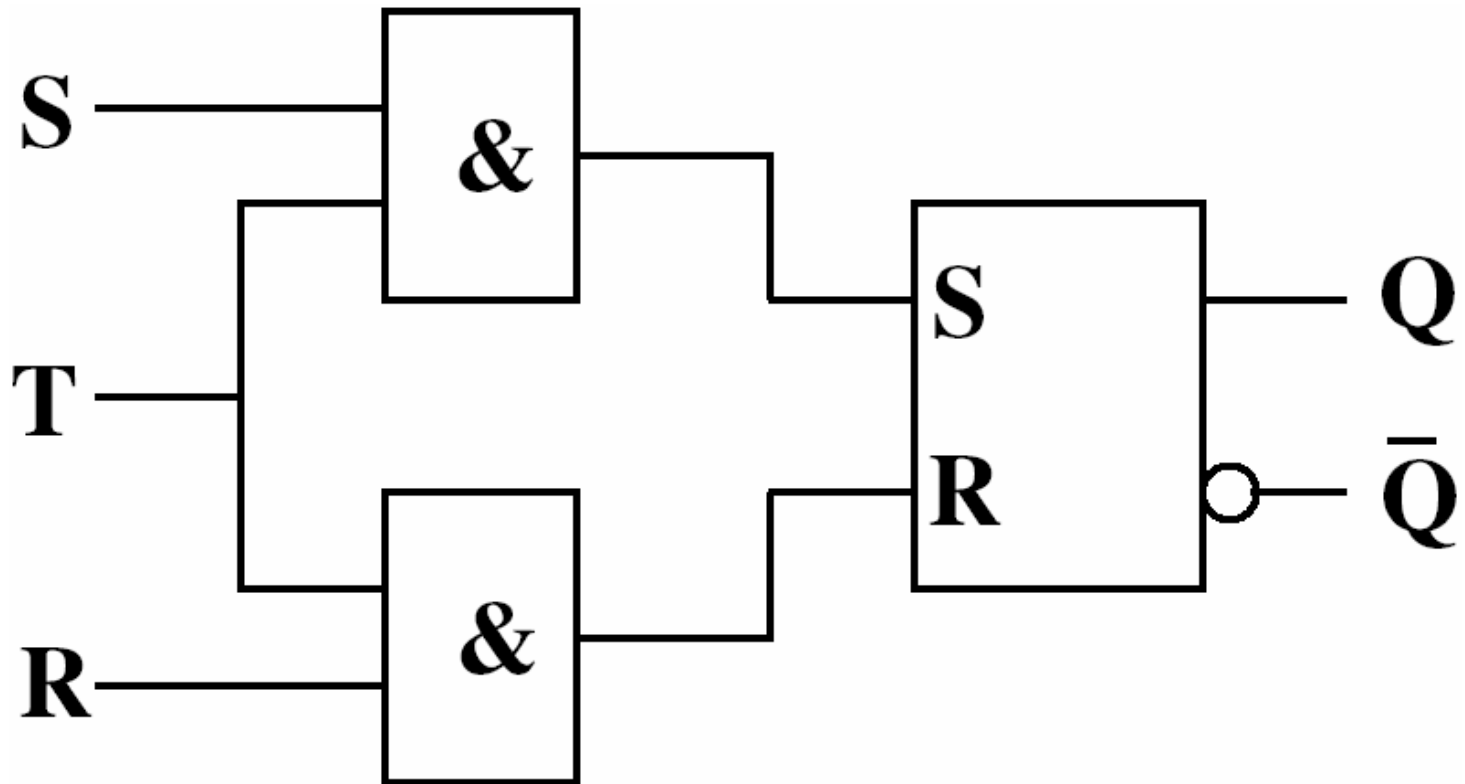
Klaus Kasper

# Schaltsymbol für SR-Flip-Flop

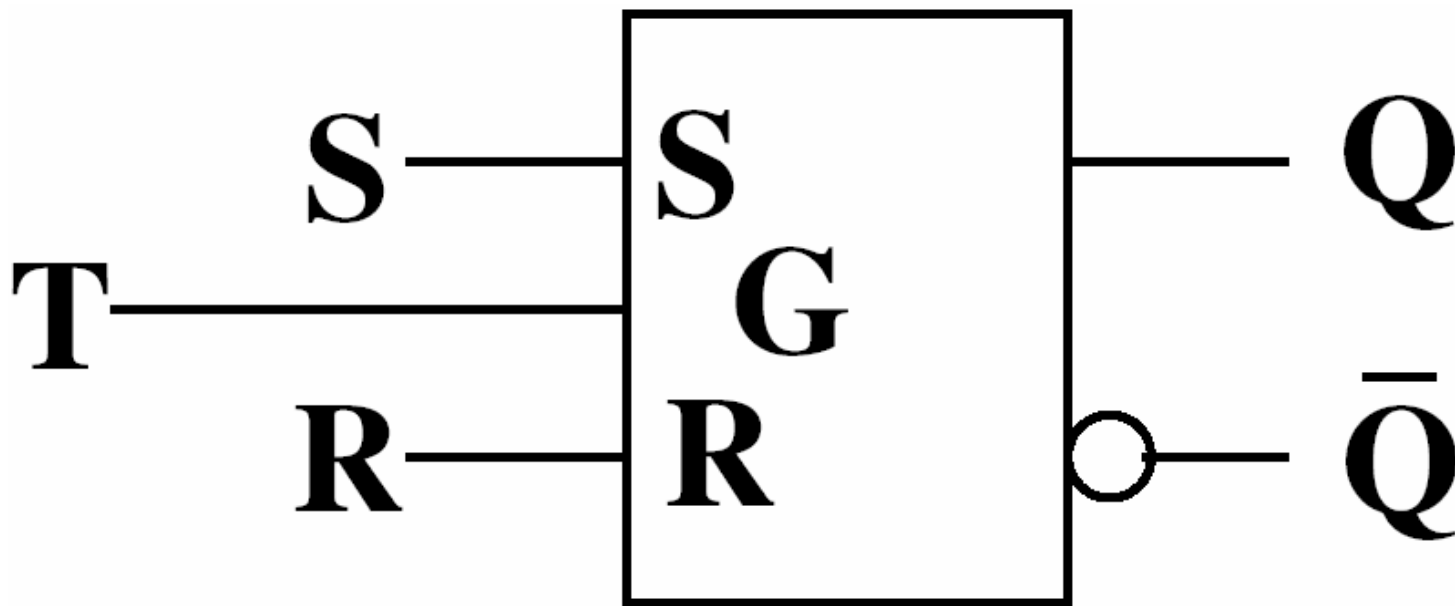


zustandsunabhängig

# zustandsgesteuertes SR-Flip-Flop

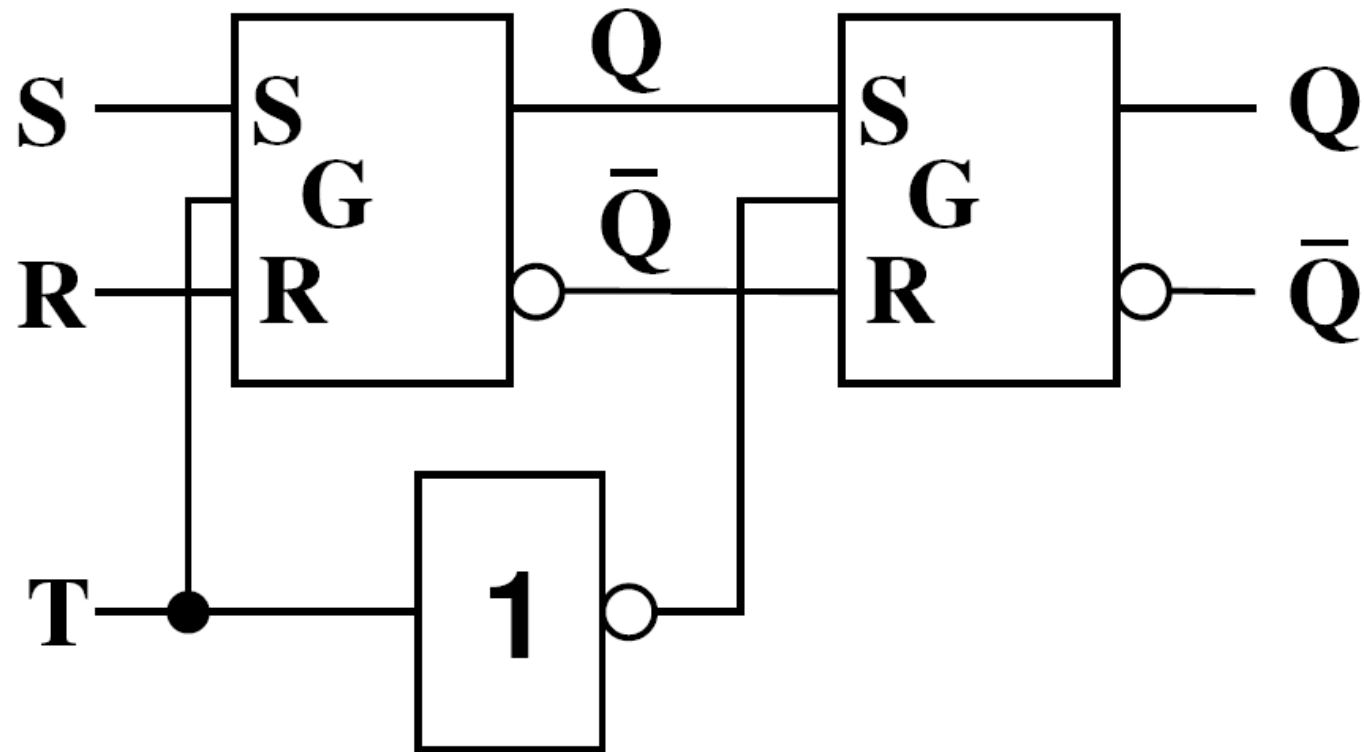


# Schaltsymbol



zustandsgesteuertes SR-Flip-Flop

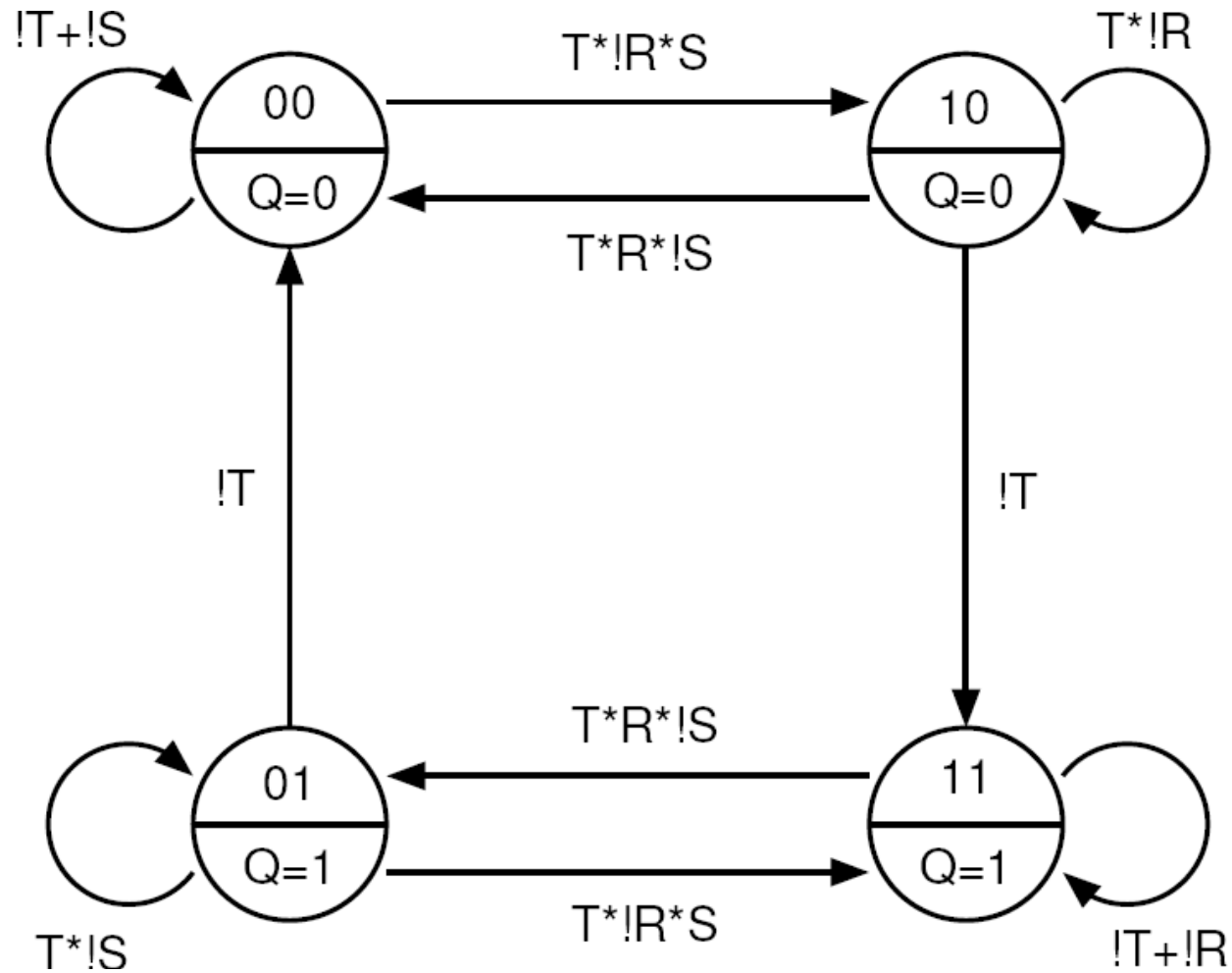
# Master-Slave Flip-Flop



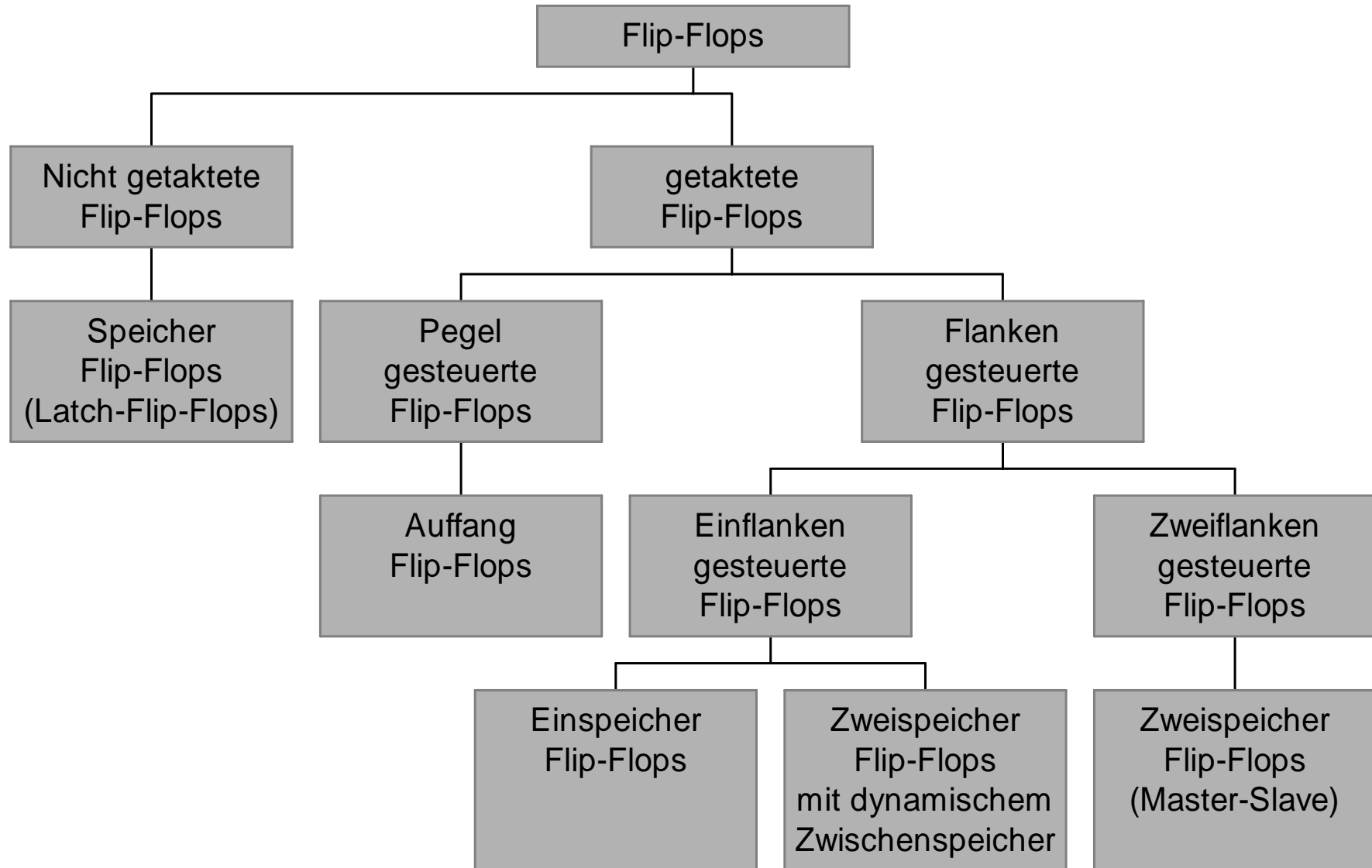
# Digital-Simulator

Master-Slave Flip-Flop

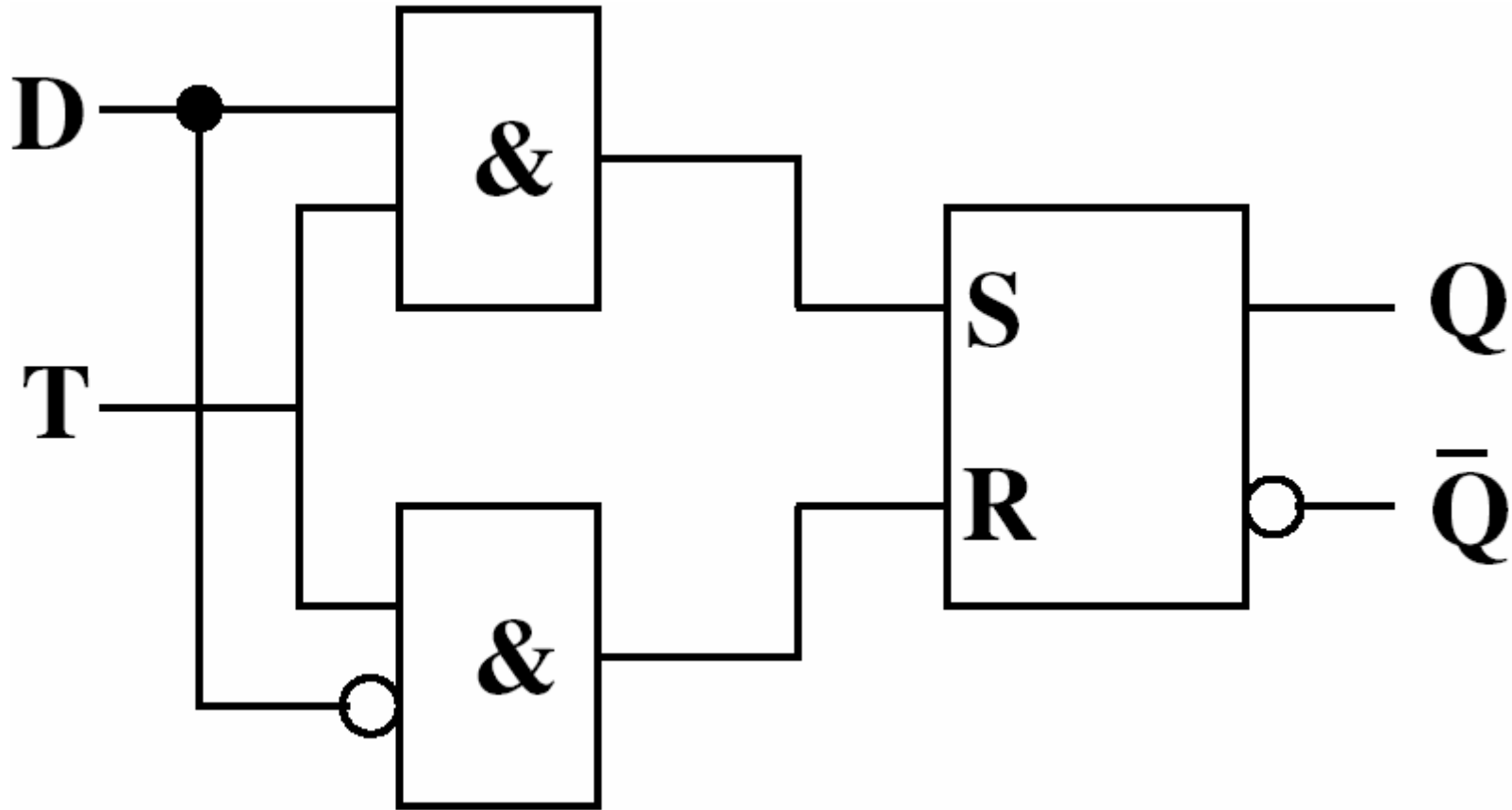
# Zustandsdiagramm MS-FF



# Flip-Flop Zoo



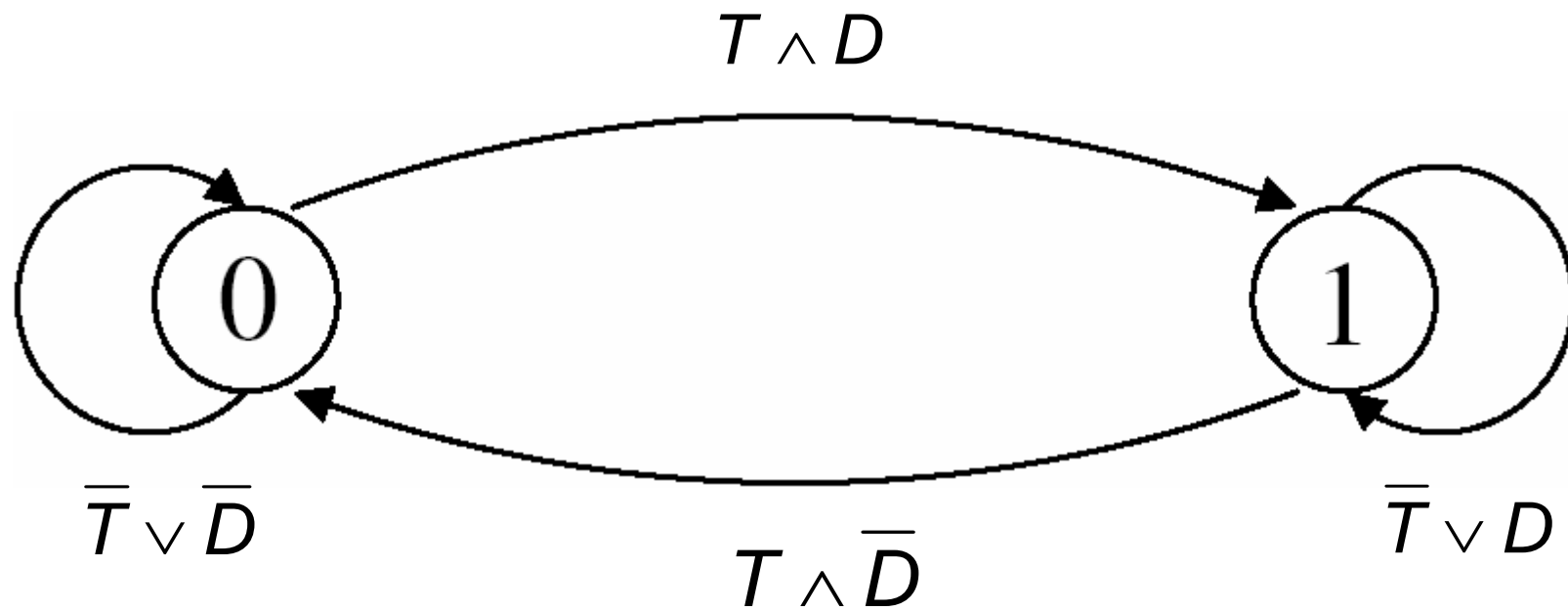
# D-Flip-Flop I



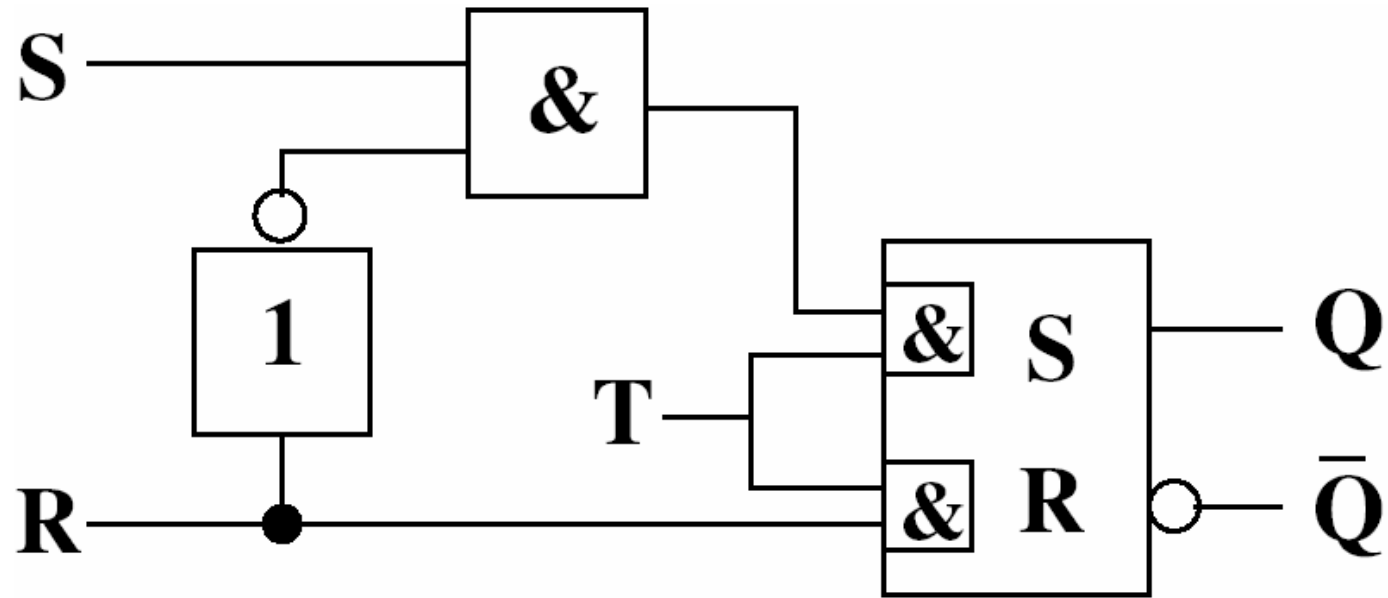
# D-Flip-Flop II

- Delay- oder Verzögerungs-Flip-Flop
- Der Ausgang Q folgt dem Eingang D so lange der Steuereingang T den Wert 1 hat
- einfaches getaktetes Flip-Flop
- auch transparentes Flip-Flop genannt

# Zustandsdiagramm für D-Flip-Flop



# R-Flip-Flop

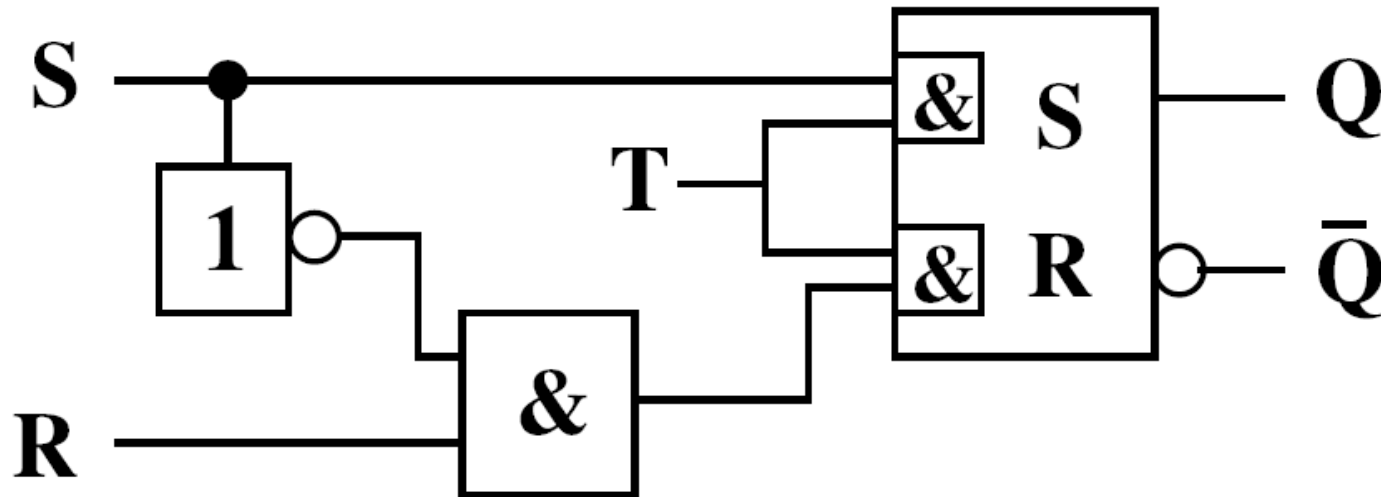


T	R	S	Q
1	0	0	$Q^*$
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

SR-Flip-Flop mit dominierendem R-Eingang

Es existieren keine undefinierten bzw. verbotenen Zustände

# Konstruktion eines S-Flip-Flop



T	R	S	Q
1	0	0	$Q^*$
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

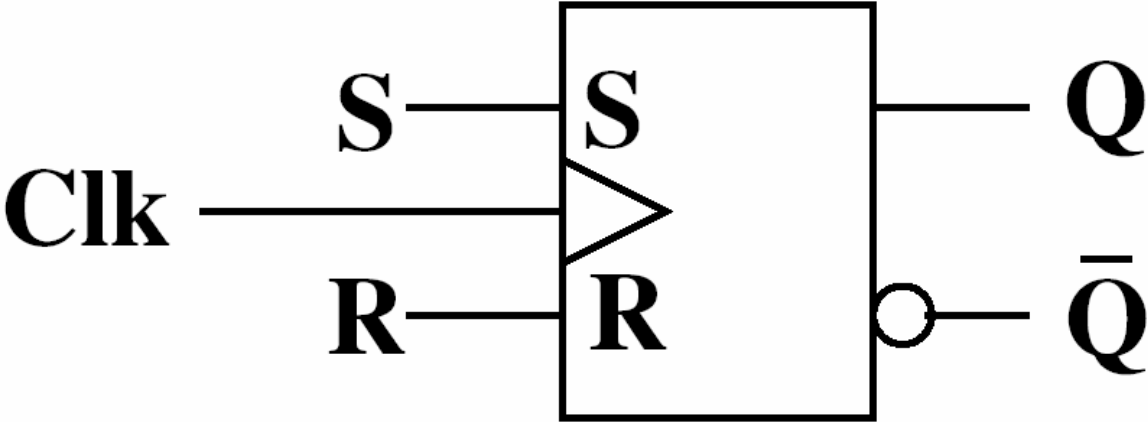
SR-Flip-Flop mit dominierendem S-Eingang

Es existieren keine undefinierten bzw. verbotenen Zustände

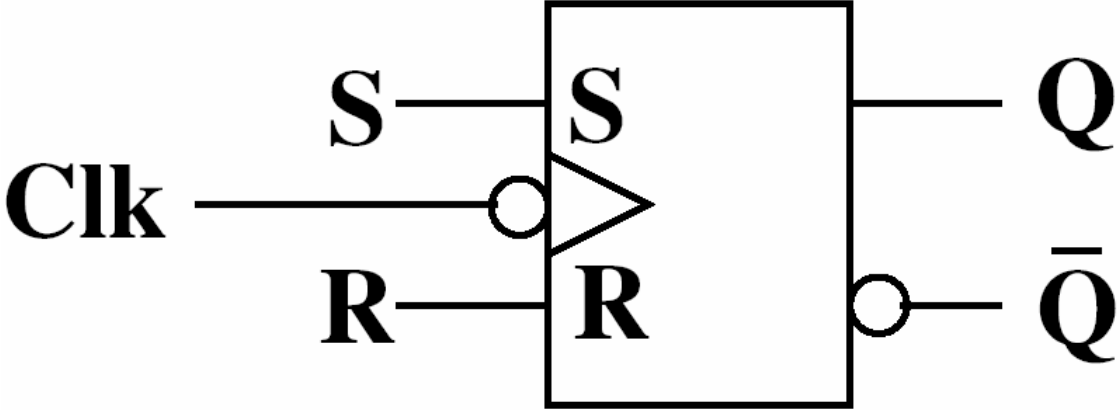
# Flankengesteuerte Flip-Flops

- synchron zur steigenden oder fallenden Flanke des Taktsignals
- die taktgebende Flanke wird als aktive Flanke bezeichnet
- Minimierung der Schaltzeit
- Reduktion der Störanfälligkeit

# Schaltsymbol

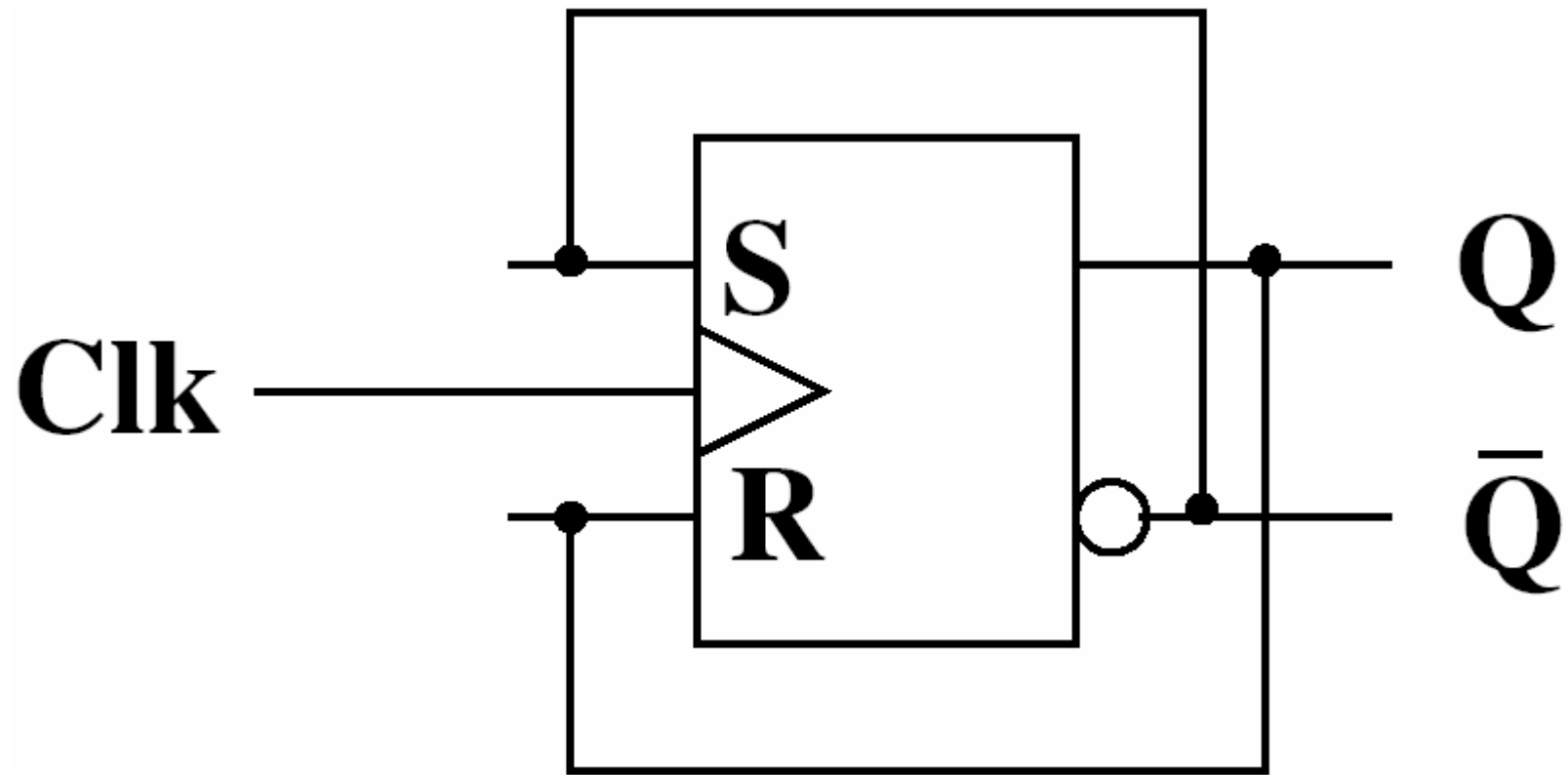


aktiv bei positiver  
Taktflanke



aktiv bei negativer  
Taktflanke

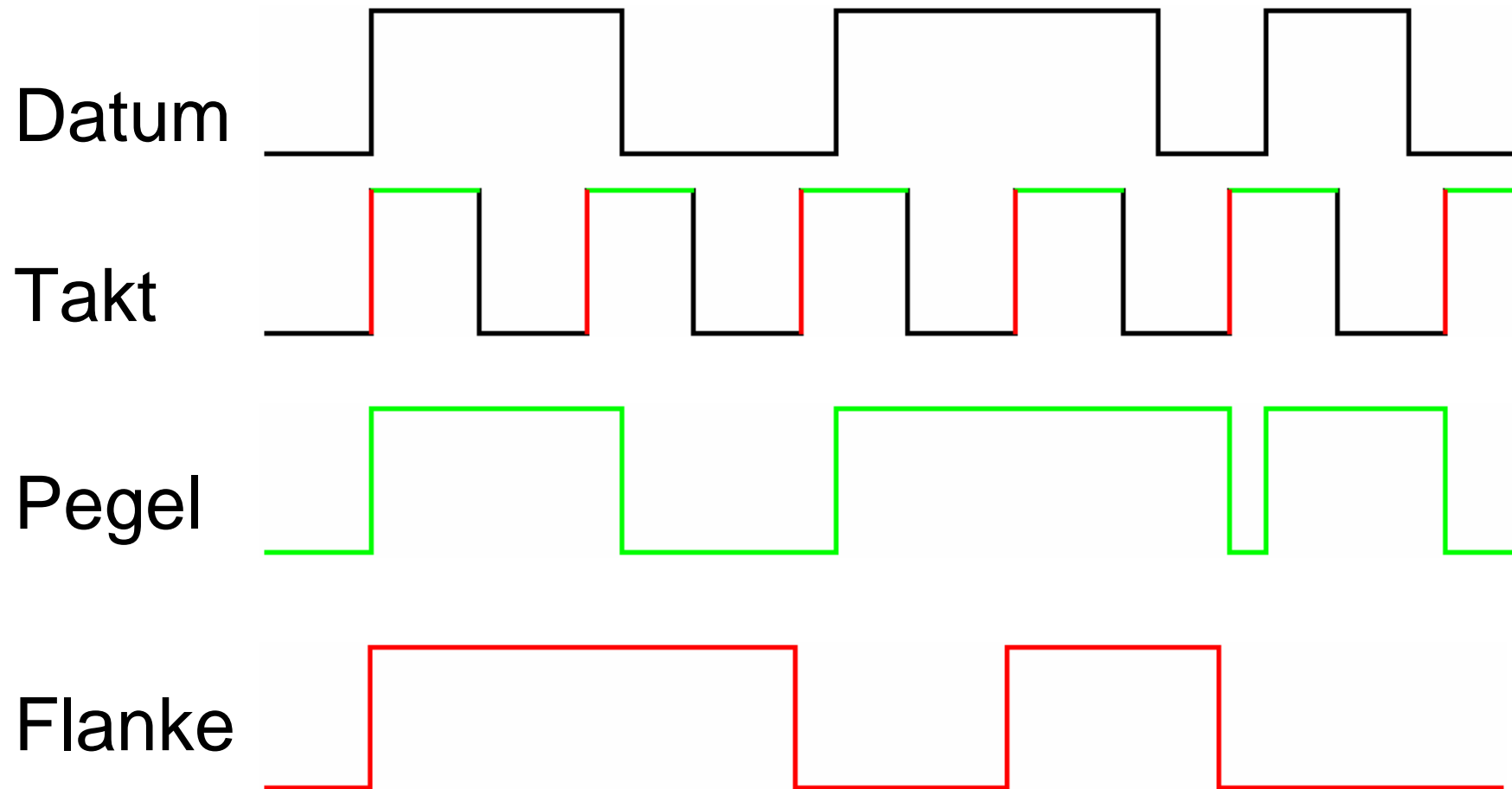
# T-Flip-Flop I



# T-Flip-Flop II

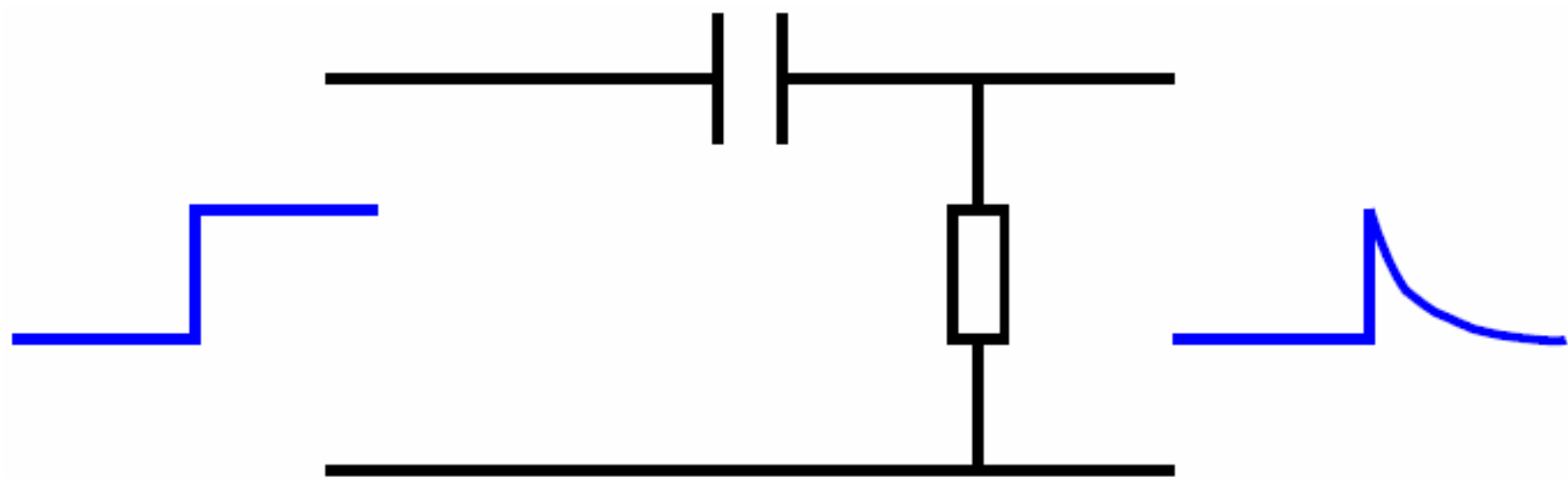
- Bei jeder positiven bzw. negativen Flanke ändert das T-Flip-Flop seinen Zustand
- Toggle- oder Trigger-Flip-Flop

# Impulsdiagramm für D-Flip-Flop

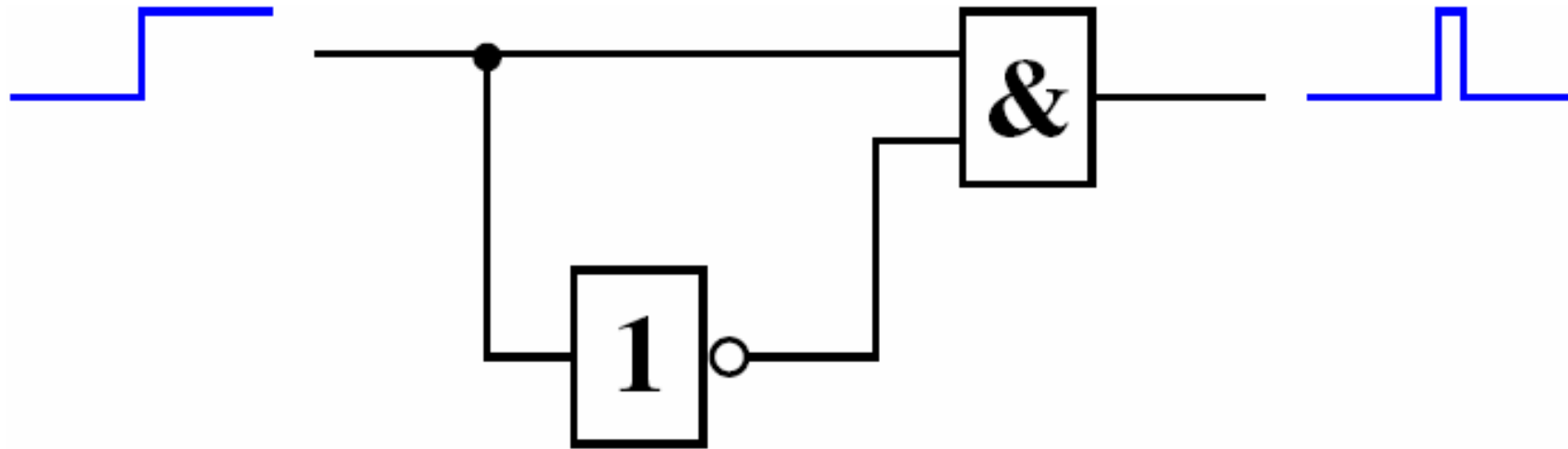


Das zeitliche Verhalten des Ausgangssignals hängt stark von der verwendeten Taktsteuerung des Flip-Flop ab.

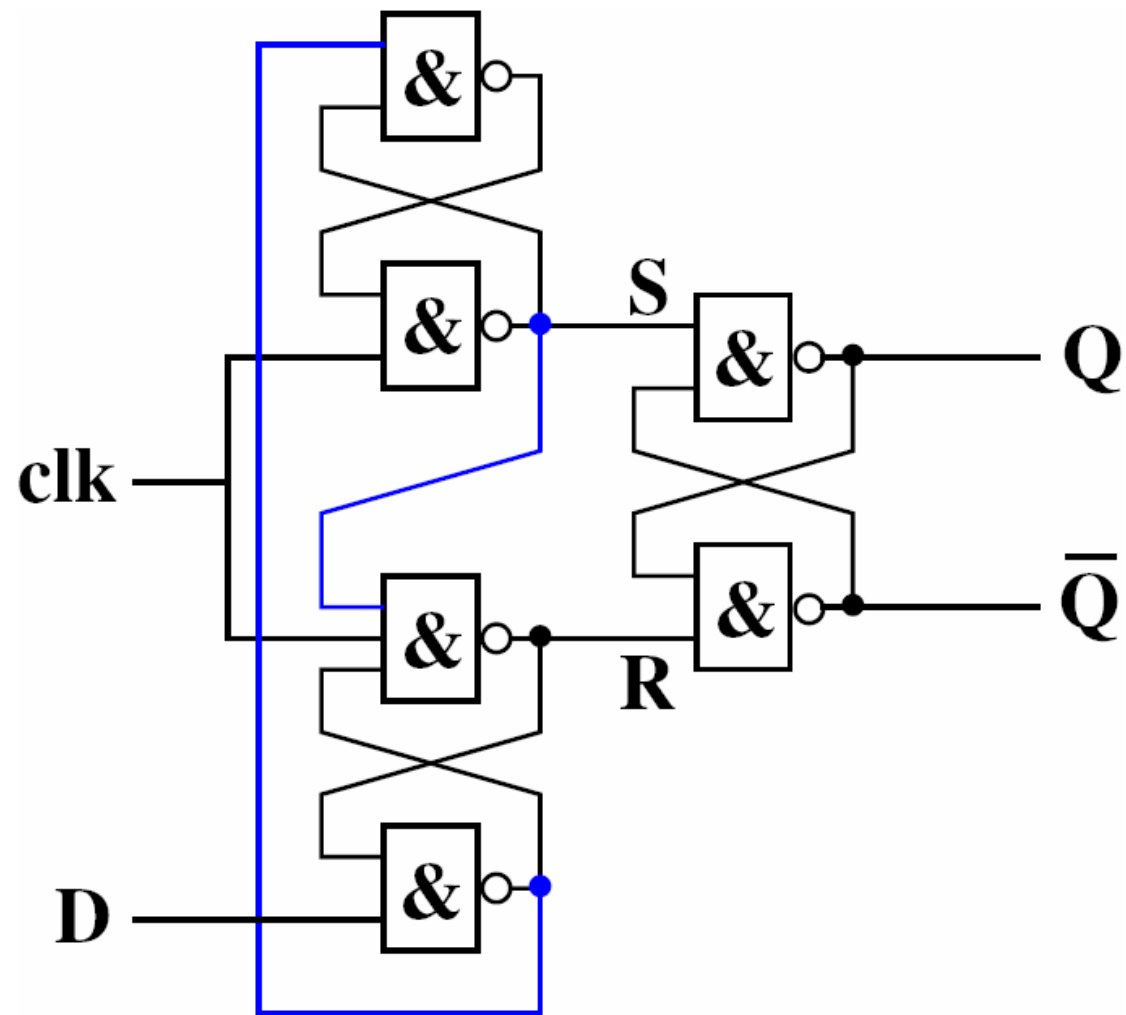
# Flankensteuerung I



# Flankensteuerung II

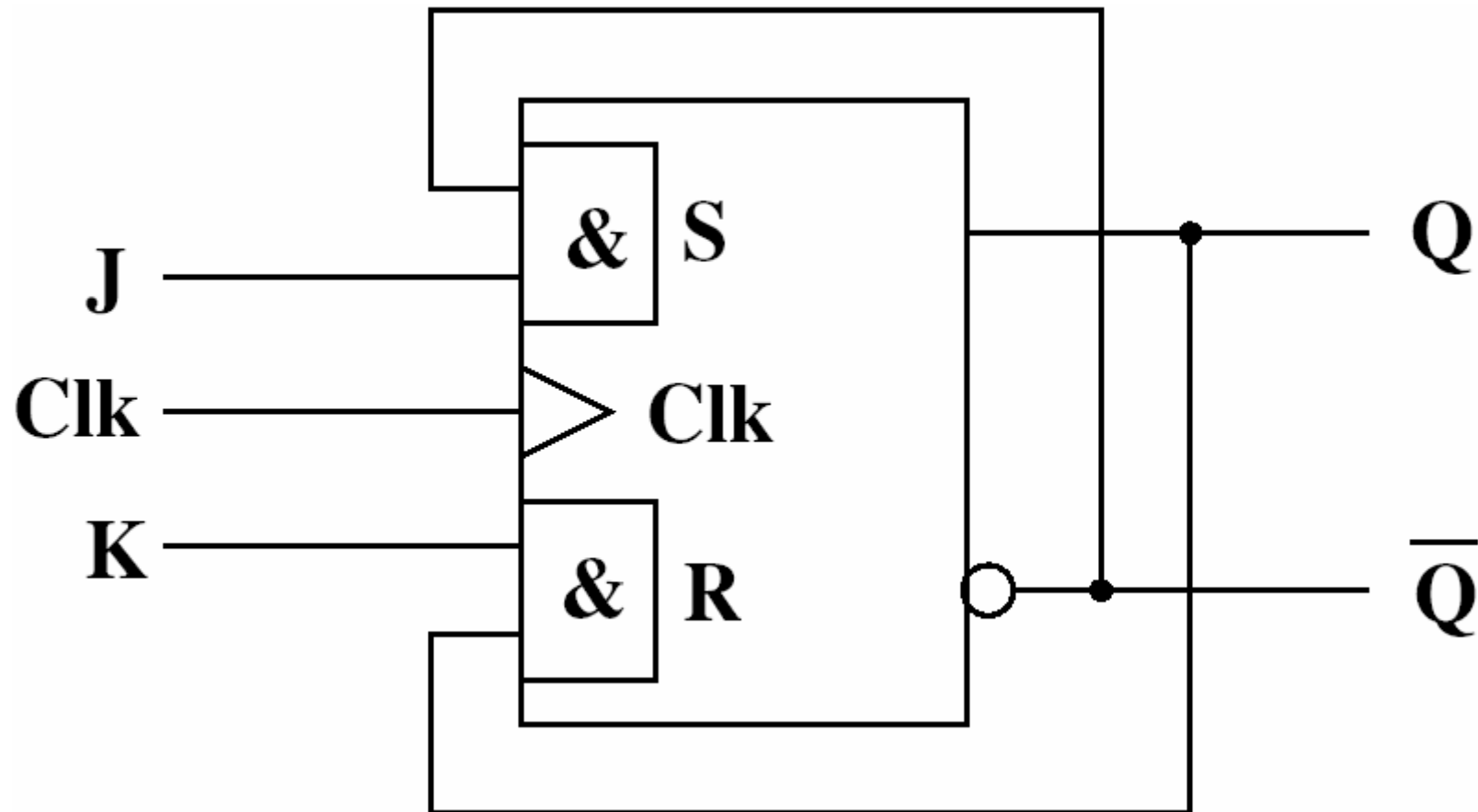


# Flankensteuerung III



# Digital-Simulator

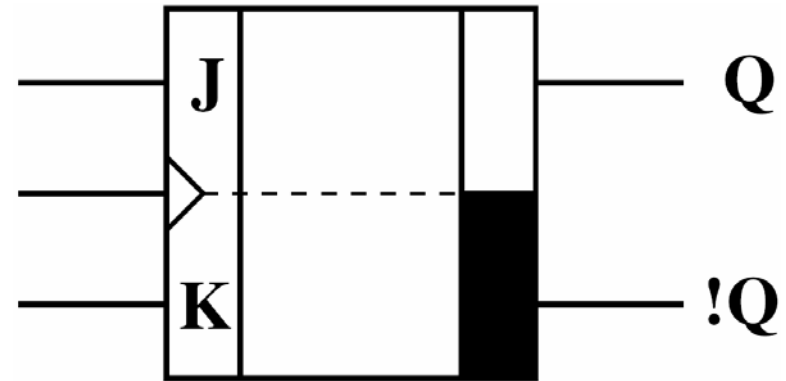
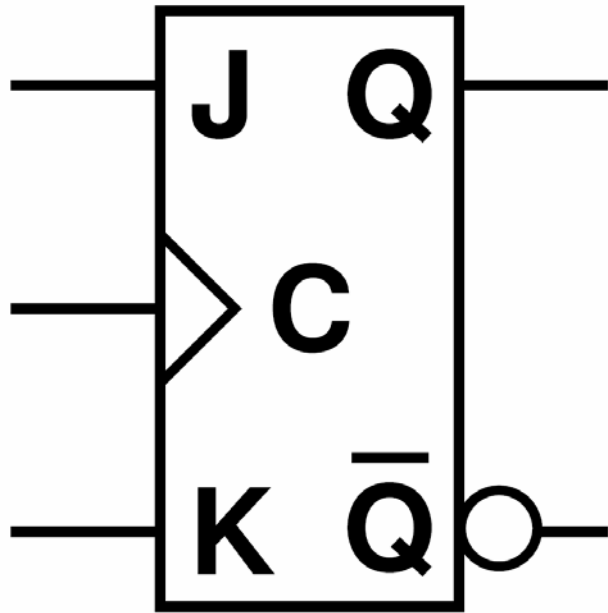
# JK-Flip-Flop I



# JK-Flip-Flop II

- Jump (J) und Kill (K) Flip-Flop
- arbeitet wie RS-Flip-Flop, wobei J mit S und K mit R gleichzusetzen ist
- allerdings ist hier  $J = K = 1$  spezifiziert
- für  $J = K = 1$  wechselt der Ausgang bei jeder aktiven Taktflanke den Wert (toggelt)

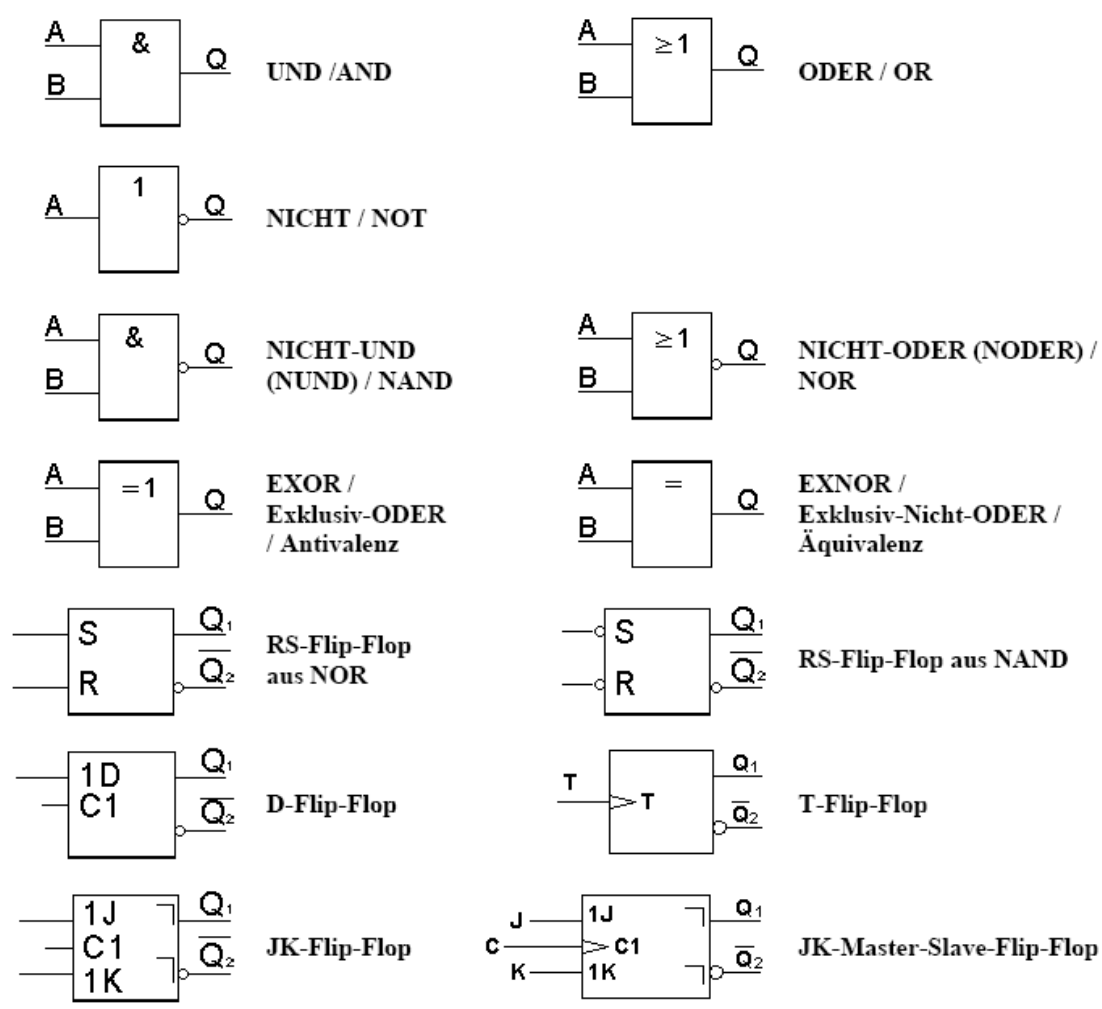
# Schaltsymbol



Quelle: [www.elektronik-kompodium.de/sites/dig/0812091.htm](http://www.elektronik-kompodium.de/sites/dig/0812091.htm)

## Schaltzeichen in der Digitaltechnik (DIN 40 700)

Übersicht der gebräuchlichsten Digitaltechnik-Schaltzeichen nach DIN 40 700 (7.76).



# Digital-Simulator

# Zyklische Folgeschaltung

t	A	B	C
0	0	0	0
1	1	1	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	0	0	1
5	0	1	0
6	0	0	0
7	1	1	1

Das System wird vom Takt getrieben

6 Zustände, zyklische Wiederholung

3 Flip-Flops können 8 Zustände realisieren

Realisierung mit RS-Flip-Flops

# Zyklische Folgeschaltung

A	B	C	AS	AR	BS	BR	CS	CR
0	0	0	1	0				
1	1	1	-	0				
1	0	1	-	0				
1	1	0						
0	0	1						
0	1	0						
0	0	0						

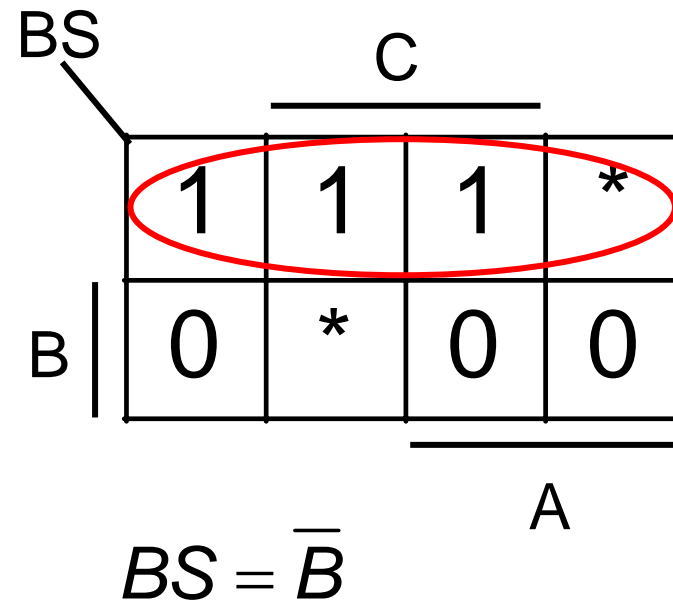
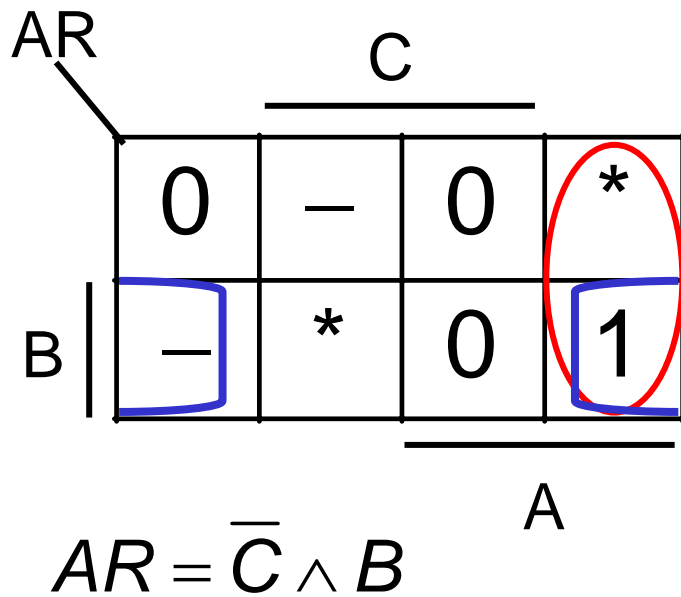
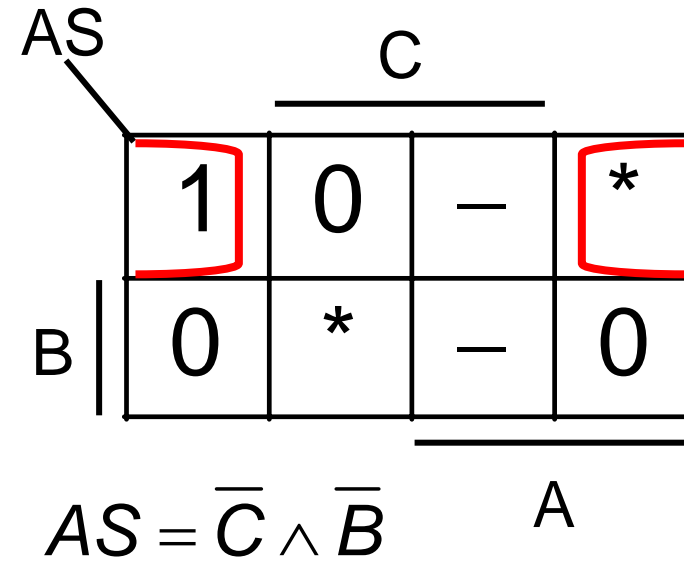
Zustandstabelle

# Zyklische Folgeschaltung

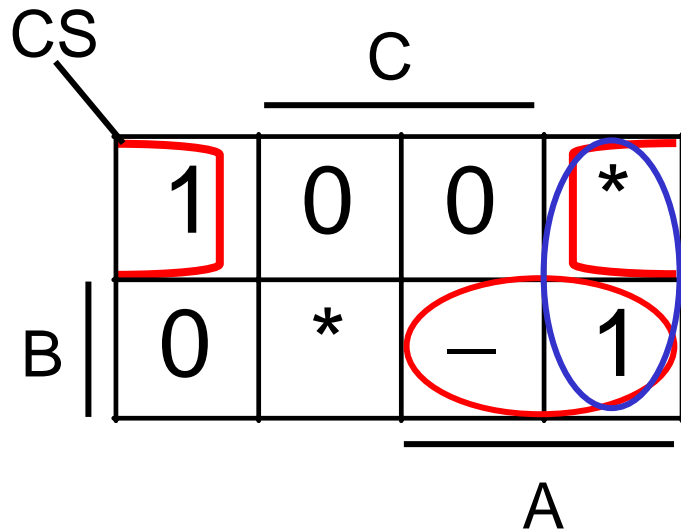
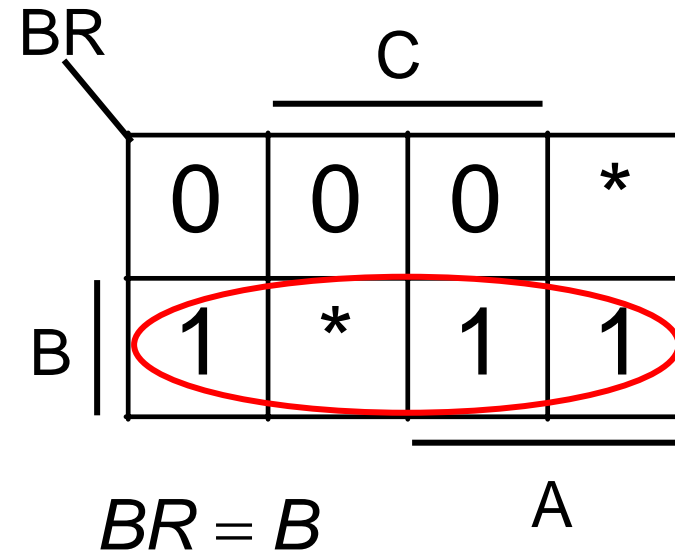
A	B	C	AS	AR	BS	BR	CS	CR
0	0	0	1	0	1	0	1	0
1	1	1	-	0	0	1	-	0
1	0	1	-	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	0	-	1	0	0	1
0	1	0	0	-	0	1	0	-
0	0	0						

Zustandstabelle

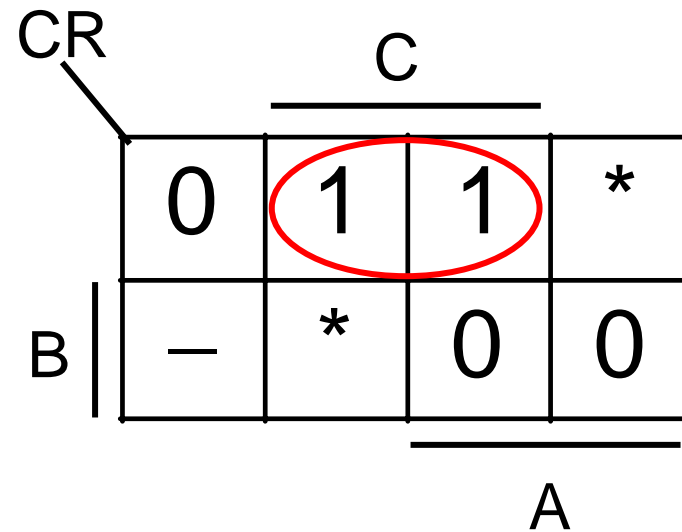
A	B	C	AS	AR	BS	BR	CS	CR
0	0	0	1	0	1	0	1	0
1	1	1	-	0	0	1	-	0
1	0	1	-	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	0	-	1	0	0	1
0	1	0	0	-	0	1	0	-
0	0	0						



A	B	C	AS	AR	BS	BR	CS	CR
0	0	0	1	0	1	0	1	0
1	1	1	-	0	0	1	-	0
1	0	1	-	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	0	-	1	0	0	1
0	1	0	0	-	0	1	0	-
0	0	0						

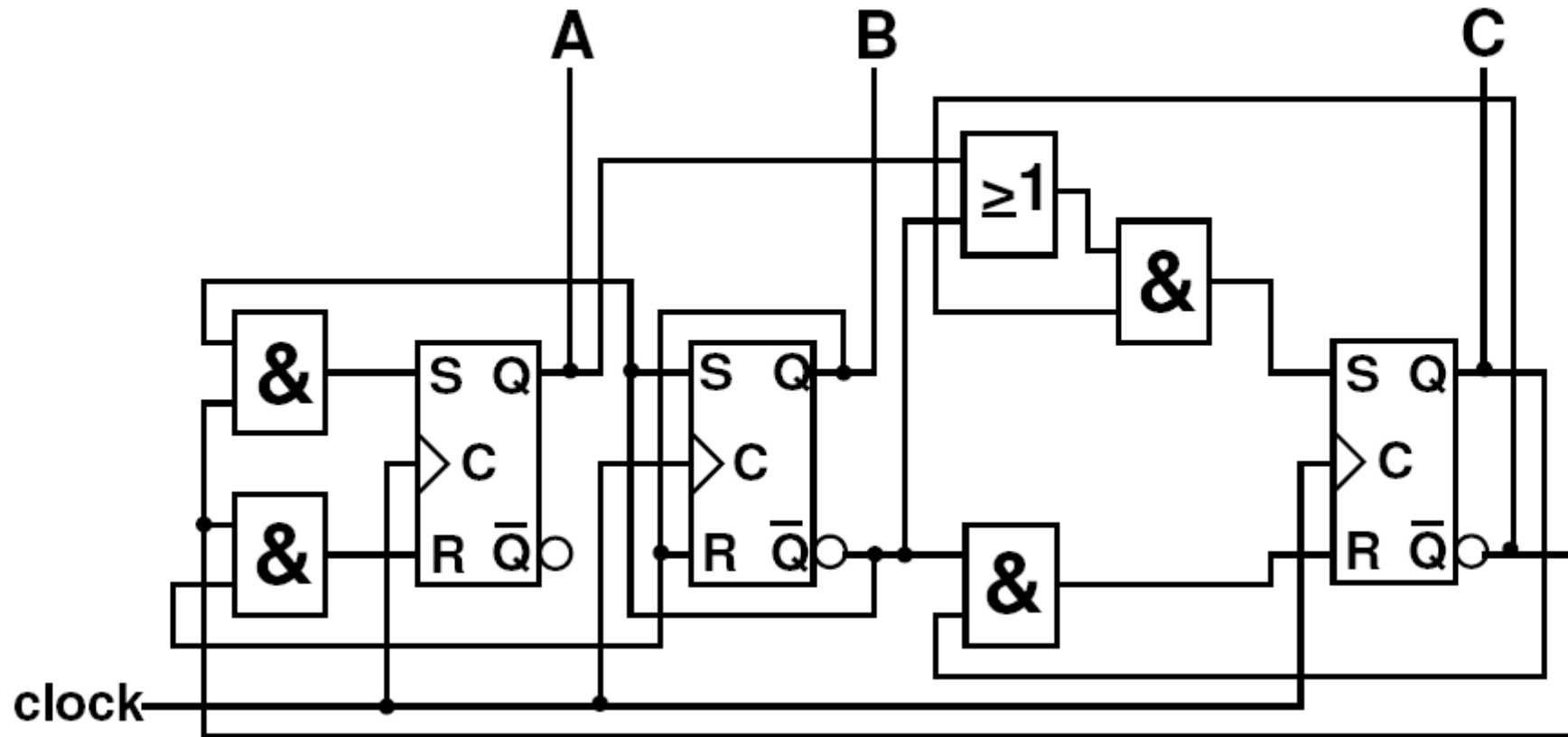


$$CS = (\bar{C} \wedge \bar{B}) \vee (\bar{C} \wedge A) = \bar{C} \wedge (\bar{B} \vee A)$$



$$CR = C \wedge \bar{B}$$

# Zyklische Folgeschaltung



$$AS = \bar{C} \wedge \bar{B}$$

$$BS = \bar{B}$$

$$CS = \bar{C} \wedge (\bar{B} \vee A)$$

$$AR = \bar{C} \wedge B$$

$$BR = B$$

$$CR = C \wedge \bar{B}$$

# Zyklische Folgeschaltung

t	A	B	C
0	0	0	0
1	1	1	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	0	0	1
5	0	1	0
6	0	0	0
7	1	1	1

Das System wird vom Takt getrieben

6 Zustände, zyklische Wiederholung

3 Flip-Flops können 8 Zustände realisieren

Realisierung mit JK-Flip-Flops

Ausnutzung der Toggle Eigenschaft der JK-Flip-Flops

# Zyklische Folgeschaltung

A	B	C	AJ	AK	BJ	BK	CJ	CK
0	0	0	1	=				
1	1	1	-	0				
1	0	1	-	0				
1	1	0	=	1				
0	0	1						
0	1	0						
0	0	0						

Zustandstabelle