

## Erläuterung

## Prototyp

### Enaktives Baukastenmodell für endliche Automaten

Umsetzung eines Baukastenmodells mit Hilfe von 3D-Druckteilen. Übertragung des theoretischen Konzepts eines DFAs in eine enaktive Darstellung. Inklusion von Schülerinnen und Schüler (SuS), die auf Basis des theoretischen Konstrukts keinen Lernerfolg erzielen könnten.

Automaten werden hier mittels einer Art Verkehrsnetz dargestellt. Es wird ein Auto über Schienen von Zustand zu Zustand bewegt. Die Position des Autos zeigt zugleich an, in welchem Zustand sich der Automat nach Einlesen des letzten Zeichens befindet. Die Fahrt des Wagens symbolisiert das Durchlaufen der Zustände durch den Automaten und die Ladung des Autos zeigt die noch verbleibenden Zeichen bzw. die bisher gelesenen Zeichen, wobei die informatisch korrekte Unveränderbarkeit der Reihenfolge der Zeichen durch den geschlossenen Turm gegeben ist. Die Schienen sind hierbei die Transitionen des Automaten, welche ein besonderes Schienenstück mit Anzeige des zugehörigen Zeichens beinhalten.



### Einsatzszenarium:

Im Rahmen des Informatikunterrichts kann der Prototyp bei der Einführung in die Automatentheorie verwendet werden. Enaktive Repräsentationsformen eignen sich im Informatikunterricht besonders für den Einstieg in das Thema bzw. in eine fundamentale Idee, da sich diese in der Regel durch aktives Tun begreifen lassen. Bei (endlichen) Automaten handelt es sich um jenes Modell, welches die fundamentale Idee des *Zustands* vermittelt. Im Spiel mit den Repräsentationsmodi kann daher ein theoretisches Modell

wie endliche Automaten in verschiedenen Formen im Sinne Bruners eingeführt werden. Für SuS mit Problemen das theoretische Konzept kognitiv ohne weitere Hilfestellung umzusetzen, bietet der Prototyp eine weitere Ebene als Lernmöglichkeit an. Im Rahmen eines weit gefassten Begriffs der inklusiven Pädagogik wird hier nicht vorrangig eine Personengruppe mit einer physischen oder psychischen Einschränkung inkludiert, sondern SuS mit einem ausgeprägten enaktiven Lerntyp, der vor allem im Kinder- und Jugendalter noch stark ausgeprägt ist. Neben dieser Inklusion bietet das Modell in gewisser Weise auch Vorteile für SuS mit einer Sehbeeinträchtigung, da die gestalteten Elemente durch klare Kanten und Abgrenzungen unterschieden werden können. Haptische Gegenstände können dieser Gruppe von SuS ebenfalls eine erweiterte Lernmöglichkeit bieten, da durch die taktile Kompensation der fehlende visuelle Sinn ausgeglichen werden kann.

### Zugehörige Dateien:

Die hier aufgelisteten SVG-Dateien sollen mithilfe eines Lasercutters aus einer 3mm hohen MDF-Platte oder äquivalentem Material geschnitten werden. Die aufgeführten 3D-Modelle sollten mithilfe eines 3D-Druckers mit beliebigem kompatibelem Material gedruckt werden. Sollten die Dateien selbst erstellt werden, ist hierzu die Nutzung der Web-Anwendung „Tinkercad“ zu empfehlen.

#### SVG:

- Zustand\_Normal.svg
- Zustand\_Ende.svg
- Schienenstück\_Normal.svg
- Schienenstück\_Symbolaufsatzslot.svg
- Aufsatz\_Schienenstück\_Normal\_UND\_Symbolaufsatzslot.svg
- Schienenstück\_Verbindung.svg
- Aufsatz\_Schienenstück\_Verbindung.svg
- Symbolaufsatz.svg
- Lageraufsatz.svg
- Symbolaufsatz\_Leimstück.svg
- Chip\_Kreis.svg
- Chip\_Herz.svg
- Chip\_Stern.svg

#### 3D-Dateien:

- Auto.stl
- Reifen.stl
- Turmschieber.stl
- Turmschieber\_Gegenstück.stl

### Baumaterialien:

- Holzplatte (z.B. MDF) 60x40cm (3x)
- PLA für 3D-Drucker (mindestens 100gr)
- Kugellager: 5mm Innendurchmesser, 11mm Außendurchmesser (4x)
- Moosgummi 2mm A4 (1x)
- Kleinere Werkzeuge: Zange, Feile, Sekundenkleber, Leim

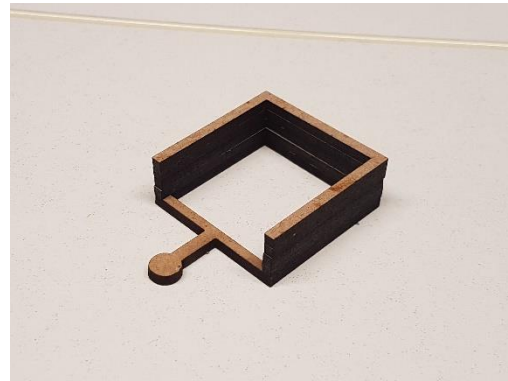
### Konstruktionsanleitung:

Der geschätzte Zeitaufwand zum Herstellen der Elemente beträgt ca. 8 Stunden bei routinierter Arbeit mit Lasercutter und 3D-Drucker. Dabei wird nur die reine Arbeitszeit betrachtet. Der 3D-Druck von Auto und Reifen dauert ca. 15 Stunden. Der Lasercutter benötigt ca. 3 Stunden.

### Zustände

An Zuständen gibt es reguläre Zustände („Zustand\_Normal.svg“) und Endzustände („Zustand\_End.svg“). Diese sollten je nach benötigter Anzahl für die jeweilige Unterrichtssituation erstellt werden. Ein Startzustand wird ähnlich zur 2D-Darstellung von DFAs durch eine kurze eingehende Schiene dargestellt.

An allen Zuständen soll ein „Zeichenspeicher“ angeschlossen werden, in den das Auto das zunächst gelesene Zeichen abladen kann. Dieser setzt sich aus den Dateien „Lageraufsatz.svg“ und „Symbolaufsatz\_Leimstück.svg“ zusammen, wobei Ersteres die Basis bietet und Zweiteres 4-5 Mal darauf geklebt wird.



### Schienenstücke

Die Dateien „Aufsatz\_Schienenstück\_Normal\_Symbolaufsatzslot.svg“ und „Schienenstück\_Normal.svg“ ergeben jeweils ein reguläres Schienenstück inklusive Aufsatz. Zusätzlich gehört zu jeder Transition ein „Schienenstück\_Symbolaufsatzslot.svg“ (ebenfalls jeweils mit einem Aufsatz „Aufsatz\_Schienenstück\_Normal\_Symbolaufsatzslot.svg“), an welche ein „Symbolaufsatz.svg“ angehängen wird. In dieses soll das Zeichen für die Transition gelegt werden. Schienenstücke und Aufsätze können zusammengeleimt werden, damit sie besser halten, sollten aber bei qualitativ hochwertigem Schnitt auch ohne Leim gut halten.

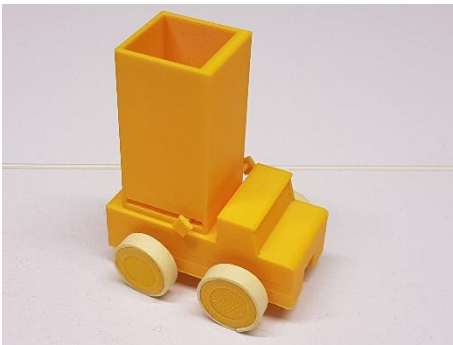
Damit die Schienen nicht nur aus einem Zustand ausgehen können, wird zum nächsten Zustand hin jeweils ein Verbindungsstück („Schienenstück\_Verbindung.svg“) inklusive Aufsatz („Aufsatz\_Schienenstück\_Verbindung.svg“) benötigt.



## Auto

Das Auto und der Turm werden als ein gemeinsames Objekt gedruckt („Auto.stl“). Zusätzlich wird für den Schiebemechanismus darauf ein Stab benötigt („Turmschieber.stl“ und „Turmschieber\_Gegenstück.stl“). Das Gegenstück wird mit Sekundenkleber an das offene Ende geklebt, während der Stab durch die Öffnungen geschoben ist. Zudem werden die vier Reifen für das Auto benötigt („Reifen.stl“), welche mithilfe der Kugellager beweglich an die Achsen befestigt werden. Sollten die Reifen von den Kugellagern rutschen, kann man diese noch mittels Sekundenkleber o.Ä. fixieren. Der Reifendruck durch den 3D-Drucker ist leider nicht zwingend optimal, ggf. kann man hier andere Reifen ähnlicher Größe nutzen oder herstellen. Alternativ können die Räder mit zugeschnittenen 2mm dicken Stücken aus Moosgummi umklebt werden, damit die Räder auch auf glatten Oberflächen genug „Grip“ haben.

Die Chips zur Anzeige des Zeichens einer Transition oder der Speicherung eines Worts im Turm des Autos („Chip\_Kreis.svg“, „Chip\_Herz.svg“, „Chip\_Stern.svg“) sollten so oft wie für die gewünschte Automatengröße notwendig (Jeweils drei pro Zustand und zusätzlich der gewünschten Wortlängen entsprechend, selbstverständlich kann die Zeichenanzahl auch erweitert werden, allerdings sollten die Auswirkungen auf die nötige Fläche zum Aufbau des Automaten berücksichtigt werden).



stücke

## Aufbewahrungsbox (optional – nicht benötigt zum Spielen)

Sollte keine Aufbewahrungsmöglichkeit in vorhandenen Kisten existieren, kann eine Box im Format 32x32x10cm nachgebaut werden. Die SVG-Dateien für die inhaltliche Aufteilung und eine Inhaltsliste liegen bei (Dateinamen folgen unten). Benötigt wird dafür zusätzlich:

- MDF-Platten 12mm: 32x32cm (2x), 32x10cm (2x), 29,6x10cm (2x)
- Scharniere zur Befestigung des Deckels
- Schrauben max. 12mm

Seitenteile verleimen und anschließend fest mit dem Boden verleimen. Deckel mit Scharnier verschrauben. Die Inhaltsliste („Inhaltsliste.svg“) kann an beliebige Stelle geklebt werden. Die innere Einteilung kann den Dateien „Kasten-Innereien (1)-(4).svg“ zusammengesteckt werden.

Unsere Empfehlung zur Anzahl der jeweiligen Elemente für einen nicht zu großen Automaten:

- 10 Zustand\_Normal.svg
- 2 Zustand\_End.svg
- 120 Schienenstück\_Normal.svg
- 30 Schienenstück\_Symbolaufsatzslot.svg

- 150 Aufsatz\_Schienenstück\_Normal\_Symbolaufsatzslot.svg
- 31 Schienenstück\_Verbindung.svg
- 31 Aufsatz\_Schienenstück\_Verbindung.svg
- 30 Symbolaufsatz.svg
- 10 Lageraufsatz.svg
- 40 Symbolaufsatz\_Leimstück.svg
- 18 Chip\_Kreis.svg
- 18 Chip\_Herz.svg
- 18 Chip\_Stern.svg
- 1x Auto.stl
- 1x Turmschieber.stl
- 1x Turmschieber\_Gegenstück.stl
- 4x Reifen.stl

### Nutzung:

In den Turm des Autos wird das zu prüfende Wort von oben gefüllt (erstes Zeichen zuerst einlegen usw.). Sollten die Schülerinnen und Schüler durch das Abfahren der Zustände ein Wort ermitteln, werden die Zeichen in richtiger Reihenfolge in den dafür vorgesehenen Ablagen an den Zuständen gelegt oder abseits platziert, sodass sie dort in der abgefahrenen Reihenfolge in den Turm gefüllt werden können.

Die Fahrt startet im Startzustand. Sollte der Turm von Anfang an beladen sein (Ausnahme: Das leere Wort), so soll an jedem erreichten Zustand mithilfe des Schiebemechanismus des Turms der unterste Chip in die Ablage am Zustand geladen werden. Abhängig von dem abgelegten Zeichen wird die ausgehende Transition gewählt und dort die Fahrt fortgesetzt. Sind keine Chips mehr im Turm, nachdem ein Zustand erreicht wurde, so ist die Fahrt beendet und es wird geprüft, ob ein Endzustand erreicht wurde.