

---

## Mealy-Maschinen

Die Behandlung von Mealy-Maschinen (oder auch Mealy-Automaten) ist im Rahmen der Schulinformatik ein Teilgebiet der technischen Informatik, die sich mit den grundlegenden physikalischen Abläufen in einem Computer beschäftigt. Dabei dienen die Mealy-Automaten der systematischen Entwicklung von Schaltwerken, wie Sie sie vielleicht auch aus dem Physikunterricht kennen.

Im Rahmen des reformierten Lehrplans für die Informatik in der Oberstufe werden die Mealy-Maschinen von der technischen Informatik isoliert und dann im Zusammenhang mit den Deterministischen Endlichen Automaten (DEA) behandelt.

Auf diese Beziehung und den Vergleich dieser beiden Automatentypen und ihren jeweiligen Aufgaben und Funktionsweisen beschränkt sich somit das Thema Automatenmodelle im Informatikunterricht. Im Folgenden erhalten Sie eine Einführung in die Wirkungsweise und Konzeption von Mealy-Maschinen (Der rot unterlegte Teil geht über das im Abitur benötigte Wissen hinaus und dient hier nur dem interessierten Leser.)

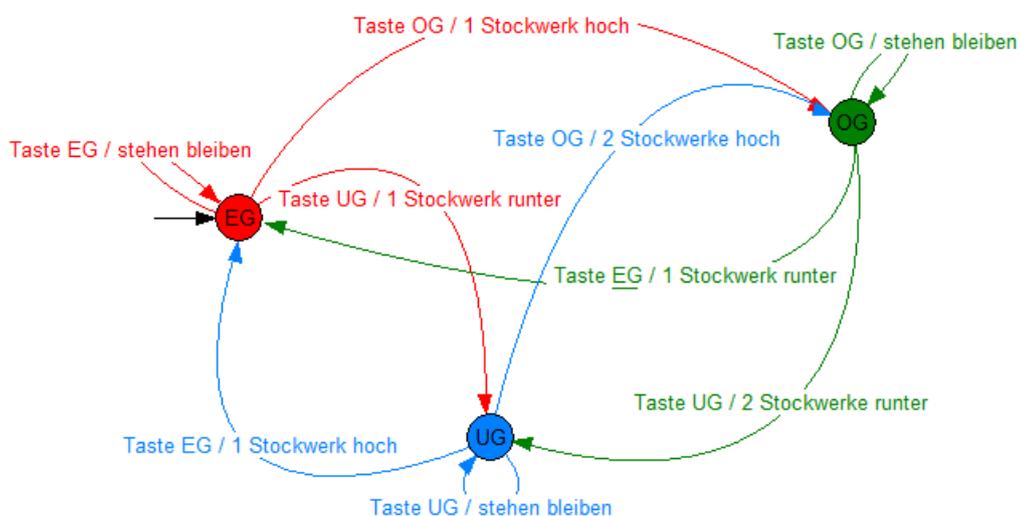
Mealy-Maschinen lassen sich ebenso wie DEA mit dem online-Tool auf [www.flaci.com](http://www.flaci.com) konzipieren und testen.

### Definition von Mealy-Maschinen

Eine Mealy-Maschine ist ein Automat, der eine Eingabe Zeichen für Zeichen verarbeitet und in eine Ausgabe umwandelt. Daher wird er in Abgrenzung zu anderen Automatenmodellen auch als **Transduktor** bezeichnet. Er überführt Eingaben in Ausgaben. Betrachten wir zunächst ein Beispiel:

#### *Fahrrstuhlsteuerung*

Der folgende Automat, soll die Steuerung eines Fahrstuhls in einem Haus mit drei Stockwerken simulieren.



### Ein Mealy-Automat besteht aus unterschiedlichen Zuständen.

In unserem Beispiel sind das die drei **Zustände** UG, EG und OG, mit denen sich der Automat merkt, ob der Fahrstuhl sich gerade im Untergeschoss (UG), im Erdgeschoss (EG) oder im Dachgeschoss (OG) befindet. Einer der Zustände ist als **Startzustand** definiert, in diesem Fall der Zustand

„EG“. Zu erkennen ist der Startzustand an einem kleinen Pfeil, der auf den Zustand zeigt. In diesem Zustand beginnt der Automat also mit der Arbeit.

Der Automat arbeitet nun eine Folge von Eingaben sukzessive ab, wobei er abhängig von dem aktuellen Zustand in einen Folgezustand wechselt und dabei eine Ausgabe produziert. Der Fahrstuhl verfügt über drei Tasten, mit denen das Ziel angegeben werden kann. Das **Eingabealphabet** besteht also aus  $\Sigma = \{„Taste UG“, „Taste EG“, „Taste OG“\}$ . Die Reihenfolge, in der diese Tasten gedrückt wurden, bildet somit die Eingabe für den Automaten, z.B. „Taste UG“, „Taste OG“, „Taste UG“, „Taste EG“, „Taste EG“, „Taste OG“. In Abhängigkeit des Zustands, in dem sich der Fahrstuhl gerade befindet, und der gedrückten Taste, entscheidet der Automat nun, wie viele Stockwerke der Fahrstuhl nach oben oder nach unten fahren muss (das ist die Ausgabe) und in welchen Zustand er als nächstes wechseln muss. Das **Ausgabealphabet** ergibt sich somit zu  $\Pi = \{„1 Stockwerk hoch“, „1 Stockwerk runter“, „2 Stockwerke hoch“, „2 Stockwerke runter“, „stehen bleiben“\}$ . Die möglichen Zustandswechsel sind in dem **Zustandsgraphen** durch Pfeile gekennzeichnet. Diese sind nach dem Muster „Eingabe/Ausgabe“ beschriftet.

Befindet sich der Automat zu Beginn in Zustand EG und lautet die Eingabe „Taste UG“, so muss dem roten Pfeil mit der Eingabe „Taste UG“ gefolgt werden. Dieser Übergang bewirkt, dass der Fahrstuhl 1 Stockwerk nach unten fährt (Ausgabe) und in den Zustand UG wechselt.

Anstatt einen Zustandsgraphen zu zeichnen, lässt sich ein Mealy-Automat auch formal definieren, indem die einzelnen Komponenten aufgeschrieben werden. Für das Beispiel sähe die Definition wie folgt aus:

- Zustandsmenge  $Q = \{UG, EG, OG\}$
- Startzustand  $S = EG$
- Eingabealphabet  $\Sigma = \{„Taste UG“, „Taste EG“, „Taste OG“\}$
- Ausgabealphabet  $\Pi = \{„1 Stockwerk hoch“, „1 Stockwerk runter“, „2 Stockwerke hoch“, „2 Stockwerke runter“, „stehen bleiben“\}$ .
- Die **Zustandsübergangsfunktion**  $\delta$  und die **Ausgabefunktion**  $\lambda$  können in Form einer Tabelle dargestellt werden.

| $\delta$ | Taste UG | Taste EG | Taste OG |
|----------|----------|----------|----------|
| UG       | UG       | EG       | OG       |
| EG       | UG       | EG       | OG       |
| OG       | UG       | EG       | OG       |

| $\lambda$ | Taste UG           | Taste EG           | Taste OG         |
|-----------|--------------------|--------------------|------------------|
| UG        | stehen bleiben     | 1 Stockwerk hoch   | 2 Stockwerk hoch |
| EG        | 1 Stockwerk runter | stehen bleiben     | 1 Stockwerk hoch |
| OG        | 2 Stockwerk runter | 1 Stockwerk runter | stehen bleiben   |

Um die Tabelle zu lesen, muss in der ersten Spalte der aktuelle Zustand gesucht werden und in der ersten Zeile die aktuelle Eingabe. In der Zelle, in der sich die Zeile für den Zustand und die Spalte für die Eingabe treffen, steht bei der Zustandsübergangsfunktion der Folgezustand bzw. bei der Ausgabefunktion die Ausgabe.

Wichtig ist, dass ein Mealy-Automat immer vollständig definiert ist. Das heißt für jede mögliche Kombination aus Zustand und Eingabezeichen, muss es einen Zustandsübergang und eine Ausgabe geben. Es darf also keine Zelle der Tabelle leer bleiben. Die Ausgabe kann auch darin bestehen, dass gar nichts passiert, aber das muss explizit definiert werden. Zu dem Ausgabealphabet gehört dann beispielsweise auch die Ausgabe „keine Ausgabe“ oder „-“.