

# Informatik Q3 Abels



# Nichtdeterministische Endliche Automaten

# NEA

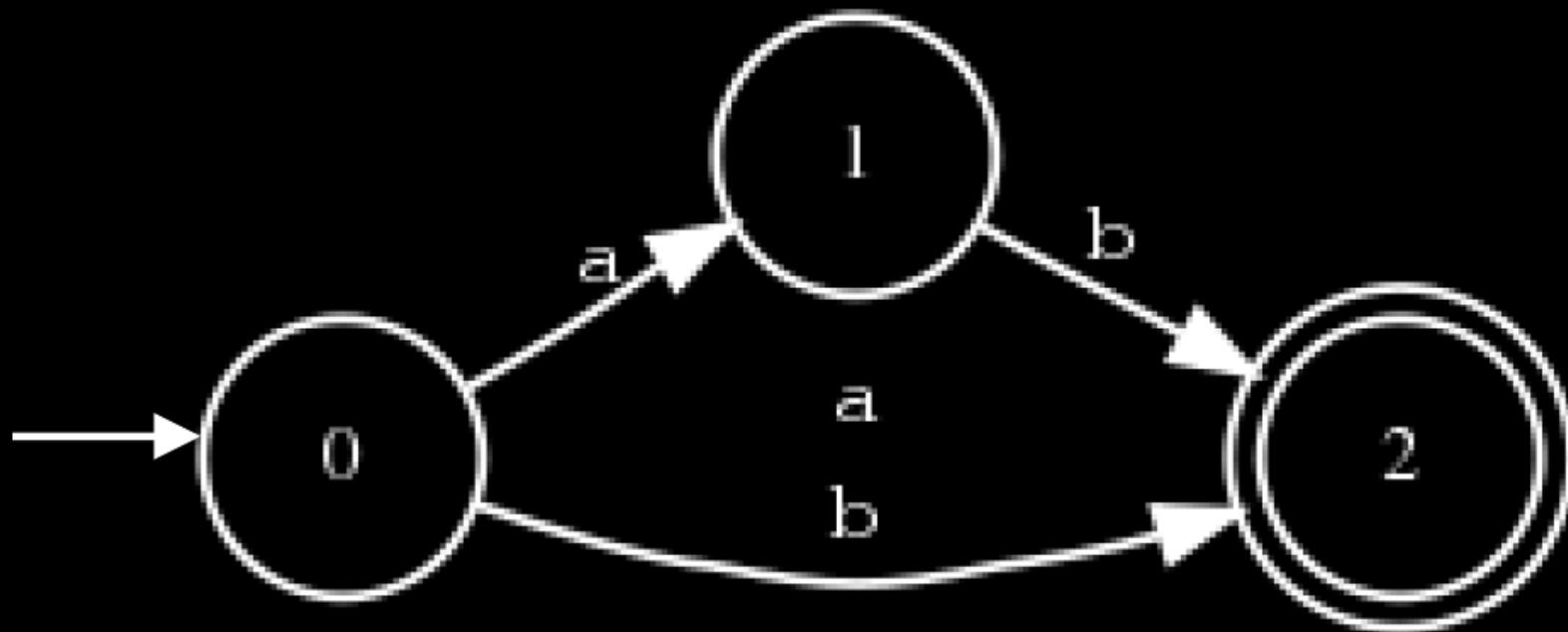
Ein nichtdeterministischer endlicher Automat (NEA) wird durch ein 5-Tupel  $\mathbf{A} = (\mathbf{Z}, \Sigma, z_0, \mathbf{Z}_E, \delta)$  spezifiziert.

- $\mathbf{Z}$  ist die endliche und nichtleere Menge der Zustände.
- $\Sigma$  ist das Eingabealphabet, d. h. eine endliche, nichtleere Menge von Symbolen.
- $z_0 \in \mathbf{Z}$  ist der Anfangszustand.
- $\mathbf{Z}_E$  ist die Menge der Endzustände mit  $\mathbf{Z}_E \subset \mathbf{Z}$ .
- $\delta: \mathbf{Z} \times \Sigma \rightarrow \mathbf{Z}^*$  ist die Zustandsübergangsabbildung, die von einem Zustand zu beliebig vielen Folgezuständen übergehen kann.  $\mathbf{Z}^*$  bezeichnet die Potenzmenge der Zustände.

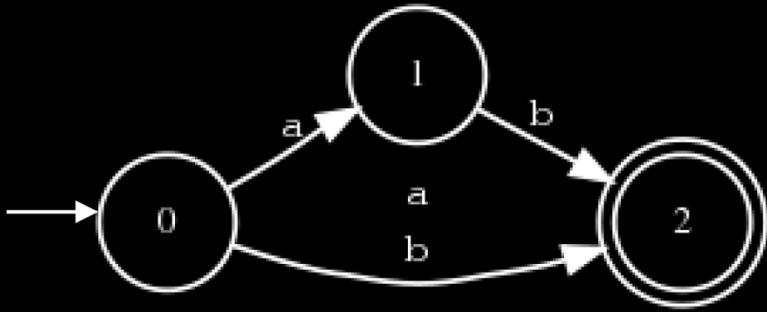
Ein Wort, für das es eine Möglichkeit gibt, den Automaten vom Start- in einen Endzustand zu überführen, gilt als akzeptert.

# NEA

*Beispiel*

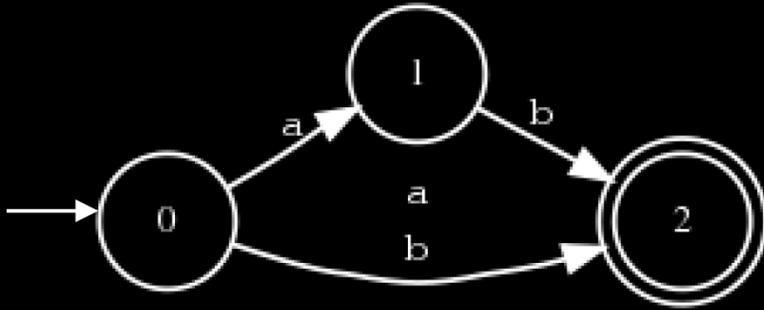
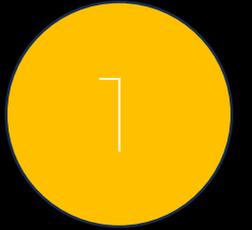


NEA  $\rightarrow$  DEA



Zu jedem NEA gibt es einen äquivalenten DEA. Das bedeutet, dass es zu jedem NEA einen DEA gibt, der die gleiche Sprache akzeptiert.

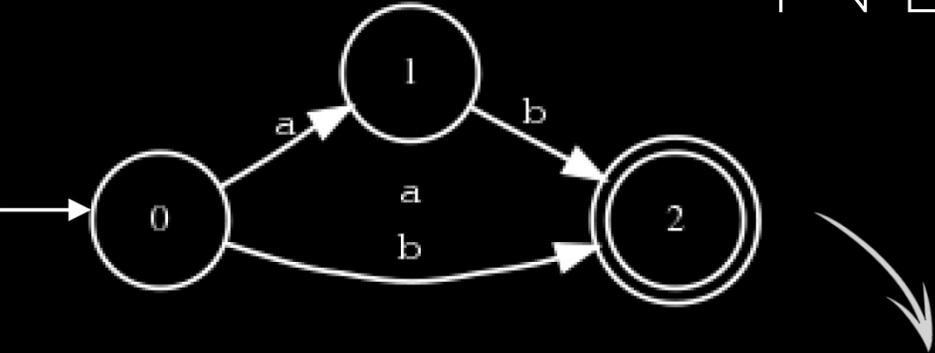
# NEA $\rightarrow$ DEA



Man erstellt eine Zustandsübergangstabelle. Hierbei stehen in den Zellen nicht einzelne Folgezustände wie bei einem DEA, sondern Folgezustandsmengen. Ist ein Übergang nicht vorgesehen, trägt man die leere Menge ein:

$\delta$	a	b
Z0	$\{Z1, Z2\}_E$	$\{Z2\}_E$
Z1	$\emptyset$	$\{Z2\}_E$
Z2	$\emptyset$	$\emptyset$

# NEA → DEA

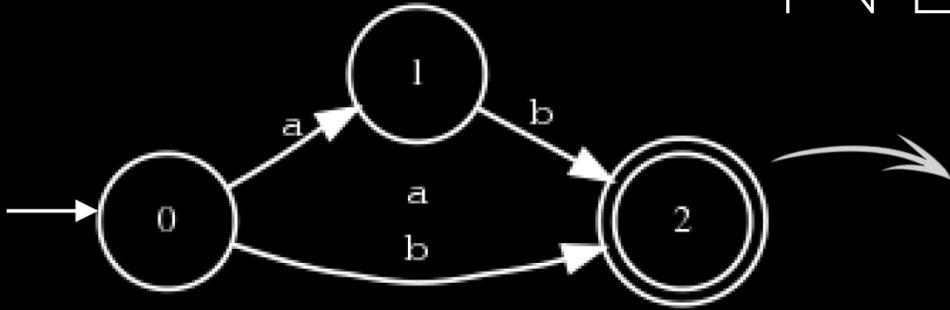


$\delta$	a	b
Z0	{Z1, Z2} <sub>E</sub>	{Z2} <sub>E</sub>
Z1	∅	{Z2} <sub>E</sub>
Z2	∅	∅

Man erstellt die Zustandsübergangstabelle des äquivalenten DEAs indem man Zustandsmengen zu einem neuen Zustand zusammenfasst:

$\delta$	a	b
Z0	Z1Z2 <sub>E</sub>	Z2 <sub>E</sub>
Z1Z2	-	Z2 <sub>E</sub>
Z2	-	-

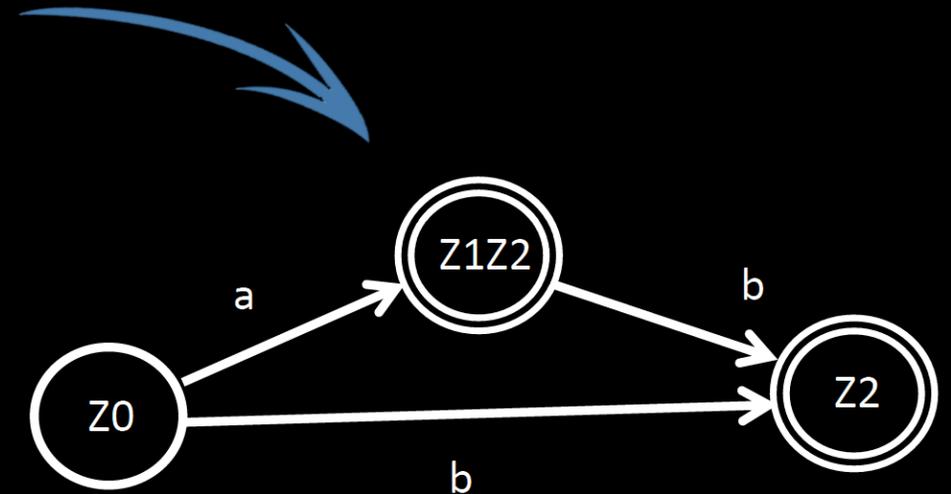
# NEA → DEA



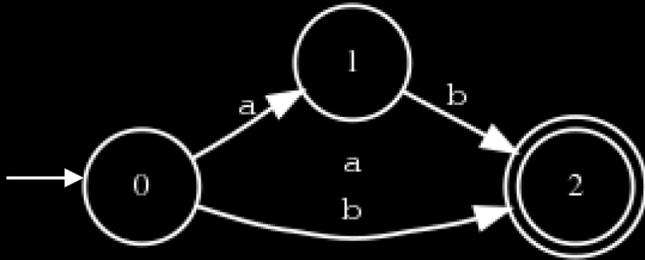
$\delta$	a	b
Z0	{Z1, Z2} <sub>E</sub>	{Z2} <sub>E</sub>
Z1	∅	{Z2} <sub>E</sub>
Z2	∅	∅

$\delta$	a	b
Z0	Z1Z2 <sub>E</sub>	Z2 <sub>E</sub>
Z1Z2	-	Z2 <sub>E</sub>
Z2	-	-

Man zeichnet den DEA entsprechend seiner Zustandtabelle, dabei werden die Zustände Endzustände, die einen Endzustand des NEAs enthalten:



# NEA $\rightarrow$ DEA

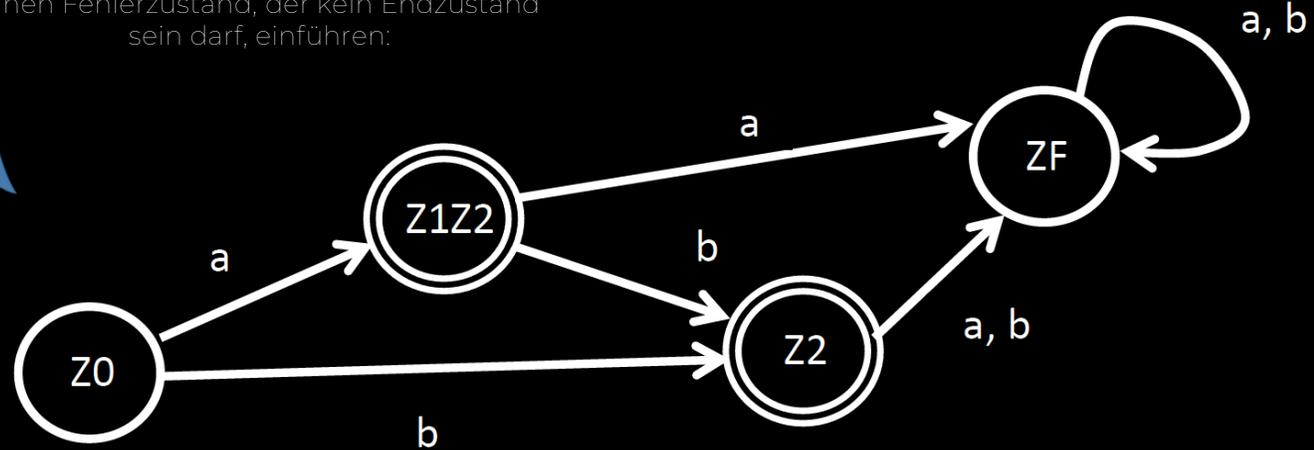


$\delta$	a	b
Z0	{Z1, Z2} <sub>E</sub>	{Z2} <sub>E</sub>
Z1	$\emptyset$	{Z2} <sub>E</sub>
Z2	$\emptyset$	$\emptyset$

$\delta$	a	b
Z0	Z1Z2 <sub>E</sub>	Z2 <sub>E</sub>
Z1Z2	-	Z2 <sub>E</sub>
Z2	-	-

$\delta$	a	b
Z0	Z1Z2 <sub>E</sub>	Z2 <sub>E</sub>
Z1Z2	ZF	Z2 <sub>E</sub>
Z2	ZF	ZF
ZF	ZF	ZF

Möchte man einen vollständigen DEA aufführen, der in allen Zuständen alle Eingaben berücksichtigt, muss man noch einen Fehlerzustand, der kein Endzustand sein darf, einführen:



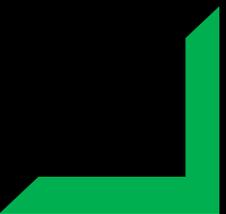


# Übung 1

Gegeben sei nebenstehende Zustandsübergangstabelle.

$\delta$	1	0
S	{S, Z1}	{S}
Z1	{Z2}	$\emptyset$
Z2	{Z3}	{Z3}
Z3	{Z4}	$\emptyset$
Z4	{Z4}	{Z4}

- Zeichne den zugehörigen Zustandsgraphen. **S** ist der Start- und **Z4** der Endzustand des Automaten.
- Werden die Worte **11001101000** und **110011001000** akzeptiert?
- Konstruiere einen äquivalenten DEA. (Hinweis: Er hat 10 Zustände, wovon die Hälfte Endzustände sind.)





# Übung 1



$\delta$	1	0
S	{S, Z1}	{S}
Z1	{Z2}	$\emptyset$
Z2	{Z3}	{Z3}
Z3	{Z4}	$\emptyset$
Z4	{Z4}	{Z4}

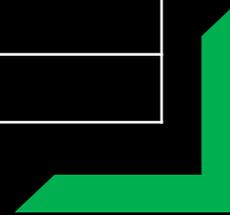
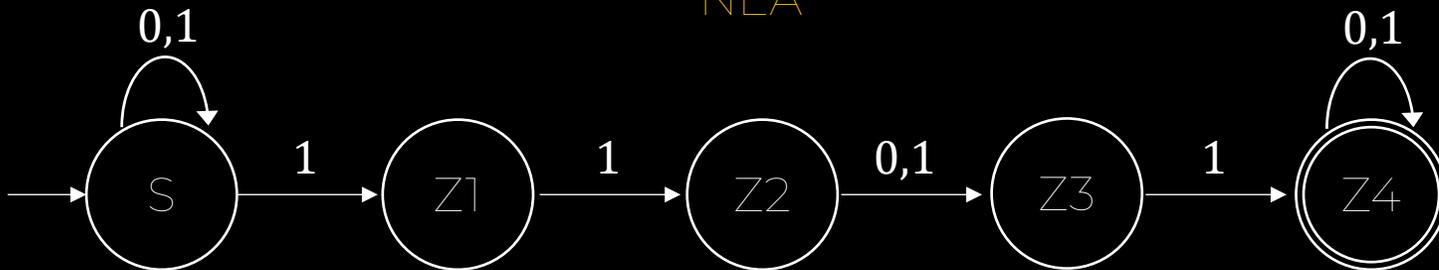
11001101000 ✓

110011001000 ✗

DEA

$\delta$	1	0
S	SZ1	S
SZ1	SZ1Z2	S
SZ1Z2	SZ1Z2Z3	SZ3
SZ1Z2Z3	SZ1Z2Z3Z4	SZ3
SZ3	SZ1Z4	S
SZ1Z4	SZ1Z4	SZ4
SZ4	SZ1Z4	SZ4
Z3	Z4	SF
Z4	Z4	Z4
Z4	ZF	ZF

NEA





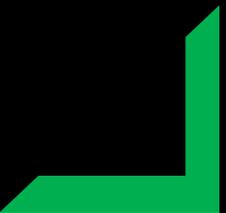
## Übung 2

Gib für die folgenden formalen Sprachen je einen NEA an, der die Sprache akzeptiert.

“Alle  $\omega$ ”  
“aus”  
“der Potenzmenge von  $\Sigma = \{a, b, c\}$ ”  
“für die gilt”  
“Der Betrag von  $\omega$  ist größer 2 und ...”

a)  $L_1 = \{\omega \in \{a; b; c\}^* \mid |\omega| > 2 \text{ und das erste und letzte Symbol von } \omega \text{ sind verschieden}\}$

b)  $L_2 = \{\omega \in \{0; 1\}^* \mid \omega \text{ beginnt und endet mit } 1 \text{ und enthält eine gerade Anzahl von } 1\text{ern}\}$



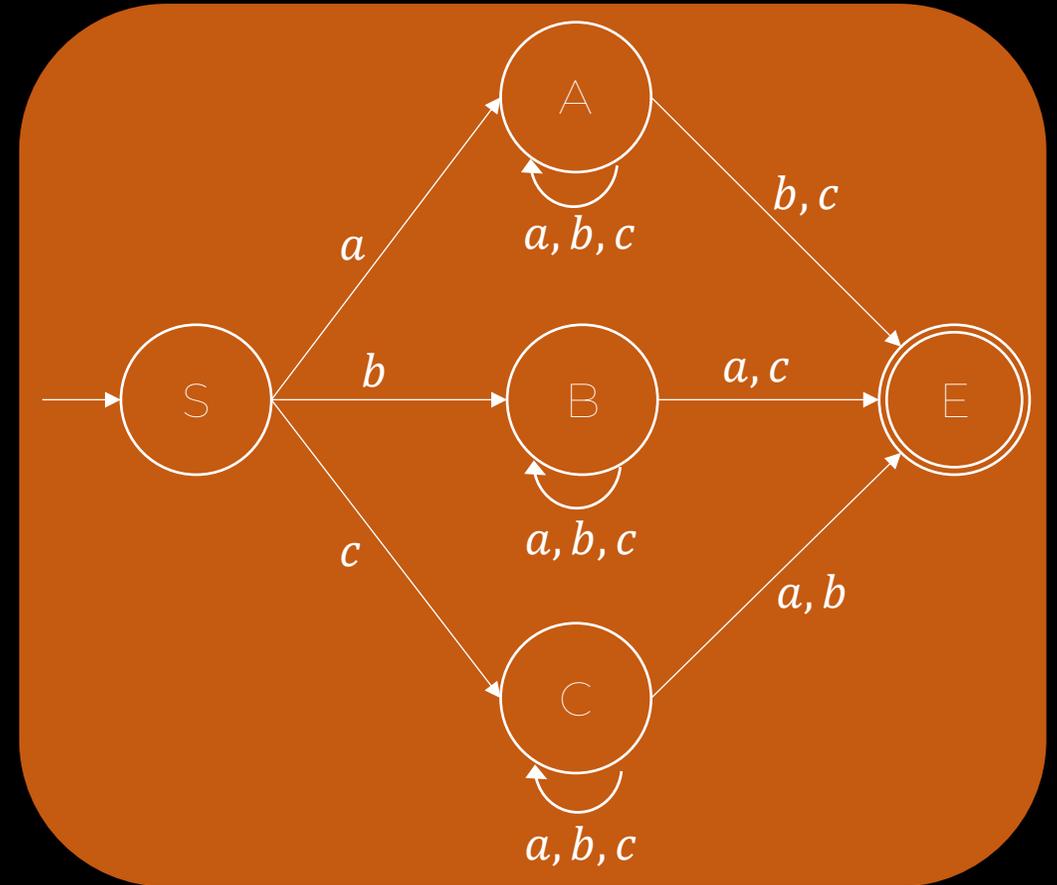
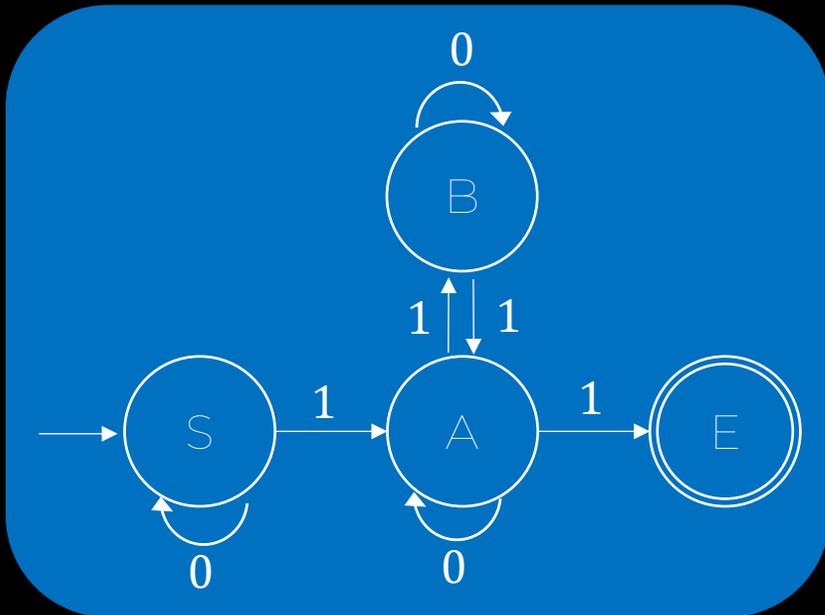


# Übung 2



$L_1 = \{\omega \in \{a; b; c\}^* \mid |\omega| > 2 \text{ und das erste und letzte Symbol von } \omega \text{ sind verschieden}\}$

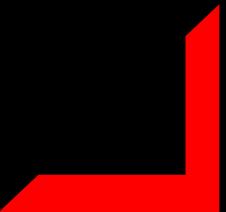
$L_2 = \{\omega \in \{0; 1\}^* \mid \omega \text{ beginnt und endet mit } 1 \text{ und enthält eine gerade Anzahl von } 1\text{ern}\}$





# Tagebucheintrag

Nichtdeterministische  
Endliche Automaten





# Wochenübung

Gib für die folgende formale Sprache  $L$  einen NEA mit maximal 4 Zuständen an, der die Sprache  $L$  erkennt und konstruiere einen äquivalenten DEA.

$$L = \{\omega \in \{a; b\}^* \mid \omega \text{ endet mit } aab\}$$

