



# Übung 9 Automaten

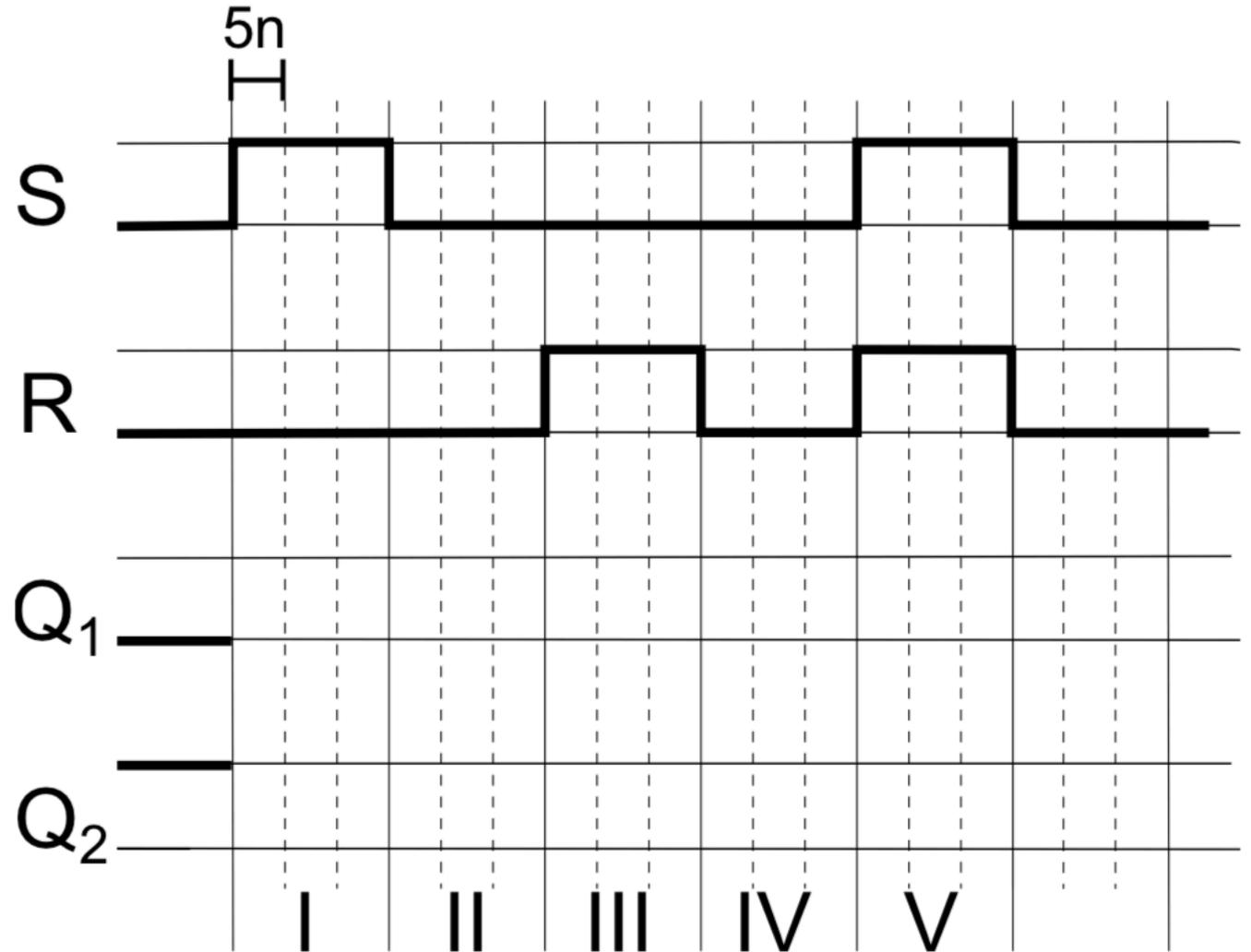
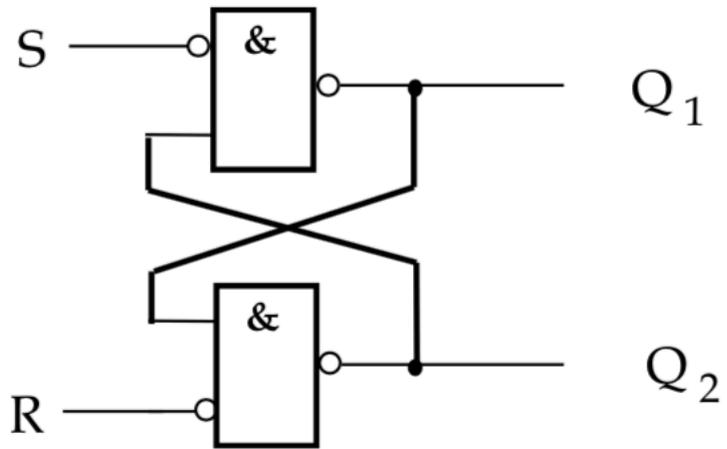
**Josephine Loehle**  
jloehle@student.ethz.ch

# Organisatorisches

- Prüfung: Moritz korrigiert sie (hoffentlich hat er das schon gemacht)
- Nächste Woche:
  - Moritz hält die Übungsstunde
  - Ich halte die Übungsstunde ITET-ON 01

# Nachbesprechung

# Aufgabe 5



# Theorie

# Automaten



Hier nur synchrone Automaten betrachtet (alle FF haben das gleiche Taktsignal)

---

## Finite State Machine (= Endliche Automaten)

- mögliche Eingabebezeichen
  - mögliche Ausgabebezeichen
  - intern gespeicherte Zustände
- } sind endlich

# Beschreibung von Automaten

- $X$  = Eingabealphabet
- $Y$  = Ausgabealphabet
- $Z$  = Zustandsmenge
- $Z_0$  = Anfangszustand
- $F_{c1}$  = Übergangsfunktionen
- $F_{c2}$  = Ausgangsfunktionen

# Mealy - Automat

- Ausgang von Eingang und internem Zustand abhängig
  - $Y_n = f_{C2}(X_n, Z_n)$   
 $Z_{n+1} = f_{C1}(X_n, Z_n)$
- 

# Moore - Automat

- Sonderfall vom Mealy-Automat
- Ausgang hängt nur vom internen Zustand ab
- $Y_n = f_{C2}(Z_n)$   
 $Z_{n+1} = f_{C1}(X_n, Z_n)$
- Medwedjew-Automat, wenn Ausgang = interner Zustand (  $Y_n = Z_n$  )

# Zustandsfolgetabelle

$$v_{max} = 2^{e+m}$$

No	Eingang $X_n$	Momentaner Zustand $Z_n$	Folgezustand $Z_{n+1}$	Ausgang $Y_n$
1	$x_1, x_2, \dots, x_e$	$z_{1n}, z_{2n}, \dots, z_{mn}$	$z_{1n+1}, z_{2n+1}, \dots, z_{mn+1}$	$y_1, y_2, \dots, y_b$
$\vdots$				
$v$				

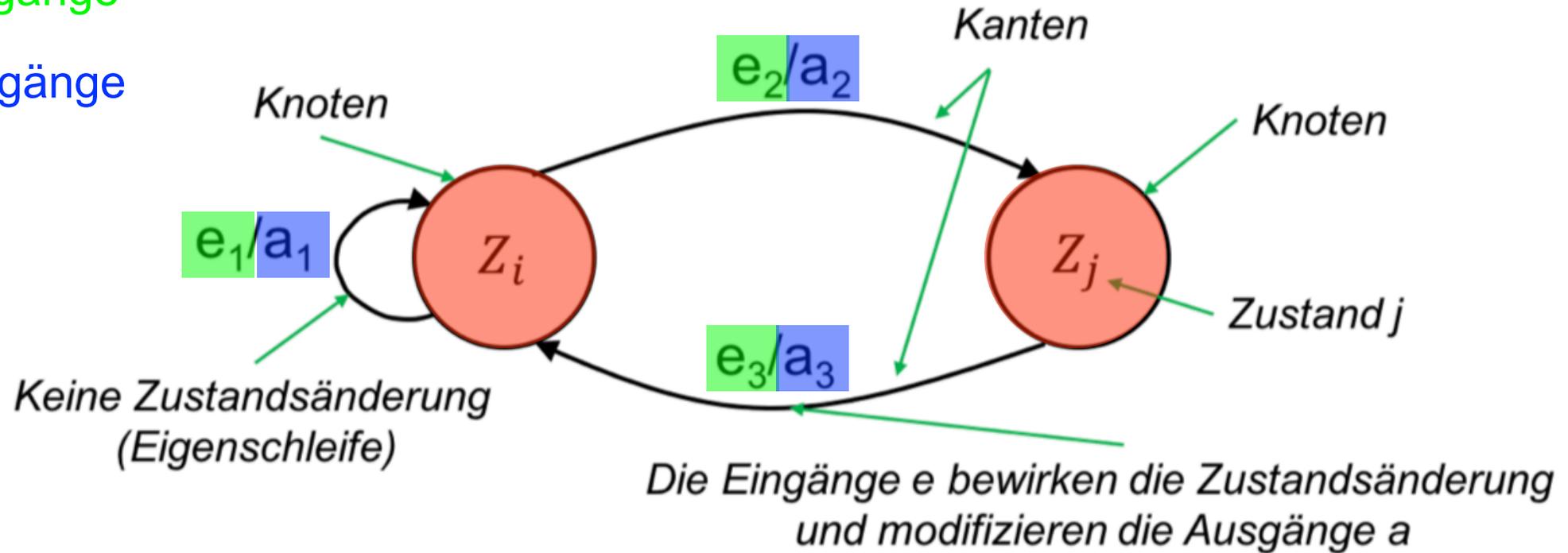
$$e+2m+b$$

# Zustandsdiagramm – Mealy

Zustände

Eingänge

Ausgänge

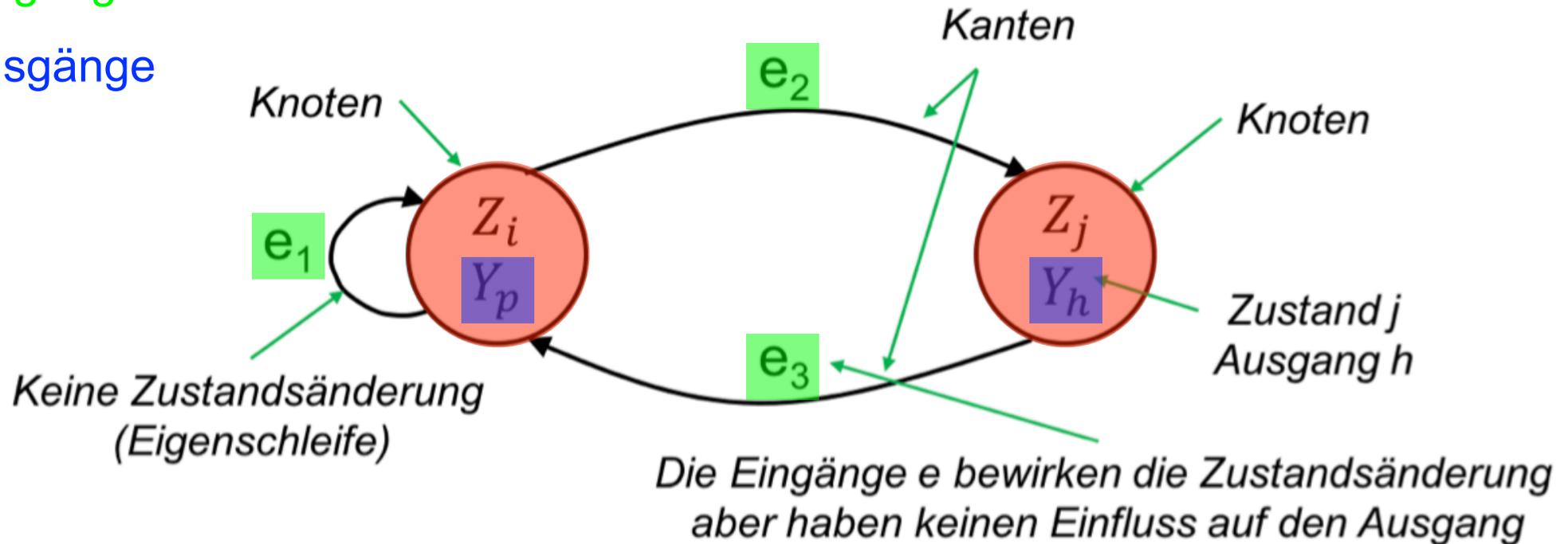


# Zustandsdiagramm – Moore

Zustände

Eingänge

Ausgänge



# Automatensynthese

- Zustandsmenge bestimmen
- Ein- und Ausgangvariablen bestimmen und Zustände kodieren
- Zustandsdiagramm zeichnen
- Zustandsfolgetabelle aufstellen
- Die Ausgangs- und Zustandsübertragungsfunktionen herausfinden
- Schaltplan zeichnen

# Mealy - Moore - Umwandlung

- Mealy lässt sich immer in Moore umwandeln
- Einfach wenn die Zustände immer den gleichen Ausgang produzieren
- Sonst neue Zustände definieren

# Dynamisches Verhalten

## **Mealy-Automat**

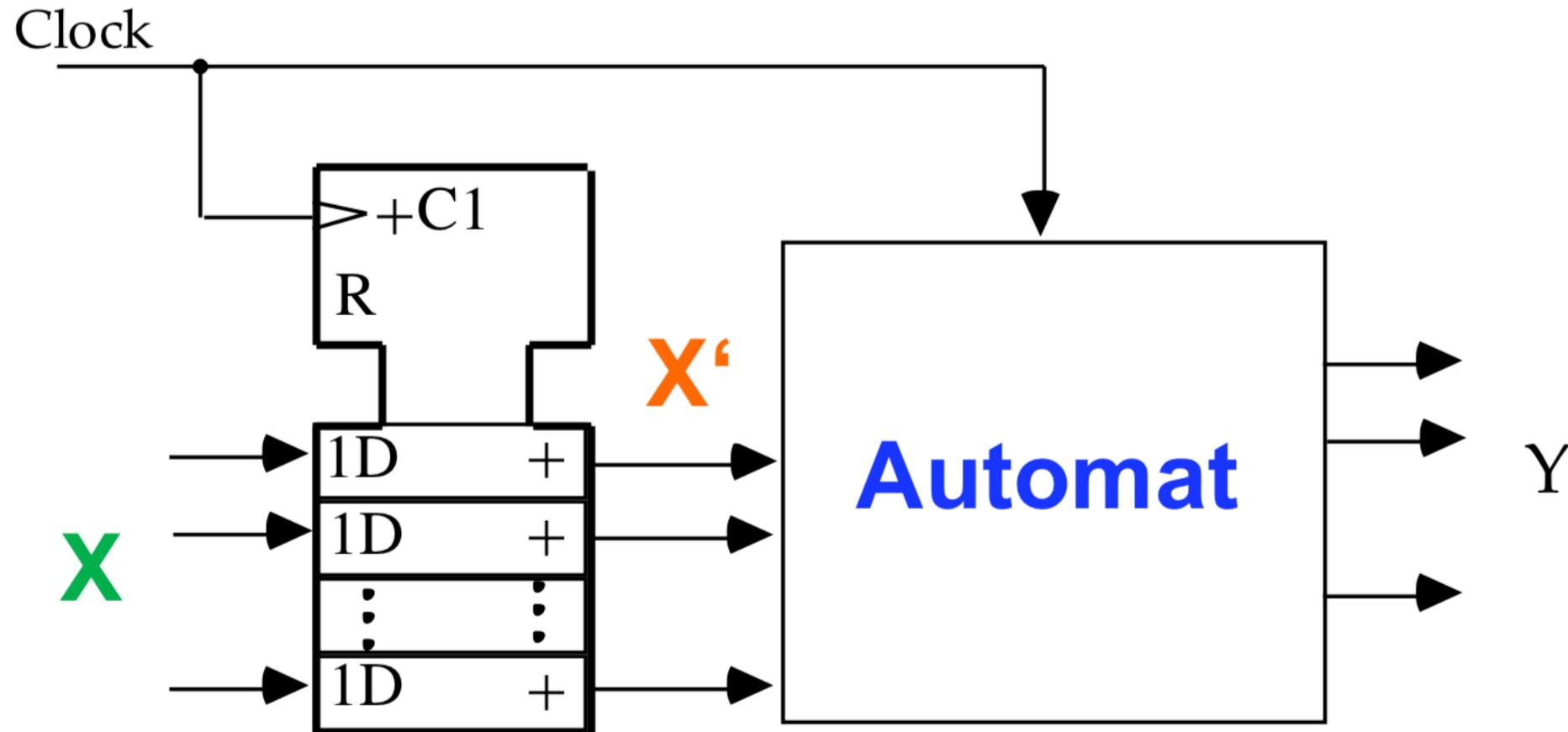
- Änderung des Eingangs wird sofort am Ausgang sichtbar

## **Moore-Automat**

- Änderung des Eingangs wird erst bei der nächsten Taktflanke am Ausgang sichtbar

# Synchronisierung der Eingänge

- Eingänge werden gespeichert und erst mit der nächsten Aktiven Taktflanke eingegeben



# Aufgaben

Ein Winzer hat eine neue Anlage bestellt, um die Weinflaschen, die er auf seinem Weinberg produziert, in Kisten zu sortieren und zu packen. In seinem Keller wird Rot- und Weisswein erzeugt. Beide Weinsorten können entweder in kleinen (0.5 Liter) oder in grossen (1 Liter) Flaschen abgefüllt werden. Da alle Kisten die gleiche Grösse haben, werden immer zwei kleine oder eine grosse Flasche(n) zusammengepackt. Rot- und Weisswein werden nie gemischt. Dem Winzer wurde die Anlage in Abbildung A1 vorgeschlagen, der von Ihrer Firma verkauft wird. Als Ingenieur(in) haben Sie jetzt die Aufgabe, einen Automaten zu entwerfen, um diese Anlage zu steuern. Er besteht aus einem Detektor, einem Roboter, einer Wartezone und einer Kontrollstation.

Die Weinflaschen befinden sich zuerst auf einem Förderband und kommen vor dem Detektor vorbei, der die folgenden Signale generiert: **ND**, wenn nichts detektiert wird, **KR** für kleine Rotwein Flaschen, **KW** für kleine Weisswein Flaschen, **GR** für grosse Rotwein Flaschen und **GW** für grosse Weisswein Flaschen. Wenn der Automat eine grosse Flasche detektiert, schickt er dem Roboter ein **PF** Signal: der Roboter packt diese grosse Flasche in eine Weinkiste. Wenn eine kleine Flasche detektiert wird, prüft zuerst der Automat, ob es schon eine kleine Flasche der gleichen Farbe in der Wartezone gibt:

- wenn ja, dann empfängt der Roboter ein Signal **P2F** und packt die beiden kleinen Flaschen der gleichen Farbe in eine einzige Kiste zusammen. Der Roboter kann die Weinsorten automatisch unterscheiden.
- wenn nicht, dann wird die detektierte kleine Flasche vom Roboter mit dem **WZ** Befehl in die Wartezone übertragen.

Maximal können sich zwei kleine Weinflaschen von verschiedener Farbe gleichzeitig in der Wartezone befinden. Wenn der Roboter ein **MN** Signal kriegt, macht er nichts und wartet auf den nächsten Befehl.

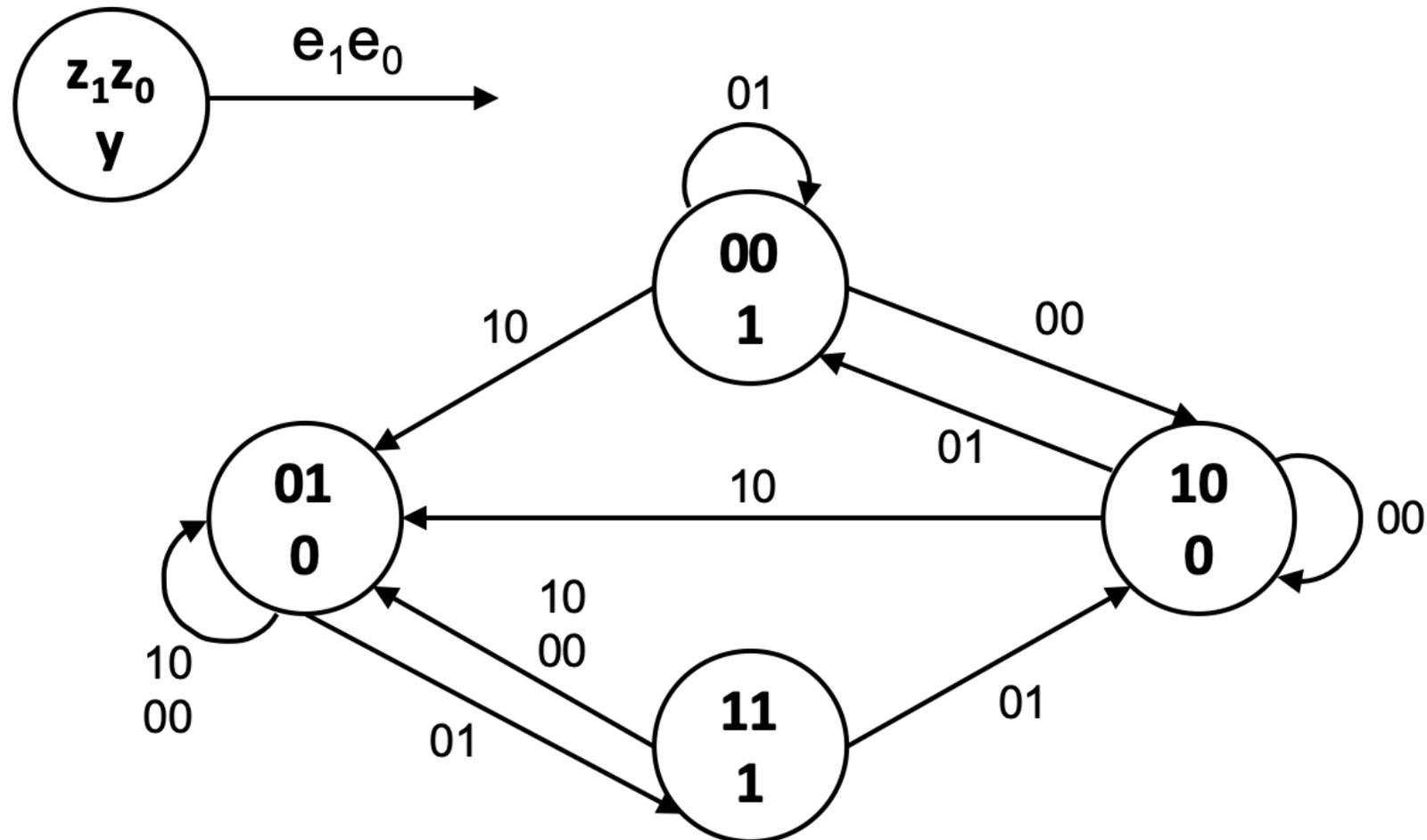
## Aufgaben

1. Was sind die Eingänge und die Ausgänge dieses Automaten? Verwenden Sie die folgenden Variablen: GR, GW, KR, KW, MN, ND, PF, P2F und WZ. (2 Punkte)
2. Wie viele Bits brauchen Sie, um die Eingangs- und Ausgangsvariablen zu kodieren? (1 Punkt)
3. Zeichnen Sie das Zustandsdiagramm für diese Anlage als **Mealy**-Automat mit der minimalen Anzahl an Zuständen. Definieren Sie  $N$  Zustände  $Z_0$  bis  $Z_{N-1}$  und beschreiben Sie deren Funktionalität ganz kurz. Als Eingangs- und Ausgangsvariablen benutzen Sie die Abkürzungen aus Aufgabe 1 (GR, GW, KR, ...). Hinweis: betrachten Sie den Zustand der Wartezone. (6 Punkte)
4. Wie viele Flipflops benötigen Sie minimal, um diesen Automaten zu realisieren? (1 Punkt)
5. Wie viele Zeilen und Spalten hätte die *komplette* Zustandsfolgetabelle? Begründen Sie. (2 Punkte)
6. Kann man dieses System auch als **Moore**-Automaten realisieren? Begründen Sie. (1 Punkt)

## Teilaufgabe 2: Analyse des Zustandsdiagramms eines Automaten

Bemerkung: Die Aufgaben in diesem Teil sind unabhängig von den Aufgaben in Teilaufgabe 1.

Ein Automat ist durch das Zustandsdiagramm in Abbildung A2 gegeben. Dabei bezeichnet  $\{e_1, e_0\}$  die Eingänge,  $\{y\}$  den Ausgang und  $\{z_1, z_0\}$  die Zustände.



## Aufgaben

7. Um welchen Automatentyp handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)
  8. Ergänzen Sie auf dem Lösungsblatt die Folgezustandstabelle des Automaten. (2 Punkte)
  9. Erstellen Sie die Karnaugh-Diagramme für die Zustände  $z_{1(n+1)}$  und  $z_{0(n+1)}$  sowie für die Ausgangsvariable  $y_n$  auf dem Lösungsblatt. Geben Sie die minimale disjunktive Normalform (DNF) der Gleichungen für  $z_{1(n+1)}$ ,  $z_{0(n+1)}$  und  $y_n$ . (6 Punkte)
  10. Zeichnen Sie den Schaltplan dieses Automaten auf dem Lösungsblatt. Ihnen stehen D-Flipflops sowie NOT, AND und OR Gatter mit einer beliebigen Anzahl an Eingängen zur Verfügung. (3 Punkte)
- Eine  $(e_1, e_0)$  Eingangskombination ist bei diesem Automat unzulässig.
11. Welche ist diese Kombination? (1 Punkt)
  12. Wenn diese Eingangskombination trotzdem passiert, sollte der Automat bei der nächsten aktiven Taktflanke in seinem aktuellen Zustand bleiben und in keinen anderen Zustand wechseln. Wie müssen die Gleichungen für  $z_{1(n+1)}$  und  $z_{0(n+1)}$  modifiziert werden, damit diese Bedingung erfüllt wird? Die zusätzlichen Karnaugh-Diagramme auf dem Lösungsblatt können dafür verwendet werden. (4 Punkte)