GTI – ÜBUNG 11

AUTOMATEN

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

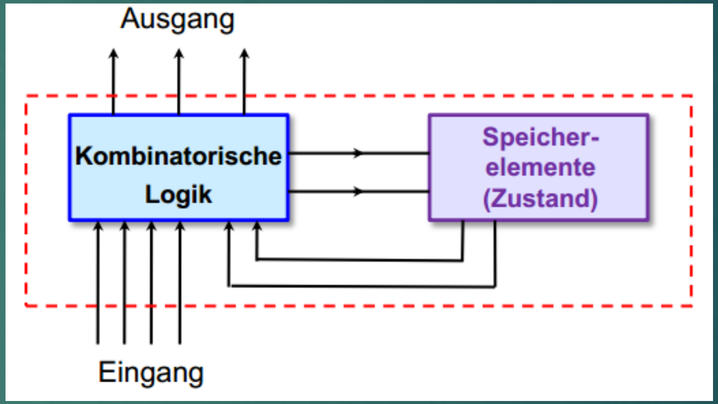
- Beschreibung (kurz und knackig)

Entwerfen Sie einen endlichen Zustandsautomat (FSM) für eine Armbanduhr, der eines von vier internen Registern auf dem Display anzeigt. Die Auswahl des Registers erfolgt durch einen 4:1-Multiplexer, dessen Kontrolleingänge mit s_1 und s_0 bezeichnet werden. Die Register entsprechen den aktuellen Werten der Uhrzeit ($s_1 s_0 = 00$), der Alarmeinstellung (01), des Datums (10) und der Stoppuhr (11). Durch wiederholtes Drücken des Knopfes b soll es möglich sein die vier Register in der oben genannten Reihenfolge zyklisch auszulesen. Gehen Sie davon aus, dass durch Drücken des Knopfes der Wert von b synchron zum Takt für eine Taktperiode auf 1 gesetzt wird. Zusätzlich soll der Wechsel des Registers durch einen hörbaren Ton angezeigt werden, indem der Ausgang p bei jedem Drücken des Knopfes für eine Taktperiode auf 1 gesetzt wird.

Aufgabe 1 – Automaten

- Schaltnetz
  - Ausgabe ergibt sich unmittelbar als Funktion der Eingabewerte

- Schaltwerk
  - Besitzt als zeitliche Komponente Zustände
  - Ausgabe hängt vom jeweiligen Zustand ab



- Vollständig spezifiziert (v. s.)
  - Ein Automat ist v. s., wenn jeder Zustand v. s. ist
  - Ein Zustand ist v. s., wenn das Verhalten für alle möglichen Eingaben spezifiziert ist, d.h. wenn eine Übergangsfunktion für jede Eingabe eine Ausgabe liefert

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Der Automat

Q^n	in	Q^{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- Beschrieben durch:
  - Q: Zustandsmenge (hier: 2 Zustände)
  - X: Eingabemenge (hier: in)
  - T: Übergangsfunktion $Q^n \rightarrow Q^{n+1}$
- Besitzt neben einer tabellarischen, auch eine visuelle Repräsentation
- Kann durch Gatterschaltung mit Flipflops (Q-Speicher) umgesetzt werden

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

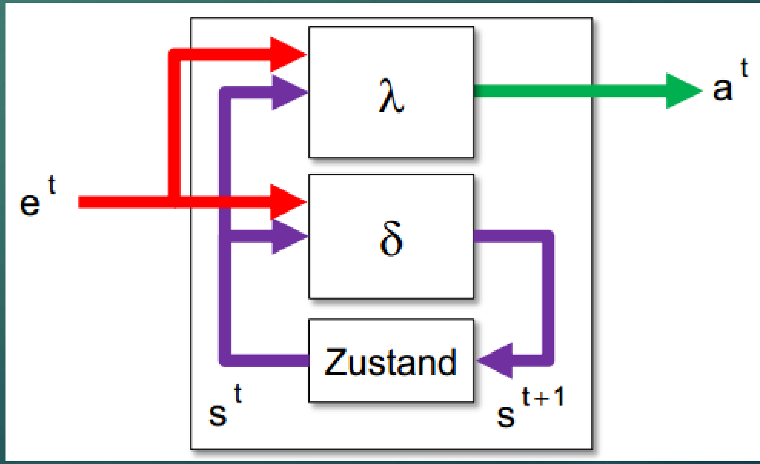
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Schaltblock eines Automaten
  - e^t: Eingabe e zum Zeitpunkt t
  - s^t/s^{t+1}: Zustand s zum Zeitpunkt und eine Zeiteinheit später
  - δ: Zustandsfunktion (Gatter vor den Flipflops (Zustand))
  - λ: Ausgabefunktion (Gatter nach den Flipflops (Zustand))
  - a^t: Ausgabe a zum Zeitpunkt t

- Automatentypen

Mealy:

- Ausgabe hängt vom jeweiligen Zustand und der Eingabe ab
- $a^t = \lambda(e^t, s^t)$

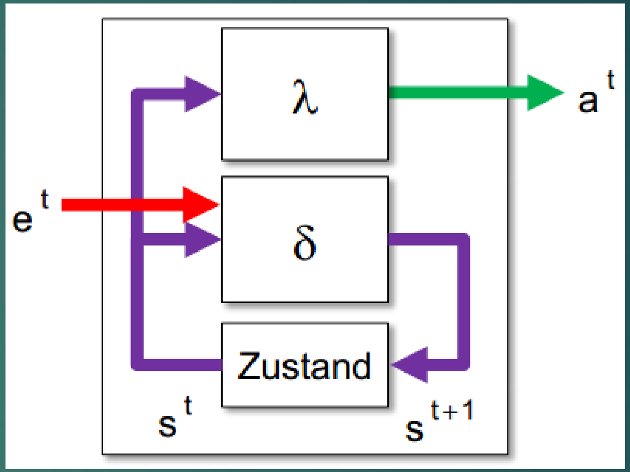


Aufgabe 1 – Automaten

- Automatentypen

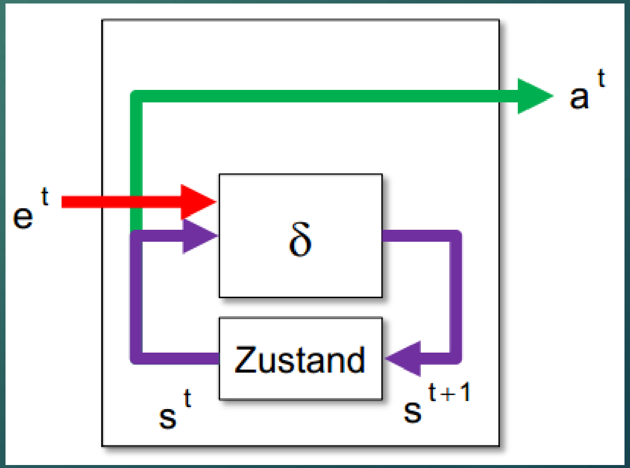
Moore:

- Ausgabe hängt alleine vom Zustand ab
- $a^t = \lambda(s^t)$
- Spezialfall des Mealy-Automaten



Medwedew:

- Ausgabe ist der Zustand selbst
- $a^t = s^t$
- D.h. es wird keine Funktion mehr auf den Zustand angewandt, sondern direkt z.B. q_1 ausgegeben



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

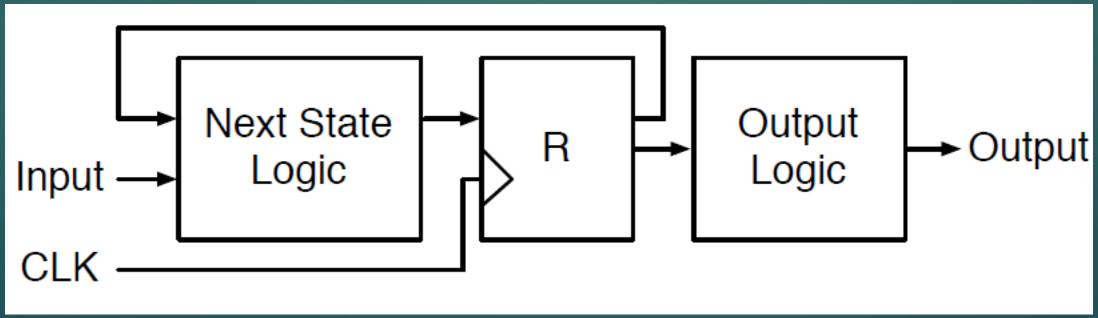
Aufgabe 1 – Automaten

- Modellieren Sie den Zustandsautomat als Moore-Automat

Hinweis: die Ausgabe hängt nur vom Zustand ab, nicht von der Eingabe

Wichtig:

- Jeder Zustand wird nur einen Takt angenommen
- dann wird abhängig von der Eingabe der nächste Zustand aufgesucht



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

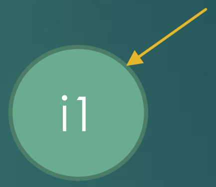
- Das Zustandsdiagramm

  - Zustände (Q):

    dargestellt durch Kreise mit eindeutiger Bezeichnung

  - Anfangszustand (q_0):

    dargestellt durch einen Pfeil ohne Quelle



  - Übergangsfunktion:

    dargestellt als Zustände verbindender Pfeil

    Eingabekombination wird über dem Pfeil notiert

    In Aussagenlogik (Minimierung!)

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Textzerlegung

4:1-Multiplexer mit s_1 und s_0

Vier Register:

Uhrzeit ($s_1 s_0$ = 00) Alarmeinstellung (01)

Datums (10) Stoppuhr (11).

Eingabe b:

oben genannten Reihenfolge zyklisch auszulesen (U – A – D – S)

Beim Drücken synchron zum Takt für eine Taktperiode auf 1

Ausgang p:

bei jedem Drücken (b) für eine Taktperiode auf 1 (symbolisiert Ton)

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

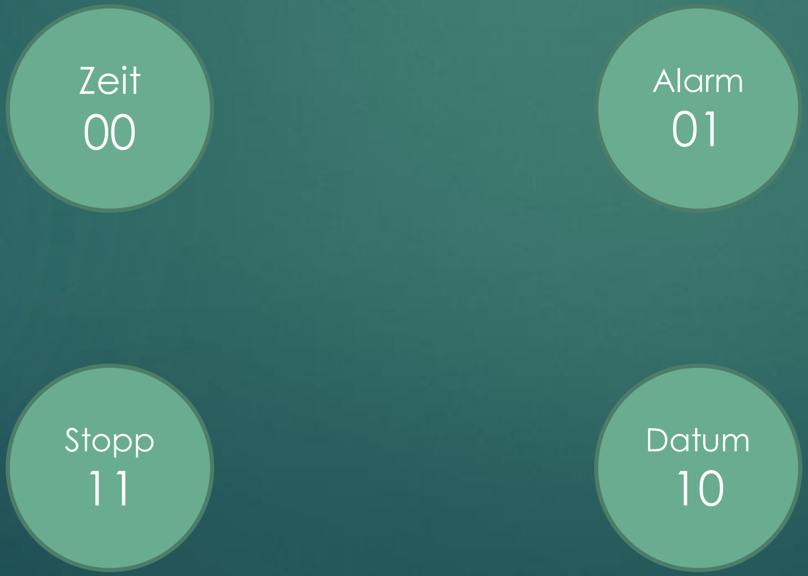
Aufgabe 1 – Automaten

- Zustände

Wir haben also schon mal vier Zustände:

Uhrzeit ($s_1 s_0$ = 00) Alarmeinstellung (01)

Datums (10) Stoppuhr (11).



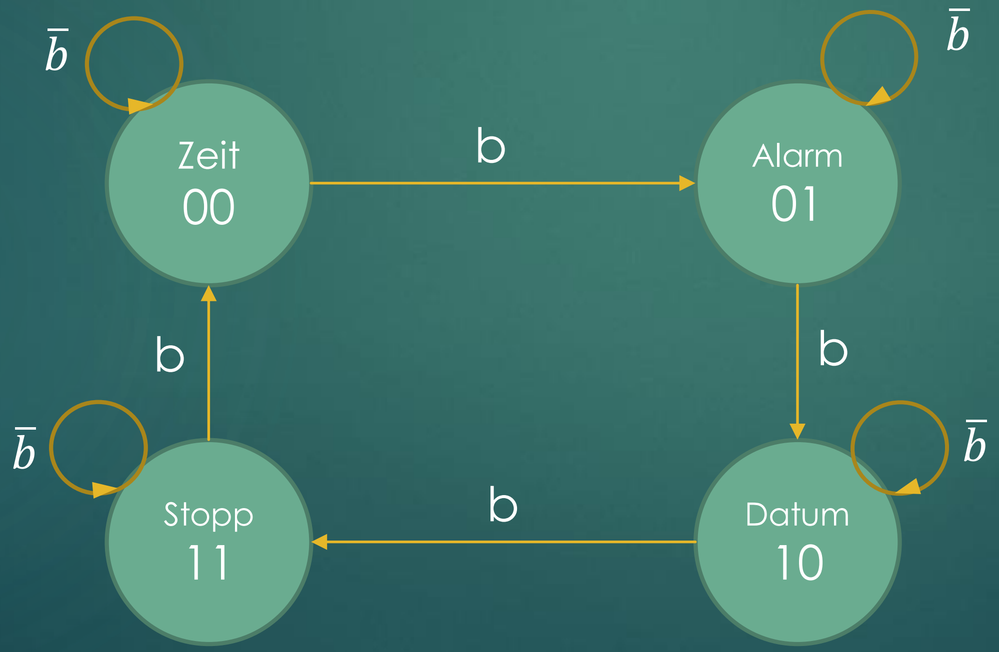
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Übergang (naiv)

Eingabe b: oben genannten Reihenfolge zyklisch auszulesen (U – A – D – S)

beim Drücken synchron zum Takt für eine Taktperiode auf 1



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Ausgabe

Ausgabe p: bei jedem Drücken (b) für eine Taktperiode auf 1

Moore bedeutet:

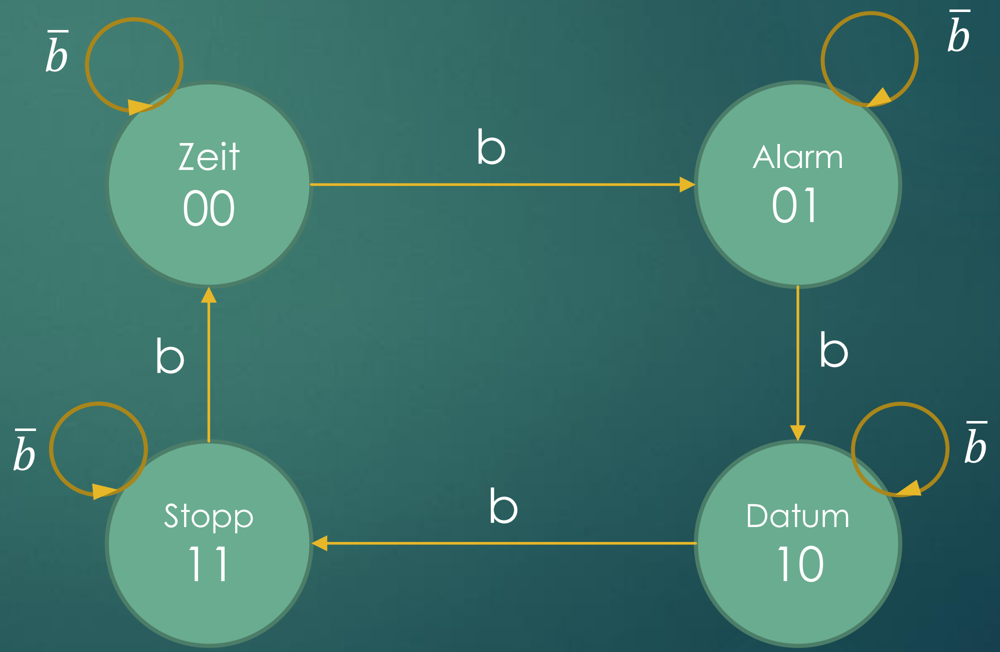
Ausgabe hängt nur vom Zustand ab

d.h. jeder Zustand legt die Ausgabe fest

Problem:

Jeder Zustand müsste erst 1 und einen

Takt später 0 ausgeben -> geht nicht



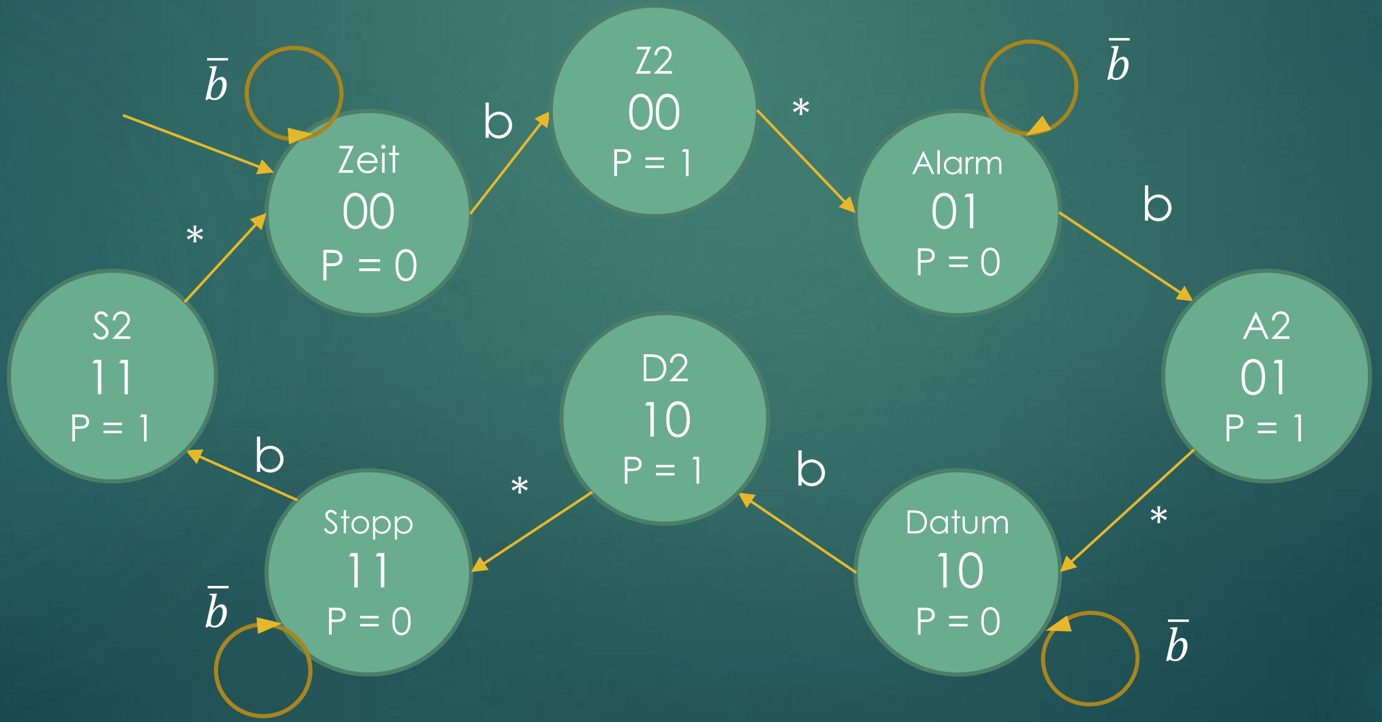
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Ausgabe

Ausgabe p: bei jedem Drücken (b) für eine Taktperiode auf 1

Lösung: Zwischenzustände, die nur einen Takt angenommen werden



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

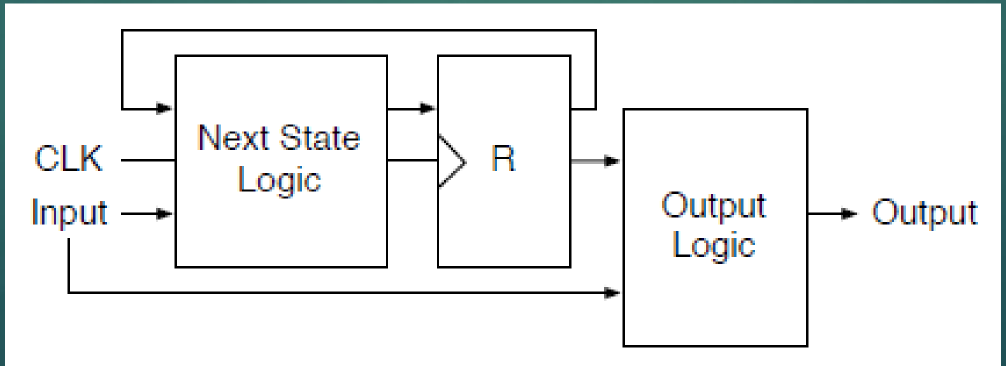
Aufgabe 1 – Automaten

- Modellieren Sie den Zustandsautomat als Mealy-Automat

Hinweis: die Ausgabe hängt nur vom Zustand und der Eingabe ab

Wichtig:

- Jeder Zustand wird einen Takt angenommen
- dann wird abhängig von der Eingabe der nächste Zustand aufgesucht

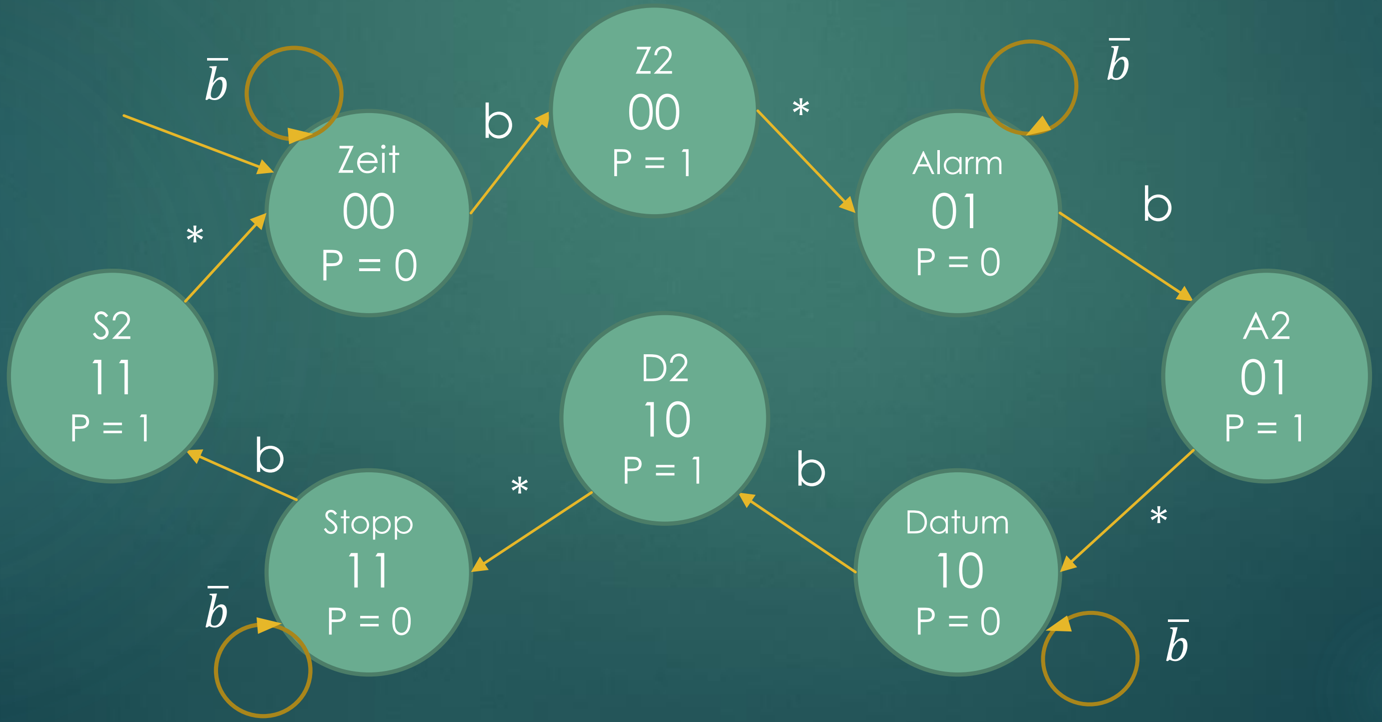


Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Werfen wir einen Blick auf den Moore-Automaten

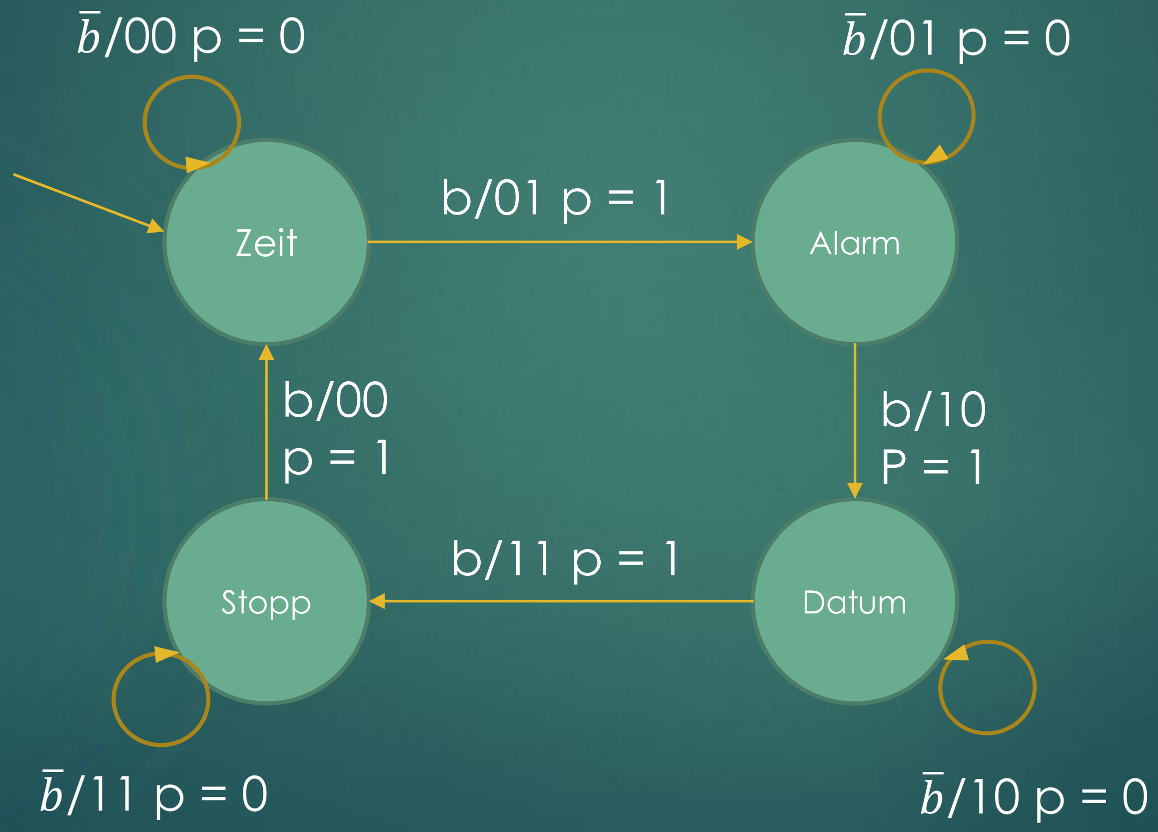
Die Ausgabe beim Mealy-Automaten hängt von der Zustandsübergangsfunktion ab und wird deshalb auch dort notiert (nicht im Zustand). Wir sparen uns die Zwischenzustände.



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Eliminieren der Zwischenzustände



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Welche Vorteile bietet die Realisierung des Zustandsautomats als Mealy-Automat und welche potentielle Probleme müssen beachtet werden?

Hinweis: ist das Zeitverhalten gewährleistet?

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Welche Vorteile bietet die Realisierung des Zustandsautomats als Mealy-Automat und welche potentielle Probleme müssen beachtet werden?

Vorteil: wir brauchen vier statt acht Zustände (weniger Flipflops)

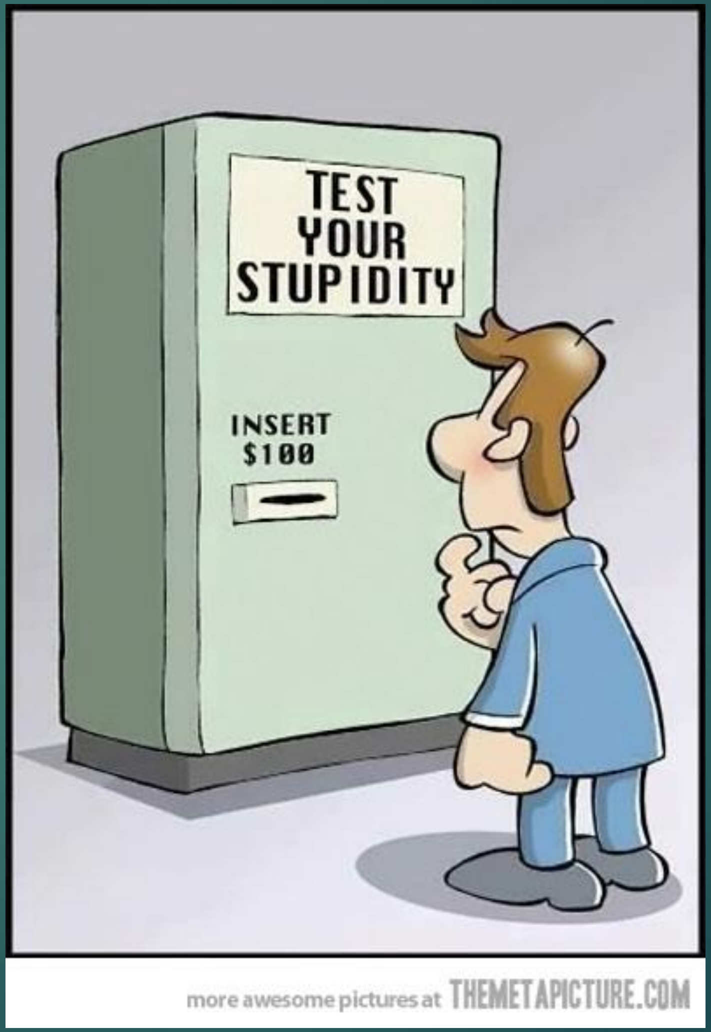
Nachteil: eventuelle Timing-Probleme bei der Ausgabe

Timing-Probleme entstehen dadurch, dass die Ausgabe nicht mehr an einen Zustand gebunden ist. Wir also durch Drücken und Loslassen von b bei nicht koordinierten Zeitverhalten komische Rückmeldungen bekommen können.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 – Automaten

- Weiteres wichtiges Beispiel eines Automaten



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Bestimmen Sie die Ansteuerfunktion (J_2, K_2, J_1, K_1) für eine Realisierung des durch die Tabelle gegebenen Automaten mit JK-Flipflops.

q_2^n	q_1^n	b	a	q_2^{n+1}	q_1^{n+1}	J_2	K_2	J_1	K_1
0	0	0	0	0	1				
0	0	0	1	0	1				
0	0	1	-	1	1				
0	1	-	0	1	0				
0	1	-	1	0	1				
1	0	-	0	0	0				
1	0	0	1	1	1				
1	0	1	1	1	0				
1	1	-	-	0	0				

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Der Automat
  - Beschrieben durch:
    - Q: Zustandsmenge (hier: 4 Zustände)
    - X: Eingabemenge (hier: a, b)
    - T: Übergangsfunktion
      hier: $Q^n \rightarrow Q^{n+1}$
  - Besitzt neben einer tabellarischen, auch eine visuelle Repräsentation

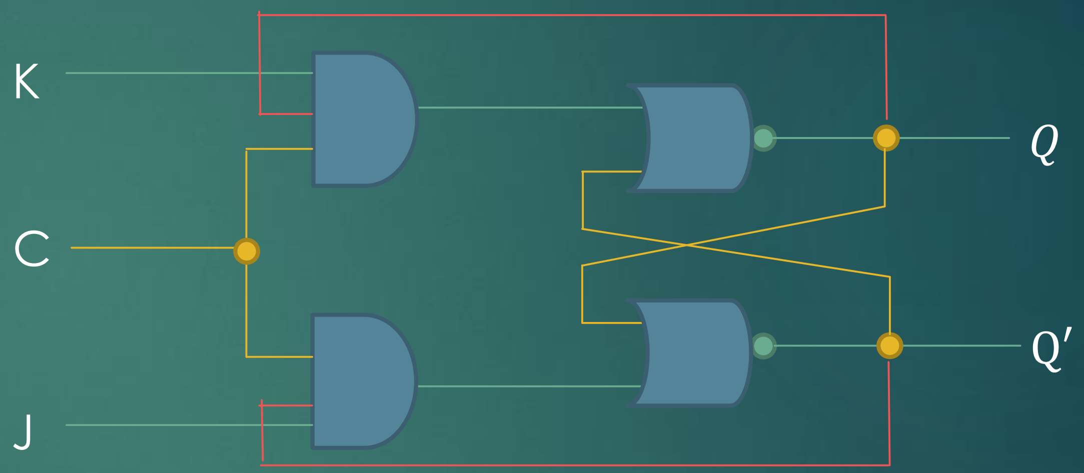
q_2^n	q_1^n	b	a	q_2^{n+1}	q_1^{n+1}
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1
0	0	1	-	1	1
0	1	-	0	1	0
0	1	-	1	0	1
1	0	-	0	0	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0
1	1	-	-	0	0

  - Kann durch Gatterschaltung mit Flipflops (Q-Speicher) umgesetzt werden

Aufgabe 2 – FF und Automaten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Das JK-Flipflop



- Eingänge
  - Jump: entspricht einem Set
  - Kill: entspricht einem Reset
- Besitzt keinen ungültigen Zustand
- Umgesetzt in Übung 9
- Für uns jetzt wichtig ist die Schaltfunktion:

J	K	Ausgang
0	-	Reset/ keine Änderung
1	-	Set/ Toggle
-	0	Keine Änderung/ Set
-	1	Reset/ Toggle

Aufgabe 2 – FF und Automaten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wir wenden unser Wissen aus der Tabelle an:

$Q^n \rightarrow$	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

J	K	Ausgang
0	-	Reset/ k. Ä.
1	-	Set/ Toggle
-	0	K. Ä./ Set
-	1	Reset/ Toggle

Wir betrachten: $q_2^n \rightarrow q_2^{n+1}$

0 zu 0: Reset/k.Ä.
0 zu 1: Set/Toggle
1 zu 0: Reset/Toggle
1 zu 1: Set/k.Ä.

Wir setzen Don't Cares da wir auf Grund der Tabelle nicht entscheiden können, welcher der beiden Fälle aufgetreten ist (z.B. Reset und k.Ä. setzen beide eine 0, wenn eine 0 anliegt!). Wir haben also immer zwei mögliche Belegungen von J und K pro Übergang!

Aufgabe 2 – FF und Automaten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wir wenden unser Wissen aus der Tabelle an:

q_2^n	q_1^n	b	a	q_2^{n+1}	q_1^{n+1}	J_2	K_2
0	0	0	0	0	1		
0	0	0	1	0	1		
0	0	1	-	1	1		
0	1	-	0	1	0		
0	1	-	1	0	1		
1	0	-	0	0	0		
1	0	0	1	1	1		
1	0	1	1	1	0		
1	1	-	-	0	0		

J	K	**Ausgang**
0	-	Reset/ k. Ä.
1	-	Set/ Toggle
-	0	K. Ä./ Set
-	1	Reset/ Toggle

$Q^n \rightarrow$	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Wir wenden unser Wissen aus der Tabelle an:

q_2^n	q_1^n	b	a	q_2^{n+1}	q_1^{n+1}	J_2	K_2
0	0	0	0	0	1	0	-
0	0	0	1	0	1	0	-
0	0	1	-	1	1	1	-
0	1	-	0	1	0	1	-
0	1	-	1	0	1	0	-
1	0	-	0	0	0	-	1
1	0	0	1	1	1	-	0
1	0	1	1	1	0	-	0
1	1	-	-	0	0	-	1

J	K	Ausgang
0	-	Reset/ k. Ä.
1	-	Set/ Toggle
-	0	K. Ä./ Set
-	1	Reset/ Toggle

$Q^n \rightarrow$	Q^{n+1}	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wir wenden unser Wissen aus der Tabelle an:

q_2^n	q_1^n	b	a	q_2^{n+1}	q_1^{n+1}	J_1	K_1
0	0	0	0	0	1	1	-
0	0	0	1	0	1	1	-
0	0	1	-	1	1	1	-
0	1	-	0	1	0	-	1
0	1	-	1	0	1	-	0
1	0	-	0	0	0	0	-
1	0	0	1	1	1	1	-
1	0	1	1	1	0	0	-
1	1	-	-	0	0	-	1

J	K	Ausgang
0	-	Reset/ k. Ä.
1	-	Set/ Toggle
-	0	K. Ä./ Set
-	1	Reset/ Toggle

Wir betrachten: $q_2^n \rightarrow q_2^{n+1}$

0 zu 0: Reset/k.Ä.
0 zu 1: Set/Toggle
1 zu 0: Reset/Toggle
1 zu 1: Set/k.Ä.

Denkpause

- 1000 Ameisen auf einer Stange

1000 Ameisen befinden sich auf einer Stange, auf der sie nur geradeaus oder rückwärts laufen können. Alle Ameisen laufen mit konstanter Geschwindigkeit und gleich schnell. Wenn 2 Ameisen gegeneinanderstoßen, wechseln beide die Richtung. Wenn man eine Ameise auf eine Stange setzt läuft sie in eine zufällige Richtung und braucht maximal **1 Minute** bis sie an den Rand kommt, wo sie runterfällt.

Wie lange braucht es maximal bis alle Ameisen runtergefallen sind, wenn man 1000 auf eine Stange setzt?

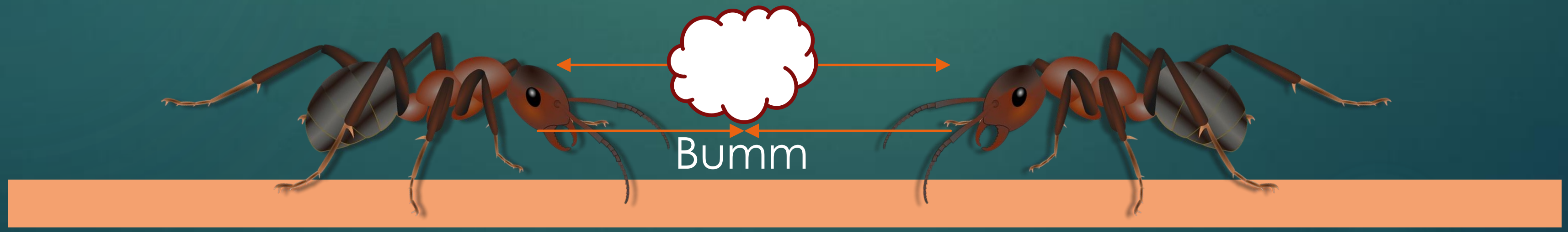
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Denkpause

- 1000 Ameisen auf einer Stange

Antwort: Sie brauchen auch nur eine Minute!

Weil mich ja nur interessiert, wann alle Ameisen runtergefallen sind, brauche ich die einzelnen Ameisen nicht zu unterscheiden. Und wenn zwei gleich schnelle Ameisen, die ich nicht unterscheide, bei einem Zusammenstoß die Richtung ändern, ist das genau so, als würden sie völlig unbeeindruckt durcheinander durchlaufen und ihre Richtung beibehalten. Damit dauert es, bis alle 1000 unten sind, genau so lange, wie eine Ameise maximal braucht, also eine Minute.



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Können Sie anhand der Tabelle den Automatentypen angeben (mit Begründung)?

Hinweis: wie unterscheiden sich die Automaten voneinander?

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Können Sie anhand der Tabelle den Automatentypen angeben (mit Begründung)?

Nein, das ist nicht möglich.

Die Unterscheidung der Automaten erfolgt anhand der Ausgabefunktion, welche hier nicht angegeben wurde.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Tragen Sie die Ansteuerfunktion J_1, K_1, J_2, K_2 in Symmetriediagramme ein und bestimmen Sie jeweils eine disjunktive Minimalform.

Hinweis: um eine Floskel zu bemühen: „ein alter Hut“

aber: Freistellen beachten, d.h. Tabelle expandieren

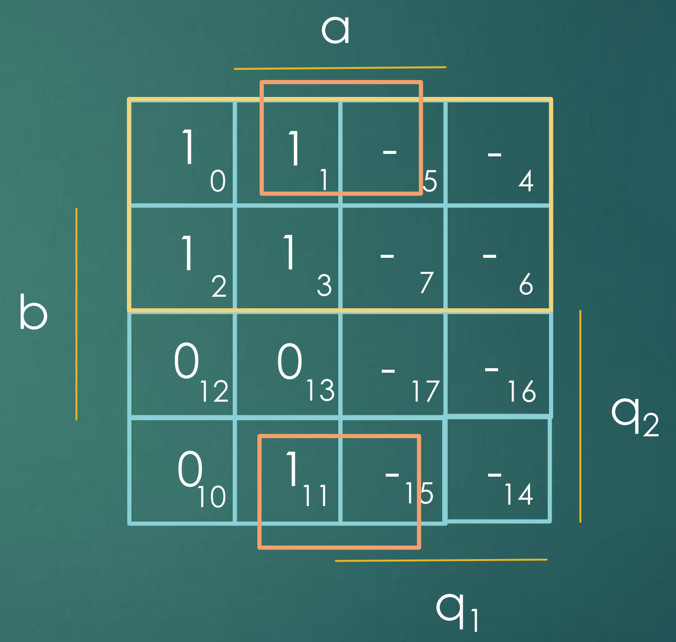
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Zuerst J_1:

Freistellen werden expandiert; z.B. 0--1 -> {0001, 0011, 0101, 0111}

q_2^n	q_1^n	b	a	J_1
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	-	1
0	1	-	0	-
0	1	-	1	-
1	0	-	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	1	0
1	1	-	-	-



$$J_1 = \overline{q_2} + \bar{b}a$$

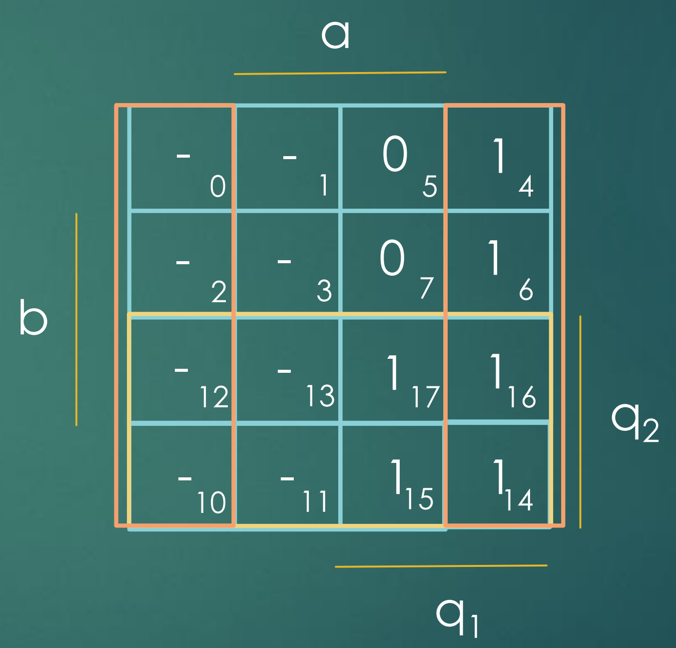
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Dann K_1:

Freistellen werden expandiert; z.B. 0--1 -> {0001, 0011, 0101, 0111}

q_2^n	q_1^n	b	a	K_1
0	0	0	0	-
0	0	0	1	-
0	0	1	-	-
0	1	-	0	1
0	1	-	1	0
1	0	-	0	-
1	0	0	1	-
1	0	1	1	-
1	1	-	-	1



$$K_1 = q_2 + \bar{a}$$

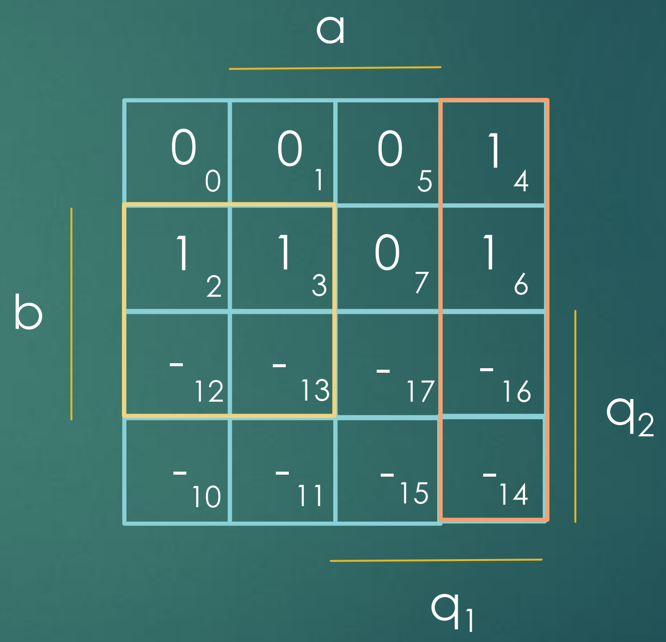
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Folgend J_2:

Freistellen werden expandiert; z.B. 0--1 -> {0001, 0011, 0101, 0111}

q_2^n	q_1^n	b	a	J_2
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	-	1
0	1	-	0	1
0	1	-	1	0
1	0	-	0	-
1	0	0	1	-
1	0	1	1	-
1	1	-	-	-



$$J_2 = \overline{q_1}b + q_1\bar{a}$$

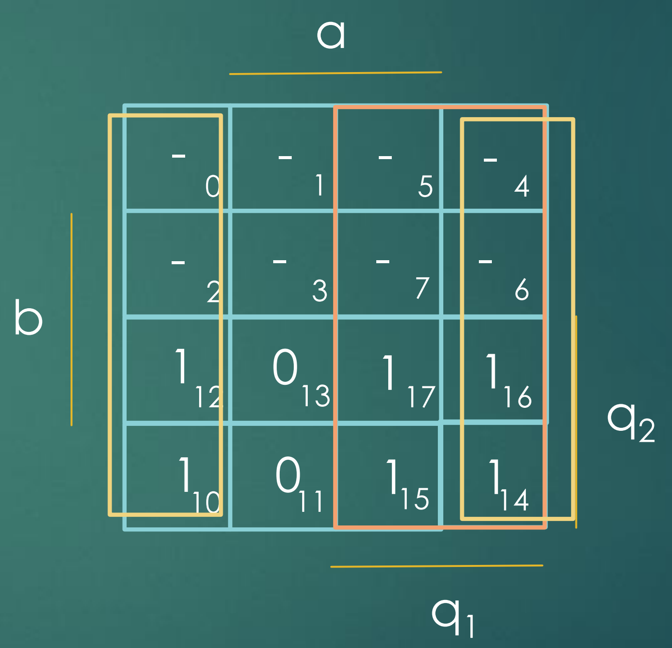
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Schlussendlich K_2:

Freistellen werden expandiert; z.B. 0--1 -> {0001, 0011, 0101, 0111}

q_2^n	q_1^n	b	a	K_2
0	0	0	0	-
0	0	0	1	-
0	0	1	-	-
0	1	-	0	-
0	1	-	1	-
1	0	-	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	-	-	1



$$K_2 = q_1 + \bar{a}$$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

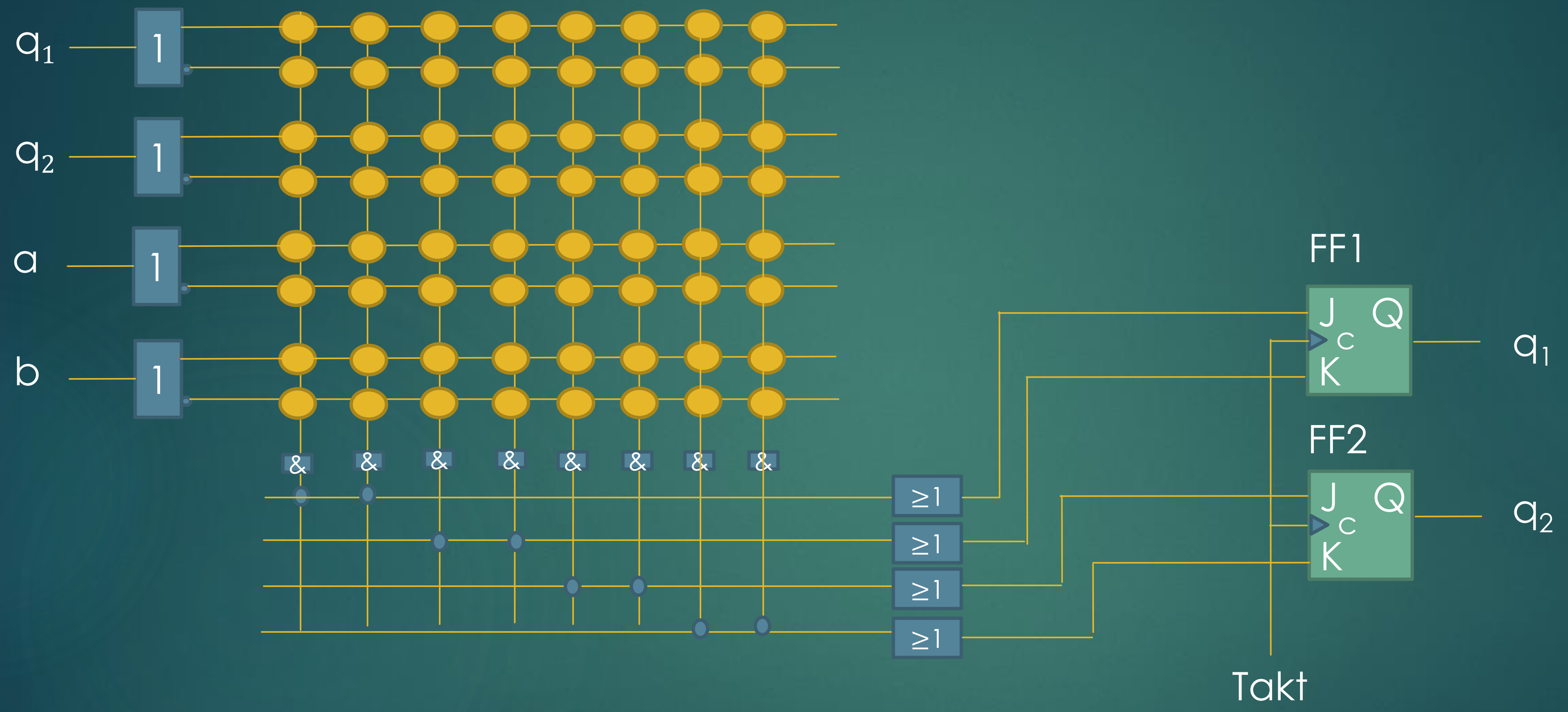
Aufgabe 2 – FF und Automaten

- Realisieren Sie die Ansteuerfunktion unter Verwendung eines PAL-Bausteins und zeichnen Sie das vollständige, daraus resultierende Schaltwerk

Hinweis: Schaltfunktionen in das PAL eintragen und in die Eingänge der Flipflops einleiten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten

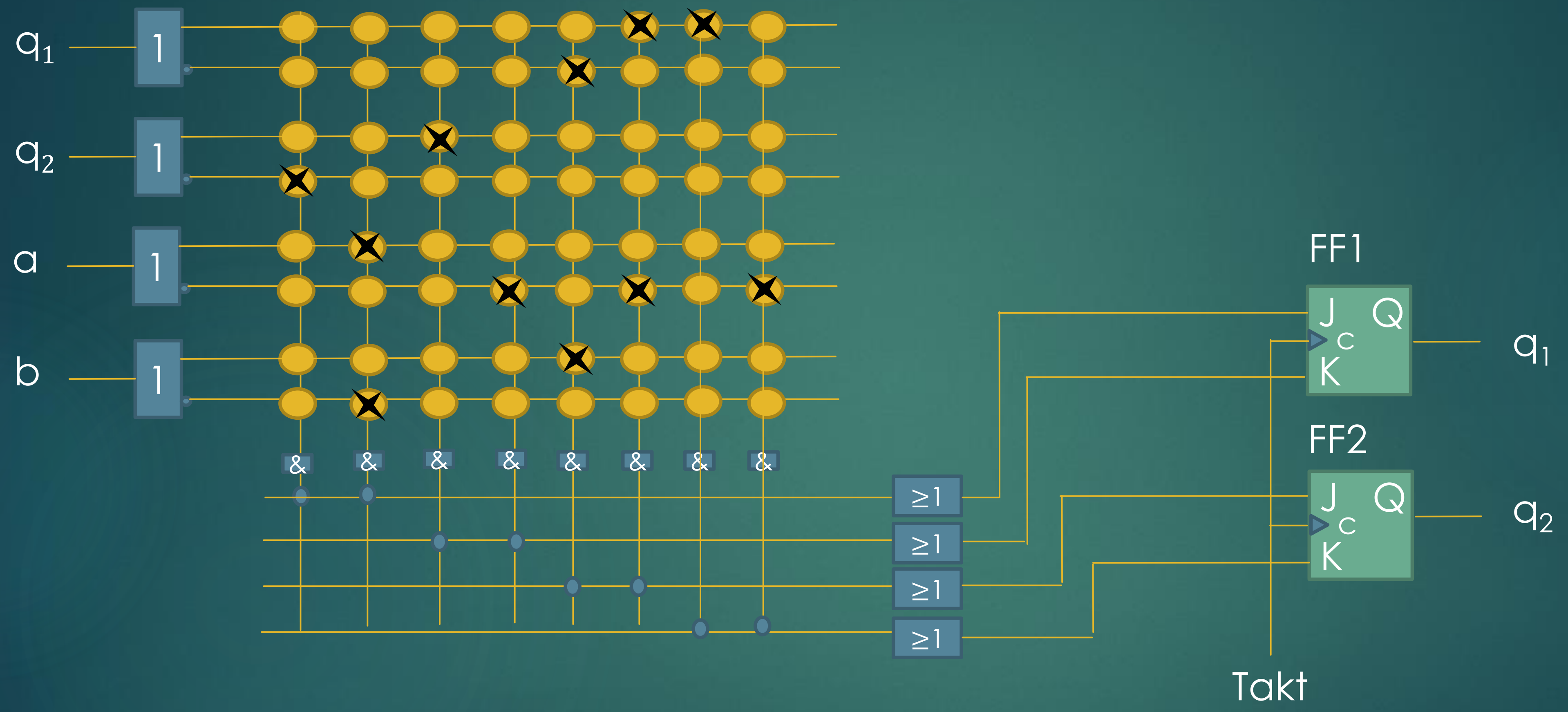


$$K_2 = q_1 + \bar{a}$$
$$J_2 = \overline{q_1}b + q_1\bar{a}$$

$$K_1 = q_2 + \bar{a}$$
$$J_1 = \overline{q_2} + \bar{b}a$$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 – FF und Automaten



$$K_2 = q_1 + \bar{a}$$
$$J_2 = \overline{q_1}b + q_1\bar{a}$$

$$K_1 = q_2 + \bar{a}$$
$$J_1 = \overline{q_2} + \bar{b}a$$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Beschreibung

- Es soll eine synchrone Schaltung mit den Zuständen A, B, C, D entworfen werden. Sie soll abhängig von den Eingangssignalen R (Reset) und V (Vorwärts)* für die Belegung:
- R = 0, V = 1 den Zyklus A – B – C – D – A – B - … durchlaufen und für
- R = 0, V = 0 den Zyklus A – D – C – B – A – D - … durchlaufen und für
- R = 1 unabhängig von V in den Zustand A gehen

Hinweis: dieses Verhalten ist vollständig spezifiziert

---

* Aus Gründen der Konsistenz wäre hier ein F (Forward) angebracht. Ich interpretiere R nun als Rücksetzen, dann passen die Buchstaben ☺

Aufgabe 3 – Automat

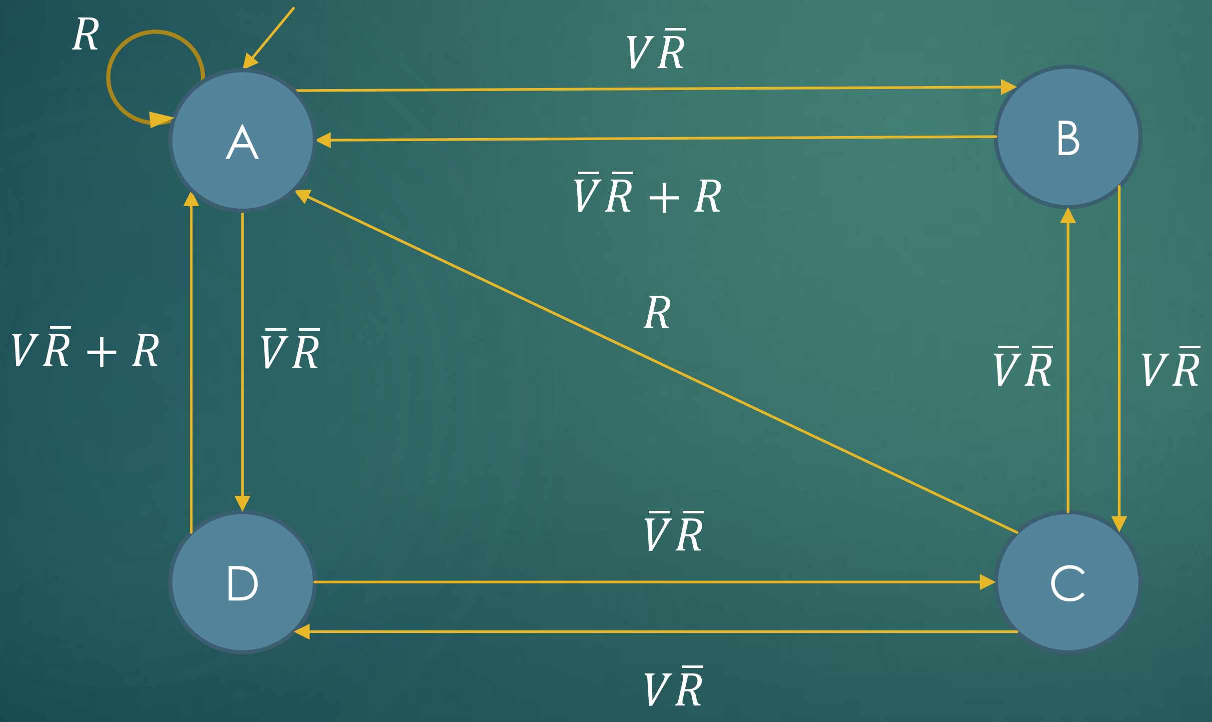
- Zeichnen Sie das Zustandsdiagramm

Hinweis: Das ist die visuelle Darstellung eines Automaten

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

- R = 0, V = 1 den Zyklus A – B – C – D – A – B - … $V\bar{R}$
- R = 0, V = 0 den Zyklus A – D – C – B – A – D - … $\bar{V}\bar{R}$
- R = 1 unabhängig von V in den Zustand A gehen R



Wir minimieren noch unsere aussagenlogischen Ausdrücke:

$\bar{V}\bar{R} + R$
$= \bar{V} + R$

	R	
	1	1
V	1	0

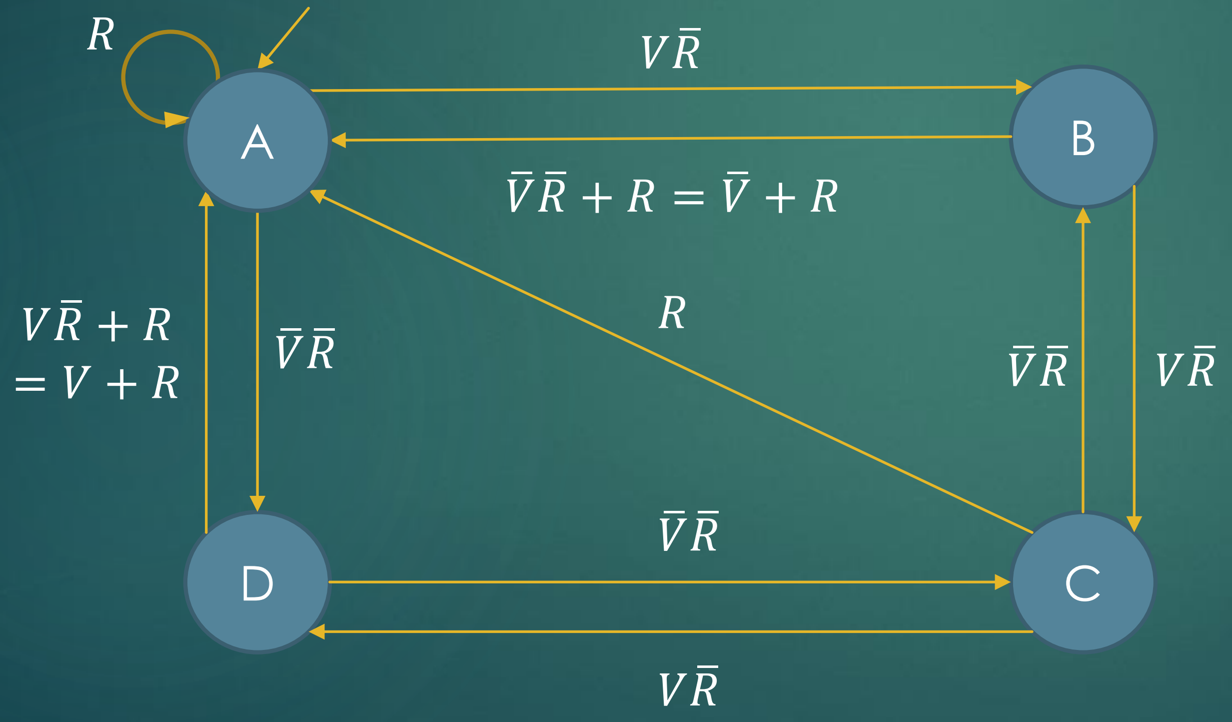
$V\bar{R} + R$
$= V + R$

	R	
	1	0
V	1	1

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

- R = 0, V = 1 den Zyklus A – B – C – D – A – B - … $V\bar{R}$
- R = 0, V = 0 den Zyklus A – D – C – B – A – D - … $\bar{V}\bar{R}$
- R = 1 unabhängig von V in den Zustand A gehen R



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

- Zeichnen Sie die Automatentafel

Hinweis: Das ist die tabellarische Darstellung eines Automaten. Wichtig ist, dass alle möglichen Zustandsübergänge vorkommen.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Die Automatentafel

Wichtig: Die Eingabemenge muss vollständig sein, d.h. alle Übergänge müssen in der Tabelle abgebildet sein. Hier gilt es geschickt zu selektieren (manche Übergänge lassen sich vereinfachen)

Zustände Werden codiert

ZUSTAND	EINGABE 1	EINGABE 2	EINGABE 3	…
q_0	q^{n+1} für E1	q^{n+1} für E2	q^{n+1} für E3	…
q_1	q^{n+1} für E1	q^{n+1} für E2	q^{n+1} für E3	…
q_2	q^{n+1} für E1	q^{n+1} für E2	q^{n+1} für E3	…
q_3	q^{n+1} für E1	q^{n+1} für E2	q^{n+1} für E3	…
…	…	…	…	…

Aufgabe 3 – Automat

- Zeichnen Sie die Automatentafel

Wir haben folgende Übergangsfunktionen:

$$\bar{V}\bar{R}, V\bar{R}, R, \bar{V} + R, V + R$$

Die letzten beiden Übergänge werden aber durch das R geschluckt (vgl. Primtermselektion)

Ganz genau:
R $(V/\bar{V})$

Zustand	Codierung	$\bar{V}\bar{R}$	$V\bar{R}$	R
A	(0, 0)	D (1,1)	B (0,1)	A (0,0)
B	(0, 1)	A (0,0)	C (1,0)	A (0,0)
C	(1, 0)	B (0,1)	D (1,1)	A (0,0)
D	(1,1)	C (1,0)	A (0,0)	A (0,0)

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

- Realisieren Sie nun die Schaltung mit zwei D-Flipflops und unter ausschließlicher Verwendung von 2:1-Multiplexern.

Hinweis: Zuerst die Schaltfunktion bestimmen. Dazu die Automatentafel erweitern. Dann mittels Entwicklungssatz nach Shannon in eine Multiplexer-Form bringen

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

Nun ausführlicher wie in der letzten Übung!

Nächster Zustand: D-Flipflops

Oktal	Zustand	R	V	D_2	D_1
0	0 0	0	0	1	1
1	0 0	0	1	0	1
2/3	0 0	1	-	0	0
4	0 1	0	0	0	0
5	0 1	0	1	1	0
6/7	0 1	1	-	0	0
10	1 0	0	0	0	1
11	1 0	0	1	1	1
12/13	1 0	1	-	0	0
14	1 1	0	0	1	0
15	1 1	0	1	0	0
16/17	1 1	1	-	0	0

$\bar{V}\bar{R}$	$V\bar{R}$	R

$\bar{V}\bar{R}$	$V\bar{R}$	R

$\bar{V}\bar{R}$	$V\bar{R}$	R

$\bar{V}\bar{R}$	$V\bar{R}$	R

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

Schaltfunktion D_1

Oktal	q_2 q_1	R	V	D_2
0	0 0	0	0	1
1	0 0	0	1	0
2/3	0 0	1	-	0
4	0 1	0	0	0
5	0 1	0	1	1
6/7	0 1	1	-	0
10	1 0	0	0	0
11	1 0	0	1	1
12/13	1 0	1	-	0
14	1 1	0	0	1
15	1 1	0	1	0
16/17	1 1	1	-	0

V

R

$\boxed{1}_{0}$	0_{1}	$\boxed{1}_{5}$	0_{4}
0_{2}	0_{3}	0_{7}	0_{6}
0_{12}	0_{13}	0_{17}	0_{16}
0_{10}	$\boxed{1}_{11}$	0_{15}	$\boxed{1}_{14}$

q_2

q_1

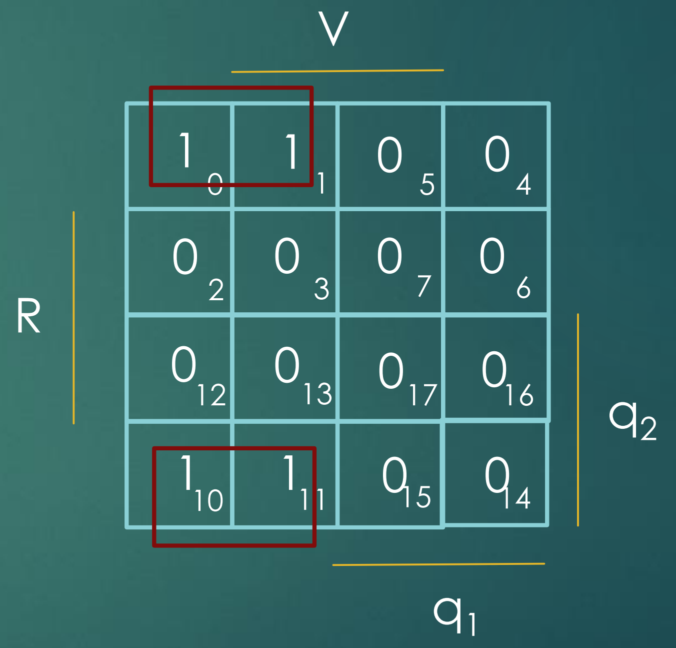
$$\boldsymbol{D_2} = V\bar{R}q_1\overline{q_2} + V\bar{R}\overline{q_1}q_2 + \bar{V}\bar{R}\overline{q_1}\,\overline{q_2} + \bar{V}\bar{R}q_1q_2$$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

Schaltfunktion D_2

Oktal	q_2 q_1	R	V	D_1
0	0 0	0	0	1
1	0 0	0	1	1
2/3	0 0	1	-	0
4	0 1	0	0	0
5	0 1	0	1	0
6/7	0 1	1	-	0
10	1 0	0	0	1
11	1 0	0	1	1
12/13	1 0	1	-	0
14	1 1	0	0	0
15	1 1	0	1	0
16/17	1 1	1	-	0



$$D_1 = \bar{R}\overline{q_1}$$

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

- Anwenden des Entwicklungssatzes

Ein 2:1 Multiplexer differenziert zwischen zwei Eingängen. Mittels des Entwicklungssatzes können Funktionen auf eine 2-Fälle-Form gebracht werden:

- $D_2 \quad = V\bar{R}q_1\overline{q_2} + V\bar{R}\overline{q_1}q_2 + \bar{V}\bar{R}\overline{q_1 q_2} + \bar{V}\bar{R}q_1q_2$ | nach R

  $= R(0) + \bar{R}[Vq_1\overline{q_2} + V\overline{q_1}q_2 + \bar{V}\overline{q_1}\,\overline{q_2} + \bar{V}q_1q_2]$ | nach V

  $= R(0) + \bar{R}[V(q_1\overline{q_2} + \overline{q_1}q_2) + \bar{V}(\overline{q_1}\,\overline{q_2} + q_1q_2)]$ | nach q_1

  $= R(0) + \bar{R}\left[V\left(q_1(\overline{q_2}) + \overline{q_1}(q_2)\right) + \bar{V}\left(\overline{q_1}(\overline{q_2}) + q_1(q_2)\right)\right]$

- $D_1 \quad = \bar{R}\overline{q_1} = R(0) + \bar{R}(\overline{q_1})$

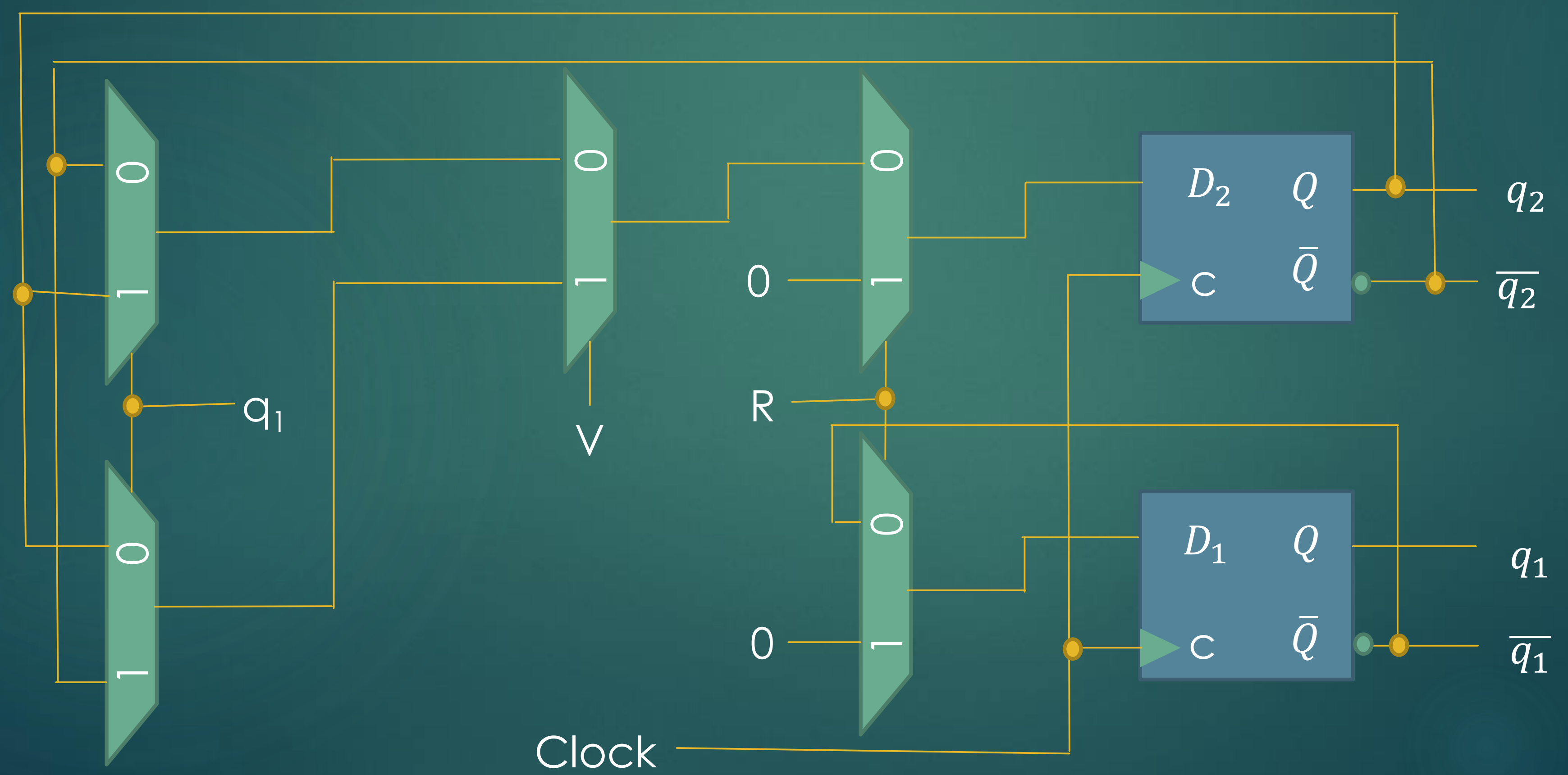
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Automat

- Realisieren in Hardware

$$D_2 \quad = R(0) + \bar{R}\left[V\left(q_1(\overline{q_2}) + \overline{q_1}(q_2)\right) + \bar{V}\left(\overline{q_1}(\overline{q_2}) + q_1(q_2)\right)\right]$$

$$D_1 \quad = R(0) + \bar{R}(\overline{q_1})$$



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Vielen Dank für die schmeichelnde Aufmerksamkeit

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

‘Ao bom varão, terras alheias pátria são.‘

Strauss, Emanuel (1994)

Dictionary of European proverbs (Volume 2 ed.). Routledge. p. 882

Weiterführendes zum Begriff Heimat:

http://www.ted.com/talks/pico_iyer_where_is_home?language=de#t-28731