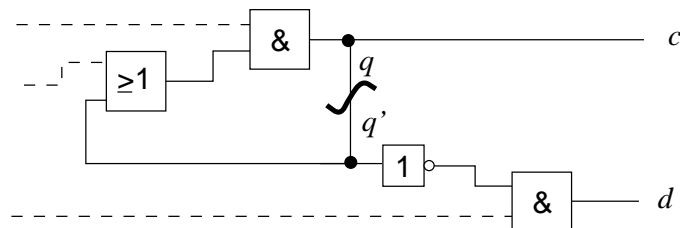




### Lösung 1

- Die angegebene Schaltung enthält eine Rückkopplung. Die Ausgangsvariablen  $c$  und  $d$  hängen nicht nur von den augenblicklichen Werten der Eingangsvariablen  $a$  und  $b$  ab, sondern auch von deren Werten zu vergangenen Zeitpunkten.



$$(c' \triangleq c^t, c \triangleq c^{t+1})$$

- Zustandsvariable  $q$ , Ausgangsvariablen sind  $c$  und  $d$ :

$$q = c$$

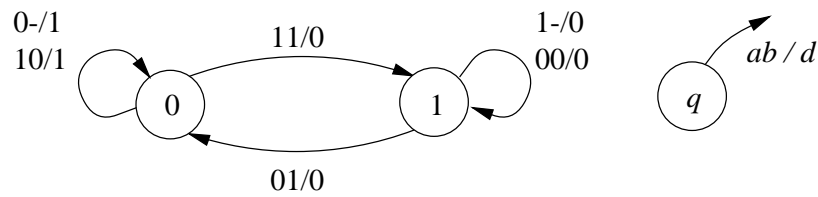
$$q = (a \vee \bar{b}) \wedge (a b \vee q') = a b \vee a q' \vee \bar{b} q' = a b \vee \bar{b} q'$$

$$d = (\bar{a} \vee \bar{b}) \wedge \bar{q}'$$

- Zustandsübergangstabelle:

$q'$	$a$	$b$	$q$	$d$	
0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	♣
0	1	0	0	1	
0	1	1	1	0	instabil, geht nach ♠ über
1	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	instabil, geht nach ♣ über
1	1	0	1	0	
1	1	1	1	0	♠

4. Zustandsübergangsdiagramm (Automatengraph):



5. Die Schaltung gibt den am Eingang  $a$  anliegenden Wert beim nächsten 01-Wechsel von  $b$  an dem Ausgang  $c$  aus.  $d$  ist ein negierter Ausgang (außer in den Übergangsphasen).

Die Schaltung wirkt wie ein D-Fliflop mit dem Dateneingang  $a$ ,  $b$  als Takt,  $c$  als Ausgang und  $d$  als negierter Ausgang.

## Lösung 2

1. **A:**  $q^{t+1} = \bar{a}^t \bar{\vee} q^t = a^t \bar{q}^t$

**B:**  $q^{t+1} = a^t \bar{\vee} (b^t \bar{\vee} q^t) = \bar{a}^t (b^t \vee q^t)$

Flußtabelle:

$q^t$	$a$	$q^{t+1}$	
0	0	0	♥
0	1	1	♠ → ♣
1	0	0	→ ♥
1	1	0	♣ → ♠

$q^t$	$a$	$b$	$q^{t+1}$	
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	0	→ △
1	1	1	0	→ □

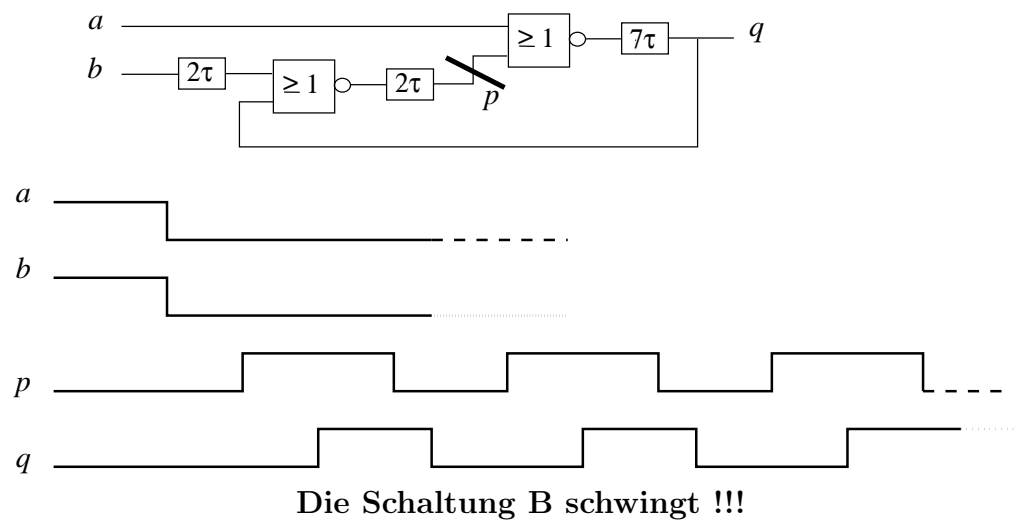
Flußmatrix:

$q^t$	$q^{t+1}$	
	$a = 0$	$a = 1$
0	①	1
1	0	0

$q^t$	$q^{t+1}$			
	$a b =$			
	00	01	10	11
0	①	1	①	①
1	①	①	0	0

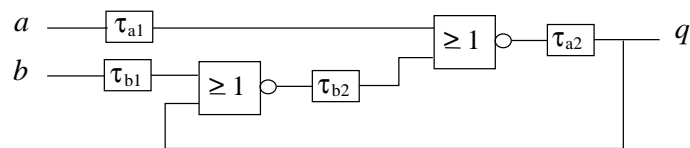
2. Die Schaltung **A** schwingt, sobald  $a = 1$  anliegt; Schaltung **B** schwingt augenscheinlich nicht.

3. Zwischenvariable  $p$ :



4. Dieses Schwingverhalten war in Teilaufgabe 2 noch nicht ersichtlich, da das Verhalten von konkreten Verzögerungswerten abhängig ist. Durch die Verzögerungszeiten schwingt die Schaltung, obwohl laut der Flußmatix nur stabile Zustände angenommen werden.

Die Schaltung schwingt nur bei :  $\tau_{a1} < \tau_{b1} + \tau_{b2}$  und  $\tau_{b1} < \tau_{a1} + \tau_{a2}$



Man sieht, daß es nicht genügt, asynchrone Schaltwerke logisch zu entwerfen, man muß auch kritische Wettläufe vermeiden, um ein einwandfreies Funktionieren sicherzustellen. Dies ist jedoch nicht Gegenstand dieser Lehrveranstaltung.

Ideale Verhältnisse hätte man, wenn z.B. alle Pfadverzögerungen gleich wären, d.h. hier:  $\tau_{a1} + \tau_{a2} = \tau_{b1} + \tau_{b2} + \tau_{a2}$

Lösung 3

Automatengraph:

