

## Automaten und formale Sprachen

### Didaktische Hinweise

#### Zielgruppe

Die Materialien zu den Automaten und formalen Sprachen richten sich an Schülerinnen und Schüler in der Qualifikationsphase. Alle Materialien können sowohl in Kursen auf grundlegendem als auch auf erhöhtem Anforderungsniveau eingesetzt werden. Zu beachten ist jedoch, dass beispielsweise in Niedersachsen Inhalte zu formalen Sprachen und Kellerautomaten nur für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau verbindlich vorgesehen sind. In Kursen auf grundlegendem Anforderungsniveau können diese Aspekte je nach Lerngruppe und Interesse der Schülerinnen und Schüler als über den Kern hinausgehende Ergänzungen thematisiert werden.

#### Voraussetzungen

Die Materialien in diesem Paket setzen keine speziellen Vorkenntnisse voraus. Lediglich für die Einführung der Kellerautomaten ist es hilfreich, wenn die Lernenden bereits die Datenstruktur Stapel kennen. Die Materialien bauen jedoch aufeinander auf (s. Abbildung 1).

Für das zusätzliche Materialpaket zur Implementierung der deterministischen endlichen Automaten (DEA) sind entsprechende Vorkenntnisse aus dem Bereich Algorithmik notwendig.

#### Lernziele

Anhand der vorliegenden Materialien können die in Tabelle 1 aufgeführten Kompetenzen aus dem Lernfeld *Automaten und Sprachen* erworben werden (vgl. [3]). Darüber hinaus ist eine Verknüpfung mit Kompetenzen aus dem Lernfeld *Algorithmen und Datenstrukturen* möglich.

Zu beachten ist, dass sich die Materialien zwar am niedersächsischen Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe orientieren, jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der für die Abiturprüfung erwarteten Kompetenzen erheben. Die Autorinnen haben zum Teil individuelle Schwerpunkte gesetzt, die auch über die im KC geforderten Kompetenzen hinausgehen können.

Darstellungen und Schreibweisen können ggf. von den in der Abiturprüfung verwendeten Darstellungen und Schreibweisen abweichen. Verbindlich für das Abitur in Niedersachsen sind allein das niedersächsische Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe sowie die ergänzenden Hinweise (s. [4]) in der jeweils aktuellen Fassung. Es obliegt daher den jeweiligen Fachlehrkräften, den Unterricht so zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler umfassend auf das Abitur vorbereitet werden. Die vorliegenden Materialien stellen somit nur eine Anregung dar, die an die individuellen Bedürfnisse der Lerngruppe angepasst werden müssen.

Zu beachten ist weiterhin, dass der Aufbau und die Funktionsweise von endlichen Automaten mit Ausgabe (Mealy-Automaten), welche das KC ebenfalls für die Qualifikationsphase vorsieht, hier nicht thematisiert werden. Ein entsprechendes Materialpaket steht gesondert zur Verfügung.

	Qualifikationsphase	Erweiterung eA
	Die Schülerinnen und Schüler ...	
Automatenmodelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise eines deterministischen endlichen Automaten (DEA).</li> <li>- entwickeln und implementieren Automatenmodelle in Form von Zustandsgraphen.</li> <li>- analysieren die Funktion eines durch einen Zustandsgraphen vorgegebenen Automaten.</li> <li>- erläutern die Grenzen endlicher Automaten bei der Problemlösung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise eines Kellerautomaten als Erweiterung des Modells des endlichen Automaten.</li> </ul>
formale Sprachen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nennen Eigenschaften formaler Sprachen im Vergleich zu natürlichen Sprachen.</li> <li>- beschreiben die von einer Grammatik erzeugte Sprache.</li> <li>- entwerfen reguläre und kontextfreie Grammatiken für formale Sprachen.</li> <li>- erläutern den Zusammenhang zwischen regulären Grammatiken und endlichen Automaten.</li> </ul>

Tabelle 1: Kompetenzen aus dem Lernfeld Automaten und Sprachen, die mit diesem Materialpaket erworben werden können

## Werkzeuge

Die Materialien sind so aufgebaut, dass sie nur mit Papier und Stift bearbeitet werden können. Um Grammatiken und Automaten komfortabel testen und Entwürfe unkompliziert ändern zu können, empfiehlt es sich jedoch, für die Übungen Werkzeuge wie [AtoCC](#) (s. [1]) oder den Nachfolger [flaci.com](#) (s. [2]) einzusetzen. Der Einsatz dieser Werkzeuge wird auch der Kompetenz „Die Schülerinnen und Schüler implementieren Automatenmodelle in Form von Zustandsgraphen“ besser gerecht. Die beiliegenden *json*-Dateien enthalten Implementierungen der Automaten aus den Leitfäden, die mit *flaci* erstellt wurden und dort importiert werden können.

## Aufbau der Einheit Automaten und formale Sprachen

Abbildung 1 zeigt, wie die einzelnen Materialien aufeinander aufbauen.

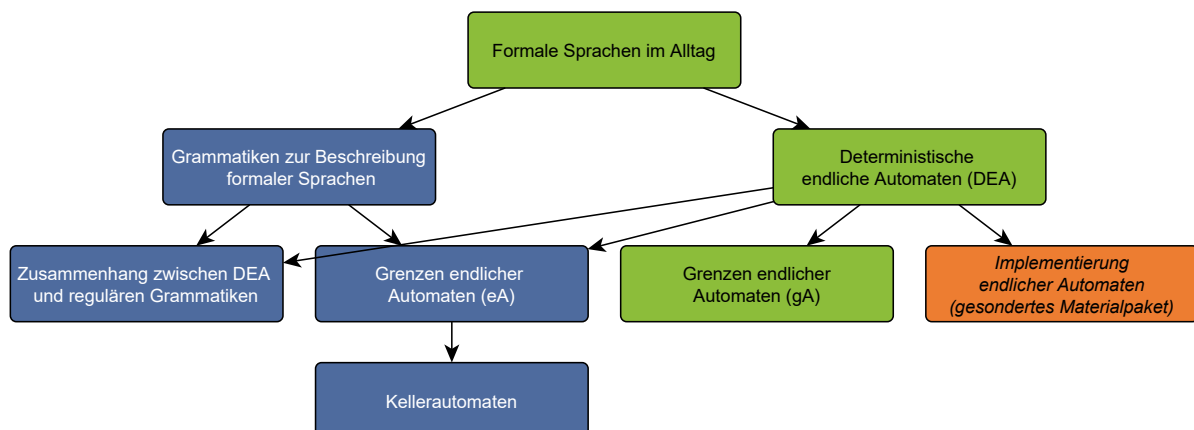


Abbildung 1: Abhängigkeiten der Bestandteile des Materialpakets Automaten und formale Sprachen (gA und eA: grün, eA zusätzlich: blau, mögliche Verknüpfung zu Algorithmen und Datenstrukturen: orange)

Obwohl die formalen Sprachen nur für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau verpflichtend sind, empfiehlt es sich, auch in Kursen auf grundlegendem Niveau den Begriff der formalen Sprache einzuführen, um die deterministischen endlichen Automaten als Erkennendensysteme für formale Sprachen zu motivieren. Für Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau sind in Niedersachsen nur die grünen Bausteine *Deterministische endliche Automaten* und *Grenzen endlicher Automaten(gA)* abiturrelevant. In Kursen auf erhöhtem Anforderungsniveau kann nach Einführung der formalen Sprachen wahlweise mit den deterministischen endlichen Automaten oder den Grammatiken begonnen werden.

Da die Grammatiken nur in Kursen auf erhöhtem Anforderungsniveau vorausgesetzt werden können, gibt es zwei Versionen der Materialien zu den Grenzen endlicher Automaten. Die Version für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau bezieht die regulären Grammatiken beim Erkunden der Grenzen mit ein.

Für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau ist weiterhin die Zusammenführung der Grammatiken und der endlichen Automaten als zwei verschiedene Modelle zur Beschreibung der gleichen Menge formaler Sprachen vorgesehen. Dabei wird deutlich, dass beide Modelle die gleichen Grenzen aufweisen.

Je nach Unterrichtsverlauf können zunächst die Grenzen der endlichen Automaten bzw. die Struktur der regulären Sprachen näher untersucht und anschließend der Zusammenhang zwischen den regulären Grammatiken und den endlichen Automaten systematisiert werden. Alternativ kann zunächst gezeigt werden, dass beide Modelle die gleichen Grenzen aufweisen, um diese anschließend näher zu untersuchen. Im Idealfall geben die Schülerinnen und Schüler die Reihenfolge durch entsprechende Vermutungen bzw. Fragen im Verlauf der Unterrichtsreihe vor. Andernfalls können entsprechende Fragestellungen mithilfe geeigneter Aufgaben provoziert werden.

Abschließend ist für Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau eine Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise von Kellerautomaten vorgesehen. Da in Niedersachsen ab den Abiturprüfungen 2027 auch nichtdeterministische Kellerautomaten verwendet werden (vgl. [4]), wurden die Materialien in der aktuellen Fassung dahingehend erweitert.

Im Sinne eines entdeckenden Lernens sollen sich die Lernenden die Modelle und ihre Grenzen sowie die übergeordneten Zusammenhänge soweit wie möglich selbst erarbeiten. Ergänzende didaktische Hinweise zu einzelnen Aufgaben enthalten die Lösungsvorschläge zu den Materialien.

## Ausblick

Die Implementierung endlicher Automaten in einer Programmiersprache wird im niedersächsischen KC für die Qualifikationsphase nicht explizit gefordert. Sie bietet jedoch eine schöne Gelegenheit, das theoretische Modell der endlichen Automaten praktisch zu nutzen und eine Verknüpfung zum Lernfeld *Algorithmen und Datenstrukturen* herzustellen. In dem gesonderten Materialpaket zur Implementierung endlicher Automaten befindet sich zudem ein Beispiel für ein größeres Projekt der gesamten Lerngruppe, in dem gemeinsam eine eigene Turtle-Programmierungsumgebung entwickelt wird.

## Literatur und Quellen

- [1] AtoCC wird von M. Hielscher zur Verfügung gestellt: [www.atocc.de](http://www.atocc.de) [Zugriff am: 19.08.2020]
- [2] FLACI.com wird von der Pädagogischen Hochschule Schwyz kostenlos für Bildungszwecke zur Verfügung gestellt: <https://flaci.com> [Zugriff am: 19.08.2020]
- [3] Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) (2017) *Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Kolleg. Informatik*. Hannover: unidruck
- [4] Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) (2025) *Ergänzende Hinweise zum Kerncurriculum Informatik für die gymnasiale Oberstufe am Gymnasium, an der Gesamtschule sowie für das Kolleg*. <https://cuvo.nibis.de/index.php?p=download&upload=736> [Datum des Zugriffs: 13.08.2025]

## Lizenz

Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International](#) Lizenz.