



**Fachbereich 10 – Mathematik und Informatik**

**Institut für Didaktik der Mathematik und Informatik**

Arbeitsbereich Didaktik der Informatik

Corrensstraße 80, 48149 Münster

Erstgutachter: Prof. Dr. Marco Thomas

Zweitgutachter: Prof. Dr. Daniel Frischemeier

## **Masterarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Education (M.Ed.)

innerhalb des Studiums für das Lehramt an Grundschulen

# **Sprachen und Automaten am Gegenstand Turmbau**

**Eine Design-Based Research Studie zur informatischen Bildung in der  
Grundschule**

Master of Education Grundschule  
Abgabe der Arbeit: 03.11.2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2. Forschungsmethode.....</b>	<b>- 5 -</b>
2.1 Design-Based-Research-Ansatz.....	- 5 -
2.2 Forschungsmethode der Arbeit.....	- 7 -
2.3 Forschungsfragen .....	- 9 -
<b>3. Unterrichtsplanung .....</b>	<b>- 11 -</b>
3.1 Lehrplanbezug.....	- 12 -
3.2 Sachanalyse.....	- 15 -
3.3 Lernvoraussetzungen .....	- 19 -
3.4 Didaktische Analyse .....	- 22 -
3.5 Lernziele .....	- 28 -
3.6 Verlaufsplanung .....	- 30 -
3.7 Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft .....	- 30 -
3.7.1 Entwicklung des Fragebogens .....	- 31 -
3.7.2 Auswertung des Fragebogens .....	- 33 -
<b>4. Unterrichtserprobung .....</b>	<b>- 38 -</b>
4.1 Durchführung des Unterrichts .....	- 39 -
4.2 Untersuchungsmethode .....	- 39 -
4.3 Erste Unterrichtserprobung .....	- 41 -
4.3.1 Analyse der Beobachtungen .....	- 42 -
4.3.2 Re-Design des Unterrichts .....	- 45 -
4.4 Zweite Unterrichtserprobung.....	- 47 -
4.4.1 Analyse der Beobachtungen .....	- 47 -
4.4.2 Re-Design des Unterrichts.....	- 49 -
<b>5. Beantworten der Forschungsfragen .....</b>	<b>- 51 -</b>
<b>6. Reflexion der Forschungsmethode .....</b>	<b>- 54 -</b>
<b>7. Fazit und Ausblick.....</b>	<b>- 55 -</b>

<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>- 57 -</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>- 60 -</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>- 156 -</b>

# 1. Einleitung

Informatik ist heutzutage allgegenwärtig. „Kinder wachsen in einer Welt auf, die von den neuesten Errungenschaften der Informatik geprägt ist“ (Humbert et al., 2019). Dazu zählen nicht nur die unverkennbaren digitalen Geräte wie Smartphones, Tablets und Computer, sondern auch alltägliche Geräte, Anlagen und Maschinen wie Getränkeautomaten, Mixer, Ampelanlagen und vieles mehr (Humbert et al., 2019; Bulirsch, 2022). Sie kommen also schon früh in Berührung mit informatischen Prozessen und Strukturen, obwohl ihnen dabei nicht immer der Bezug zur Informatik bewusst ist (Humbert et al., 2019).

Die Teilnahme an dieser fortschreitend von Informatik geprägten Lebens- und Arbeitswelt setzt zunehmend informatische Kenntnisse voraus. Aus diesem Grund wird in den letzten Jahren verstärkt darüber diskutiert, informatische Bildung verpflichtend in den Schulen zu integrieren. Zuletzt forderten Experten der Kultusministerkonferenz Informatik in ganz Deutschland als Pflichtfach einzuführen und schon in der Grundschule informatische Inhalte zu vermitteln (RND, 2022). So könnten Kinder bereits in der Primarstufe ein grundlegendes Verständnis von informatischen Konzepten erlangen, einen Zugang zur Informatik finden, diese bewusst erleben und mitgestalten (Humbert et al., 2019). Außerdem stärkt ein grundlegendes Verständnis fachübergreifende Kompetenzen: So wird zum einen das logische und strukturierte Denken gefördert und zum anderen unterstützt es bei dem Verknüpfen von Informationen (ebd.).

Mittlerweile wurde das Fach Informatik zwar verpflichtend zum Schuljahr 2021/2022 für die fünften und sechsten Klassen in Nordrhein-Westfalen eingeführt, in der Grundschule ist es jedoch noch kein fester Bestandteil geworden (MSB, 2019). Um dennoch einen frühen Beginn der informatischen Bildung zu ermöglichen und zu unterstützen, schlägt die Gesellschaft für Informatik<sup>1</sup> „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ (GI, 2019) vor. Ziel der GI ist dabei, „die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, in gegenwärtigen und zukünftigen Lebenssituationen urteilsfähig sowie handlungs- und gestaltungsfähig zu werden“ (GI, 2019, S. 2). In ihrem Kompetenzrahmen hat die GI jeweils fünf verschiedene prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen verankert, die als Orientierung und Empfehlung für Lehrkräfte dienen sollen, um Informatikunterricht zu gestalten (ebd.). Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Lehrkräfte an Grundschulen in der Regel nicht im Fach Informatik ausgebildet sind,

---

<sup>1</sup> Im Folgenden mit GI abgekürzt



Informatikunterricht nicht von den Lehrplänen vorgeschrieben ist und die Lehrkräfte genügend andere Kompetenzen an ihre Schüler\*innen vermitteln müssen (ebd.). Um Informatikunterricht in der Grundschule zu etablieren, bedarf es somit konkreter Vorschläge zur didaktischen Umsetzung und Realisierung der informatischen Bildung (GI, 2019; Humbert et al., 2019). Dazu muss eine passende didaktische Reduktion der Informatikkonzepten erfolgen und klar entwickelte Unterrichtsentwürfe zur Verfügung gestellt werden, sodass Lehrkräfte trotz weniger Vorkenntnisse informatische Grundkenntnisse vermitteln und Informatikunterricht durchführen können (Engelhardt, 2020; Schmid, o.D.).

Genau an dieser Stelle setzt die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Marco Thomas der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster mit ihrem Projekt „Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts in Praxisphasen (IPSP)“ an. Dieses Forschungsprojekt bildet zugleich auch den Ausgangspunkt dieser Arbeit: Im Rahmen dieses Projekts werden verschiedene Unterrichtskonzepte und -materialien zur frühen informatischen Bildung im Primarbereich entwickelt, erprobt und evaluiert. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt dabei auf dem Inhaltsbereich „Sprachen und Automaten“ aus dem Kompetenzrahmen der GI (2019). Die Grundlage der vorliegenden Arbeit ist ein 90-minütiger Unterrichtsentwurf zum Gegenstand „Turmbau“, der von der Arbeitsgruppe dieses Projekts entwickelt wurde. Er ist ein Vorschlag, wie der Inhaltsbereich „Sprachen und Automaten“ mit den Kompetenzerwartungen der GI (2019) altersgerecht in der Primarstufe umgesetzt werden kann. Dieser Unterrichtsentwurf wurde jedoch bisher nicht auf seine Anwendbarkeit in der Praxis überprüft. Daher ist es das Ziel dieser Arbeit zu untersuchen, inwieweit der Einsatz des Unterrichtsentwurfs „Turmbau“ in der Praxis gelingt und in welchen Bereichen eine Überarbeitung notwendig ist.

Dazu wird in Kapitel 2 zunächst die Forschungsmethode der vorliegenden Arbeit dargestellt und die zugrundeliegenden Forschungsfragen, denen in dieser Arbeit nachgegangen werden soll, vorgestellt. Kapitel 3 verschriftlicht und erläutert die Unterrichtsplanung. Dazu wird zunächst der Bezug zu den Lehrplänen hergestellt (Kapitel 3.1) und der fachliche Hintergrund (Kapitel 3.2) sowie die Lernvoraussetzungen analysiert (Kapitel 3.3). Des Weiteren wird der Unterrichtsgegenstand didaktisch analysiert (Kapitel 3.4) und die Lernziele dargelegt (Kapitel 3.5). In Kapitel 3.6 wird daraufhin der Kompetenzerwerb der Schüler\*innen anhand der Verlaufsplanung erläutert, woraufhin die Unterrichtsplanung in Kapitel 3.7 durch eine Fachlehrkraft abgesichert wird. Dazu werden sowohl die Entwicklung als auch die Auswertung des eingesetzten Fragebogens erläutert.

Kapitel 4 befasst sich mit der Beschreibung und Auswertung der Unterrichtserprobung. Dazu wird zunächst die Durchführung des Unterrichts beschrieben (Kapitel 4.1) als auch die Untersuchungsmethode dargestellt (Kapitel 4.2). Anschließend werden die Erprobungen des Unterrichts jeweils in zwei Unterkapiteln analysiert (Kapitel 4.3.1 und Kapitel 4.4.1) und anschließend in einem weiteren Schritt, der Unterricht weiterentwickelt (Kapitel 4.3.2 und Kapitel 4.4.2).

Im Anschluss daran werden die in Kapitel 2.3 formulierten Forschungsfragen ausgewertet (Kapitel 5), woraufhin in Kapitel 6 die Forschungsmethode reflektiert wird. In einem abschließenden Fazit wird zuletzt auch ein Ausblick auf weitere Untersuchungen gegeben (Kapitel 7).

Insgesamt ist diese Arbeit angelehnt an ähnliche Masterarbeiten von Bulirsch (2022) und Engelhardt (2020) sowie der Bachelorarbeit von Deitmer (2019), da diese in ihren Arbeiten ebenfalls einen Unterrichtsentwurf zum Thema „Sprachen und Automaten“ (weiter-) entwickelt haben.

## **2. Forschungsmethode**

Im Folgenden wird die Forschungsmethode der Untersuchung dargelegt. Dazu wird in Kapitel 2.1 die Methode erläutert und in Kapitel 2.2 auf die vorliegende Arbeit übertragen. In Kapitel 2.3 werden anschließend die zugrundeliegenden Forschungsfragen erläutert.

### **2.1 Design-Based Research-Ansatz**

Als Forschungsmethode für die vorliegende Arbeit wurde der Design-Based Research Ansatz gewählt. Design-Based Research zählt als eine recht neue Methode in der Lehr-Lern-Forschung und hat erst in den 1990er Jahren an Bedeutung gewonnen (Reinmann, 2005). Besonders an dem Design-Based Research ist, dass dieser Praxis und Theorie miteinander vereint, um auf diese Weise eine praxisgerechte unterrichtliche Intervention für komplexe praktische Bildungsprobleme zu entwickeln. Plomp (nach Euler, 2014) betont, dass Design-Based Research insbesondere die systematische Untersuchung von Entwurf, Entwicklung und Evaluation der unterrichtlichen Intervention betrachtet, mit dem Ziel neue Interventionen zu entwickeln und zu optimieren.

Euler (2014) hat in seinem Modell den Forschungs- und Entwicklungsprozess einer Intervention mittels Design-Based Research zusammengefasst. Er verdeutlicht in seinem Modell, dass die schrittweise Optimierung einer Intervention in wiederholenden Zyklen von Testung, Evaluation und Neuentwurf erfolgt. Dabei unterscheidet er sechs verschiedenen Phase, die kontinuierlich aufeinander folgen, während einzelne Zyklen aber auch mehrmals durchlaufen werden können.

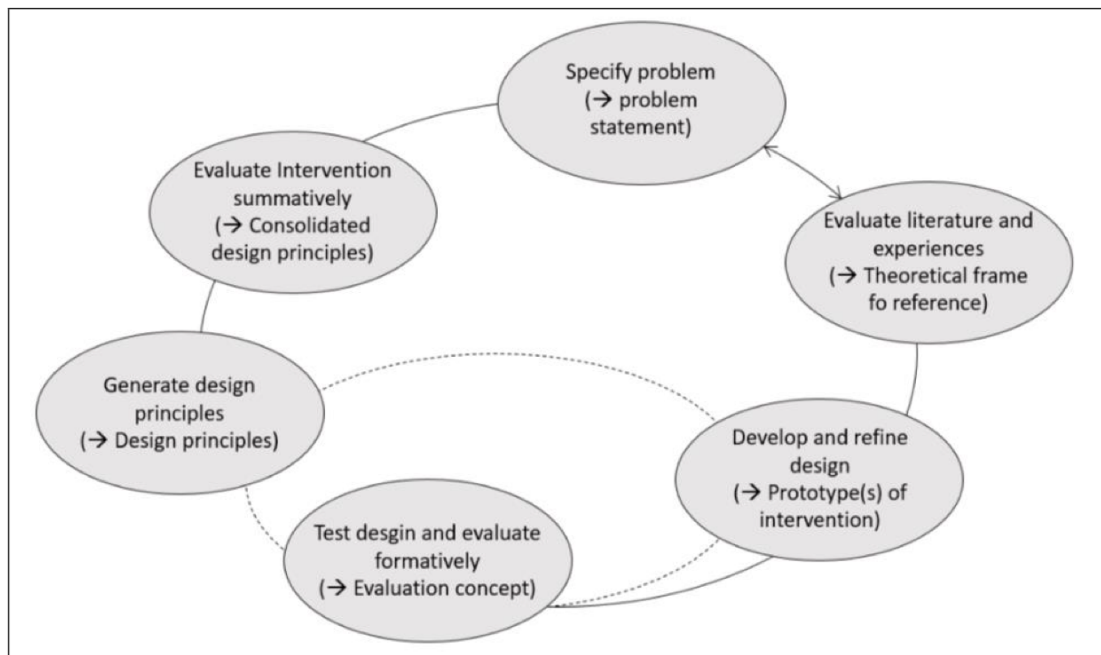


Abbildung 1: "Research and development cycles in the design research" (Euler, 2014, S. 20)

Ansatzpunkt des Design-Based Research ist eine aus der Praxis generierte Problemstellung, ein spezifisches Problem (*Specify problem*). Dieses wird zu Beginn präzisiert, sodass sich die Zielsetzung, der Handlungsrahmen und der Anspruch für die Lösung des Problems ergeben (Euler, 2014). Dabei ist es notwendig, das Problem sowohl aus wissenschaftlicher als auch praktischer Perspektive zu betrachten (ebd.). Ausgehend von der Problemstellung werden dann in der zweiten Phase (*Evaluate literature an experiences*) Literatur und Sachkenntnisse zur Lösung des Problems hinzugezogen, sodass sich ein „theoretical frame to reference“ (Euler, 2014, S. 25) ergibt. Daraus abgeleitet wird der Prototyp einer Intervention entwickelt und verfeinert, indem dieser auf seine Praxistauglichkeit geprüft wird (*Develop and refine design*) (ebd.). Dabei greifen Praxis und Wissenschaft ineinander, um so das Potenzial der Intervention zu steigern (ebd.). Anschließend wird die geplante Intervention erprobt und formativ evaluiert (*Test design an evaluate formatively*) (ebd.) In dieser Phase werden sowohl Anwendbarkeit als auch mögliches Verbesserungspotential der Intervention beurteilt. Die Evaluation erfolgt dabei unter

der Verwendung von methodischen und systematischen Prinzipien, die jedoch nicht mit dem Design-Based Research vorgegeben werden (ebd.). Aus diesem Grund können sowohl qualitative als auch quantitative Forschungsmethoden zur Evaluation hinzugezogen werden. Euler (2014) stellt dazu eine Liste möglicher einzusetzender Methoden zur Verfügung.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Evaluierung werden in der nächsten Phase (*Generate design principles*) „design principles“ (Euler, 2015, 33) definiert. Diese generalisierten Gestaltungsprinzipien ermöglichen eine Generalisierbarkeit von wissenschaftlichen Erkenntnissen und geben damit Richtungen vor, wie Interventionen aussehen und entwickelt werden können (ebd.). Im letzten Schritt des Zyklus (*Evaluate intervention summatively*) wird die Wirksamkeit einer Intervention mit größeren Stichproben in geregelten und standardisierten Evaluationsdesignstudien untersucht (ebd.).

## **2.2 Forschungsmethode der Arbeit**

Die Evaluierung des Unterrichtsentwurfes „Turmbau“ erfolgt nach dem Design-Based Research Ansatz, da sich dieser bereits in den ähnlichen Arbeiten von Deitmer (2019), van Engelhardt (2020) und Bulirsch (2022) bewährt hat. Hinsichtlich der Durchführung des Design-Based Research im Rahmen dieser Arbeit ist anzumerken, dass die ersten drei Phasen des Modells von Euler (2014) bereits durch die Arbeitsgruppe des Projekts „Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts in Praxisphasen“ vorgenommen worden sind. Der Unterrichtsentwurf „Turmbau“ ist somit bereits ein durchdachter Prototyp der Intervention.

### *Specify problem*

Der Ausgangspunkt dieser Arbeit ist der von der GI veröffentlichte Kompetenzrahmen für einen Informatikunterricht in der Grundschule. Die daraus hervorgehende Forderung nach der Umsetzung der verschiedenen Kompetenzen in der Grundschule ergibt schließlich das in Kapitel 1 beschriebene Problem fehlender Unterrichtsentwürfe und mangelnder informatischer Ausbildung der Lehrkräfte. Um diesem Problem entgegenzuwirken, ist das Ziel dieser Arbeit, eine Intervention in Form eines Unterrichtsentwurfs zum Inhaltsbereich „Sprachen und Automaten“ zu entwickeln, um so Lehrkräften die Möglichkeit zu bieten, die Forderungen der GI praktisch in der Schule umsetzen zu können.

### *Evaluate literature an experience*

Ausgehend von diesem Ziel erfolgt die Literaturanalyse. Dabei werden sowohl fachwissenschaftliche Hintergründe zum Thema „Sprachen und Automaten“, Bildungspläne für die Grundschule als auch die Grundsätze der Unterrichtsplanung gesichtet. Auf dieser Grundlage kann die Problemstellung präzisiert und schließlich der Unterrichtsentwurf auf fachlicher Ebene anhand des Curriculums legitimiert sowie didaktisch-methodische Ansprüche an den Unterrichtsentwurf abgeleitet werden.

### *Develop an refine design*

Die zuvor gewonnenen Erkenntnisse sind die Basis für die Entwicklung eines prototypischen Unterrichtsentwurf. Der hier verwendete Prototyp wird jedoch nicht von der Autorin entwickelt, sondern wurde von der Arbeitsgruppe im Rahmen des Projekts IPSP angefertigt und für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt. Bei dem prototypischen Unterrichtsentwurf handelt es sich um den Gegenstand „Turmbau“, den die Arbeitsgruppe aus eigenen Erfahrungen und mit Rückgriff auf Literatur ausgewählt und entwickelt hat.

Um den Unterrichtsentwurf weiter zu überarbeiten, wird dieser einer erfahrenen Lehrkraft zusammen mit einem Fragebogen vorgelegt. Auf diese Weise werden Wissenschaft und Praxis miteinander verknüpft, indem die Lehrkraft den geplanten Unterricht beurteilt, bestehende Planungsaspekte bestätigt beziehungsweise revidiert, Änderungsvorschläge macht und schließlich die Unterrichtsplanung weiter angepasst wird.

### *Test design and evaluate formatively*

Als nächstes wird der Unterrichtsentwurf in zwei Phasen erprobt und evaluiert. Dabei führt die Autorin den Unterricht zunächst in einer vierten Klasse durch und lässt sich dabei von einer Lehrkraft beobachten. Damit der Fokus bei der Beobachtung insbesondere auf die Anwendbarkeit und Verbesserung der Unterrichtsplanung gelenkt wird, erhält die Lehrkraft vorab einen Beobachtungsbogen. Anhand der Rückmeldung zur Erprobung wird die Planung des Unterrichts überarbeitet, weiterentwickelt und in der Parallelklasse unter der Beobachtung einer anderen Lehrkraft wiederholt durchgeführt. In einem letzten Schritt des Design-Based Research wird dann in der vorliegenden Arbeit die Unterrichtsplanung final auf Basis der Erprobung weiterentwickelt.

Die Generierung von Gestaltungsprinzipien (*generate design principles*) und die summativ Evaluation (*evaluate intervention summatively*) übersteigen den Rahmen dieser Arbeit, könnten jedoch in weiterführenden Untersuchungen durchgeführt werden.

## 2.3 Forschungsfragen

Eingebettet in die Forschungsmethode des Design-Based Research sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit drei Forschungsfragen beantwortet werden. Auf diese Weise werden praktische und wissenschaftliche Erkenntnisse miteinander verknüpft, sodass die Forderung des Design-Based Research Ansatzes erfüllt wird. Im Folgenden werden die Forschungsfragen zunächst aufgeführt und anschließend genauer erläutert und begründet.

1. Inwiefern ist das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ altersgerecht für eine vierte Klasse umgesetzt?
  - 1.1 Können die Schüler\*innen das Zustandsübergangsdiagramm in ihrer didaktisch reduzierten Form nutzen?
  - 1.2 Können die Schüler\*innen die formale Sprache in ihrer didaktisch reduzierten Form nutzen?
2. Welche Lernziele lassen sich mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ erreichen?
3. Inwiefern können fachfremde Lehrkräfte sich vorstellen, das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ im Unterricht einzusetzen?

*1. Inwiefern ist das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ altersgerecht für eine vierte Klasse umgesetzt?*

Die erste Forschungsfrage befasst sich mit der Umsetzung des Themas „Sprachen und Automaten“ in der Grundschule. Dabei soll beurteilt werden, ob anhand des vorliegenden Unterrichtsentwurfs das Thema Sprachen und Automaten in einer vierten Klasse umgesetzt werden kann. Es soll beurteilt werden, ob der Unterrichtsentwurf eine geeignete Intervention darstellt, die das Problem der mangelnden Umsetzungsmöglichkeiten der Forderungen der GI (2019) löst.

Die GI (2019) führt in dem Inhaltsbereich ihres Kompetenzrahmens grundlegende informatische Kompetenzen für die Primarstufe auf. Diese Kompetenzen orientieren sich vor allem an der Lebenswelt der Schüler\*innen und knüpfen daran an. Bei der Umsetzung

dieser ist wichtig, dass diese altersgerecht und anhand geeigneter Modellierungskonzepte und Programmiersprachen erfolgt (GI, 2019).

Mit der Forschungsfrage soll nun aus dem Blickwinkel der Praxis bewertet werden, ob sich die Kompetenzerwartungen der GI zum Thema Sprachen und Automaten mit dem vorliegenden Unterrichtsentwurf erfüllt werden können. Deitmer (2019), Engelhardt (2020) und Bulirsch (2022) zeigen in ihren Arbeiten bereits, dass eine praktische Umsetzung der Kompetenzen der GI möglich ist. Nun soll untersucht werden, ob dies auch mit dem Unterrichtsentwurf zum Gegenstand „Turmbau“ möglich ist.

Da der Unterrichtsentwurf sich sowohl mit dem Thema Sprachen als auch Automaten befasst, wird die Forschungsfrage in die folgenden beiden Subfragen unterteilt:

### *1.1 Können die Schüler\*innen das Zustandsübergangsdiagramm in seiner didaktisch reduzierten Form nutzen?*

Zum einen soll die Modellierung des Zustandsübergangsdiagramms zum Thementeil Automaten untersucht werden. Dabei soll beurteilt werden, ob die Lernenden mit dem reduzierten Diagramm umgehen können und die didaktische Reduzierung somit ihrem Alter gerecht wird.

### *1.2 Können die Schüler\*innen die formale Sprache in ihrer didaktisch reduzierten Form nutzen?*

Zum anderen soll auch die Programmiersprache, die zur Vermittlung der Kompetenzen zum Thementeil Sprachen ausgewählt wurde, näher betrachtet werden. Auch dabei soll eingeschätzt werden, ob diese dem Alter der Schüler\*innen entsprechend didaktisch reduziert wurde, sodass die Lernenden damit umgehen können.

## *2. Welche Lernziele lassen sich mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ erreichen?*

Mit der zweiten Forschungsfrage soll geklärt werden, welche Lernziele mit dem Unterrichtsentwurf erreicht werden. Lernziele dienen der zielorientierten Planung von Unterricht und geben an, welche Lernergebnisse bei den Schüler\*innen erreicht werden sollen (Kliebisch & Meloefski, 2013). Anhand von Lernzielen kann außerdem auch die Wirksamkeit des Unterrichts überprüft und eingeschätzt werden (Wiater, 2015). Insgesamt lässt sich somit auch die Effektivität des geplanten Unterrichts durch die Überprüfung der Lernziele beurteilen.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage soll zunächst überprüft werden, ob die benannten Lernziele mit der Unterrichtsintervention erreicht werden. Im Hinblick auf die

Heterogenität innerhalb von Schulklassen soll außerdem untersucht werden, ob es Unterschiede bei der Erreichung der Lernziele gibt und wenn ja, welche. Hierzu werden die Schüler\*innen während der Erprobung beobachtet und zusätzlich die Einschätzung der erfahrenen Lehrkräfte bezüglich des Erreichens der Lernziele hinzugezogen. Zusätzlich soll auch evaluiert werden, ob die methodische Gestaltung mit ihren Arbeitsphasen, Arbeitsaufträgen und Arbeitsblättern den Erwerb der Lernziele unterstützen.

*3. Inwiefern können fachfremde Lehrkräfte sich vorstellen, das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ im Unterricht einzusetzen?*

Mit der dritten Forschungsfrage soll Bezug auf die Entwicklung des Unterrichtsentwurfs „Turmbau“ genommen werden. Dieser wird als Intervention entwickelt, um das Problem des mangelnden Materials zu informatischen Themen für die Primarstufe zu lösen und soll dabei insbesondere auch von Lehrkräften ohne informatische Ausbildung genutzt werden können. Dazu ist es wichtig, dass der Unterrichtsentwurf so weit aufbereitet ist, dass fachfremde Lehrkräfte den Unterrichtswurf verstehen und sich auch vorstellen können, diesen in ihrem Unterricht einzusetzen. Hierzu sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Meinung einzelner Lehrkräfte eingeholt werden.

### 3. Unterrichtsplanung

Unterrichtsplanung umfasst alle Überlegungen zur Vorbereitung einer Unterrichtsstunde. Sie ist darauf ausgerichtet bestimmte Kompetenzen zu vermitteln und versucht dabei Theorie und Praxis miteinander zu vereinen. Der Planungsprozess verläuft dabei geregelt und zielgerichtet in aufeinander aufbauenden Planungsschritten. Der Schulpädagoge Wiater (2015) stellt die Schritte der Planung in dem folgenden Schema dar (vgl. Abbildung).

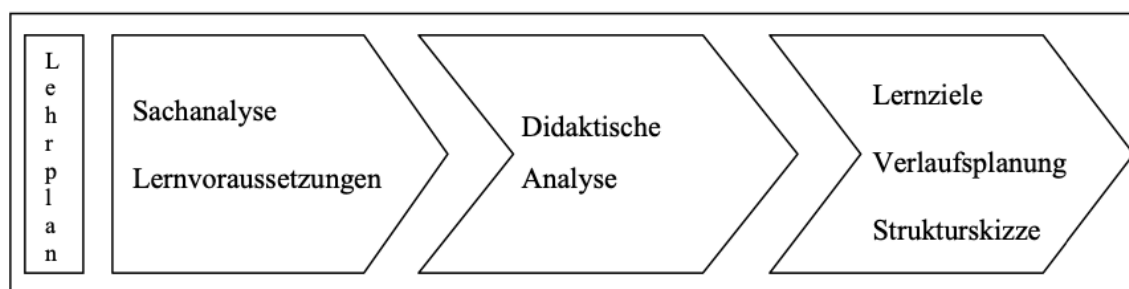


Abbildung 2: Schritte der Unterrichtsplanung (Wiater, 2015, S. 152).



Der Aufbau des folgenden Kapitels ergibt sich aus den Planungsschritten nach Wiater (2015). Demnach wird zunächst der Bezug zu den Lehrplänen hergestellt, woraufhin die Sachanalyse zur Klärung des fachwissenschaftlichen Hintergrunds erfolgt und mögliche Lernvoraussetzungen der Schüler\*innen bestimmt werden. Anschließend wird der Lerngegenstand didaktisch analysiert, sodass im nächsten Schritt darauf aufbauend die Lernziele der Schüler\*innen formuliert werden können. Danach wird die Verlaufsplanung beschrieben und in einer Strukturskizze dargestellt. Abschließend wird im Rahmen des Design-Based Research die Planung durch eine Fachlehrkraft abgesichert und angepasst.

### **3.1 Lehrplanbezug**

Wird Unterricht geplant, so immer mit dem Ziel, dass die Schüler\*innen konkrete Lernziele und Kompetenzerwartungen erreichen. Lehrpläne fassen dabei die „wesentlichen fachlichen Inhalte und Themen und darauf bezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind“ (MSW NRW, 2008, S.8) zusammen und sind somit Grundlage für die Unterrichtsplanung. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, einen Bezug zum Curriculum herzustellen, um so den Unterricht zu legitimieren und Lernziele formulieren zu können.

Der Unterrichtsentwurf „Turmbau“ fördert sowohl im Bereich der Informatik, der Mathematik als auch im Bereich des Sachunterrichts verschiedene Kompetenzen. Da Informatik derzeit jedoch kein verpflichtendes Fach für die Grundschule in NRW ist, ist dieses nicht im Lehrplan aufgeführt. Um dennoch den Einsatz des Unterrichtsentwurf im Rahmen eines Informatikunterrichts legitimieren zu können, erfolgt die Einordnung der Kompetenzen auf Grundlage der Empfehlungen „Kompetenzen für die informatische Bildung im Primarbereich“ der GI (2019). Zusätzlich werden Bezüge zu den Vorgaben des Lehrplans für den Mathematikunterricht und den Sachunterricht für die Primarstufe hergestellt.

#### *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*

Der Unterrichtsentwurf „Turmbau“ thematisiert die Informationsverarbeitung von Maschinen beispielhaft anhand eines Turmbaus und lässt sich damit dem Bereich der Informatik zuordnen. Die GI (2019) unterscheidet dabei jeweils fünf prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen, die bis Ende des vierten Schuljahres erreicht werden sollen. Die

Unterrichtseinheit kann dem Inhaltsbereich *Sprachen und Automaten* zugeordnet werden. Für diesen Inhaltsbereich werden bis zum Ende des vierten Schuljahres die folgenden Kompetenzerwartungen empfohlen:

„Die Schülerinnen und Schüler

- Beschreiben Zustände und Zustandsübergänge von Automaten
- Erstellen Automatenmodelle um (sprachliche) Eingaben zu akzeptieren und (sprachliche) Ausgaben zu erzeugen [...]
- Erläutern die Notwendigkeit einer formalen Sprache zur Interaktion mit Informatiksystemen“ (GI, 2019, S.14).

Indem die Schüler\*innen in der dargestellten Unterrichtseinheit einen Automaten, der Türme baut, kennenlernen und thematisieren, lernen sie die verschiedenen Bestandteile eines Automatenmodells kennen. Außerdem erlernen sie bei der Beschreibung der Automatenmodelle die Fachbegriffe (Übergang, Zustand, Startzustand, Endzustand) und die jeweiligen Symbole. Im Zuge einer Zusatzaufgabe erhalten die Lernenden die Möglichkeit, ein Automatenmodell, mit dem Türmen gebaut werden können, selbstständig zu entwerfen, sodass auch das Erstellen von Automaten mit dem geplanten Unterricht gefördert werden kann. Darüber hinaus erkennen die Schüler\*innen, dass der Automat keine natürliche Sprache versteht und folglich eine formale Sprache zur Kommunikation notwendig ist, um zu interagieren.

Neben dem Inhaltsbereich *Sprachen und Automaten* werden außerdem verschiedene prozessbezogene Kompetenzen aus den Empfehlungen der GI (2019) aufgegriffen. Das *Modellieren und Implementieren* wird beispielweise gefördert, indem die Schüler\*innen mit den Automatenmodellen arbeiten und diese nutzen, um Türme zu bauen. Auf diese Weise wenden die Lernenden „informatische Denk- und Arbeitsweisen auf konkrete Aufgabenstellungen aus ihrer Erfahrungswelt an“ (GI, 2019, S. 8). Zusätzlich wird der Prozessbereich *Kommunizieren und Kooperieren* gestärkt, da die Schüler\*innen in Partnerarbeit zusammenarbeiten, um so einen Turm in der Rolle einer Maschine bauen zu können. Hierbei tauschen sich die Kinder über Vorgehensweisen mit anderen aus und „kommunizieren über informatische Gegenstände und Beziehungen in der Umgangssprache und zunehmend auch in der Fachsprache“ (GI, 2019, S. 9).

### *Lehrplan Mathematik*

Auch der Lehrplan im Fach Mathematik unterscheidet für den Primarbereich zwischen prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Die inhaltsbezogenen Kompetenzen beziehen sich dabei gezielt auf den Erwerb fundamentaler Leitideen der Mathematik und können so nicht mit dem Unterrichtsentwurf zum Inhaltsbereich Sprachen und Automaten bedient werden (MSW, 2008b). Es können jedoch einige der prozessbezogenen Kompetenzen aus dem Bereich der Mathematik mit dem geplanten Unterricht gefördert werden. Hier lassen sich insbesondere die Bereiche *Kommunizieren* und *Modellieren* nennen. Um in der Partnerarbeitsphase erfolgreich einen Turm bauen zu können, müssen die Schüler\*innen die Rollen des Befehlsgebers und der Maschine erfüllen. Dazu müssen sie miteinander kommunizieren, um sich so an getroffene Vereinbarungen zu halten sowie Fachbegriffe zu verwenden und ihre Vorgehensweise verständlich zu beschreiben (MSB NRW, 2021). Schaffen die Schüler\*innen es nicht, sich eindeutig auszutauschen, misslingt ihnen der Turmbau. Für den Turmbau ist es außerdem unerlässlich, das Automatenmodell zu verstehen und die relevanten Informationen als Bauplan für den Turmbau zu entnehmen, sodass auch das *Modellieren* gefördert wird (MSB, 2021). An dieser Stelle ist festzuhalten, dass die prozessbezogenen Kompetenzen des Fachs Mathematik mit den von der GI empfohlenen prozessbezogenen Kompetenzen im Bereich der Informatik für den geplanten Unterricht einhergehen. Somit wäre auch eine Umsetzung des Unterrichtsentwurfes im Rahmen des Mathematikunterrichts vorstellbar.

### *Lehrplan Sachunterricht*

Der Lehrplan Sachunterricht fordert im Rahmen des Bereichs *Technik, digitale Technologie und Arbeit* auch Kompetenzen mit dem Schwerpunkt *Technische und digitale Entwicklungen*. In dem geplanten Unterricht erarbeiten die Schüler\*innen exemplarisch anhand einer Maschine, die Türme bauen soll, welche verschiedenen Funktionen und Bestandteile für die Verarbeitung von Informationen notwendig sind. Durch diese exemplarische Auseinandersetzung untersuchen sie „den Aufbau und die Funktion einfacher technischer Geräte aus ihrem Alltag“ (MSB NRW, 2021, S. 192) und erfüllen somit diese Kompetenzerwartung. Weitere Bezüge zum Lehrplan des Sachunterrichts sind nicht gegeben.

Nach Betrachtung der „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ und den Lehrplänen Mathematik und Sachunterricht zeigt sich insgesamt, dass sich der

Unterrichtsentwurf curricular absichern lässt und somit einen Beitrag zur Kompetenzentwicklung der Schüler\*innen leisten kann.

### **3.2 Sachanalyse**

Ziel von Unterricht ist es, durch das Zusammenwirken von Lehrkraft und Schüler\*innen einen sachlichen Gegenstand zu vermitteln (Waiter, 2015). Für den Begriff „sachlicher Gegenstand“ lassen sich dabei in der Literatur viele verschiedene Umschreibungen wie beispielweise Lerngegenstand, Sache, (Unterrichts-)Stoff, Unterrichtsinhalt, Lerninhalt, Bildungsinhalt oder Thematik finden (Waiter, 2015; Becker, 2007).

Um sicherzustellen, dass den Schüler\*innen sachlich korrekte Unterrichtsinhalte vermittelt werden, ist es notwendig, dass Lehrkräfte sich bei der Unterrichtsplanung mit dem sachlichen Gegenstand beschäftigen und sich so ein grundlegendes Wissen über den Inhalt aneignen (Becker, 2007). Hierbei ist eine Sachanalyse hilfreich, denn auf diese Weise setzen sich die Lehrkräfte intensiv mit der Thematik auseinander und analysieren diese, sodass sie den Unterricht für die Lernenden möglichst verständlich aufarbeiten können (Waiter, 2015; Becker, 2007).

In der folgenden Sachanalyse sollen nun die, für den geplanten Unterricht relevanten, sachlichen Gegenstände erläutert werden.

Der geplante Unterricht soll den Schüler\*innen die Funktionsweise von Informatiksystemen näherbringen. Bei Informatiksystemen handelt es sich aus formaler Sicht um Automaten, „die zum einen mit Sprache programmierbar sind und zum anderen formal beschriebene Eingaben mittels Verarbeitung in Ausgaben überführen“ (GI, 2019, S. 14). Im Folgenden werden somit zunächst Automaten und anschließend die formale Sprache näher betrachtet.

#### *Automaten*

In der Informatik wird ein Automat als ein „Gerät, das zu einer Eingabe ein bestimmtes Ergebnis ausgibt“ (GI 2019, S. 19) beschrieben. Bei dem Begriff „Automat“ handelt es sich dabei um eine Abkürzung des Begriffs Automatenmodell und weicht von der Alltagsbedeutung als „selbsttätig arbeitende Maschine“ (GI, 2019, S. 14) ab. Ein Automatenmodell lässt sich auch als ein „formales Beschreibungsschema (Modell) in Form von Zuständen und Zustandsübergängen“ (GI 2019, S. 19) beschreiben. Es wird zwischen verschiedenen Arten von Automatenmodellen unterschieden. Für diese Arbeit sind

jedoch nur endliche Automaten relevant, da diese leicht zu modellieren sind (Schubert & Schwill, 2011). Es gibt zwei verschiedene Arten von endlichen Automaten: den deterministischen endlichen Automaten (DEA) und den nichtdeterministischen endlichen Automaten. Während der nichtdeterministische endliche Automat nach einer Eingabe zeitgleich in mehrere verschiedene Zustände übergehen kann, ist es einem DEA nach jeder Eingabe nur möglich, von seinem aktuellen Zustand aus in genau einen Zustand überzugehen (Hopcroft et al., 2011). Im Folgenden wird der Fokus auf den deterministischen endlichen Automaten gelegt.

Der DEA wird nach Hopcroft et al. (2011) durch die folgenden Komponenten definiert:

„Ein deterministischer endlicher Automat besteht aus:

1. einer endlichen Menge von Zuständen, die meist durch  $Q$  bezeichnet wird.
2. einer endlichen Menge von Eingabesymbolen, die meist durch  $\Sigma$  repräsentiert wird.
3. einer Übergangsfunktion, der ein Zustand und ein Eingabesymbol als Argumente übergeben werden und die einen Zustand zurückgibt. Die Übergangsfunktion wird in der Regel mit  $\delta$  angegeben. [...]
4. einem Startzustand, bei dem es sich um einen der in  $Q$  enthaltenen Zustände handelt.
5. einer Menge  $F$  finaler oder akzeptieren der Zustände. Die Menge  $F$  ist eine Teilmenge von  $Q$ “ (S. 71f.).

Die Funktionsweise eines DEA wird im Folgenden in Anlehnung an Hopcroft et al. (2011) beschrieben:

Ein DEA besitzt eine endliche Menge von Zuständen, in denen er sich befinden kann. Zu Anfang befindet er sich dabei immer im Startzustand  $q_M$ . Durch die Eingabe des akzeptierten Eingabesymbols  $\alpha_1$ , wechselt der Automat in den neuen Zustand  $q_1$ , der durch die Übergangsfunktion  $\delta(q_M, \alpha_1) = q_1$  vorgegeben ist. Dies kann mit weiteren Eingabesymbolen  $q_i$  fortgesetzt werden. Mehrere aufeinanderfolgende Eingabesymbole werden vom Automaten aber nur dann akzeptiert, wenn der Zustand, der nach der letzten Eingabe erreicht wurde in  $F$  enthalten ist. Wenn also ein finaler Zustand erreicht wurden.

Um einen deterministischen endlichen Automaten zu beschreiben, kann eine Übergangstabelle oder eine Tulpel Notation  $[M = (Z, V, \delta, q_M, F)]$  bei der die

Überföhrungsfunktion detailliert beschrieben wird, genutzt werden (Hopcroft et al., 2011). Auch ist es möglich die Funktionsweise des Automaten mit einem Übergangsdia-  
gramm, auch Zustandsdiagramm oder Zustandsübergangsdiaqramm genannt, darzustel-  
len (Hedtstück, 2012; „Zustandsübergangsdiaqramm“, 2021).

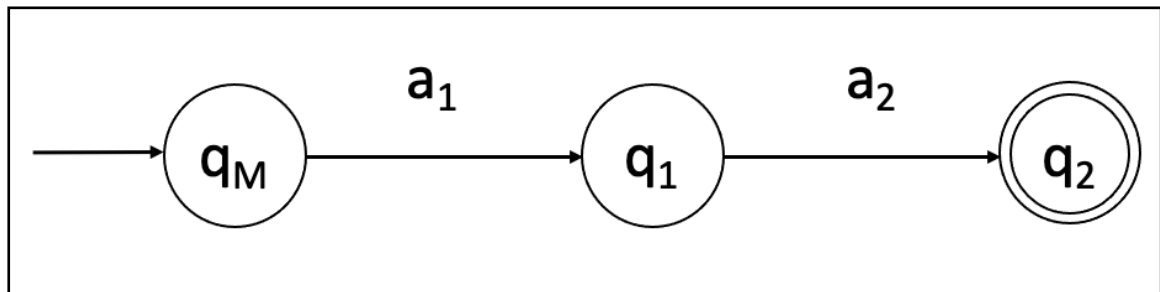


Abbildung 3: beispielhaftes Zustandsübergangsdiaqramm eines DEA

Zustandsübergangsdiaqramme bieten eine anschauliche Möglichkeit, die Funktionen und Zusammenhänge der Bestandteile eines Automaten zu verdeutlichen. Dabei erfolgt die Beschriftung eines solchen Zustandsübergangsdiaqramms nach bestimmten Vorgaben: Alle Zustände ( $q_M$ ,  $q_1$ ,  $q_2$ ) werden durch einen Kreis, einen sogenannten Knoten, gekennzeichnet (Hopcroft et al., 2011). Die Übergänge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zuständen werden durch einen Pfeil dargestellt und mit dem jeweiligen Eingabezeichen beschriftet ( $a_1$ ,  $a_2$ ). Um den Startzustand ( $q_M$ ) zu markieren, wird dieser durch einen zusätzlichen Pfeil hervorgehoben. Akzeptierende oder finale Zustände ( $q_2$ ) werden mit einem doppelten Knoten gekennzeichnet.

### *Sprachen*

Die formale Sprache ist „eine künstliche Sprache, die nach einer festgelegten Grammatik (Syntax) aufgebaut ist und einer festgelegten Bedeutung (Semantik) unterliegt“ (GI, 2019, S. 22). Sie dient der Beschreibung von Informatiksystemen. Allgemein besteht eine formale Sprache aus einer Menge von Wörtern (Hedtstück, 2012). Diese ergeben sich durch das Aneinanderreihen von Elementen des Alphabets (ebd.). Der Aufbau einer solchen Sprache erfolgt dabei nach bestimmten Regeln. Die Gesamtheit dieser Regeln wird in der Informatik als Grammatik bezeichnet (ebd.). Hedtstück (2012) verallgemeinert mit der folgenden Definition den Begriff Grammatik auf beliebige Sprachen wie folgt:

„Eine Grammatik ist ein Quadrupel (d.h. System mit 4 charakteristischen Bestandteilen)  $G = (V_N, V_T, P, S)$  mit

1.  $V_N, V_T$  sind endliche, nichtleere Mengen mit  $V_N \cap V_T = \emptyset$ .  
 $V_N$  ist die Menge der Variablen (nichtterminalen Symbole).  
 $V_T$  ist die Menge der terminalen Symbole (Terminale).
2.  $P$  ist eine endliche Menge von Regeln der Form  
 $\alpha \rightarrow \beta$   
mit  $\alpha \in (V_N \cup V_T)^+$ ,  $\beta \in (V_N \cup V_T)^*$ .  
Die Elemente von  $P$  werden Produktionen, Produktionsregeln oder Grammatikregeln genannt.
3.  $S \in V_N$  ist das Startsymbol“ (S.25).

Die Grammatikregeln beschreiben die Struktur der Wörter einer Sprache. Dabei beginnen diese bei der größten Struktur. Diese wird durch die Regeln mit dem Startsymbole beschrieben. Von da aus wird die Struktur der Wörter weiter zergliedert, bis schließlich unteilbare Zeichen, die sogenannten Terminalsymbole, erreicht werden. Zwischenstrukturen werden dabei mit Variablen bezeichnet (ebd.).

In der Informatik werden verschiedene Möglichkeiten formaler Grammatiken notiert. Darunter fällt auch die Backus-Naur-Form (BNF) und die Erweiterte Backus-Naur-Form (EBNF), die für die vorliegende Arbeit relevant sind.

### *Backus-Naur-Form*

Die BNF ist eine textuelle Notation zur Darstellung der Regeln von kontextfreien Grammatiken und wird auch als Metasprache bezeichnet („Backus-Naur-Form“, 2022). Ursprünglich war sie nach John W. Backus benannt, wurde später jedoch auch nach Peter Naur benannt (ebd.).

Allgemein bestehen Programme aus verschiedenen Terminalsymbolen, also aus unterschiedlichen sichtbaren Zeichen, wie zum Beispiel Ziffern, Buchstaben und Satzzeichen (ebd.). Um finale Folgen solcher Terminalsymbole zu erzeugen, verwendet die BNF sogenannte Produktionsregeln (auch als Ableitungsregel bezeichnet) (ebd.). Wie bei allen Grammatiken definiert dabei jede Produktionsregel auch Symbolfolgen, die einem Nichtterminalsymbol zugeordnet werden. Wird ein Nichtterminalsymbol erzeugt, wird dieses also durch eine Folge von Nichtterminal- und Terminalsymbolen ersetzt (ebd.).

Dazu werden die folgenden Zeichen genutzt:

- ein vertikaler Strich | kündigt eine Alternative an
- die Zeichenfolge ::= kennzeichnet eine Definition
- spitze Klammern < > umschließen Nichtterminalsymbole (Variablen)
- Terminale Symbole werden ohne spezielle Kennzeichnung geschrieben (ebd.; Hedtstück, 2012).

### *Erweiterte-Backus-Naur-Form*

Die EBNF ist eine beziehungsweise Erweiterung der BNF. Mit der EBNF ist es zusätzlich möglich sich wiederholende Elemente kompakt zu notieren („Backus-Naur-Form“, 2022). Hedtstück (2012) führt die folgenden drei Elemente auf, die die syntaktischen Merkmale der BNF ergänzen:

- „1. Optionalität wird durch eckige Klammern [...] dargestellt. Ist x ein EBNF-Term, so beschreibt [x] das nullmalige oder einmalige Vorkommen eines Wortes nach dem Muster von x [...]
2. Wiederholungen werden durch geschweifte Klammern {...} dargestellt. Der EBNF-Term {x} beschreibt das nullmalige, einmalige oder mehrmalige Vorkommen von Wörtern nach dem Muster von x [...]
3. Runde Klammern (...) werden als Strukturierungshilfe verwendet“ (S. 39).

Außerdem werden bei der EBNF einige Zeichen der BNF anders dargestellt:

- Terminalsymbole werden in Anführungszeichen “ “ eingeschlossen
- Das Ende einer Produktionsregel wird dabei durch ein Semikolon ; markiert
- Nichtterminalsymbole werden nicht in spitze Klammern eingeschlossen („Erweiterte-Backus-Naur-Form“, 2022).

## **3.3 Lernvoraussetzungen**

Damit Unterricht erfolgreich geplant werden kann, ist es auch wichtig, die individuellen Lernvoraussetzungen der Lerngruppe und der einzelnen Schüler\*innen zu berücksichtigen. Nur auf diese Weise können Lerngruppe, Lernaufgaben und die Lernwege aneinander angepasst werden (Wiater, 2015).

Bei dem vorliegenden Unterrichtsentwurf handelt es sich um einen allgemeinen Entwurf für ein viertes Schuljahr, jedoch für keine spezifische Klasse. Aus diesem Grund werden



keine individuellen Lernvoraussetzungen beschrieben, die sich konkret auf eine Klasse beziehen (Engelhardt, 2020). Um dennoch herauszustellen, welche Voraussetzungen für die Lerngruppe bei einer Durchführung des Unterrichts relevant und zu erwarten sind, werden diese im Folgenden allgemein aufgezeigt. Soll der Unterrichtsentwurf in einer konkreten Klasse durchgeführt werden, kann dieser dann auf Basis dessen von der unterrichtenden Lehrkraft angepasst werden. Die folgende Analyse der Lernvoraussetzung erfolgt in Anlehnung an Wiater (2015).

### *Sachstrukturelle Lernvoraussetzungen*

Da der Unterrichtsinhalt nicht Teil der Lehrpläne für die Primarstufe ist, sind bei den Schüler\*innen keine fachlichen Vorkenntnisse vorzusetzen (Kapitel 3.1). Dennoch ist davon auszugehen, dass die Schüler\*innen in ihrem Alltag bereits einem Automaten, beispielsweise in Form eines Getränke- oder Süßigkeitsautomaten, einem Parkscheinautomaten etc. begegnet sind. Bedienen die Lernenden einen solchen Automaten, nutzen sie dabei formale Sprache, um Eingaben zu machen und den Automaten zu steuern (GI, 2019). Dabei ist davon auszugehen, dass einige Schüler\*innen einer vierten Klasse die Funktionsweise von einem Automaten schon einmal hinterfragt haben. Dieses Vorwissen ist keine Voraussetzung, kann jedoch gut von den Lernenden im Unterricht miteingebracht werden. Die Kenntnis von Automatenmodellen in Form von Zustandsübergangsdiagrammen ist bei den Schüler\*innen einer vierten Klasse nicht zu erwarten, da es sich dabei um einen speziellen informatischen Inhalt handelt, der den Kindern in der Regel nicht in ihrer Lebenswelt begegnet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Schüler\*innen bereits Vorerfahrungen hinsichtlich Modellen, die als Abbild dienen, haben, da die Kompetenz des Modellierens auch von dem Lehrplan Mathematik für die Primarstufe gefordert wird (MSB NRW, 2021; Kapitel 3.1).

Auch für den Anwendungsbezug des informatischen Gegenstands „Turmbau“ des geplanten Unterrichts sind keine konkreten Voraussetzungen erforderlich. Bei dem Gegenstand „Turmbau“ geht es um das Bauen von Türmen aus Legosteinen, sodass davon auszugehen ist, dass die Schüler\*innen bereits über Vorerfahrungen verfügen. Türme sind Bauwerke, die den Kindern aus ihrem Alltag bekannt sind. Sogar mit dem Bauen von Türmen werden die meisten Schüler\*innen bereits Erfahrungen haben, da dies eine typische Beschäftigung ist, für die die verschiedensten Bauteile verwendet werden können. Auch ist davon auszugehen, dass die Kinder bereits Legosteine in ihrer Kindheit verwendet haben, da diese ein klassisches, beliebtes Spielzeug von Kindern sind und ihnen so

die Bezeichnungen der einzelnen Steine, wie zum Beispiel „grüner 6er“, geläufig sind. Für den geplanten Unterricht sind Vorerfahrungen mit Legosteinen und dem Bauen von Türmen zwar nicht notwendig, können jedoch hilfreich sein.

### *Sozial-emotionale Voraussetzungen*

Sozial-emotionale Voraussetzungen einer Lerngruppe und einzelner Schüler\*innen sind sehr unterschiedlich, sodass fast immer Anpassungen an eine einzelne Klasse erforderlich sind (Engelhardt, 2020). Dies kann jedoch nur eine Lehrkraft übernehmen, die die einzelnen Schüler\*innen kennt (ebd.). Allgemein wird für den Unterrichtsentwurf vorausgesetzt, dass die Lernenden in Einzel- und Partnerarbeit zusammenarbeiten können und ein freies und gebundenes Unterrichtsgespräch führen können.

### *Sprachliche und kommunikative Lernvoraussetzungen*

Voraussetzung für den geplanten Unterricht ist, dass alle Schüler\*innen über die nötigen Sprachkenntnisse verfügen, um dem Unterrichtsgespräch folgen zu können und sich dabei auch aktiv beteiligen können. Wird der Unterrichtsentwurf in einer Klasse mit Schüler\*innen mit Deutsch als Zweitsprache durchgeführt, so ist es notwendig, dass die unterrichtende Lehrkraft individuelle Anpassungen an das Sprachniveau der Kinder vornimmt. Nur auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass diese Schüler\*innen auch die Lernziele erreichen.

Um im Unterricht die einzelnen Legosteine näher bezeichnen zu können, ist es hilfreich, wenn die Schüler\*innen die Bezeichnungen der Steine bereits kennen. Da die Benennung der Logosteine jedoch leicht zu verstehen ist, ist die Kenntnis dieser keine Voraussetzung für den Unterricht. Auch das (Fach-)Vokabular, das für das informatische Thema Automaten benötigt wird, ist keine Voraussetzung für den Unterricht, da die Erarbeitung der Fachbegriffe innerhalb der Unterrichtsstunde mit Rückgriff auf einen Wortspeicher erfolgt.

### *Arbeitstechnische Voraussetzungen*

Die geplante Unterrichtsstunde setzt voraus, dass die Schüler\*innen sich altersgerecht in Arbeitsphasen selbst organisieren können. Das bedeutet, dass sie Arbeitsaufträge nacheinander und in Einzel- oder Partnerarbeit bearbeiten. Außerdem müssen sie in der Lage sein, Lösungen selbstständig zu kontrollieren und achtsam mit Materialien umgehen können.

*Interesse, Motivation, Lerntempo, besonderer Förderbedarf einzelner Schüler\*innen, Beherrschung von Arbeitstechniken, Erfahrungen aus vorangegangenen Unterricht*

Interesse, Motivation und Lerntempo können für den geplanten Unterricht nicht berücksichtigt werden, da sie sich sehr stark je nach Schüler\*innen und Klasse unterscheiden (Engelhardt, 2020). Auch die Anpassung des Unterrichts an einen besonderen Förderbedarf einzelner Schüler\*innen kann nicht erfolgen, da dies von der unterrichtenden Lehrkraft vorgenommen werden muss (ebd.). Aus dem gleichen Grund ist es auch nicht möglich, die Beherrschung von Arbeitstechniken und die Erfahrungen aus vorangegangenen Unterricht näher zu beschreiben (ebd.).

### **3.4 Didaktische Analyse**

Bei einer didaktischen Analyse werden die Aspekte der Sachanalyse an die Lernvoraussetzungen der Schüler\*innen angepasst, sodass ein Unterricht entwickelt werden kann, der den Kindern einen Kompetenzzuwachs ermöglicht (Wiater, 2015). Dazu ist es notwendig, dass die für den Unterricht geeigneten Aspekte des Sachgegenstands ausgewählt werden und eine methodische Planung, die zu dem fachlichen Inhalt und dem Lernen im Unterricht passt, erarbeitet werden (ebd.).

Die Struktur der folgenden didaktischen Analyse ergibt sich mit Wiater (2015). Zunächst wird die Relevanz des Lerngegenstands für die Unterrichtsstunde erläutert und begründet, woraufhin die didaktische Reduktion dessen erfolgt. Anschließend werden die Aspekte des Lerngegenstands systematisch angeordnet, sodass ein sachlich sinnvoller und lernorientierter Unterricht entstehen kann. Daraufhin werden geeignete Unterrichtskonzepte und -methoden ausgewählt und beschrieben. Abschließend werden Überlegungen aufgeführt, wie der Lernerfolg des Unterrichts überprüft werden kann.

#### *Relevanz des Lerngegenstands*

Die Relevanz des Lerngegenstands für den Unterricht lässt sich anhand der exemplarischen Bedeutung, Gegenwartsbedeutung und der Zukunftsbedeutung begründen (Wiater, 2015). In dem geplanten Unterricht sollen die Kinder exemplarisch am Gegenstand „Turmbau“ erste Einblicke in die Informationsverarbeitung von Maschinen erhalten. Automaten sind ein alltäglicher Gegenstand, der den Kindern häufig in ihrem Umfeld begegnet (GI, 2019). Dabei können diese in vielen unterschiedlichen Formen auftreten und

hinsichtlich ihrer Funktionen unterschiedlich komplex sein, wie zum Beispiel das Ausgeben von Getränken und Süßigkeiten, das Aufnehmen von Pfandflaschen, das Abheben von Bargeld etc. (Schubert & Schwill, 2011). Zwar haben die meisten Kinder schon einmal selbst einen Automaten bedient oder dabei zugesehen, trotzdem kennen sie nicht die Funktionsweise dieser und nehmen sie somit als Blackbox war (Bulirsch, 2022). Auch ist die Verbindung zur Informatik häufig unklar. Mit dem geplanten Unterricht können die Kinder einen Einblick in die Funktionsweise von Automaten beziehungsweise in die Informationsverarbeitung von Maschinen erhalten und den Zusammenhang zur Informatik erkennen. Somit trägt der Unterrichtsentwurf dazu bei, dass ein Bestandteil der aktuellen Lebenswelt der Schüler\*innen geklärt und erschlossen wird. Aber auch für die Zukunft der Lernenden ist es wichtig, sich mit der Informationsverarbeitung von Maschinen zu befassen, da davon auszugehen ist, dass die Automatisierung der Gesellschaft auch in den kommenden Jahren weiter voranschreitet und neue Arbeitsplätze in diesem Bereich entstehen (Bulirsch, 2022). Der Einblick in die Thematik kann somit ferner als Vorbereitung auf die zukünftige Arbeitswelt der Schüler\*innen betrachtet werden. Zusätzlich fordert die GI (2008; 2016) eine Auseinandersetzung mit dem Thema Sprachen und Automaten sowohl in der Sekundarstufe I als auch in der Sekundarstufe II, sodass der geplante Unterricht eine Grundlage für den weiteren schulischen Verlauf ist.

### *Didaktische Reduktion*

Um einen Sachverhalt im Unterricht zu behandeln, muss dieser für die Schüler\*innen zugänglich gemacht werden. Dies erfolgt durch eine didaktische Reduktion. Dabei werden die fachlichen Zusammenhänge des Sachgegenstands auf das Wesentliche reduziert und vereinfacht, sodass sie „von den Schülerinnen/Schülern der Klasse aufgenommen und verstanden werden können“ (Wiater, 2015, S. 208). Als wesentliche Aspekte zählen dabei die, die als bedeutsam für die Lerngruppe erachtet werden.

Im Folgenden werden nun die Anpassungen beschrieben, die vorgenommen werden, um den Sachgegenstand für die Lerngruppe angemessen zu vereinfachen.

Schwill und Schubert (2011) bezeichnen das Automatenmodell eines endlichen Automaten als das einfachste Modell, welches modelliert werden kann. Die Auswahl eines endlichen Automaten für den Unterricht ist somit angemessen für den Einstieg in die Thematik gewählt. Da dennoch formales symbolisches Wissen erforderlich ist, um die Definitionen zu verstehen und Funktionsweise eines Automaten zu erfassen, muss der Sachgegenstand didaktisch reduziert werden.

„Im linken Modell wird der Turm in Etagen unterteilt: Erdgeschoss, 1. Etage und Dach. Der Startzustand ist immer eine grüne LEGO®-Platte, auf welche der Turm gebaut wird. Der Turm ist fertig gebaut, wenn der Endzustand erreicht, also das Dach auf den Turm gesetzt wurde.

The diagram illustrates the difference between a high-level and a low-level representation of a house building process.

**High-level representation (left):** This representation shows the building process as a sequence of three stages: **Erd-geschoss** (Ground Floor), **1. Etage** (First Floor), and **Dach** (Roof). Each stage is represented by a circular icon containing a simplified drawing of the corresponding part of the house. Arrows indicate the sequential flow from the ground floor to the first floor, and then to the roof.

**Low-level representation (right):** This representation shows the building process as a detailed graph of assembly steps. The process starts with a green base (represented by a green bar at the bottom). The steps are represented by circular icons containing specific building blocks, with arrows indicating the assembly sequence:

- roter 6er** (red 6x6 block) is assembled first.
- gelber 4er** (yellow 4x4 block) is assembled next, using the red 6x6 block.
- gelber 6er** (yellow 6x6 block) is assembled next, using the red 6x6 block.
- blauer 4er** (blue 4x4 block) is assembled next, using the yellow 4x4 block.
- blauer 4er** (blue 4x4 block) is assembled next, using the yellow 6x6 block.
- Dach** (red roof) is assembled last, using the blue 4x4 blocks.

- 24 -

Die Funktionsweise der Turmbaumaschine wird anhand zweier Zustandsübergangsdiagramme mit einer begrenzten Anzahl von Zuständen, Eingabezeichen und Übergangsfunktionen dargestellt. Dabei sind die Zustände durch Bilder des aktuellen Baufortschritts visualisiert. Die gefärbten Legosteine verdeutlichen dabei, welcher Stein zuletzt gesetzt wurde.

Im Unterrichtsentwurf werden zwei verschieden komplexe Modelle angeboten, sodass der Schwierigkeitsgrad variiert werden kann. Zum einfacheren Verständnis kann das Automatenmodell auf dem einfachen Niveau verwendet werden oder zum tiefergehenden Verständnis das Automatenmodell auf dem komplexeren Niveau.

Zur weiteren Vereinfachung der Thematik werden nur die Fachbegriffe Startzustand, Endzustand, Übergang und Zustand zur Beschreibung des Automatenmodells übernommen. Weitere Begriffe werden nicht aufgegriffen. Um die Erarbeitung der Fachbegriffe zu unterstützen, werden diese in einem Wortspeicher zusammengefasst (Anhang). Auf diese Weise können die Lernenden ihr Verständnis für die Fachbegriffe vertiefen und im Unterrichtsgespräch darauf zurückgreifen. Zusätzlich fasst der Wortspeicher auch die Symbole eines Übergangsdiagramms auf, sodass die Kinder auch beim Erkennen und Verwenden der Symbole unterstützt werden.

Auch die formale Sprache muss für den geplanten Unterricht didaktisch reduziert werden. Hierzu wird auf die gesamte formale Beschreibung der EBNF verzichtet. Stattdessen werden Sprachkarten eingeführt. Um das Grundprinzip der EBNF beizubehalten, wird weiterhin zwischen Terminal- und Nichtterminalsymbolen unterschieden. Der Aufbau der Sprachkarten wird in der Handreichung (Anhang) wie folgt beschrieben:

„In der ersten Zeile wird das grobe Automatenmodell beschrieben. Ein Turm besteht also aus einem Erdgeschoss, einer 1. Etage und einem Dach. Diese einzelnen Nichtterminalsymbole „Turm“, „Erdgeschoss“, „1. Etage“ und „Dach“ sind dann durch die Terminalsymbole „6“, „4“ und „Δ“ in den entsprechenden Farben zu ersetzen. Die formale Sprache bringt also die beiden oben beschriebenen Automatenmodelle zusammen und stellt dar, dass zum Beispiel das Erdgeschoss aus einem roten 6er-Stein gebaut werden soll oder aus einem roten und einem gelben 6er-Stein“ (Handreichung, S. 65).

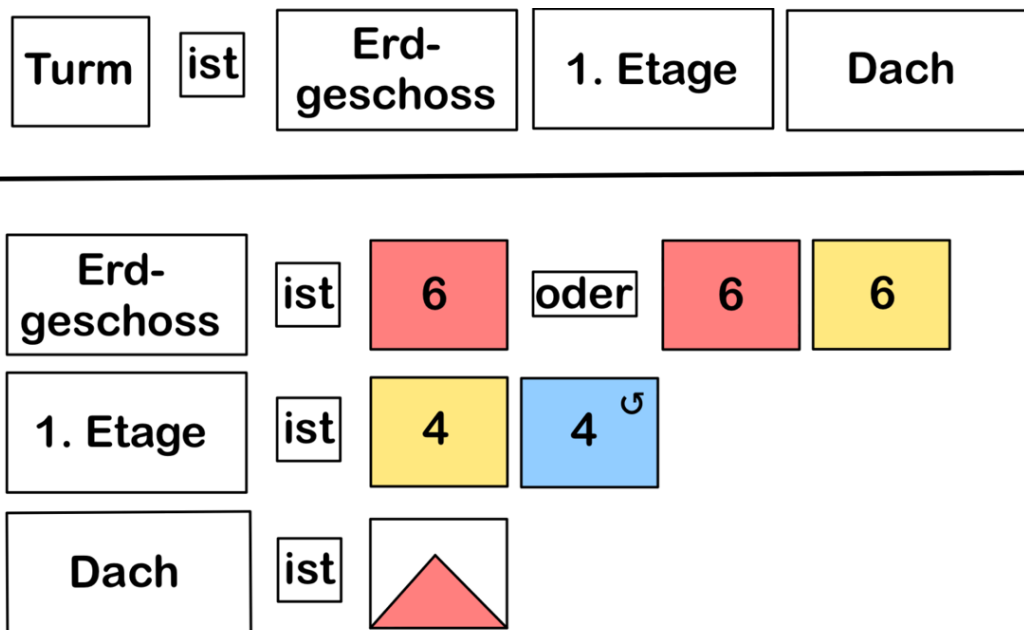


Abbildung 5: Sprachkarten zum Turmbau

Insgesamt ist somit das Prinzip der EBNF zwar stark vereinfacht, die Grundzüge werden jedoch beibehalten. Nichtterminalsymbole werden, wie auch bei der EBNF, nicht hervorgehoben, sondern durch farblose Sprachkarten, die die verschiedenen Etagen, definieren, dargestellt. Terminalsymbole sind ebenfalls als Sprachkarten dargestellt, die zwar nicht in Anführungszeichen dargestellt sind, sich jedoch farblich von den Nichtterminalsymbolen unterscheiden. Sie sind jeweils in der Farbe des zu bauenden Legosteins eingefärbt und je nach Größe der Steine mit einer 4, 6 oder 8 gekennzeichnet. Definitionen werden anstelle der Zeichenfolgen  $::=$  durch das Wort „ist“ verdeutlicht und Alternativen durch das Wort „oder“ anstelle des vertikalen Strichs | angekündigt. Wiederholungen werden bei der didaktisierten Form der EBNF durch einen Wiederholungspfeil auf den Sprachkarten markiert:

Dabei entspricht die Bedeutung des Pfeils nicht exakt der geschweiften Klammer aus der EBNF. Im Falle der EBNF kann der in den Klammern stehende Term beliebig oft, aber auch keinmal vorkommen. Der Pfeil repräsentiert hingegen eine beliebig häufige Wiederholung, jedoch mindestens einmal (Handreichung, S.65 ).

#### *Anordnung der Themenaspekte*

Um einen „systematischen, schrittweisen Aufbau von Kompetenzen“ (Wiater, 2015, S. 206) der Schüler\*innen sicherzustellen, ist es wichtig, dass der Unterricht einer sachlichen und lernorientierten Struktur folgt. Dazu wird nun im Folgenden die Struktur des geplanten Unterrichts näher erläutert.

Insgesamt orientiert sich die Unterrichtsstunde grob an dem Forscherkreislauf nach Marquardt-Mau (2011), wobei hier nicht alle Schritte eingehalten werden. Ausgangspunkt ist zunächst eine Problemstellung anhand derer eine Forscherfrage entwickelt wird. Demnach erforschen die Schüler\*innen in der Unterrichtsstunde, woher die Maschine weiß, wie ein Turm gebaut werden soll. Diese Forscherfrage zieht sich durch die gesamte Unterrichtsstunde und wird auch am Ende wiederaufgegriffen. Um eine Antwort auf die Frage zu erhalten, werden im Laufe des Unterrichts verschiedene Durchführungen zum Turmbau gemacht: Zunächst sollen sie einen bestimmten Turm aus vorgegebenen Bausteinen bauen. Daraufhin erkennen sie, dass dies ohne konkrete Bauregeln nicht möglich ist und das Zustandsübergangsdiagramm wird eingeführt und erprobt. Um die Struktur beizubehalten, wird an dieser Stelle die Forscherfrage wiederholt und zum Teil beantwortet. Anschließend stellen die Schüler\*innen fest, dass verschiedene Türme anhand der Zustandsübergangsdiagramme gebaut werden können, jedoch keine gemeinsame Sprache mit der Maschine existiert. Als Lösung für diese Problem werden die Sprachkarten eingeführt. Die gelernten Inhalte werden dann anhand eines Arbeitsblattes vertieft und abschließend die Forscherfrage beantwortet.

Die Lernenden erkennen somit in der Rolle als Maschine oder Befehlsgeber, was eine Maschine benötigt, um einen bestimmten Turm zu bauen. Durch das schrittweise Beantworten der Forscherfrage, wird dabei die Struktur des Unterrichts vorgegeben und beibehalten.

### *Vermittlung des Lerngegenstandes*

Damit die (Teil-)Kompetenzen im Rahmen der beschriebenen Unterrichtsstruktur erfolgreich vermittelt werden können, müssen sowohl Unterrichtskonzeption als auch Methoden geplant und ausgewählt werden (Wiater, 2015). Somit werden im Folgenden zunächst die Unterrichtskonzeption und anschließend die geplanten Methoden erläutert. Die Vermittlung des Lerninhalts erfolgt in dem geplanten Unterricht lehrergesteuert. Lehrergesteuerter Unterricht ist nach Wiater (2015) „eine Lehrform, bei der der Lehrer den Unterricht schülerorientiert vorplant, um das Verstehen des Lernstoffs möglichst sicherzustellen, Wissensdefizite und Verständnisprobleme nicht entstehen zu lassen und unproduktive Lernumwege auf Schülerseite zu vermeiden“ (S. 101). Der Lehr-Lern-Prozess der Schüler\*innen wird somit von der Lehrkraft geplant, gestaltet und geprüft (ebd.). Die gewählte Unterrichtskonzeption entspricht dabei am ehesten dem reformierten Frontalunterricht, der von der Lehrkraft gelenkt und vorstrukturiert wird (ebd.). Nach



empirischen Unterrichtsstudien eignet sich diese Art des Unterrichts besonders für die Vermittlung komplexer Lerngegenstände (ebd.). Da es sich bei dem informatischen Thema Sprachen und Automaten um einen anspruchsvollen Lerninhalt handelt, bietet sich hier eine solche Unterrichtskonzeption an. Auf diese Weise kann die Lehrkraft die Schüler\*innen bei der Erarbeitung des Lerninhalts bestmöglich lenken und unterstützen, sodass sichergestellt ist, dass einer gegebenenfalls fehlerhaften selbstständigen Erarbeitung entgegengewirkt werden kann (ebd.).

Da der reformierte Frontalunterricht auch Elemente des schüler- und handlungsorientierten Unterrichts integriert, haben die Schüler\*innen in dem geplanten Unterricht auch häufig die Möglichkeit in Partnerarbeitsphasen selbst tätig zu werden. Anhand verschiedener Schülerdurchführungen können die Lernenden die Funktionsweise einer Maschine, die Türme bauen soll, kennenlernen und ausprobieren. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse und aufgetretenen Probleme werden anschließend im Plenum aufgegriffen und besprochen. Die Lenkung des Unterrichtsverlaufs wird so durch die Lehrkraft beibehalten und „Elemente des schülerorientierten und handlungsorientierten Lernens“ (Waiter, 2015, S. 103) dennoch integriert.

Eine detaillierte Beschreibung und Begründung der Unterrichtsgestaltung kann der Handreichung der Arbeitsgruppe unter dem Kapitel „Didaktischen Kommentar“ (Anhang S. 66) entnommen werden.

### *Überprüfung des Erfolgs*

Zu einer didaktischen Analyse zählt auch das Überprüfen des Kompetenzzuwachs der Lernenden (Wiater, 2015). Da für die vorliegende Unterrichtsstunde jedoch keine Leistungsüberprüfung geplant ist, kann der Kompetenzzuwachs nur im Rahmen des Unterrichts beurteilt werden. Einen Anhaltspunkt bietet hierfür vor allem die Unterrichtsanalyse der Lehrkräfte anhand des Beobachtungsbogens sowie die Phase des Stundenabschlusses.

## **3.5 Lernziele**

Damit eine zielorientierte Planung von Unterricht möglich ist, sollte die Lehrkraft vorab festlegen, welche Lernergebnisse sie mit ihrem Unterricht bei den Schüler\*innen erzielen möchte und diese in Form von Lernzielen formulieren (Kliebisch & Meloefski, 2013). Lernziele geben an, was Lernende „am Ende des Lernprozesses neu – mehr – besser –

anders wissen, verstehen, anwenden können.“ (Hoffmann, 2018, S. 29). Die Festlegung von Lernzielen gibt der Lehrkraft wiederum dabei vor, was sie den Schüler\*innen in ihrem Unterricht vermitteln möchte (Kliebisch & Meloefski, 2013). Sie helfen auch dabei, am Ende des Unterrichts festzustellen, ob der Unterricht wirksam war und die Lernenden die Ziele erreicht haben (Wiater, 2015).

In der Fachliteratur werden verschiedene Lernzielebenen differenziert: Reihenziele, Hauptlernziele und Teillernziele (Kliebisch & Meloefski, 2013). Reihenziele stellen dabei einen allgemeinen Orientierungspunkt dar und beinhalten die Ziele einer gesamten Unterrichtsreihe (ebd.). Hauptlernziele und Teillernziele beziehen sich hingegen auf eine einzelne Unterrichtsstunde einer Unterrichtsreihe (ebd.). Während Hauptlernziele jedoch die groben Ziele einer Unterrichtsstunde beschreiben, verfeinern Teillernziele diese und beschreiben schrittweise, welche Ziele die Schüler\*innen erreichen sollen (ebd.).

Folgende Lernziele sind für den geplanten Unterricht ausgewählt worden:

**Hauptlernziel:**

- Die Schüler\*innen lernen durch Nachbauen von Türmen die zentralen Elemente einer formalen Sprache sowie eines endlichen Automatenmodells kennen.

**Teillernziele:**

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schüler\*innen kommunizieren über Automatenmodelle, indem sie die zentralen Fachbegriffe zur Beschreibung der Automatenmodelle anwenden.
- Die Schüler\*innen erlernen den Aufbau und Umgang mit einer formalen Sprache, indem sie diese nutzen, um zu befehlen, welcher Turm gebaut werden soll.

Zu dem Hauptlernziel der Unterrichtsstunde wurden insgesamt drei verschiedene Teillernziele ausdifferenziert. Diese orientieren sich an den Kompetenzerwartungen der GI (2019) und geben dem Unterricht eine Struktur vor. So werden die Schüler\*innen zunächst vertraut mit Automatenmodellen gemacht, indem sie anhand von Zustandsübergangsdiagrammen Türme nachbauen. Anschließend kommunizieren sie über Automatenmodelle, indem sie die zentralen Fachbegriffe nutzen, um die Modelle zu beschreiben. Daraufhin werden sie vertraut mit dem Aufbau und dem Umgang mit einer formalen Sprache gemacht, indem sie diese verwenden, um zu befehlen welcher Turm gebaut

werden soll. Anhand dieser Teillernziele lernen die Schüler\*innen jeweils die zentralen Elemente einer formalen Sprache als auch die eines endlichen Automatenmodells kennen.

### **3.6 Verlaufsplanung**

Die Gesamtheit der didaktischen Entscheidungen aus der didaktischen Analyse werden im Rahmen der Unterrichtsplanung in einer tabellarischen Verlaufsplanung schematisch dargestellt. Eine tabellarische Verlaufsplanung ist sprachlich reduziert und stellt die zentralen Elemente des Unterrichtsverlaufs dar. Sie gibt einen Überblick und eine Zusammenfassung über die gesamte Planung und entlastet auf diese Weise die Lehrkraft bei der Durchführung des Unterrichts (Wiater, 2015).

Die Verlaufsplanung für den geplanten Unterrichts befindet sich im Anhang (Anhang S. 69). Dieser Plan ist unterteilt in die verschiedenen Phasen des Unterrichts: Einstieg, Erarbeitung 1 mit Zwischensicherung, Erarbeitung 2, Sicherung und Abschluss. Zu den jeweiligen Unterrichtsphasen werden genauere Angaben zur Zeitplanung, dem Unterrichtsinhalt, der Sozial-/Arbeitsform und dem Material/den Medien gemacht. Zusätzlich kann jeder Phase ein didaktischer/methodischer Kommentar entnommen werden.

### **3.7 Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft**

Nach Euler (2014) ist neben der Literatur auch das Wissen von erfahrenen Praktiker\*innen oder Praktikern für die Entwicklung einer Intervention bedeutsam. So können die Erfahrungswerte aus der Praxis die Qualität der Intervention steigern. Folglich wird mit diesem Kapitel dem Schritt „*Develop and refine design*“ des DBR Ansatzes nachgegangen.

Zur Absicherung der geplanten Unterrichtsstunde wird eine erfahrene Lehrkraft aus der Praxis befragt. Diese weist bereits mehrere Jahre Berufserfahrung an einer Grundschule auf, hat jedoch keinen direkten Bezug zur Informatik oder eine Ausbildung in diesem Bereich. Sie zeigt sich aber sehr interessiert und kooperativ bei der Zusammenarbeit.

Um eine Rückmeldung zu der geplanten Unterrichtsstunde geben zu können, erhält die Lehrkraft die von der Arbeitsgruppe erstellte Handreichung, die Verlaufsplanung sowie die Unterrichtsmaterialien (Anhang). Auf diese Weise kann sie sich einen Überblick über die geplante Unterrichtsstunde verschaffen. Damit der Fokus der Lehrkraft bei der Begutachtung der geplanten Unterrichtsstunde auf spezielle Aspekte der Unterrichtsplanung

gelenkt wird, wird ein Fragebogen entwickelt. Dieser soll die Grundlage für die Weiterentwicklung des Unterrichts sein.

Im Folgenden wird die Entwicklung des Fragebogens erläutert, woraufhin die Auswertung des Fragebogens mit den daraus resultierenden Anpassungen dargestellt wird.

### **3.7.1 Entwicklung des Fragebogens**

Die Entwicklung des Fragebogens orientiert sich an den Fragebögen von Deitmer (2019), Engelhardt (2020) und Bulirsch (2022), da sich der Einsatz dieser als zielführend und theoretisch fundiert erwiesen hat. Er ist so gestaltet, dass die Unterrichtsplanung anhand der Beantwortung der Fragen weiterentwickelt werden kann.

Dazu wurden zehn Entscheidungsfragen und zwei offene Fragen ausgewählt. Die Fragen beziehen sich jeweils auf zentrale Aspekte der Unterrichtsplanung. Zu jeder Frage gibt es die Möglichkeit, in einem Textfeld Begründungen und sich daraus ergebende Änderungen für den Unterricht zu notieren. Der Fragebogen kann dem Anhang entnommen werden. Im Folgenden wird die Auswahl der Fragen kurz begründet.

Mit der ersten Frage wird Bezug zum Aufbau der Unterrichtsstunde genommen. Dabei sollen sowohl die Struktur als auch die zugehörige Zeitplanung eingeschätzt werden. Nach Wiater (2015) sollte der Aufbau des Unterrichts sowohl sachlich-sinnvoll als auch lernorientiert gestaltet werden. Insbesondere die Lernorientierung kann dabei von einer erfahrenen Lehrkraft beurteilt werden. Der Aspekt der Zeitplanung wurde von der Autorin anhand von praktischer Erfahrung ergänzt und kann von einer erfahrenen Lehrkraft realistisch eingeschätzt werden.

Die zweite Frage bezieht sich auf die Differenzierung innerhalb des geplanten Unterrichts. Nach Wiater (2015) ist diese aufgrund der verschiedenen Anforderungsniveaus notwendig und sollte bei der Planung bereits berücksichtigt werden.

Die Auswahl von geeigneten Methoden (3) ist ein wichtiger Schritt bei der Unterrichtsplanung. Diese unterstützen die Lernenden dabei den Sinn und die Bedeutung des Lerninhalts zu erkennen (Wiater, 2015). Dazu ist es wichtig, dass die Methoden den Lernvoraussetzungen der Schüler\*innen, dem Unterrichtsgegenstand und den Lernzielen des Unterrichts entsprechen. Die Einschätzung einer Expertin aus der Praxis ist dabei sehr gewinnbringend.

Das erfolgreiche Lernen ist von der Lernbereitschaft und der Lernmotivation der Schüler\*innen abhängig (Wiater, 2015). Um zu beurteilen, ob die theoretische Herleitung der

Forschfrage als motivierender Stundeneinstieg genutzt werden kann (4), ist es hilfreich die Einschätzung einer erfahrenen Lehrkraft einzuholen.

Mit der fünften Frage wird Bezug zu der Formulierung der Arbeitsaufträge genommen. Da Arbeitsaufträge den Lernprozess anregen, begleiten und steuern, ist es wichtig, dass die Lernenden diese verstehen (Leisen, 2013). Aus diesem Grund ist es sinnvoll, eine erfahrene Lehrkraft überprüfen zu lassen, ob sie kindgerecht formuliert wurden.

Die Beurteilung der Arbeitsblätter (6) geht mit der vorherigen Frage einher. Arbeitsblätter sind Lernmaterialien und steuern somit ebenfalls den Lernprozess. Sie materialisieren den Lerngegenstand und sollen somit unbedingt verständlich für die Schüler\*innen gestaltet sein (Leisen, 2013; Wiater, 2015). Da die Arbeitsblätter außerdem am Ende der Stunde eingesetzt werden, sollen sie insbesondere auch das gelernte Wissen vertiefen.

Damit ein Sachverhalt für die Schüler\*innen zugänglich ist, ist eine didaktische Reduktion notwendig (Wiater, 2015; Kapitel 3.4). Die Fragen sieben und acht beziehen sich auf die Vereinfachung des Sachinhalts. So soll mit der siebten Frage beurteilt werden, ob die Komplexität des vereinfachten Zustandsübergangsdiagramms geeignet ist. Frage acht hingegen soll absichern, dass der Kontext des Turmbaus und das zugehörige Zustandsübergangsdiagramm angemessen gewählt wurde, um den Sachverhalt verständlich zu vermitteln.

Die neunte Frage wurde ausgewählt, um beurteilen zu lassen, ob der angefertigte Unterrichtsentwurf von fachfremden Lehrkräften im Unterricht eingesetzt werden kann. Da Informatik kein Unterrichtsfach in der Primarstufe ist und die Lehrkräfte zumeist keine informatische Bildung erfahren haben, ist dies ein wichtiger Faktor für die Erstellung eines Unterrichtsentwurfes.

Frage zehn bezieht sich auf die dritte Forschungsfrage (Kapitel 2.3) der vorliegenden Arbeit und dient dazu, Daten zu gewinnen. Hierzu soll die Lehrkraft angeben, ob sie einen informatischen Unterricht zum Thema Sprachen und Automaten durchführen würde.

Abschließend erhält die erfahrene Lehrkraft die Möglichkeit, weitere Änderungen und Anpassungen für den geplanten Unterricht vorzuschlagen. Auf diese Weise kann sie auch auf nicht thematisierte Aspekte hinweisen, die bei der Planung des Fragebogens nicht berücksichtigt wurden, aber dennoch als relevant erachtet werden.

Wenn alle Fragen zum Unterrichtsentwurf beantwortet sind, wird die Lehrkraft noch zu den Beobachtungsaufträgen für die Lehrkräfte bei der Erprobung befragt (12). Auf diese Weise können gegebenenfalls Aspekte eingebracht werden, die noch nicht bedachte, aber besonders hilfreich oder interessant für die spätere Evaluation des Unterrichts sind.

### 3.7.2 Auswertung des Fragebogens

Die Auswertung des Fragebogens zeigt auf, an welchen Stellen die Unterrichtsplanung überdacht werden sollte. Die Hinweise der erfahrenen Lehrkraft werden im Folgenden näher beschrieben. Gleichzeitig werden dabei die sich daraus ergebenden Anpassungen für die Unterrichtsplanung ausgeführt. Die Fragen zehn und 12 sind für die Überarbeitung des Unterrichtsentwurf nicht relevant und werden somit bei der Auswertung außen vor gelassen. Die angepassten Materialien und der überarbeitete Unterrichtsentwurf sind dem Anhang zu entnehmen. Veränderungen innerhalb der Verlaufsplanung sind durch Unterstreichungen gekennzeichnet.

Die Rückmeldung der befragten Lehrkraft fällt insgesamt eher negativ aus. Keine der neun Entscheidungsfragen wurden mit „Ja“ beantwortet. Sechs Fragen wurden mit „Nein“ beantwortet (1, 2, 3, 5, 7, 9) und bei drei Fragen war die Lehrkraft unentschlossen und es wurden sowohl die Antwort „Ja“ als auch die Antwort „Nein“ ausgewählt (4, 6, 8). Bei allen Fragen gibt die Lehrkraft zusätzlich eine detaillierte Begründung an und schlägt Handlungsalternativen vor. Aus der offenen Frage ergeben sich ebenfalls viele Handlungsalternativen, die sich insbesondere auf die Methodik und die Lernziele beziehen.

Zu den Zeitangaben des geplanten Unterrichts (1) merkt die Lehrkraft an, dass diese im Hinblick auf die klassische Schulstundenlänge (45 Minuten) überdacht werden sollte. Somit wird der Unterrichtsentwurf an die Länge einer Doppelstunde (90 Minuten) angepasst. Zusätzlich wird, auf Hinweis der Lehrkraft hin, die Zeitplanung so abgeändert, dass in der ersten Hälfte das Automatenmodell und in der zweiten Hälfte die Sprache thematisiert werden. Auf diese Weise ist es zusätzlich möglich, den Unterricht in zwei Einzelstunden durchzuführen, mit je einem spezifischen Unterrichtsziel.

Die Differenzierung (2) durch verschieden komplexer Automatenmodelle erachtete die erfahrene Lehrkraft als nicht sinnvoll. Sie empfiehlt stattdessen ein einheitliches Automatenmodell, sodass die Forscherfrage klar beantwortet werden kann. In dem überarbeiteten Entwurf wird somit auf diese Möglichkeit der Differenzierung verzichtet. Stattdessen wird der Vorschlag, die Differenzierung von den Kindern durch die Gestaltung eines eigenen Automatenmodells einzufordern, übernommen. Dazu wird die ursprüngliche Zusatzaufgabe des Arbeitsblattes zur obligatorischen Pflichtaufgabe (Aufgabe 4) umgeändert. So wird in der späteren Arbeitsphase zusätzlich differenziert, indem die Schüler\*innen selbst entscheiden können, wie komplex sie ihr eigenes Automatenmodell gestalten.

Diese Änderung bietet sich auch aufgrund der zusätzlichen Zeit in der Unterrichtsstunde an (siehe Auswertung zu (1)).

Die Auswahl der Methoden (3) empfiehlt die Lehrkraft ebenfalls zu überdenken. Aus ihren Erfahrungen merkt sie an, dass die Lernenden bei dem Nachbauen des Turms der Lehrkraft dazu tendieren, mit der\*dem Partner\*in in einen Konflikt zu geraten und schlägt stattdessen vor, jedes Kind zunächst alleine bauen zu lassen. Folglich wird die Sozialform dieser Phase in Einzelarbeit abgeändert. Um auch im weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde Konflikte zu vermeiden, wird in der späteren Partnerarbeitsphase ergänzt, dass sich die Lernenden in ihren Rollen als Befehlsgeber\*in und als Maschine abwechseln. Zusätzlich führt die Lehrkraft auf, dass das häufige Treffen im Sitzkreis für den Unterricht ungünstig ist, weil durch den häufigen Wechsel zwischen Sitzplatz und Sitzkreis viel Zeit verloren geht und ein Treffen im Sitzkreis nicht in allen Phasen nötig ist. Aus diesem Grund wird im Unterrichtsentwurf die Sozialform Sitzkreis nur optional vorgeschlagen und alternativ das Plenum als Sozialform angegeben. Insgesamt schlägt die Lehrkraft ebenfalls vor, dass die Gruppenarbeit als Sozialform in den Unterricht integriert wird. Dieser Vorschlag wird jedoch zunächst nicht übernommen, da sich keine der Arbeitsphasen für eine Gruppenarbeit anbietet.

Den Unterrichtseinstieg (4) der Stunde empfindet die Lehrkraft einerseits als gelungen, andererseits als überarbeitungswürdig. Sie merkt an, dass dieser Einstieg sehr abstrakt für die Schüler\*innen ist und außerdem voraussetzt, dass diese bereits Erfahrung mit Recherche gemacht haben. Sie kritisiert Google als Suchmaschine und empfiehlt stattdessen eher die Kindersuchmaschinen Blinde Kuh oder Frag Finn. Da der Unterrichtseinstieg jedoch für alle Kinder eher motivierend sein soll, wird auf das Suchmaschinenbeispiel verzichtet und stattdessen das Vorwissen der Lernenden zu Automaten erfasst. Dieser Unterrichtseinstieg ist weniger abstrakt für die Kinder, bezieht sich auf deren Lebenswelt (Kapitel 3.3) und aktiviert die Kinder dabei gleichzeitig kognitiv.

Bezüglich der Arbeitsaufträge (5) merkt die erfahrene Lehrkraft zunächst an, dass diese nicht deutlich aus der Verlaufsplanung hervor gehen. Die Verlaufsplanung wird somit zum Teil umformuliert, sodass die Arbeitsaufträge deutlicher hervorgehen. Als nächsten Punkt führt die Lehrkraft auf, dass der Fachwortschatz (Zustand, Etage...) zu schwer ist und vereinfacht werden sollte. Dieser Änderungsvorschlag wird jedoch nur zum Teil angenommen, da es sich bei den Begriffen Zustand und Übergang um feststehende Fachwörter handelt, die mit Hilfe des Wortspeichers im Unterricht eingeführt werden. Der

Begriff Etage wird jedoch vereinfacht und in der überarbeiteten Version des Unterrichtsentwurfs durch den Begriff Stockwerk ersetzt.

Zusätzlich macht die erfahrene Lehrkraft darauf aufmerksam, dass es sich bei dem Inhalt und den Arbeitsaufträgen des geplanten Unterrichts um eine Vielzahl von neuen und unbekannten Informationen für die Schüler\*innen handelt: Es wird ein neues Thema eingeführt, die Schüler\*innen werden mit einem unbekannten Modell konfrontiert und müssen sich gleichzeitig neue Fachbegriffe aneignen. Die Lehrkraft schlägt somit vor, die Menge des Inputs zu entzerren. Dieser Änderungsvorschlag wird an dieser Stelle zunächst nur aufgeführt und im weiteren Verlauf der Auswertung erneut aufgegriffen und an den Unterrichtsentwurf angepasst.

Die Arbeitsblätter (6) empfindet die erfahrene Lehrkraft weitestgehend als gelungen. Sie merkt jedoch an, dass diese hauptsächlich den Inhalt der Unterrichtsstunde reproduzieren und schlägt vor, dass sie Schüler\*innen zur Vertiefung und Übertragung der Inhalte ein Zustandsübergangsdiagramm zu einem eigenen Turm erstellen. Dieser Vorschlag geht mit dem Änderungsvorschlag zur Differenzierung (2) einher. Zur Übertragung der gelernten Inhalte sollen die Lernenden als vierte Aufgabe der Arbeitsblätter ein eigenes Automatenmodell beziehungsweise Zustandsübergangsdiagramm erstellen.

Die Komplexität der Zustandsübergangsdiagramme (7) schätzt die Lehrkraft als zu komplex für die Schüler\*innen der vierten Klasse ein. Sie weist zum einen daraufhin, dass die Lernenden bei dem Umgang mit den Modellen stetig zwischen dem Modell, welches den Turm in Etagen einteilt und dem Modell, das die Bausteine der Etagen bestimmt, übersetzen müssen. Zum anderen zeigt sie auf, dass es für die Kinder schwierig nachzuvollziehen ist, warum eine Etage aus mehreren beziehungsweise unterschiedlich vielen Bausteinen besteht. Insgesamt hält sie das Modell zwar für Lernende einer vierten Klasse geeignet, setzt dafür jedoch viel Übung und eine vorsichtige Einführung voraus. Die Rückmeldungen zur Förderung des Verständnisses von Automaten durch die didaktisch reduzierten Zustandsübergangsdiagramme (8) gehen damit einher. Auch hier merkt die erfahrene Lehrkraft an, dass es schwierig für die Schüler\*innen ist, die Modelle zu verstehen, da sich durch die verschiedenen Wege und Wiederholungen innerhalb des Modells verschiedene Lösungsmöglichkeiten für den Bau eines Turms ergeben. Sie schlägt vor, die Zustandsübergangsdiagramme zunächst anhand eines einfachen Automatenmodells kennenzulernen. In dem weiteren Verlauf des Lernprozesses könnten dann auch komplexere Modelle genutzt werden.



Aufgrund der umfassenden Rückmeldung zu den Zustandsübergangsdiagrammen hält die Autorin Rücksprache mit der Arbeitsgruppe des Projekts IPSP und entwickelt gemeinsam mit dieser ein neues Konzept zur Einführung der Automatenmodelle: Die Komplexität der Modelle wird durch verschiedene Maßnahmen reduziert. So wird zunächst auf das Modell, dass den Turm in die verschiedenen Etagen beziehungsweise Stockwerke einteilt verzichtet. Die jeweiligen Stockwerke werden stattdessen an der Seite des Modells, dass die Bausteine bestimmt, angegeben. Auf diese Weise ist ein Modell ausreichend und keine Übersetzung zwischen den Modellen mehr notwendig. Außerdem werden neue Modelle entwickelt, bei denen schrittweise die Komplexität erweitert wird. Zum einen wird ein Basis Modell entwickelt. Bei diesem Modell handelt es sich um ein sehr einfaches Modell, bei dem nur ein bestimmter Turm gebildet werden kann. Zusätzlich wird ein Modell entwickelt, bei dem es verschiedene Möglichkeiten für die Wahl eines Bausteins gibt, sodass dieses den Bau verschiedener Türme zulässt. Dieses Modell wird als Modell 1 bezeichnet. Modell 2 wird ebenfalls neugestaltet. Hierbei handelt es sich um ein Automatenmodell, welches Wiederholungen zulässt. Das ursprüngliche Modell zum einfachen Niveau wird nicht weiterverwendet, wohingegen das komplexe Modell beibehalten, aber als Zusatzmodell umbenannt und eingesetzt wird. Aufgrund der neuen Modelle muss auch die zugehörige Arbeitsphase angepasst werden. Der ursprüngliche Gedanke der Arbeitsphase wird beibehalten, aber ausgedehnt auf insgesamt drei beziehungsweise vier verschiedenen Modelle umgesetzt: Zunächst führt die Lehrkraft, wie ursprünglich geplant, das Automatenmodell ein, indem sie dessen Aufbau und die zugehörigen Fachbegriffe, gestützt vom Wortspeicher, erklärt. Für diese Phase wird jedoch nun das neu erstellte Basis Modell verwendet. Nach der Einführung des Modells beginnen die Schüler\*innen in Partnerarbeit mit dem Basis Modell zu arbeiten. Auch hier verläuft die Arbeitsphase weiter wie geplant: Das eine Kind spielt den\*die Befehlsgeber\*in und das andere die Maschine. Durch die Rückmeldungen der Lehrkraft wird diese Phase verlängert: Nachdem die Schüler\*innen die Bauphase zum Basis Modell abgeschlossen haben, wird diese mit den Modellen 1 und 2 wiederholt. Hierbei ist es den Lernenden freigestellt, in welcher Reihenfolge sie vorgehen. Um die neu eingeführten Elemente zu verstehen, sollen die Schüler\*innen zunächst das jeweilige Modell genau begutachten, bevor sie mit der Bauphase beginnen. Nachdem die Bauphase zu einem der Modelle abgeschlossen ist, kann dann das jeweils andere Modelle erschlossen werden. Zur Differenzierung wird anschließend das Zusatzmodell angeboten. Dieses soll nach dem gleichen Prinzip in Partnerarbeit erschlossen und nachgebaut werden.

Die Anmerkung und Verbesserungsvorschläge der Lehrkraft zu den Zustandsübergangsmodellen (7, 8) werden in dem Unterrichtsentwurf durch den Einsatz der verschiedenen Modelle umgesetzt. Auf diese Weise werden die Lernenden zunächst langsam an den Umgang mit einem einfachen Automatenmodell herangeführt, sodass die Grundlagen verstanden werden können. Im weiteren Verlauf wird dann die Komplexität schrittweise gesteigert, sodass schließlich auch komplexere Modelle verstanden werden können. Diese Änderung geht einher mit der Verlängerung der Unterrichtsstunde (siehe Auswertung zu (1)). Statt 25 Minuten stehen den Schüler\*innen für die Bauphase somit 35 Minuten zur Verfügung.

Zur Gestaltung des Unterrichtsentwurfes (9) merkt die Lehrkraft an, dass dieser teilweise kompliziert umschrieben ist und eher stichwortartig formuliert werden sollte. Sie äußert außerdem, dass die Bauphasen der Lernenden teils nicht ersichtlich sind. Folglich wird die gesamte Verlaufsplanung überarbeitet und an einzelnen Stellen umformuliert, sodass die Anweisungen deutlicher zu verstehen sind.

Zur weiteren Anpassung (11) schlägt die Lehrkraft vor, sich auf nur ein Ziel zu konzentrieren, da der Unterricht zu viele Ziele für die eine Stunde aufwirft. Da die Antwort auf die Forscherfrage jedoch sowohl das Automatenmodell und die Sprache umfasst, kann dieser Vorschlag zunächst nicht vollständig umgesetzt werden. Jedoch wird die Gesamtheit der Ziele durch die Verlängerung der Unterrichtsstunde (siehe Auswertung von (1)) entzerrt. Des Weiteren führt die Lehrkraft auf, dass die Lernenden in der Erarbeitungsphase selbstständig mehr entdecken und ausprobieren sollten. Dazu schlägt sie zum einen vor, die Bauphase in Partnerarbeit verdeckter zu gestalten. Aus diesem Grund wird in der Bauphase im Verlaufsplan ergänzt, dass die Schüler\*innen währenddessen mit dem Rücken zu ihrem\*ihrem Partner\*in sitzen. Zum Anderen schlägt die erfahrene Lehrkraft vor, die Erarbeitungsphase durch das Entwickeln von Bauplänen beziehungsweise Zustandsübergangsdiagrammen zu ergänzen. Nach den Vorstellungen der Lehrkraft sollen die Schüler\*innen zunächst selbstständig ein Zustandsübergangsdiagramm schreiben, dies von dem\*der Partner\*in nachbauen lassen und schließlich vor der Klasse präsentieren. Da die Länge der Unterrichtseinheit bereits durch das Hinzufügen der verschiedenen komplexen Automatenmodelle ausgedehnt wurde, kann dieser Vorschlag nicht vollständig umgesetzt werden. Um dennoch die Idee zu übernehmen, wird den Schüler\*innen als zusätzliche Differenzierung am Ende der ersten Erarbeitungsphase angeboten, ein eigenes Modell zu entwerfen und von dem\*der Partner\*in durch Nachbauen überprüfen zu

lassen. Diese Idee findet sich außerdem auf dem Arbeitsblatt (Aufgabe 4) wieder (siehe Auswertung zu (2)).

Als weiteren Vorschlag führt die Lehrkraft auf, dass im Hinblick auf Schüler\*innen, die Deutsch als Zweitsprache sprechen, ein Wortspeicher zur Bezeichnung der Legosteine zur Verfügung gestellt werden sollte. Dieser wird auf Rat der Lehrkraft entwickelt und als Material zur Verfügung gestellt. Als weitere Anpassung empfiehlt die Lehrkraft, die Vermutungen der Schüler\*innen zur Forscherfrage einzuholen. Dieser Vorschlag wird folglich in der Verlaufsplanung integriert, da er zur kognitiven Aktivierung der Lernenden beiträgt.

Auch für die zweite Erarbeitungsphase schlägt die erfahrene Lehrkraft verschiedene Impulse zur Anpassung des Unterrichts vor. So empfiehlt sie zum einen, dass bei der Einführung der Sprache Bezug zur Lebenswelt der Lernenden genommen werden sollte. Dazu schlägt sie vor, die Schüler\*innen die vorherige Bauphase reflektieren zu lassen. Außerdem merkt sie an, dass die Schüler\*innen vor der Erläuterung der Sprachkarten durch die Lehrkraft zunächst selbst überlegen sollen, was die einzelnen Elemente der Sprache bedeuten und ob jemand diese Sprache sogar verstehen kann. Da die Vorschläge der Lehrkraft auch mit der Idee, die Schüler\*innen selbst mehr entdecken zu lassen, einhergehen, werden diese folglich in der Verlaufsplanung integriert.

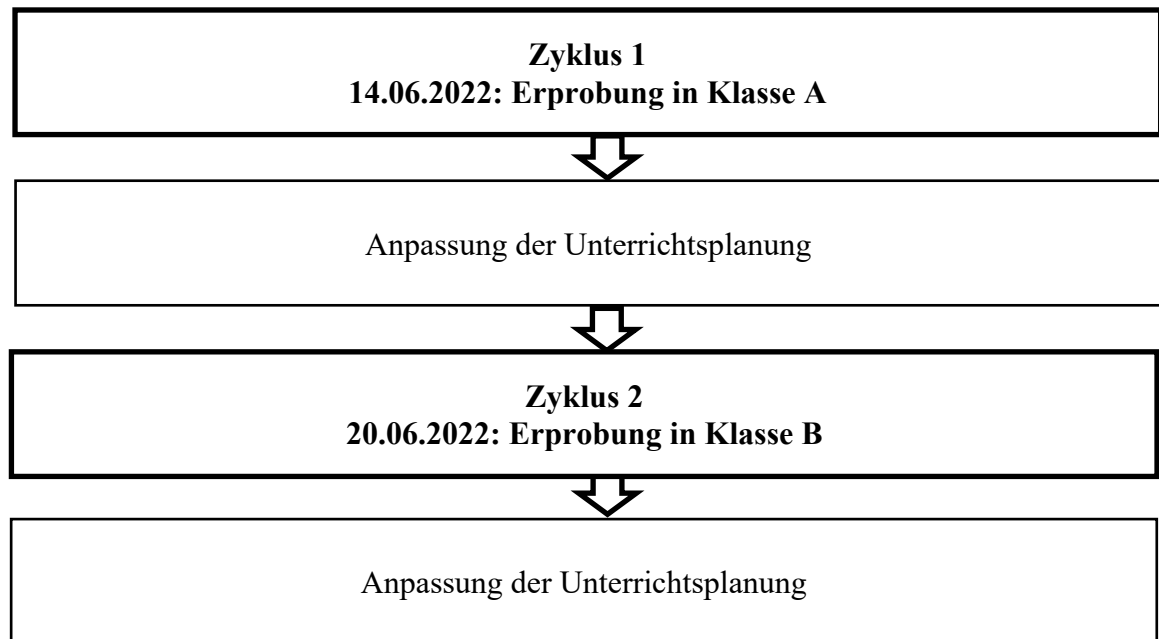
Letztlich merkt die Lehrkraft an, dass auch die Antwort auf die Forscherfrage im Entwurf mit angegeben werden sollte. Folglich wird diese ergänzt.

## **4. Unterrichtserprobung**

Die Erprobung ist ein zentraler Bestandteil des Design-Based Research Zyklus und erfolgt in der Phase *Test design an evaluate formatively*. Hierzu wird im Folgenden zunächst die Durchführung des Unterrichts (Kapitel 4.1) erläutert. Anschließend wird in Kapitel 4.2 die Untersuchungsmethode für die Erprobung dargelegt. Daraufhin wird der Unterricht anhand der ersten Erprobung (Kapitel 4.3) und der zweiten Erprobung (Kapitel 4.4) jeweils beschrieben, analysiert und weiterentwickelt.

## 4.1 Durchführung des Unterrichts

Die Erprobung des Unterrichts erfolgte in einer zweizügigen Grundschule.<sup>2</sup> Die Schule wurde ausgewählt, da die Autorin zum Zeitpunkt der Durchführung dort als Vertretungslehrkraft tätig war. Der geplante Unterricht wurde dort in den beiden vierten Klassen (im Folgenden: Klasse A und B) in zwei Zyklen durchgeführt.



*Abbildung 6: Verlauf der Erprobungen*

Klasse A in einem ersten Zyklus erprobt. Währenddessen wurde der Unterricht von der Lehrkraft der Klasse (Lehrkraft A) beobachtet und mit Hilfe eines Beobachtungsbogens (siehe Kapitel 4.2) eingeschätzt und bewertet. Anhand der Rückmeldung wurde daraufhin der Unterricht von der Autorin analysiert, reflektiert und weiterentwickelt. Der weiterentwickelte Unterricht wurde daraufhin in einem zweiten Zyklus erneut erprobt. Dazu wurde der Unterricht am 20.06.2022 in Klasse B erprobt und von deren Lehrkraft (Lehrkraft B) beobachtet. Anschließend wurde die Unterrichtsplanung erneut angepasst.

## 4.2 Untersuchungsmethode

Damit der Unterricht anhand der Erprobung nachbereitet beziehungsweise überarbeitet und weiterentwickelt werden kann, muss dieser mithilfe einer Unterrichtsanalyse reflektiert werden (Standop & Jürgens, 2015). Eine Unterrichtsanalyse umfasst dabei sowohl

<sup>2</sup> Aus Datenschutzgründen werden weder Name noch Standort der Schule angegeben.

die „Beobachtung von Unterrichtsaspekten unter festgelegten Kriterien“ (Standop & Jürgens, 2015, S. 248) als auch die Datengewinnung (ebd.). Dabei können die zentralen Aspekte und Wirkfaktoren des Lehr-Lern-Prozesses aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und anhand verschiedener Zielsetzungen und unterschiedlicher Methoden untersucht werden (Wiater, 2015).

Da das Ziel der Unterrichtserprobung die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung ist, werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur ausgewählte Aspekte der Unterrichtsanalyse berücksichtigt. Somit wird sich in der folgenden Analyse primär auf die praktische Umsetzung der in Kapitel 3 erläuterten Planung bezogen. Dabei soll insbesondere betrachtet werden, ob und inwieweit sich diese bewährt hat.

Anhand von Wiater (2015) lässt sich Unterricht auf den Unterrichtsebenen Lehr-Lern-Prozess, Inhalt und Beziehung untersuchen. Auf der Ebene des Lehr-Lern-Prozesses werden vor allem die Interaktion zwischen der Lehrkraft und den Schüler\*innen im Klassenverband als auch in individueller Hinsicht betrachtet (Standop & Jürgens, 2015; Wiater, 2015). Die Inhaltsebene befasst sich mit der Vermittlung von Sach- und Fachkompetenzen sowie überfachlichen Kompetenzen (ebd.). Auf der Beziehungsebene werden die Beziehungen innerhalb der Klasse und deren Möglichkeiten der Gestaltung betrachtet (ebd.). Da der Unterricht jedoch an keine spezielle Klasse angepasst werden soll, wird diese Ebene nicht weiter berücksichtigt.

Im Folgenden wird nun die Untersuchungsmethode zur Analyse des Unterrichts beschrieben.

### *Beobachtung*

Wissenschaftliche Beobachtungen eignen sich insbesondere, um das Handeln und die Interaktion zwischen Personen und Gruppen zu erfassen (Zierer et al., 2013). Denn dabei können „die Handlungen und Interaktionen – jenseits von Selbsteinschätzung – in den natürlichen, unverfälschten Lebenswelten und Realsituationen“ (Zierer et al., 2013, S. 79) erfasst werden. Aus diesem Grund eignet sich die Beobachtung besonders als Methode zur Evaluierung des Unterrichtsentwurfes in einer realen Unterrichtssituation. Konkret wird die nicht teilnehmende Beobachtung als Beobachtungsform gewählt. Dabei ist der\*die Beobachter\*in nicht am Geschehen beteiligt, sodass sich diese\*r ausschließlich auf das Beobachten konzentrieren kann (ebd.).

Die nicht teilnehmende Beobachtung des Unterrichts wird von einem Beobachtungsbogen (Anhang S. 99) mit verschiedenen Fragen zur Einschätzung des Unterrichts

unterstützt, damit so „die Aufmerksamkeit der Fachlehrkräfte auf die für die Analyse wichtigen Aspekte“ (Engelhardt, 2020, S. 45) gelenkt wird. Der Fragebogen wurde in Anlehnung an Deitmer (2019), Engelhardt (2020) und Bulirsch (2022) entwickelt. Im Folgenden wird die Auswahl der Fragen kurz erläutert.

Der Beobachtungsbogen umfasst insgesamt zehn verschiedenen Fragen. Die ersten sechs Fragen beziehen sich auf die Prozessualität des Unterrichts und sollen währenddessen beantwortet werden. Die anderen vier Fragen befassen sich hingegen mit der Produktqualität und sollen im Anschluss an den Unterricht ausgefüllt werden. Damit der Unterricht anhand des Fragebogens weiterentwickelt werden kann, werden die Lehrkräfte dazu aufgefordert, ihr Antworten zu begründen und alternative Umsetzungsmöglichkeiten vorzuschlagen.

Die Auswahl der Bewertungskriterien des Beobachtungsbogens orientiert sich an den von Waiter (2015) bereitgestellten Analysekriterien zur Nachbereitung eines Unterrichts (Deitmer, 2019; Engelhardt, 2020; Bulirsch, 2022). Berücksichtigt werden dabei jedoch nur die relevanten Aspekte für die vorliegende Analyse, da ein zu komplexer Fragebogen zur Überforderung des\*der Beobachter\*in führen kann (Deitmer, 2019).

Auf der Ebene des Lehr-Lern-Prozesses werden die folgenden Aspekte betrachtet: Übereinstimmung zwischen Planung und Durchführung (1,2), schülerorientierte Aufbereitung der Fachinhalte (3,4), Differenzierung (5) und Materialien und Aufgaben (8). Die Inhaltsebene wird anhand der folgenden Aspekte berücksichtigt: Einschätzung zum Erreichen der Lernziele (6) und Unterschiede beim Erreichen der Lernziele (7). Die neunte Frage bezieht sich auf die dritte Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit und dient der Datengewinnung. Hierbei handelt es sich um die gleiche Frage, die bereits auf dem Fragebogen zur geplanten Unterrichtsstunde verwendet wird. Die letzte Frage (10) eröffnet die Möglichkeit noch nicht thematisierte Aspekte und Vorschläge zur Anpassung des Unterrichts vorzunehmen.

### **4.3 Erste Unterrichtserprobung**

Die erste Erprobung des Unterrichts erfolgte am Dienstag, den 14.06.2022 von 9:55 Uhr bis 11:25 Uhr in Klasse A. Die Klasse besuchen insgesamt 24 Kinder. Zwei der Kinder sprechen Deutsch als Zweitsprache.

Im Folgenden werden zunächst in Kapitel 4.3.1 die Beobachtungen der Lehrkraft analysiert. Daraufhin erfolgt die Weiterentwicklung des Unterrichts in Kapitel 4.3.2.

### 4.3.1 Analyse der Beobachtungen

Die Folgende Analyse gliedert sich in die Aspekte der Lehr-Lern-Prozessebene und der Inhaltsebene und ist angelehnt an die bereits genannten Aspekte der Unterrichtsanalyse nach Wiater (Wiater; 2015; Kapitel 4.3). Im Folgenden werden die zentralen Eindrücke der unterrichtenden Grundschullehramtsstudentin von den Eindrücken der beobachtenden Lehrkraft (Lehrkraft A) anhand des Beobachtungsbogens ergänzt (Anhang, S. 120). Grundsätzlich orientierte sich die Durchführung des Unterrichts an dem geplanten Verlauf und wurde planmäßig in 90 Minuten durchgeführt. Lediglich in der zweiten Erarbeitungsphase wurden kurzzeitig die Sprachkarten, auf Intuition der unterrichtenden Grundschullehrkraft hin, erläutert und beispielhaft von Schüler\*innen erklären gelassen. Diese Abweichung empfand die beobachtende Lehrkraft jedoch als notwendig, damit die Kinder überhaupt einen Eindruck in die Verwendung der Sprachkarten erhalten (Frage 1). Auch wurde in der Abschlussphase auf die Besprechung der Ergebnisse der Arbeitsblätter verzichtet. Diese Entscheidung war jedoch aufgrund von Zeitmangel notwendig und sinnvoll, da den Schüler\*innen ohnehin Arbeitsblätter zur Verfügung standen, mit denen sie selbstständig ihre Lösungen überprüfen konnten (ebd.). Darüber hinaus waren keine weiteren Abweichungen vom geplanten Verlauf notwendig. Die Lehrkraft schlug dennoch vor, nach der Erarbeitung des Basismodells (Erarbeitung 1), eine kurze Zwischenreflexion einzulegen, sodass geklärt werden kann, ob die Schüler\*innen alles verstanden haben (Frage 2). Zusätzlich empfahl sie an dieser Stelle auch die Besonderheiten der Modellen 1 und 2 zu erklären, da im Verlauf des Unterrichts nicht alle Kinder verstanden haben, dass verschiedene Türme mit den Modellen gebaut werden können (ebd.). Bei der Durchführung wurde außerdem deutlich, dass die Struktur der Sicherungs- und Abschlussphase nicht sinnvoll gewählt wurde. So schlug die Lehrkraft vor, die Forscherfrage zu beantworten und erst im Anschluss die Arbeitsblätter bearbeiten zu lassen.

Die schülerorientierte Aufbereitung und Vermittlung des Lerninhalts ist ein weiterer Aspekt, der im Rahmen der Unterrichtsanalyse auf der Lehr-Lern-Prozessebene analysiert wird (Wiater, 2015). Dazu soll auf die Modellierung der Zustandsübergangsdiagramme zum Turmbau und den Sprachkarten eingegangen werden. Die Automatenmodelle und die Sprachkarten erwiesen sich im Unterricht weitestgehend als verständlich und nachvollziehbar für die Lernenden. Die Lehrkraft merkte jedoch an, dass die Einteilung des Turms in die verschiedenen Stockwerke (Erdgeschoss, 1. Stockwerk, ..., Dach) von den Schüler\*innen nicht genutzt wurde und somit eher überflüssig ist (Frage 3 und 4).

Außerdem verdeutlichte sie, dass einzelne Lernende nicht verstanden haben, dass es mit einigen der Automatenmodellen möglich ist, verschiedene Türme zu bauen und auch die Funktionsweise der Wiederholung häufig unklar war (Frage 3).

Nachfolgend wird der Aspekt der Differenzierung näher betrachtet. Während der Durchführung zeigte sich, dass alle Schüler\*innen angemessen gefördert und gefordert wurden (Frage 5). Alle Lernenden schafften es, in der Erarbeitungsphase die Modelle 1 und 2 zu nutzen und viele konnten sogar mit dem komplexen Modell arbeiten. Einzelne Schüler\*innen begannen bereits damit, ein eigenes Modell zu entwickeln. Auch bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter war die gewählte Differenzierung angemessen. So arbeiteten die Schüler\*innen jeweils auf ihrem Niveau, einige Lernende mit den Tippkarten, andere schon an der Zusatzaufgabe. Insgesamt zeigten sich die Lernenden die gesamte Doppelstunde über motiviert und hatten insbesondere an der Bauphase großen Spaß (Frage 5).

Als weiteren Aspekt wird nun analysiert, ob die eingesetzten Materialien und Aufgaben „didaktisch qualitativ“ (Wiater, 2015, S. 238) sind. Bei der Erprobung erwiesen sich diese weitestgehend als hilfreich, um das Erreichen der Kompetenzen zu unterstützen. Die verschiedenen Automatenmodelle unterstützten die Schüler\*innen bei ihrem Lernprozess und verdeutlichten ihnen nach und nach den Umgang und Aufbau mit einem Zustandsübergangsdiagramm. In der Bauphase fiel es den Lernenden jedoch schwer zu selektieren, welche Legosteine für welches der Modelle gebraucht werden. Hierzu schlägt die Lehrkraft vor, den Schüler\*innen einen Behälter und eine Liste, die die Legosteine auflistet, die für das jeweilige Modell benötigt werden, zur Verfügung zu stellen (Frage 10). Während des Bauens fiel es den Lernenden zum Teil auch schwer, sich in die Rolle der Maschine einzufühlen (Frage 10).

Die Arbeitsblätter stellten eine gute Zusammenfassung der Inhalte dar und wurden von den Lernenden motiviert gelöst (Frage 8). Besonders das Zeichnen eines eigenen Modells bei der vierten Aufgabe wurde von den Schüler\*innen gerne gemacht. Das Erstellen von Fragen dazu fiel den Lernenden jedoch sehr schwer oder war ihnen unklar. Die Lehrkraft merkte an, dass die Aufgabenstellung dazu zu offen gewählt wurde und sich eher für leistungsstarke Schüler\*innen eignet (ebd.). Allgemein zeigte sich auch, dass der Wortspeicher während der Doppelstunde von den Lernenden nur wenig genutzt wurde, weil die Fachbegriffe von den Schüler\*innen nicht verwendet werden mussten.

Mit der Analyse der Inhaltsebene wird an dieser Stelle auch deutlich, dass die Lernziele des Unterrichts nicht alle erreicht werden konnten. Dennoch konnten alle Schüler\*innen ihre Kompetenzen durch die Unterrichtsstunde erweitern, da sie weder überfordert noch



unterfordert waren. Es zeigte sich lediglich, dass die formulierten Lernziele nicht mit den gewählten Aufgabenstellungen einhergehen. So sollten die Schüler\*innen zwar die zentralen Begriffe eines Automatenmodells erlernen, mussten jedoch während des gesamten Unterrichts die Fachbegriffe nicht benutzen, da es in keiner Phase des Unterrichts von ihnen verlangt wurde. Das zweite Teillernziel konnte somit nicht erreicht werden. Teillernziel eins erreichten alle Lernenden in der Bauphase. In dieser Phase haben die Schüler\*innen verschiedene Modelle genutzt, um Türme zu bauen und konnten so den Umgang mit Automatenmodellen erlernen, indem sie die Türme entsprechend der Zustandsübergangsdiagramme bauten. Hierbei wurden keine Unterschiede im Erreichen des Ziels zwischen den Schüler\*innen festgemacht. Es zeigte sich jedoch, dass Unterschiede im Bereich Zuhören auftraten. Lernenden, die ihrem\*ihrer Partner\*in aufmerksam zuhörten, gelang es eher den geforderten Turm zu bauen, als denen, die weniger gut zuhörten. Da keine Arbeitsphase zu dem Umgang mit der Sprache vorhanden war, konnten die Schüler\*innen den Umgang mit der Sprache nicht erlernen. Teillernziel drei konnte somit mit der Durchführung des Unterrichts ebenfalls nicht erreicht werden. Schlussfolgend konnten die Lernenden auch nicht das Hauptlernziel der Unterrichtsstunde erzielen. Die Lehrkraft merkte dazu an, dass es insgesamt zu viele Ziele für den Unterricht waren (Frage 6). Als weiteren Aspekt auf der Inhaltsebene wird betrachtet, ob die in der Planung beschriebenen Lernvoraussetzungen angemessen eingeschätzt wurden und der Lebensweltbezug für die Schüler\*innen besteht (Wiater, 2015). Die Lernenden konnten viele verschiedenen Automaten aus ihrem Alltag benennen, wussten jedoch nicht, wie diese funktionieren und Informationen verarbeiten. Der Umgang mit den Modellen fiel den Schüler\*innen leicht, da ihnen dieser bereits aus ihrem Schulalltag geläufig war. Der Anwendungskontext des Turmbaus war den Lernenden aus ihrem Alltag bekannt und sie gingen dieser Tätigkeit im Unterricht mit Freude nach. Während der Erprobung wurde außerdem deutlich, dass die Lernvoraussetzungen angemessen eingeschätzt wurden. Die Schüler\*innen waren in der Lage in Partnerarbeit zu arbeiten, sich selbst zu organisieren, Lösungen selbstständig zu überprüfen und am Unterrichtsgespräch teilzunehmen. Auch wiesen die Lernenden die nötigen sprachlichen Kenntnisse auf, um am Unterrichtsgespräch zu partizipieren. Da viele der Schüler\*innen auch in ihrem Alltag mit Legosteinen spielen, fiel es ihnen außerdem leicht, die Legosteine zu bezeichnen und zu unterscheiden. Zuletzt wird auf der Inhaltsebene betrachtet, ob die Fachsprache, die im Unterricht verwendet wurde, auch den Anforderungen der Sache entsprach. Die unterrichtende Grundschullehramtsstudentin verwendete die Fachsprache angemessen und wurde dem

Fachinhalt gerecht. An dieser Stelle lässt sich wiederholt aufführen, dass die Fachbegriffe bei der Erprobung von den Kindern jedoch kaum genutzt wurden und somit die eigentliche Fachsprache nicht verwendet wurde.

Im Rahmen der offenen Fragen merkte die Lehrkraft zuletzt an, dass die Schüler\*innen im Hinblick auf die Forscherfrage die Notwendigkeit einer Sprache nicht erkannt haben, weil der Bau eines gewünschten Turms auch mittels Kommunikation möglich war. Dazu hielt sie fest, dass die Lernenden erkennen müssen, dass mit der Maschine nicht gesprochen werden kann (Frage 10).

Insgesamt hat sich die Planung des Unterrichts zu einem großen Teil bewährt. Dennoch konnten einige Situationen und Aspekte herausgestellt werden, zu denen eine Anpassung der Unterrichtsplanung erforderlich ist.

### **4.3.2 Re-Design des Unterrichts**

Basierend auf der zuvor beschriebenen Analyse der ersten Unterrichtserprobung ergeben sich verschiedene Änderungen für die Unterrichtsplanung. Diese werden im Folgenden chronologisch, an der Struktur des Unterrichts orientiert, erläutert. Die überarbeitete Unterrichtsplanung wird in einer überarbeiteten Verlaufsplanung festgehalten (siehe Anhang). Änderungen werden durch Unterstreichungen gekennzeichnet. Mit Blick auf die Forschungsmethode des Design-Based-Research erfolgt nun die Weiterentwicklung des Unterrichtsplanung auf der Grundlage der Erprobung.

Zu Beginn der Überarbeitung werden zunächst die Lernziele für die Unterrichtseinheit angepasst und reduziert, da diese nicht in nur einer Doppelstunde erreicht werden können (Frage 6). Dazu wird der inhaltliche Teil der formalen Sprache minimiert, sodass die Schüler\*innen im Unterricht lediglich die Notwendigkeit der formalen Sprache erkennen und erläutern sollen. Dieses Lernziel geht außerdem auch mit den von der GI (2019) formulierten Kompetenzen für eine informatische Bildung im Primarbereich einher. Da die Lehrkraft neben den zu vielen Lernzielen auch angemerkt hat, dass keine Unterrichtsphase vorhanden ist, in der die Schüler\*innen die Fachbegriffe anwenden müssen, wird auf das zweite Lernziel verzichtet (Frage 6). Das Hauptlernziel wird folglich ebenfalls angepasst.

Der Unterrichtseinstieg hat sich bei der Erprobung bewährt und wird somit nicht verändert. Die Partnerarbeitsphase der ersten Erarbeitung wird jedoch angepasst, da die Schüler\*innen sich bei der Durchführung nicht genügend in der Rolle der Maschine gefühlt

haben. Um dieses Gefühl bei den Lernenden auszulösen, schlägt die Lehrkraft vor, dass sich das Kind in der Rolle des\*der Befehlsgeber\*in jeweils hinter das Kind in der Rolle der Maschine stellt (Frage 10). Dieser Vorschlag wird übernommen und in der Verlaufsplanung als Anweisung für die Partnerarbeitsphase hinzugefügt. Außerdem wird den Lernenden ein Arbeitsblatt zur Verfügung gestellt, das den Arbeitsplatz der Maschine darstellt. Das Arbeitsblatt zeigt einen Trichter, der als Eingabe für die Maschine genutzt werden soll. Alle benötigten Bauteile müssen vor dem Bau des Turms hineingelegt werden. Zusätzlich befindet sich eine Arbeitsfläche auf dem Arbeitsblatt, die durch das Wort „Start“ gekennzeichnet ist. Ist das Kind in der Rolle der Maschine bereit für den Bau, legt es die Legoplatte auf diese Fläche. Auf diese Weise wird einerseits sichergestellt, dass die Lernenden sich besser in die Rolle der Maschine hineinversetzen können und andererseits das Selektionsproblem beim Bau der Türme behoben (Frage 10). Des Weiteren erhalten die Schüler\*innen zu jedem der Modelle eine Liste, welche Legosteine benötigt werden. Um sicherzustellen, dass allen Schüler\*innen die Modelle verstehen und nutzen können, wird nach der Partnerarbeit zum Basis Modell, auf Empfehlung der Lehrkraft hin, eine Zwischenreflexion eingeführt. Der weitere Verlauf der ersten Erarbeitung bleibt weiter bestehen.

In der zweiten Erarbeitungsphase wird eine Übungsphase zum Sprachteil eingeführt, da diese bei der Durchführung nur kurz thematisiert wurde (Frage 6, Frage 10). Zur Einführung der Sprachkarten wird den Lernenden somit eine Befehlsreihe von Sprachkarten gezeigt. Anhand dieser sollen die Schüler\*innen zunächst versuchen die Sprache der Maschine zu verstehen. Die Erläuterung des Aufbaus der Sprache mit der Einteilung in Terminalsymbolen und Nichtterminalsymbolen wird aus der Verlaufsplanung entfernt, da diese durch die Änderung der Lernziele nicht mehr notwendig ist. Außerdem haben die Schüler\*innen die Einteilung der Sprache in die verschiedenen Stockwerke bei der Durchführung nicht verwendet und wurde ohnehin von der Lehrkraft als „überflüssig“ (Frage 4) bewertet. Bei der Verwendung wird sich somit auf die Terminalsymbole beschränkt. Damit die Schüler\*innen auch einen Einblick in die Verwendung der Sprachkarten erhalten, wird die Bauphase der ersten Erarbeitung fortgeführt. Dazu erhält der\*die Befehlsgeber\*in Sprachkarten, die der Maschine vorgelegt werden. Auf diese Weise kann der Maschine präzise befohlen werden, welcher Turm gebaut werden soll. Dabei müssen die Schüler\*innen beachten, dass die Maschine jedoch nur Befehle ausführen beziehungsweise Türme bauen kann, die ihr durch das Zustandsübergangsdiagramm vorgegeben werden. Für die Phase sollen die Lernenden das komplexe Modell nutzen. Außerdem ist

es den Schüler\*innen dabei nicht gestattet, miteinander zu reden, sodass sie die Notwendigkeit der formalen Sprache erkennen. Um auch eine sinnvolle Struktur in der Sicherungs- und Abschlussphase zu erreichen, wird diese umstrukturiert. Zunächst wird die Arbeitsphase mit den Sprachkarten im Plenum reflektiert und darüber hinaus die Forscherfrage beantwortet. Zum Abschluss erhalten die Schüler\*innen dann die Arbeitsblätter, die als Zusammenfassung der Unterrichtsstunde bearbeitet werden sollen und überprüfen ihre Lösungen selbstständig. Die Arbeitsblätter werden nicht weiter verändert. Lediglich die vierte Aufgabe wird auf Empfehlung der Lehrkraft hin differenziert. Das Erstellen von Fragen zu dem selbst erstellten Modell wird den Schüler\*innen folglich nur als Zusatz angeboten, sodass leistungsstarke Schüler\*innen gefordert und leistungsschwache Schüler\*innen hingegen nicht überfordert werden.

#### **4.4 Zweite Unterrichtserprobung**

Die zweite Erprobung des Unterrichts erfolgte am Montag, den 20.06.2022 von 9:55 Uhr bis 11:25 Uhr in Klasse B. Die Klasse besuchen insgesamt 27 Kinder. Drei der Kinder sprechen Deutsch als Zweitsprache.

Im Folgenden werden zunächst in Kapitel 4.4.1 die Beobachtungen der Lehrkraft B analysiert, woraufhin die finale Weiterentwicklung des Unterrichts in Kapitel 4.4.2 erfolgt.

##### **4.4.1 Analyse der Beobachtungen**

Im Folgenden werden die Beobachtungen zur zweiten Unterrichtserprobung analysiert. Die Analyse ist dabei genauso aufgebaut wie die zur ersten Unterrichtserprobung (Kapitel 4.3.1). Dazu werden die zentralen Eindrücke der unterrichtenden Grundschullehramtsstudentin von den Eindrücken der beobachtenden Lehrkraft (Lehrkraft B) anhand des Beobachtungsbogens ergänzt (Anhang, S. 136).

Die Durchführung des Unterrichts orientierte sich grundsätzlich an dem geplanten Verlauf und erfolgte planmäßig in 90 Minuten, die eng getaktet waren. Während der Durchführung wurde an einzelnen Stellen leicht von der Planung abgewichen. Der Einstieg der Unterrichtsstunde dauerte insgesamt länger als fünf Minuten, da sich die Schüler\*innen alle motiviert beteiligten. Außerdem besprach die unterrichtende Grundschullehramtsstudentin mit den Lernenden zusätzlich, welche Gemeinsamkeiten die genannten Automatenbeispiele aufweisen. Auf diese Weise gelang es im Einstieg sehr flüssig zur

Forscherfrage der Unterrichtsstunde überzuleiten. Diese Abweichung wurde von der Lehrkraft somit als sinnvoll erachtet (Frage 1). Des Weiteren wurde die Reflexion nach der ersten Erarbeitung von der unterrichtenden Studentin auf Intuition hin ergänzt. Dabei fragte sie die Schüler\*innen nach den Unterschieden und Besonderheiten zwischen den verschiedenen Modellen. Diese Ergänzung empfand die Lehrkraft als sehr sinnvoll, da es zu der Unterrichtskonzeption passte (ebd.). Außerdem konnte auf diese Weise gut zur zweiten Erarbeitung übergeleitet werden. Weitere Abweichungen fanden bei der Durchführung nicht statt. Die Lehrkraft vermerkte jedoch eine Situation, in der eine Abweichung sinnvoll gewesen wäre. Sie empfiehlt den Arbeitsauftrag für die Bauphasen beispielhaft mit einem\*einer Schüler\*in vorzuführen, sodass der Arbeitsauftrag verständlicher und anschaulicher für die Lernenden dargestellt wird.

Die Automatenmodelle und die Sprachkarten erwiesen sich bei der Erprobung des Unterrichts als schülerorientiert aufbereitet und wurden kindgerecht vermittelt. So waren die Sprachkarten für die Lernenden verständlich und selbsterklärend. Lediglich bei der Verwendung des Wiederholungszeichens traten Schwierigkeiten und Unverständnis bei den Lernenden auf. So war der Person in der Rolle der Maschine unklar, wie oft die Wiederholung durchgeführt werden soll. Die Lehrkraft wies demnach darauf hin, dass das Wiederholungszeichen mit den Schüler\*innen genauer besprochen werden sollte (Frage 4). Auch bei den Automatenmodellen betonte sie, dass die Modelle zwar sehr anschaulich für die Lernenden sind, jedoch so komplex, dass diese erläutert werden müssen (Frage 3). Bei der Durchführung zeigte sich, dass die meisten Schüler\*innen angemessen gefordert und gefördert wurden. Die Lehrkraft schlug dennoch vor, weitere Differenzierungsmöglichkeiten zu einer vertiefenden Auseinandersetzung mit dem Bau beziehungsweise der Funktion von Automaten, vor allem hinsichtlich der Fachsprache anzubieten (Frage 5). Die eingesetzten Materialien und Aufgaben erwiesen sich bei der Erprobung weitestgehend als „didaktisch qualitativ“ (Wiater, 2015, S. 238) und unterstützten die Schüler\*innen dabei die verschiedenen Kompetenzen zu erreichen. Dabei merkte die Lehrkraft jedoch an, dass einzelne Kompetenzen nur im Plenum angesprochen und nicht weiter vertieft wurden (Frage 8).

An dieser Stelle lässt sich mit der Analyse auf der Inhaltsebene anknüpfen. Insgesamt konnten die Lernenden alle Lernziele mit dem geplanten Unterricht erreichen. Dabei zeigten sie sich in keiner der Unterrichtsphasen unterfordert oder überfordert. Den Umgang mit den Automatenmodellen konnten sie in der Arbeitsphase erlernen, während die Wiederholung des Unterrichtsinhalts in der Reflexionsphase und in der Sicherungsphase zum

Abschluss dazu beitrug, dass die Schüler\*innen die Notwendigkeit einer formalen Sprache erkannt haben. Insgesamt lernten sie somit die zentralen Elemente und Bestandteile eines endlichen Automaten kennen und erreichten somit auch das Hauptlernziel der Unterrichtsstunde (Frage 6). Da einige Kompetenzen jedoch nur im Plenum gefordert und gefördert wurden, ist davon auszugehen, dass nicht alle Schüler\*innen die Lernziele erreicht haben, sondern eher die Lernenden, die dem Unterrichtsgespräch aufmerksam gefolgt sind.

Die Einschätzung der Lernvoraussetzungen bewies sich auch bei der zweiten Erprobung. Es zeigte sich, dass die Schüler\*innen dieselben Voraussetzungen mitbrachten, wie die Parallelklasse, in der der Unterricht zuvor erprobt worden ist.

Die Fachsprache wurde von der Lehrkraft im Unterricht angemessen verwendet und vermittelt, fand jedoch keinen weiteren Einsatz im Unterricht, da keine Arbeitsphase vorhanden war, bei der diese erforderlich war.

Im Rahmen der offenen Fragen merkte die Lehrkraft an, dass die Unterrichtsstunde sehr umfangreich war und inhaltlich reduziert werden sollte. Außerdem verweist sie auf die häufigen Unterbrechungen durch die Lehrkraft in der Arbeitsphase, die den Unterrichtsverlauf stören und empfiehlt stattdessen individuelle Hilfestellungen durch die Lehrkraft anzubieten.

#### **4.4.2 Re-Design des Unterrichts**

Basierend auf der zuvor beschriebenen Analyse der zweiten Unterrichtserprobung ergeben sich erneut Änderungen für die Unterrichtsplanung. Diese werden wie zuvor chronologisch, an der Struktur des Unterrichts orientiert, erläutert. Die überarbeitete Unterrichtsplanung wird in einer weiteren überarbeiteten Verlaufsplanung festgehalten (siehe Anhang). Die Änderungen werden durch Unterstreichungen gekennzeichnet. Mit Blick auf die Forschungsmethode des Design-Based-Research erfolgt nun die erneute und finale Weiterentwicklung des Unterrichtsplanung.

Die Lernziele für die Unterrichtsstunde bleiben bestehen, da sich diese bei der Erprobung bewährt haben und alle erreicht werden konnten.

Da die Einstiegsphase bei der Durchführung länger als fünf Minuten in Anspruch genommen hat, wird diese, auf Empfehlung der Lehrkraft hin, unterteilt in Einstieg und Hinführung. Der Einstieg umfasst somit nur noch das Erfassen des Vorwissens der Lernenden zum Thema Automaten. Bei der Erprobung hat es sich als sinnvoll erwiesen, die

Schüler\*innen nach den Gemeinsamkeiten der Automatenbeispiele zu fragen, sodass diese Überlegung mit in der Verlaufsplanung aufgenommen wird. Die Hinführung zur Forscherfrage wird in der Verlaufsplanung von dem Einstieg getrennt und als Hinführung in der Verlaufsplanung kenntlich gemacht. Beide Phasen werden für jeweils fünf Minuten angesetzt. Weitere Änderungen werden für diese Phasen nicht vorgenommen.

Die erste Erarbeitungsphase bleibt grundsätzlich erhalten, wird jedoch insgesamt stark reduziert, da sich diese Phase bei der Erprobung als inhaltlich überfüllt und von Unterbrechungen geprägt erwiesen hat (Frage 10). Dazu wird zunächst die Anzahl der Automatenmodelle mit denen die Schüler\*innen arbeiten sollen reduziert. Das Basis Modell wird nicht weiterverwendet, da sich im Unterricht gezeigt hat, dass die Automatenmodelle ohnehin von der Lehrkraft erläutert werden müssen (Frage 3). Modell 1 unterscheidet sich nur minimal von dem Basis Modell und wird stattdessen als Einstiegsmodell für die Lernenden verwendet. Auf Modell 2 wird nun verzichtet, da sich die Wiederholung bei beiden Durchführungen des Unterrichts als schwer verständlich für die Schüler\*innen erwiesen hat (Lehrkraft A und B Frage 3). Da der Aufbau der formalen Sprache außerdem kein Bestandteil des Unterrichts mehr ist, ist das Kennenlernen der Wiederholung ohnehin nicht notwendig, um die Lernziele zu erreichen. Durch den Verzicht auf das Wiederholungszeichen kann somit die Unterrichtsstunde inhaltlich entlastet und Unverständnis bei den Schüler\*innen vermieden werden. Um dennoch ein zweites Modell im Unterricht anzubieten, wird das komplexe Modell ohne Wiederholung als Modell 2 angeboten. Die Arbeitsphase, um den Umgang mit den Modellen zu erlernen, bleibt erhalten. Es wird jedoch auf die Zwischenreflexion verzichtet, um so die Anzahl der Unterbrechungen zu verringern (Frage 10). Stattdessen wird zum einen zur Erläuterung des Arbeitsauftrags eine Probehandlung von der Lehrkraft mit einem\*einer Schüler\*in eingeschoben und zum anderen individuelle Hilfestellung von der Lehrkraft angeboten (Frage 2 und Frage 10). Auf diese Weise wird der Arbeitsauftrag anschaulicher dargestellt, sodass viele Fragen der Schüler\*innen im Vorhinein geklärt werden können und außerdem eine optimale und individuelle Förderung in der Arbeitsphase erreicht. Alle anderen Aspekte der ersten Erarbeitung werden beibehalten.

Die zweite Erarbeitungsphase bleibt weitestgehend bestehen, da sich diese bei der Erprobung bewährt hat. Es werden lediglich weitere Fragen zur Reflexion der vorherigen Arbeitsphase in der Verlaufsplanung ergänzt. Hierbei sollen die Schüler\*innen reflektieren und überlegen, welche Unterschiede und Besonderheiten zwischen den Modellen festzustellen sind. Diese Reflexionsfragen wurden bereits bei der Erprobung abweichend von

der Planung genutzt und haben sich dabei als sinnvoll erwiesen. Die Fragen eigneten sich besonders, um zur nächsten Erarbeitungsphase überzuleiten und werden somit als fester Bestandteil des Unterrichts übernommen (Frage 1).

Auch die Struktur der Sicherung und des Abschlusses der Unterrichtsstunde bleiben wie geplant bestehen. Diese hat sich bei der Erprobung bewährt und kann somit beibehalten werden. Die Arbeitsblätter werden jedoch ergänzt, da sich bei der Erprobung herausgestellt hat, dass die Kompetenzen zum Teil nur im Plenum gefordert und gefördert werden. Dazu werden zwei neue Aufgaben entwickelt. Zum einen soll die Forscherfrage anhand einer Multiple-Choice Aufgabe aufgegriffen werden. Dabei sollen die Lernenden aus verschiedenen Antwortmöglichkeiten auswählen, welche Bestandteile für Maschinen gebraucht werden, damit diese selbständig Aufgaben erledigen können. Zusätzlich wird auch eine offene Frage gestellt, bei der die Schüler\*innen begründen sollen, warum eine formale Sprache notwendig ist, um mit Maschinen zu kommunizieren. Mit diesen Aufgaben wird sichergestellt, dass auch Schüler\*innen, die sich nicht am Unterrichtsgespräch beteiligen, alle Lernziele erreichen (Frage 7). Um sicherzustellen, dass die Aufgaben von allen Schüler\*innen bearbeitet werden können, werden auch zu den beiden Aufgaben Tippkarten erstellt. Des Weiteren werden die bestehenden Aufgaben des Arbeitsblattes abgeändert, da das Wiederholungszeichen kein Bestandteil der Unterrichtsstunde mehr ist. Dazu müssen insbesondere die Aussagen der zweiten Aufgabe verändert werden. Hier werden neue Aussagen eingebaut, die sogar dazu beitragen, dass die Fachbegriffe von Automatenmodellen vertieft werden (Frage 5). Die Tippkarten werden entsprechend überarbeitet, sodass die Differenzierung des Arbeitsblattes erhalten bleibt. Zuletzt werden sämtliche Materialien so überarbeitet, dass das Wiederholungszeichen kein Bestandteil des Unterrichts mehr ist.

## **5. Beantworten der Forschungsfragen**

Neben der Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung zum Thema „Sprachen und Automaten“ sollen im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit drei Forschungsfragen beantwortet werden. In Kapitel 2.3 wurden diese bereits vorgestellt und theoretisch eingeordnet. Anhand der Selbsteinschätzung der Autorin sowie der ausgefüllten Fragebögen und Beobachtungsbögen werden die Forschungsfragen zur Unterrichtserprobung im folgenden Kapitel beantwortet.



## *1. Inwiefern ist das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ altersgerecht für eine vierte Klasse umgesetzt?*

Bei der Weiterentwicklung des Unterrichtsentwurfes zeigte sich, dass dieser insgesamt zu umfangreich und komplex für eine vierte Klasse ohne Vorwissen ist. Es wurde deutlich, dass zu viele Lernziele in kurzer Zeit erreicht werden sollen und die Lernenden mit zu viel neuem Inhalt auf einmal konfrontiert werden. Durch die Weiterentwicklung des Entwurfes konnte die Unterrichtsstunde jedoch inhaltlich reduziert und zugänglicher für die Schüler\*innen gestaltet werden. Bei den Erprobungen konnte dann sichergestellt werden, dass die Inhalte des Unterrichts zugänglich für die Lernenden sind und die Thematik altersgerecht umgesetzt wurde. Dabei wurde besonders deutlich, dass der Lebensweltbezug des Turmbaus mit Legosteinen sowie der informatische Bezug sehr motivierend für die Schüler\*innen ist und ihnen große Freude am Lernen bereitet.

### *1.1 Können die Schüler\*innen das Zustandsübergangsdiagramm in seiner didaktisch reduzierten Form nutzen?*

Die ursprünglichen Zustandsübergangsdiagramme waren laut Rückmeldung der erfahrenen Lehrkraft zu komplex für die Schüler\*innen um in das Thema einzusteigen. Aus diesem Grund wurden die Zustandsübergangsdiagramme im Rahmen des Design-Based Research weiter reduziert. Die veränderten Modelle konnten von den Schüler\*innen bei den Erprobungen weitestgehend genutzt werden. Dabei wurde jedoch deutlich, dass das Wiederholungszeichen den Schüler\*innen häufig unklar war.

### *1.2 Können die Schüler\*innen die formale Sprache in ihrer didaktisch reduzierten Form nutzen?*

Bei den Erprobungen zeigte sich, dass die Schüler\*innen weitestgehend problemlos mit den Sprachkarten umgehen konnten. Dabei wurde jedoch auch deutlich, dass die Wiederholung für die Schüler\*innen eher unverständlich waren.

## *2. Welche Lernziele lassen sich mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ erreichen?*

Der von der Arbeitsgruppe bereitgestellte Unterrichtsentwurf schlug bereits verschiedene Lernziele vor, die mit dem Unterricht zum Thema Sprachen und Automaten am Gegenstand des Turmbaus erreicht werden sollen. Inwiefern konnten diese Ziele bei der Durchführung des geplanten Unterrichts jedoch tatsächlich erreicht werden, sodass sie sich bei den Schüler\*innen gezeigt haben? Mit Bezug zu den Kapitel 4.3 und 4.4 ist festzuhalten, dass die ursprünglich ausgewiesenen Lernziele nicht alle mit der Durchführung des

geplanten Unterrichts erzielt werden konnten. Bei der Weiterentwicklung und Erprobung des Unterrichts zeigte sich, dass die angesetzten Lernziele zu umfassend für die Unterrichtsstunde sind. Außerdem wurde deutlich, dass der Unterricht und dessen methodische Gestaltung viele der ausgewiesenen Lernziele nicht fördert und diese von den Lernenden nicht erreicht werden können. Aus diesen Gründen wurden die Lernziele bei der Weiterentwicklung des Unterrichts reduziert und angepasst, sodass nun die folgenden Lernziele mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ erreicht werden können:

**Hauptlernziel:** Die Schüler\*innen lernen die zentralen Elemente eines endlichen Automaten kennen.

**Teillernziele:**

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schüler\*innen erkennen und erläutern die Notwendigkeit des Einsatzes einer formalen Sprache.

Die Unterschiede beim Erreichen der Lernziele können nur schwer beurteilt werden, da keine Leistungsüberprüfung im Anschluss an die Erprobung durchgeführt wurde. Da einzelne Lernziele jedoch nur im Plenum gefördert wurden, ist davon auszugehen, dass nicht alle Lernenden die Ziele gleichermaßen erreicht haben. Um jedoch sicherzustellen, dass die Schüler\*innen die Lernziele auch langfristig erreichen und die neu erworbenen Kompetenzen anwenden können, ist es sinnvoll, die Unterrichtsstunde zu einer Unterrichtsreihe zum Thema Sprachen und Automaten auszuweiten. Auf diese Weise könnten die Schüler\*innen die Kompetenzen wie von der GI (2019) gefordert nachhaltig und langfristig erwerben und vertiefen.

*3. Inwiefern können fachfremde Lehrkräfte sich vorstellen, das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ im Unterricht einzusetzen?*

Insgesamt zeigten sich die Lehrkräfte sehr interessiert an der Umsetzung des informatischen Themas Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“. Lehrkraft A meldet zurück, dass die Schüler\*innen sehr viel Freude an der Unterrichtsstunde hatten und sehr motiviert waren. Sie sieht außerdem einen Zusammenhang zum Mathematikunterricht und dem Thema Baupläne und könnte sich somit gut vorstellen den Unterricht selbst durchzuführen. Eine ähnliche Rückmeldung hat auch Lehrkraft B gegeben. Sie empfindet den Entwurf mit seiner informatischen Perspektive, der Handlungs- und

Problemorientierung als auch dem Lebensweltbezug als sehr motivierend für die Lernenden und würde diesen ebenfalls selbst im Unterricht verwenden. Die dritte Lehrkraft äußert sich nicht dazu, ob sie den Unterrichtsentwurf einsetzen würde. Sie erläutert jedoch auch, dass sie eine Verbindung zum Mathematikunterricht und dem Thema Kombinatorik sieht.

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass der informatische Unterrichtsentwurf „Turmbau“ durchaus positive Rückmeldungen von den fachfremden Lehrkräften erhalten hat und auch von ihnen genutzt werden würde. Dennoch lässt sich festmachen, dass es sich dabei um keine repräsentative Rückmeldung handelt, da nur drei verschiedene Personen befragt wurden.

## **6. Reflexion der Forschungsmethode**

Der Design-Based Research Ansatz erwies sich als sinnvolle Forschungsmethode, um den Unterrichtsentwurf „Turmbau“ zum Thema Sprachen und Automaten auf seine Tauglichkeit in der Praxis hin zu untersuchen. Im Rahmen des Design-Based Research konnte die Intervention gleichzeitig so weiterentwickelt werden, dass sie in der Praxis eingesetzt werden kann. Des Weiteren diente die Forschungsmethode der Untersuchung als sinnvolle Struktur, um bei der Weiterentwicklung strukturiert und wissenschaftlich vorzugehen. Auch ermöglichte die Forschungsmethode das Einbeziehen und Verknüpfen von Wissenschaft und Praxis. So konnte zum einen auf verschiedenen Theorien zur Informatik, zur Informatikdidaktik sowie zur Unterrichtsplanung zurückgegriffen werden, aber auch die Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Lehrpläne, berücksichtigt werden. Zum anderen konnte auch die Meinung von erfahrenen Lehrkräften hinzugezogen werden, indem diese die Planung absicherten und bei der Erprobung ihre praktische Erfahrung einbezogen, um eine Rückmeldung zum durchgeführten Unterricht zu geben. Die Untersuchung zeigte, dass diese Kombination zu einer Verbesserung der Unterrichtsplanung geführt hat. Wie auch Engelhardt (2020) feststellt, wurde deutlich, dass besonders „der Austausch von Personen mit verschiedenem Wissen- und Erfahrungsstand hinsichtlich des fachlichen Inhaltes und bezüglich praktischer Unterrichtsmethoden“ (S. 61) dabei für die Weiterentwicklung des Unterrichtsentwurfs gewinnbringend war.

Allerdings ist anzumerken, dass nicht der gesamte Forschungsprozess des Design-Based Research im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführt werden konnte. Somit ist

davon auszugehen, dass weitere Erprobungen der Unterrichtsplanung im Sinne des Design-Based Research die Intervention weiter verbessern würden. Und auch die nicht durchgeführten Phasen, die Generierung von „design principles“ sowie die summative Evaluation, können weitere Erkenntnisse darüber liefern, wie Unterrichtsentwürfe der Informatikdidaktik für die Primarstufe aussehen und entwickelt werden können.

## 7. Fazit und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, inwieweit der Einsatz des Unterrichtsentwurf „Turmbau“ in der Praxis gelingt sowie mit Hilfe des Design-Based Research Ansatzes den Unterricht in verschiedenen Zyklen durch Testung, Evaluation und Neuentwurf weiterzuentwickeln und zu optimieren. Dazu wurden verschiedene Forschungsinstrumente eingesetzt, die dazu beitragen sollten, dass eine Anpassung des Unterrichts möglich ist.

Bei der Untersuchung zeigte sich, dass der Unterrichtsentwurf „Turmbau“ allgemein eine gute Idee darstellt, wie Informatikunterricht in die Grundschule gebracht werden kann. Es wurde insbesondere deutlich, dass das Unterrichtskonzept mit seiner Einbettung in den „Turmbau“ sehr motivierend für die Schüler\*innen ist. Allerdings zeigte sich bei der Untersuchung auch, dass der ursprüngliche Entwurf sehr komplex und inhaltliche überfüllt war. Auch die Lernziele konnten nicht alle erreicht werden. Durch die Erprobungen und die Rückmeldungen der verschiedenen Lehrkräfte konnten die Problemstellen des Entwurfs jedoch aufgedeckt und verändert werden. Anhand verschiedener Vorschläge und Handlungsalternativen der Lehrkräfte konnte der Unterricht dann weiterentwickelt und optimiert werden, sodass er den Anforderungen der realen Schulpraxis gerecht wurde und gut anwendbar ist. Von besonderem Vorteil erwies sich dabei die wiederholte Erprobung der Unterrichtsentwurfes durch eine andere Lerngruppe sowie Lehrkraft. Auf diese Weise konnte der Unterricht auch mit nur einer kleinen Stichprobe zu einer fundierten Interventionsmöglichkeit weiterentwickelt werden.

Aus der vorliegenden Arbeit ergeben sich jedoch weitere Fragen und Aspekte, die weiterhin betrachtet werden sollten. Mit Blick auf den Design-Based Research Ansatz und der Modellierung nach Euler (2014) bietet es sich an, die Unterrichtsplanung mit den noch fehlenden Schritten weiterzuentwickeln und beispielsweise in einer weiterführenden Untersuchung die allgemeine Anwendbarkeit mit größeren Stichproben zu überprüfen (*Evaluate Intervention summatively*). Auch müsste die zuletzt überarbeitete

Unterrichtsplanung erneut erprobt werden. Dabei bietet es sich außerdem an, zu überprüfen, ob die Lernenden die Lernziele tatsächlich erreichen. Hierzu könnten Tests oder Interviews mit den Schüler\*innen durchgeführt werden, bei denen das Gelernte übertragen werden muss.

Abschließend ist festzuhalten, dass der Unterrichtsentwurf eine Möglichkeit darstellt, wie einzelne Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Sprachen und Automaten“ der GI (2019) didaktisch realisiert und in der Grundschule umgesetzt werden können. Somit leistet die vorliegende Arbeit einen ersten Beitrag zur Integration der informatischen Bildung an Grundschulen.

## Literaturverzeichnis

- Backus-Naur-Form. (2022, 16. Juni). In: *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*.  
<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Backus-Naur-Form&ol-did=223748201>
- Becker, G. E. (2007). *Unterricht planen*. Beltz.
- Bulirsch, E. (2022). *Der 'Farbmischautomat' – Durchführung und Evaluation einer Unterrichtseinheit im Bereich 'Sprachen und Automaten' nach der Schuleingangsphase unter besonderer Betrachtung der Lernvoraussetzungen und Lernziele*.  
[https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2022\\_bulirsch\\_farbmischautomat\\_grundschule.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2022_bulirsch_farbmischautomat_grundschule.pdf)
- Deitmer, M. (2019). *Der ‚Passwortprüfautomat‘ – Entwurf, Durchführung und Evaluation einer Unterrichtseinheit im Bereich „Sprachen und Automaten“ für die Jahrgangsstufe vier*.  
[https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2019\\_deitmer\\_grundschule\\_passwortpr\\_fautomat.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2019_deitmer_grundschule_passwortpr_fautomat.pdf)
- Engelhardt, N. (2020). *Museums-Automat – Pilotstudie zu einer Unterrichtseinheit im Bereich „Sprachen und Automaten“ für die Jahrgangsstufe vier*.  
[https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2020\\_engelhardt\\_grundschule\\_museums\\_automat.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2020_engelhardt_grundschule_museums_automat.pdf)
- Erweiterte Backus-Naur-Form. (2022, 8. Februar) In: *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*.  
[https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Erweiterte\\_Backus-Naur-Form&ol-did=219992524](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Erweiterte_Backus-Naur-Form&ol-did=219992524)
- Euler, D. (2014). Design-Research – a paradigm under development. In D. Euler & P. F. E. Sloane (Hrsg.), *Design-Based Research* (S. 15-45). Franz Steiner Verlag.
- Gesellschaft für Informatik (GI) (Hrsg.). (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*.  
[https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/2345/52-GI-Empfehlung-Bildungsstandards\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/2345/52-GI-Empfehlung-Bildungsstandards_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [zuletzt abgerufen am 10.09.2022]
- Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (Hrsg.). (2016). *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II*.  
<https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/2350/57-GI-Empfehlung-Bildungsstandards-Informatik-SekII.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [zuletzt abgerufen am 10.09.2022]
- Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) (Hrsg.). (2019). *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*.  
[https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung\\_Kompetenzen\\_informatische\\_Bildung\\_Primarbereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung_Kompetenzen_informatische_Bildung_Primarbereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [zuletzt abgerufen am 18.10.2022]

- Hedtstück, U. (2012). *Einführung in die Theoretische Informatik: Formale Sprachen und Automatentheorie* (5. Aufl.). Oldenburg Wissenschaftsverlag.
- Hoffmann, B. (2018). *Der Unterrichtsentwurf* (2. Aufl.). Schneider Verlag Hohengehren.
- Hopcroft, J. E., Motwani, R. & Ullman, J. D. (2011). *Einführung in Automatentheorie, formale Sprachen und Berechenbarkeit* (3. Aufl.). Pearson Studium.
- Humbert, L.; Thomas, M; Haselmeier, K.; Best, A. & Freudenberg, R. (2019). *Informatische Bildung in der Grundschule wagen – Ein Plädoyer*.  
<https://gi.de/themen/beitrag/informatische-bildung-in-der-grundschule-wagen-ein-plaedoyer/> [zuletzt abgerufen am 18.10.2022]
- Kliebisch, U. W. & Meloefski, R. (2013). *Lehrer Sein: Erfolgreich handeln in der Praxis (Band 1)* (6. Aufl.). Schneider Verlag Hohengehren.
- Leisen, J. (2013): *Handbuch zur Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis*. Ernst Klett Sprachen GmbH.
- Marquardt-Mau, B. (2011): Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht. Fachblick von Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau. In: Deutsche Telekom Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (Hrsg.): *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus prima(r)forscher* (S. 32-38). Deutsche Kinder- und Jugendstiftung.
- Ministerium für Schule und Bildung (MSB) (Hrsg.). (2019). *Ministerin Gebauer: Landesregierung bringt Einführung der Fächer Wirtschaft und Informatik für alle Schulformen auf den Weg. Kabinett leitet Verbändebeteiligung zur Änderung der Ausbildungs- und Prüfungsordnungen ein*.  
<https://www.land.nrw/pressemitteilung/ministerin-gebauer-landesregierung-bringt-einfuehrung-der-faecher-wirtschaft-und> [zuletzt abgerufen am 18.10.2022]
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (MSW NRW) (Hrsg.). (2008a). *Kompetenzorientierung – Eine veränderte Sichtweise auf das Lehren und Lernen in der Grundschule*. [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_gs/LP\\_GS\\_Handreicherung.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/LP_GS_Handreicherung.pdf)
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (MSW NRW) [Hrsg.]. (2008b). *Lehrplan Mathematik für die Grundschulen des Landes Nordrhein-Westfalen* [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_gs/GS\\_LP\\_M.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/GS_LP_M.pdf)
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW (MSW NRW) [Hrsg.]. (2021). *Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen*. [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_PS/ps\\_lp\\_sammelband\\_2021\\_08\\_02.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf)
- RedaktionsNetzwerkDeutschland (RND) (Hrsg.). (2022). *Inhalte bereits in der Grundschule verpflichtend. Schule: Informatik soll Pflichtfach werden – fordern Bildungsexperten*.

<https://www.rnd.de/politik/schule-informatik-soll-pflichtfach-werden-fordern-bildungsexperten-WBH2GHTZZWUGIFABPRYUCATLHE.html> [zuletzt abgerufen am 18.10.2022]

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design- Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33 (1), S.52-69.

Schmid, U. (o.D.). *Informatik in der Grundschule — Überforderung oder gute Idee*. [https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/fakultaeten/wiai\\_professuren/prof\\_kognitive\\_systeme/projects/feli/Produkte/2001\\_WES\\_Digital-kompetent\\_god03\\_tk\\_cropped.pdf](https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/fakultaeten/wiai_professuren/prof_kognitive_systeme/projects/feli/Produkte/2001_WES_Digital-kompetent_god03_tk_cropped.pdf) [zuletzt abgerufen am 18.10.2022]

Schubert, S. & Schwill, A. (2011). *Didaktik der Informatik* (2. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag.

Standop, J. & Jürgens, E. (2015). *Unterricht planen, gestalten, evaluieren*. Julius Klinkardt.

Wiater, W. (2015): *Unterrichtsplanung. Prüfungswissen – Basiswissen Schulpädagogik*. Auer Verlag.

Zierer, K., Speck, K. & Moschner, B. (2013). *Methoden erziehungswissenschaftlicher Forschung*. Reinhardt.

Zustandsübergangsdiagramm. (2021, 17. Oktober). In: *Wikipedia – Die freie Enzyklopädie*. <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zustandsübergangsdiagramm&olddid=216434011>



# Anhang

<b>I. Exposé .....</b>	<b>- 62 -</b>
<b>II. Handreichung.....</b>	<b>- 64 -</b>
Überblick .....	- 64 -
Einführung in den fachlichen Inhalt .....	- 64 -
Einordnung in den Perspektivrahmen Sachunterricht der GDSU .....	- 66 -
Einordnung in die GI-Standards .....	- 66 -
Didaktischer Kommentar .....	- 66 -
Lernziele .....	- 68 -
<b>III. Tabellarischer Unterrichtablauf .....</b>	<b>- 69 -</b>
<b>IV. Unterrichtsmaterialien .....</b>	<b>- 73 -</b>
i. Plakat mit Forscherfrage .....	- 73 -
ii. Knobelaufgabe .....	- 74 -
iii. Automatenmodell (einfaches Niveau) .....	- 75 -
iv. Tafelbild zum Aufbau der Sprachkarten (einfaches Niveau) .....	- 75 -
v. Automatenmodell (komplexeres Niveau) .....	- 76 -
vi. Tafelbild zum Aufbau der Sprachkarten (komplexeres Niveau) .....	- 76 -
vii. Beispiel für den Wortspeicher .....	- 77 -
viii. Arbeitsblatt .....	- 78 -
viii. Lösungskarte .....	- 81 -
ix. Tippkarten .....	- 82 -
x. Sprachkarten für das Tafelbild mit komplexeren Niveau .....	- 84 -
xi. Sprachkarten für das Tafelbild mit einfacherem Niveau .....	- 90 -
xii. Literaturverzeichnis .....	- 94 -
<b>V. Forschungsinstrumente .....</b>	<b>- 95 -</b>
i. Fragebogen zur Einschätzung des Unterrichtsentwurfes .....	- 95 -
ii. Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde .....	- 99 -
<b>VI. Einschätzung einer Fachlehrkraft.....</b>	<b>- 102 -</b>
i. Ausgefüllter Fragebogen zur Einschätzung des Unterrichtsentwurfes .....	- 102 -
ii. Überarbeiteter Verlaufsplan .....	- 107 -
iii. Überarbeitete Unterrichtsmaterialien .....	- 113 -
Knobelaufgabe .....	- 113 -
Modelle .....	- 114 -
Wortspeicher .....	- 116 -

Arbeitsblatt .....	- 117 -
<b>VII. Erste Unterrichtserprobung .....</b>	<b>- 120 -</b>
i. Ausgefüllter Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde ..... (Lehrkraft A).....	- 120 -
ii. Überarbeiteter Verlaufsplan.....	- 124 -
iii. Überarbeitete Unterrichtsmaterialien.....	- 130 -
Materiallisten für die Modelle .....	- 130 -
Arbeitsplatz der Maschine .....	- 133 -
Sprachkarten für die Schüler*innen.....	- 134 -
Aufgabe 4 überarbeitet.....	- 135 -
<b>VIII. Zweite Unterrichtserprobung .....</b>	<b>- 136 -</b>
i. Ausgefüllter Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde ..... (Lehrkraft B).....	- 136 -
ii. Überarbeiteter Verlaufsplan.....	- 139 -
iii. Überarbeitete Unterrichtsmaterialien.....	- 146 -
Modelle .....	- 146 -
Materialliste zu Modell 2 .....	- 147 -
Wortspeicher .....	- 148 -
Arbeitsblatt .....	- 149 -
Lösungskarte.....	- 153 -
Tippkarten.....	- 154 -
Sprachkarten .....	- 155 -

## **I. Exposé**

„In der Lebenswelt von Kindern und Jugendlichen sind Informatiksysteme allgegenwärtig, beispielsweise in Form von Smartphone, Tablet, Spielkonsolen, und mittlerweile sogar bei der Art, wie wir lernen und lehren“ (BMBF17, S.10). Damit Schülerinnen und Schüler künftig mit alltäglichen Problemen informatischen Ursprungs umgehen können, ist es notwendig, dass sie grundlegende, informatische Kompetenzen erwerben. Denn trotz der häufigen Konfrontation mit Informatik im Alltag von Kindern, ist informatische Bildung noch kein fester Bestandteil einer allgemeinen Grundbildung und kein Teil der Lehrpläne an Grundschulen (vgl. BMBF17; EN20). Um dennoch den Erwerb informatischen Grundwissens an Grundschulen zu ermöglichen, schlägt die Gesellschaft für Informatik<sup>3</sup> „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ (GI19) vor. In ihrem Kompetenzrahmen hat die GI jeweils fünf verschiedene prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen verankert, die als Orientierung und Empfehlung für Lehrkräfte dienen sollen, um Informatikunterricht zu gestalten (GI19).

Informatik ist jedoch noch kein eigenes Fach an Grundschulen, nicht Teil des Curriculums und auch kein fester Bestandteil der Ausbildung von Lehrkräften. Dies bedeutet, dass Lehrkräften der Zugang zum Informatikunterricht erleichtert werden muss, indem geeignete und besonders gut vorbereitete, bestmöglich sogar erprobte Materialien zur Verfügung gestellt werden (vgl. HTHBF19; EN20; SC). Eine didaktisch passende Reduktion von Informatikkonzepten und klar entwickelte Unterrichtsabläufe würde es den Lehrkräften ermöglichen mit nur wenig Vorkenntnissen, entspannt Informatikunterricht durchzuführen (vgl. SC). Genau an dieser Stelle setzt die Westfälische Wilhelms-Universität Münster mit ihrem Projekt „Informatik in der Grundschule (IGS)“ an: In Kooperation mit Grundschullehrkräften werden verschiedene Unterrichtsentwürfe in einem Design-Based-Research-Ansatz entwickelt, erprobt und evaluiert.

In der vorliegenden Arbeit soll im Rahmen dieses Projekts ein Unterrichtsentwurf zum Gegenstand Turmbau mit dem Inhalt Sprache und Automaten mit Rückgriff auf den Design-Based-Research-Ansatz weiterentwickelt und optimiert werden, sodass er sich für den Einsatz im Grundschulunterricht eignet. Ziel dabei ist es, sicher zu stellen, dass der Unterrichtsentwurf in der Grundschule eingesetzt werden kann.

Geleitet von drei Forschungsfragen, soll die Weiterentwicklung des Unterrichtsentwurfes dabei wie folgt ablaufen: Zunächst sichten mindestens zwei Lehrkräfte den

---

<sup>3</sup> Im Folgenden mit GI abgekürzt

Unterrichtsentwurf und bewerten diesen mittels eines Beobachtungsbogens. Die Rückmeldungen der Lehrkräfte sind anschließend Grundlage, für die Überarbeitung und Weiterentwicklung des Entwurfs. Nach der Überarbeitung wird die weiterentwickelte Unterrichtsplanung in der Praxis durchgeführt. Hierbei soll mit Hilfe eines Beobachtungsbogen beurteilt werden, wie gut sich die Planung umsetzen ließ und an welcher Stelle es Verbesserungsbedarf gibt. Anschließend soll der Entwurf wiederum verbessert werden und in einer weiteren Klasse durchgeführt werden. Daraufhin soll der Unterrichtsentwurf abschließend noch einmal überarbeitet werden. Die daraus gewonnen Daten werden zudem auf Basis der Forschungsfragen ausgewertet:

1. Inwiefern ist das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ altersgerecht für eine vierte Klasse umgesetzt?
  - 1.1 Können die Schülerinnen und Schüler das Zustandsübergangsdiagramm in seiner didaktisch reduzierten Form nutzen, um Automaten zu beschreiben?
  - 1.2 Können die Schülerinnen und Schüler die formale Sprache in ihrer didaktisch reduzierten Form nutzen?
2. Welche Lernziele lassen sich mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ erreichen?
3. Inwiefern können fachfremde Lehrkräfte sich vorstellen das Thema Sprachen und Automaten mit dem Unterrichtsentwurf „Turmbau“ im Unterricht einzusetzen?

- [BMBF17] Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2017). Haus der kleinen Forscher. Informatik entdecken – mit und ohne Computer  
[https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1\\_Forschen/Themen-Broschueren/Broschuere\\_Informatik\\_2017.pdf](https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Themen-Broschueren/Broschuere_Informatik_2017.pdf)
- [SC] Schmid, U. (o.D.). *Informatik in der Grundschule — Überforderung oder gute Idee*.  
[https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/fakultaeten/wiai\\_professuren/prof\\_kognitive\\_ss/system/projects/feli/Produkte/2001\\_WES\\_Digital-kompetent\\_god03\\_tk\\_cropped.pdf](https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/uni/fakultaeten/wiai_professuren/prof_kognitive_ss/system/projects/feli/Produkte/2001_WES_Digital-kompetent_god03_tk_cropped.pdf)
- [HTHBF19] Humbert, L.; Thomas, M.; Haselmeier, K.; Best, A. & Freudenberg, R. (2019): Informatische Bildung in der Grundschule wagen – ein Plädoyer. <https://gi-radar.de/233-informatik-im-primarbereich/>
- [EN20] Engelhardt, N. (2020). *Museums-Automat – Pilotstudie zu einer Unterrichtseinheit im Bereich „Sprachen und Automaten“ für die Jahrgangsstufe vier*.  
[https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2020\\_engelhardt\\_grundschule\\_museums\\_automat.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/idmi/ag-thomas/publikationen/2020_engelhardt_grundschule_museums_automat.pdf)

## II. Handreichung

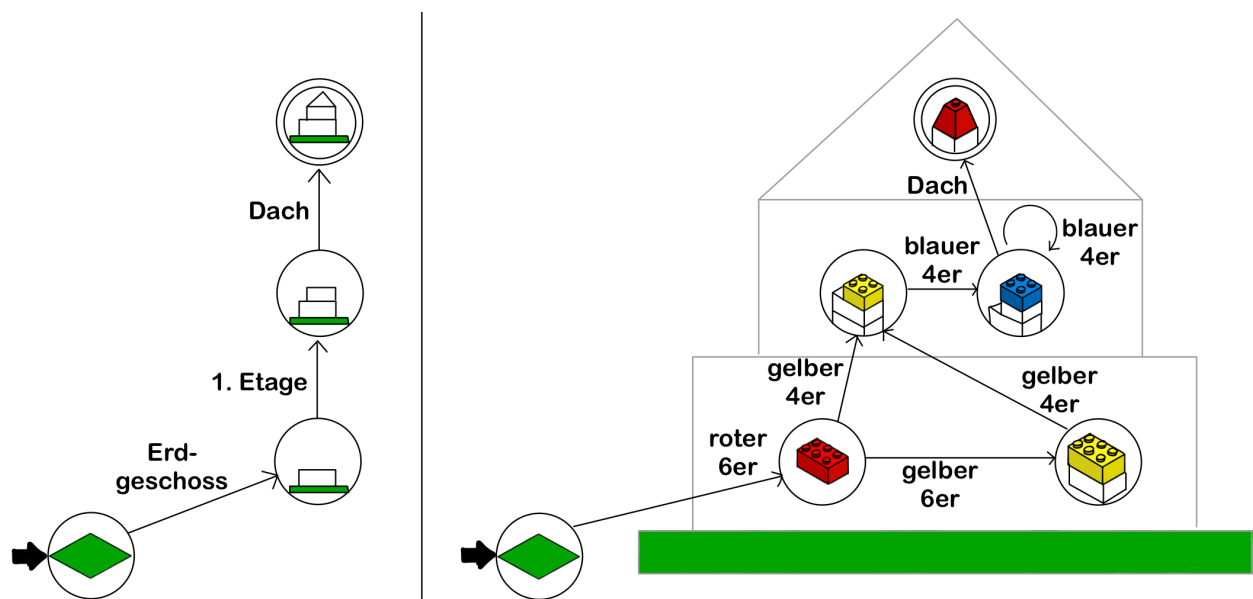
### Turmbau

#### Überblick

Die Schüler\*innen befassen sich mit informatischen Automatenmodellen und formaler Sprache mithilfe von Türmen aus LEGO®-Steinen. Die Kinder beginnen damit Türme aus LEGO®-Steinen zu bauen und diese anhand eines Automatenmodells in die richtige Reihenfolge zu bringen. Die formale Sprache beschreibt diesen Prozess über einen konkreten Weg, der für eine Maschine verständlich ist. Im weiteren Verlauf besteht die Aufgabe darin, dass die Kinder ihr Verständnis auf Arbeitsblättern vertiefen. Auf diesen sollen sie zum Beispiel eine eigene Bauanleitung, also ein eigenes Automatenmodell, kreieren.

#### Einführung in den fachlichen Inhalt

Die Grundlage für das Automatenmodell stellt ein Turmbau aus LEGO®-Steinen dar. Dieser wird, erst grob und dann spezifisch beschrieben:



Im linken Modell wird der Turm in Etagen unterteilt: Erdgeschoss, 1. Etage und Dach. Der Startzustand ist immer eine grüne LEGO®-Platte, auf welche der Turm gebaut wird. Der Turm ist fertig gebaut, wenn der Endzustand erreicht, also das Dach auf den Turm gesetzt, wurde.

Im rechten Modell befindet sich die konkrete Bauanleitung für einen Turmbau.

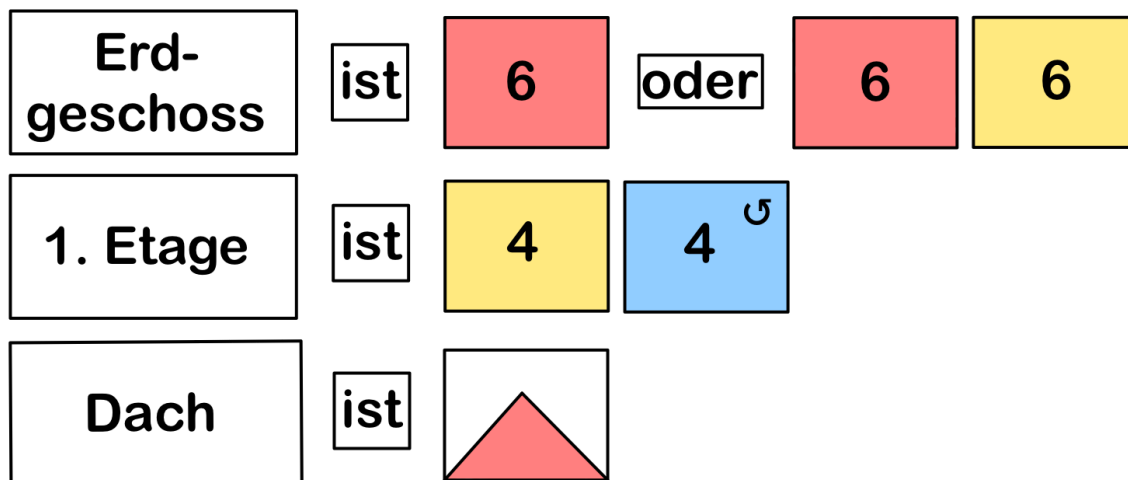
Auf den Übergängen steht beschrieben, welcher Stein angefordert werden soll. Die Zustände zeigen einen fertigen Schritt, also wenn der benötigte Stein auf den Turm gesetzt wurde. Das Automatenmodell funktioniert hier nach dem Prinzip: „Wir benötigen diesen Stein, um weiter zu machen“, was auf den Übergängen beschrieben wird, und „Wir haben unseren gesuchten Stein auf den Turm gesetzt“, was in den Zuständen verdeutlicht wird.

Die formale Sprache lässt sich von den beiden eingeführten Automatenmodellen ableiten.

Dazu wurde hier die sogenannte Erweiterte Backus-Naur-Form (EBNF) verwendet:

```
<Turm>      ::= <Erdgeschoss> <1. Etage> <Dach>
<Erdgeschoss> ::= „rot 6“ | „rot 6“ „gelb 6“
<1. Etage>   ::= „gelb 4“ „blau 4“ {„blau 4“}
<Dach>       ::= „rot Δ“
```

Dies wurde vereinfacht für die Kinder in Form von Sprachkarten dargestellt. Dabei entspricht die Bedeutung des Pfeils nicht exakt der geschweiften Klammer aus der EBNF. Im Falle der EBNF kann der in den Klammern stehende Term beliebig oft, aber auch keinmal vorkommen. Der Pfeil repräsentiert hingegen eine beliebig häufige Wiederholung, jedoch mindestens einmal. Deshalb wurde in der EBNF vor die geschweifte Klammer nochmals der Term „blau 4“ gesetzt. So ist sichergestellt, dass der Term mindestens einmal vorkommt.



In der ersten Zeile wird das grobe Automatenmodell beschrieben. Ein Turm besteht also aus einem Erdgeschoss, einer 1. Etage und einem Dach. Diese einzelnen Nichtterminalsymbole „Turm“, „Erdgeschoss“, „1. Etage“ und „Dach“ sind dann durch die Terminalsymbole „6“, „4“ und „Δ“ in den entsprechenden Farben zu ersetzen. Die formale Sprache bringt also die beiden oben beschriebenen Automatenmodelle zusammen und stellt dar, dass zum Beispiel das Erdgeschoss aus einem roten 6er-Stein gebaut werden soll oder aus einem roten und einem gelben 6er-Stein.

Der Wiederholungspfeil in der Ecke der Sprachkarte des Terminalsymbols „blau“ 4 bedeutet, dass der blaue 4er-LEGO®-Stein beliebig oft hintereinander auf den Turm gesetzt werden darf, jedoch mindestens einmal gesetzt werden muss.

## Einordnung in den Perspektivrahmen Sachunterricht der GDSU

Da die Unterrichtsreihe dem Sachunterricht zugeordnet wird, kann zur Bestimmung der Kompetenzen der bundesländerübergreifende Perspektivrahmen Sachunterricht der Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts herangezogen werden. Die informatische Perspektive stellt im Perspektivrahmen Sachunterricht keine eigene Perspektive dar, weshalb sie in den anderen Perspektiven zu verorten ist (Vgl. GDSU 2013, S. 13). Hauptsächlich lässt sie sich dabei der technischen Perspektive zuordnen. Durch die Nutzung des Automatenmodells werden technische Funktionen behandelt sowie technische Arbeitsabläufe analysiert, weshalb der Bereich *Technik und Arbeit erkunden und analysieren* gefördert wird (Vgl. GDSU 2013, S. 66). Des Weiteren wird in der Stunde über Technik geredet, weshalb die Denk-/Arbeits-/ und Handlungsweise *Technik kommunizieren* aufgegriffen wird (Vgl. GDSU 2013, S. 68). In Bezug auf die Themen der technischen Perspektive wird v.a. der Bereich *Technik, Geräte und Maschinen* sowie *Technische Erfindungen* in die Unterrichtseinheit integriert (vgl. GDSU 2013, S. 64).

## Einordnung in die GI-Standards

In dieser Unterrichtseinheit geht es darum die Informationsverarbeitung von Maschinen am Beispiel des Turmbaus besser zu verstehen, weshalb die Einheit dem Bereich der Informatik zugeordnet werden kann. Die einzelnen Kompetenzbereiche in der Informatik werden nach der Gesellschaft für Informatik dabei in prozessbezogene und inhaltsbezogene Bereiche unterteilt. Auf den Inhalt bezogen kann die Einheit dem Bereich *Sprachen und Automaten* zugeordnet werden, da im Unterricht eine formale Sprache benötigt wird und die Informationsverarbeitung der Maschine mithilfe eines Automatenmodells modelliert wird (vgl. GI 2019, S.2). Der Einsatz einer formalen Sprache wird hier durch die Interaktion mit der Maschine begründet, da diese keine natürliche Sprache verstehen kann. Die Kinder erkennen also, wieso eine formale Sprache zur Interaktion mit Informatiksystemen notwendig ist, was nach der GI eine zu erwerbende Kompetenz darstellt. Darüber hinaus werden die Schüler\*innen aufgefordert die Bedingungen zum Bau eines Turmes mit einem Automatenmodell nachzuvollziehen, wodurch ebenfalls die Kompetenz vom *Beschreiben der Zustände und Zustandsübergänge von Automaten* gefördert wird (vgl. GI 2019, S. 14).

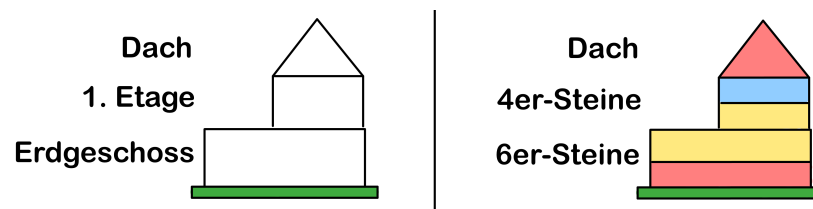
Bei der Umsetzung der Inhaltsbereiche werden darüber hinaus prozessbezogene Kompetenzen gefördert. Im Vordergrund steht dabei durch die Arbeit mit den Automatenmodellen der Bereich Modellieren und Implementieren. Zusätzlich kommen die Schüler\*innen über informatische Gegenstände ins Gespräch begründen informatische Zusammenhänge wie Sprache und Automatenmodelle, weshalb ebenfalls die Bereiche *Kommunizieren und Kooperieren* sowie *Begründen und Bewerten* gefördert werden. Außerdem wird der komplexe Sachverhalt der Informationsverarbeitung mithilfe informatischer Prinzipien strukturiert, wobei der Bereich *Strukturieren und Vernetzen* aufgegriffen wird (vgl. GI 2019, S. 8 f.).

## Didaktischer Kommentar

Zum Einstieg wird mit den Kindern thematisiert, dass sie sich in der Stunde mit Informatik beschäftigen. So wird erreicht, dass die Schüler\*innen die erlernten Inhalte bewusst dem Bereich der Informatik zuordnen können und so in einem späteren Informatikunterricht darauf aufgebaut werden kann. Um ein gemeinsames Verständnis vom Begriff „Informatik“ zu erlangen, werden zunächst die Vorerfahrungen erfasst, woran sich eine Beschreibung der Lehrkraft (LK) zum Begriff der Informatik anschließt. Zur Vertiefung des Begriffsverständnisses wird die Beschreibung dann an einem lebensweltlichen Beispiel erläutert. Nach dieser ersten thematischen Einordnung lenkt die LK die Aufmerksamkeit auf die Problemstellung der Stunde. Nämlich dass der konkrete Prozess der automatischen

Informationsverarbeitung sehr undurchsichtig ist. Durch die Problemstellung werden die Kinder motiviert, sich mit der Informationsverarbeitung zu beschäftigen. Zur didaktischen Reduktion wird diese Problemstellung am Beispiel des Turmbaus besprochen. Die LK beschreibt den Kindern dazu eine Maschine, die Türme aus LEGO®-Steinen baut. Durch die LEGO®-Steine hat der Unterricht einen Lebensweltbezug, der die Kinder motiviert. Zudem ist ihnen dadurch das Prinzip des Türmebaus mithilfe von LEGO®-Steinen bekannt, weshalb Vorkenntnisse vorausgesetzt werden können. Um den Prozess des Bauens mit der informatischen Perspektive zu verknüpfen, wurde eine Maschine gewählt, die in der Theorie den Bauprozess übernehmen soll. So wird erreicht, dass sich die Kinder Inhalte der Informatik auf Basis des eigenen Vorwissens erschließen können. Zur Verdeutlichung der Problemstellung wird nach dieser Erläuterung dann eine konkrete Forscherfrage („Woher weiß die Maschine, wie sie einen Turm bauen muss?“) formuliert und für alle Kinder sichtbar aufgehängt. Das hat den Vorteil, dass während der Stunde ein Rückbezug auf die Frage genommen werden kann.

Zur Beantwortung der Forscherfrage sollen sich die Kinder in die Verarbeitungsprozesse der Maschine hineinversetzen. Dazu sollen sie in Partnerarbeit den Bauprozess der Maschine nachempfinden. Für den Bau erhalten sie eine Menge an LEGO®-Steinen verschiedener Größe und Farbe sowie die Information, welche Steine verbaut werden sollen. Sie erhalten dann die Aufgabe zu überprüfen, ob mit diesen Informationen ein von der LK aufgezeichneter aber verdeckter Turm gebaut werden kann. Durch dieses Vorgehen haben die Kinder die Möglichkeit, durch eigenes Handeln nachzuvollziehen, welche Informationen von der Maschine benötigt werden. In einer anschließenden gemeinsamen Reflexion wird dann erarbeitet, dass Maschinen neben einer Eingabe auch noch bestimmte Bauregeln benötigen, die festlegen in welcher Reihenfolge die Steine aufeinandergelegt werden dürfen. Diese Bauregeln werden dann in Form eines Automatenmodells eingeführt. Dazu zeigt die LK zuerst das grobe Turmmodell an der Tafel und lässt es von den Schüler\*innen erschließen. Es zeigt welche Struktur die zu bauenden Türme haben sollen: Der Turm beginnt mit einem Erdgeschoss, gefolgt von einer 1. Etage und einem Dach. Danach führt sie die Fachbegriffe Zustand, Startzustand, Endzustand, Übergang und Wiederholung ein und notiert diese in einem Wortspeicher. Der Wortspeicher dient während der Stunde als Gedächtnisstütze und somit als Hilfestellung für die Schüler\*innen. Anschließend wird das Modell nochmals gemeinsam unter Nutzung der Fachbegriffe durchgegangen. Dadurch erhält die ganze Klasse einen Überblick über das Modell und seine Funktionsweise. Wenn dieses Modell verstanden ist, wird das spezifische Automatenmodell an die Tafel geheftet, welches beschreibt, welche Steine genau benötigt werden um zum Beispiel die 1. Etage zu bauen. In der folgenden Abbildung wird noch einmal verdeutlicht, wie die beiden Automatenmodelle zusammen gehören:



Damit das Modell als Hilfestellung zum Bau von Türmen anerkannt werden kann, wird die vorherige Turmbaufaufgabe nochmals mithilfe des spezifischen Automatenmodells durchgeführt. In diesem Durchgang spielt ein Kind die Maschine und bekommt vom anderen Kind gesagt welchen Stein es suchen und auf den Turm setzen soll. Diese Herangehensweise spiegelt sich auch in dem Aufbau des Automatenmodells wieder. Auf den Übergängen steht beschrieben welchen Stein das eine Kind von der „Maschine“, also dem anderen Kind, anfordern soll. Die Zustände zeigen dann einen fertigen Schritt, also wenn der benötigte Stein auf den Turm gesetzt wurde (siehe Einführung in den fachlichen



Inhalt). In den einzelnen Zuständen haben nur die jeweils obersten Steine eine Farbe. Alle sich darunter befindenden Steine sind weiß, da diese je nach Turmwahl andere Farben haben können. In einer anschließenden Reflexion wird besprochen, wie das Automatenmodell konkret beim Bau des Turms genutzt wurde. Abschließend verweist die LK auf die Forscherfrage und fasst zusammen, dass die Maschine zum Bau eines Turmes Informationen zu den Bestandteilen benötigt. Um diese Informationen dann verarbeiten zu können, sind Regeln nötig. Durch diesen Rückbezug auf die Forscherfrage behalten die Kinder das Ziel der Stunde im Auge.

Nachdem geklärt wurde, welche Informationen die Maschine benötigt, greift die LK das Automatenmodell vertiefend auf. Sie stellt die Frage, welche Türme theoretisch mit dem Modell gebaut werden könnten. Zur Visualisierung können diese aufgemalt bzw. aufgebaut werden. Dadurch werden die Kinder darauf aufmerksam, dass verschiedene Türme möglich sind. Gemeinsam wird nochmals wiederholt welche Informationen die Maschine benötigt: Welche Elemente werden verbaut und in welcher Reihenfolge (Regeln in Automatenmodell). Die LK erklärt, dass der Maschine diese Informationen mitgeteilt werden müssen. Dazu erklärt sie das Problem, dass wir in der Regel nicht einfach mit Maschinen sprechen können. Hier wird als Beispiel die vorherige Partnerarbeit genannt. Zwischen zwei Kindern kann die Kommunikation über gesprochene Worte erfolgen, jedoch nicht, wenn das eine Kind wirklich eine Maschine gewesen wäre. Das führt dazu, dass die Kinder die Notwendigkeit einer formalen Sprache erkennen. Als Lösung für dieses Problem stellt die LK die Sprachkarten vor. Diese bestehen aus quadratischen Karten, auf denen je ein Bauschritt notiert wurde. Dieses Format hat den Vorteil, dass die Karten in Reihen aneinandergelegt werden können und so Befehle für verschiedene Türme entstehen. Diese Karten sollen dann insofern zur Kommunikation mit der Maschine dienen, indem sie in die Maschine als Befehle eingeführt werden.

Um die Erkenntnisse zu verinnerlichen, bearbeiten die Kinder im Anschluss ein Arbeitsblatt, indem sowohl die Handhabung der Automatenmodelle als auch der Sprachkarten aufgegriffen werden. Zur Differenzierung können von den Kindern Lösungs- und Tippkarten genutzt werden. Die Ergebnisse werden in einer anschließenden Reflexionsphase kurz besprochen. Zum Abschluss wird nochmals die Forscherfrage der Stunde aufgegriffen und beantwortet. Dadurch erhalten die Kinder die Möglichkeit ihr Verständnis zu formulieren, was für die LK zusätzlich als Diagnosemöglichkeit genutzt werden kann.

## Lernziele

### Hauptlernziel:

- Die Schüler\*innen lernen durch Nachbauen von Türmen die zentralen Elemente einer formalen Sprache sowie eines endlichen Automatenmodells kennen.

### Teillernziele:

- Die Schüler\*innen erlernen den Aufbau und Umgang mit einer formalen Sprache, indem sie diese nutzen, um zu befehlen, welcher Turm gebaut werden soll.
- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schüler\*innen kommunizieren über Automatenmodelle, indem sie die zentralen Fachbegriffe zur Beschreibung der Automatenmodelle anwenden.

### III. Tabellarischer Unterrichtablauf

Phase (Zeitangaben)	Unterrichtsinhalte	Sozial-/ Arbeitsform	Material/ Medien	didaktischer / methodischer Kommentar
<b>Einstieg</b>  5 min	<p>Mit Kindern wird besprochen, dass sich die Kinder heute mit Informatik beschäftigen. Danach wird erklärt, dass es bei Informatik um die automatische Verarbeitung von Informationen geht.</p> <p>Als Beispiel kann z.B. Google genannt werden, wo die Information (Suchwort) automatisch verarbeitet wird und bestimmte Internetseiten ausgegeben werden.</p> <p>Wie genau diese Verarbeitung funktioniert, wissen viele Menschen allerdings nicht. Für sie wirkt es oft sehr kompliziert.</p> <p>Damit man der Verarbeitung auf den Grund gehen kann, wird sich in dieser Stunde mit einer Maschine beschäftigt, die Türme aus LEGO®-Steinen baut.</p> <p>Dazu wird die Forscherfrage notiert: „Woher weiß die Maschine, wie sie einen Turm bauen muss?“ Dann wird sie im Raum aufgehängt.</p>	Sitzkreis	Plakat mit Forscherfrage  Evtl. LEGO®-Steine	<p>Zur Orientierung wird den Kindern gesagt, dass es heute um Informatik geht. Es wird kurz beschrieben, dass es bei Informatik u.a. um die Verarbeitung von Informationen geht.</p> <p>Anschließend wird die Umsetzung an einem konkreten, lebensweltlichen Beispiel erläutert.</p> <p>Für die Zielklarheit wird eine Forscherfrage formuliert.</p>

<p><b>Erarbeitung 1 mit Zwischen-sicherung</b></p> <p>25 min</p>	<p>Um die Forscherfrage beantworten zu können, sollen die Kinder sich in Partnerarbeit in die Maschine hineinversetzen.</p> <p>Wie die Maschine bekommen sie die Information, welche Bausteine im Turm verbaut werden sollen (die Eingabe). Für das Modell mit einfachem Niveau erhalten die Kinder einen roten und einen gelben Sechser Stein, einen gelben und mehrere blaue Vierer Steine und ein rotes Dach.</p> <p>Für das Modell mit höherem Niveau jeweils einen roten, gelben und blauen 8er und 6er-Stein. Der gelbe 6er-Stein kann von beliebiger Menge sein. Von der Farbe Grün soll ein 8er und ein 4er-Stein zur Verfügung stehen, sowie ein rotes Dach.</p> <p>Die LK malt nun einen bestimmten Turm auf, der aus diesen Bausteinen gebildet werden kann, ohne dass die Schüler*innen diesen sehen. Dann fragt sie die Kinder, ob sie es mit der Information schaffen den gewünschten Turm zu bauen.</p> <p>Gemeinsam wird anschließend besprochen, dass der Bau eines bestimmten Turms unmöglich ist. Maschinen brauchen also noch mehr Informationen. Dazu wird erarbeitet, dass Maschinen Regeln brauchen, in</p>	<p>Partnerarbeit</p> <p>Sitzkreis</p>	<p>LEGO®</p> <p>Ausgedruckte Knobelaufgabe für jedes Kind</p>	<p>Um zu verstehen, dass Maschinen Informationen nach bestimmten Regeln verarbeiten, sollen die Kinder zunächst eine Bauaufgabe ohne Regeln bearbeiten.</p> <p>Die Notwendigkeit von Regeln wird in der folgenden Bearbeitung nochmals auf ihre Tauglichkeit überprüft.</p>
--	--	---------------------------------------	---	---

	<p>welcher Reihenfolge die Steine zusammengesetzt werden sollen.</p> <p>Im Anschluss erhalten die Kinder Regeln der Bildung in Form eines Automatenmodells. Dazu werden die grundlegenden Fachbegriffe und Elemente des Modells erläutert und in einem Wortspeicher notiert. Mithilfe des Modells soll die Aufgabe nochmals bearbeitet werden. Hier spielt nun ein Kind den Befehlsgeber und das andere Kind die Maschine, die die passenden Steine sucht und auf den Turm setzt.</p> <p>Die Bearbeitung wird reflektiert, wobei geäußert wird, dass Regeln bei der Verarbeitung der Informationen helfen.</p> <p>Die Erkenntnis wird auf die Forscherfrage übertragen: Maschinen benötigen für die Verarbeitung der Informationen eine Eingabe (Informationen zu den Bestandteilen) und Regeln.</p>	<p>Sitzkreis oder Partnerarbeit</p> <p>Sitzkreis</p>	<p>Automatenmodell (auf Smartboard oder ausgedruckt mind. A2)</p> <p>Wortspeicher</p> <p>ausgedrucktes Automatenmodell für jede Gruppe</p> <p>Forscherfrage</p>	<p>Um über die Regeln fachlich in den Austausch zu treten, werden nun die notwendigen Fachbegriffe eingeführt.</p> <p>Um die Einbettung in den informatischen Kontext beizubehalten, wird die Erkenntnis auf Maschinen übertragen.</p>
<p><b>Erarbeitung 2</b></p> <p>10 min</p>	<p>Mit den Kindern wird besprochen, dass mit diesem Modell verschiedene Lösungen möglich sind. Dazu können alle möglichen Türme aufgezählt und aufgemalt oder aufgebaut werden. In der Regel wird von einer Maschine aber gefordert eine ganz bestimmte Sache zu produzieren/ zu finden/ ...</p>	<p>Sitzkreis</p>	<p>Automatenmodell</p>	<p>Da die Verarbeitung der Informationen in der Informatik in Maschinen geschieht, ist es für das Verständnis notwendig auch die Kommunikation mit diesen Maschinen einzuführen. Dabei wird hier auf Sprachkarten zurückgegriffen, die aus</p>

	<p>Die Maschine muss also genau wissen, was sie bilden soll. Dazu wird die Problemstellung besprochen, dass wir den Maschinen diese Informationen nicht einfach über unsere Sprache mitteilen können.</p> <p>Gemeinsam mit den Kindern wird erarbeitet, dass der Maschine die einzelnen Schritte/ Elemente zum Turmbau genannt werden müssen. Dies erfolgt mit Hilfe von Sprachkarten, die in die Maschine gegeben werden.</p> <p>Es wird zunächst der Aufbau mit den Nichtterminalsymbolen erklärt (Erdgeschoss, 1. Etage usw.), woran sich dann eine Erläuterung der Terminalsymbole anschließt.</p>		<p>Kreide &amp; Tafel bzw. LEGO®-Steine</p> <p>Sprachkarten</p>	<p>einzelnen Elementen bestehen, die beliebig aneinandergereiht werden können.</p>
<p><b>Sicherung und Abschluss</b></p> <p>25 min</p>	<p>Die Kinder bearbeiten ein Arbeitsblatt zu den Unterrichtsinhalten und stellen die Ergebnisse danach vor.</p> <p>Die Forscherfrage wird nochmals gemeinsam beantwortet.</p>	<p>Einzelarbeit</p>	<p>AB, Lösungs-, und Tippkarten</p> <p>Plakat für die Forscherfrage</p>	<p>Die Erkenntnisse werden dann auf einem Arbeitsblatt gesichert. Zur Differenzierung können Lösungs- und Tippkarten genutzt werden.</p> <p>Um für ein gemeinsames Verständnis zu sorgen, wird zuletzt die Forscherfrage gemeinsam beantwortet.</p>

#### IV. Unterrichtsmaterialien

- i. Plakat mit Forscherfrage

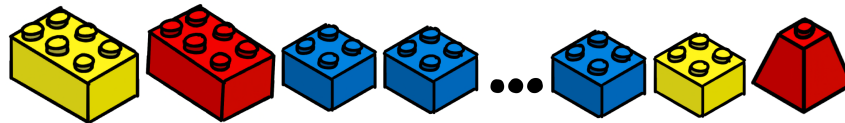
Woher weiß die  
Maschine, wie sie  
einen Turm bauen  
muss?

ii. Knobelaufgabe

**Leichtes Automatenmodell**

**Knobelaufgabe**

Du bekommst:

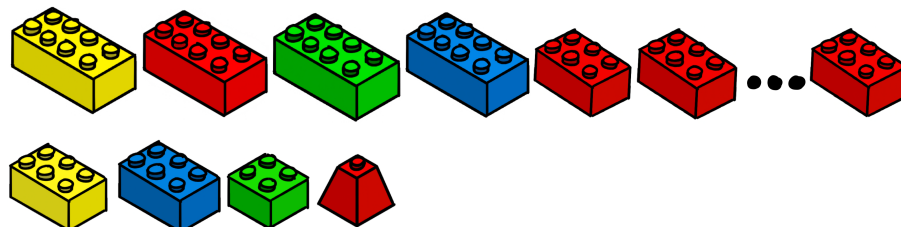


Baue aus den Steinen den versteckten Turm der Lehrkraft.

**Komplexeres Automatenmodell**

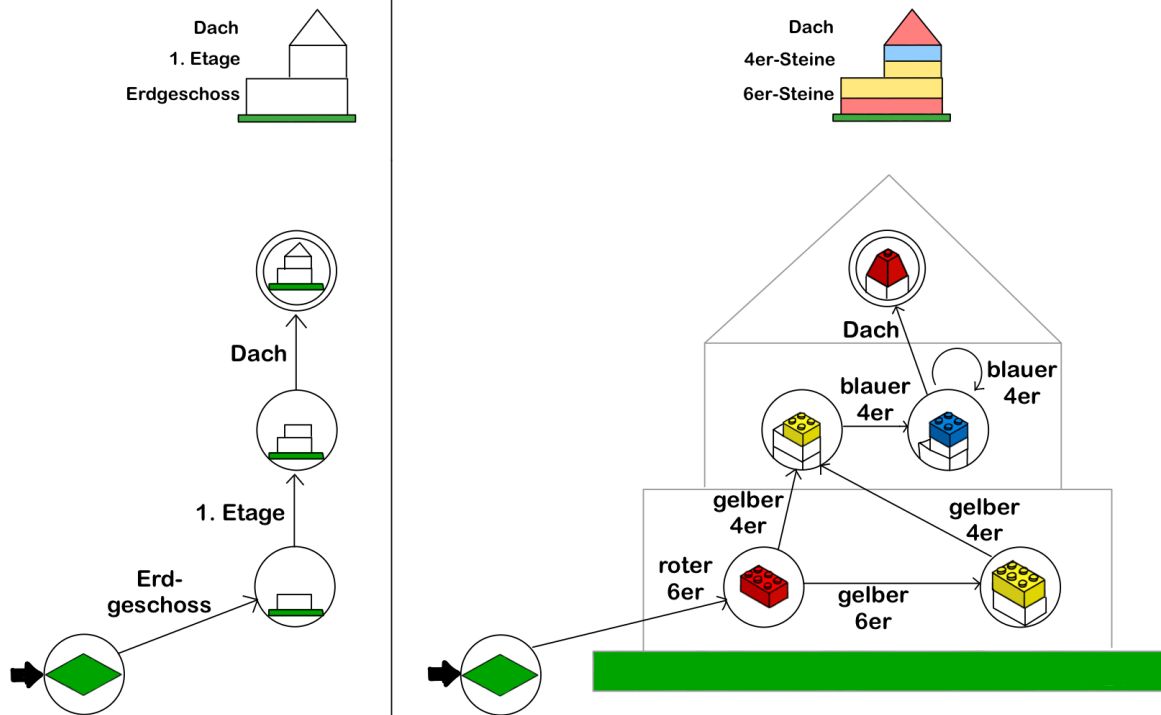
**Knobelaufgabe**

Du bekommst:

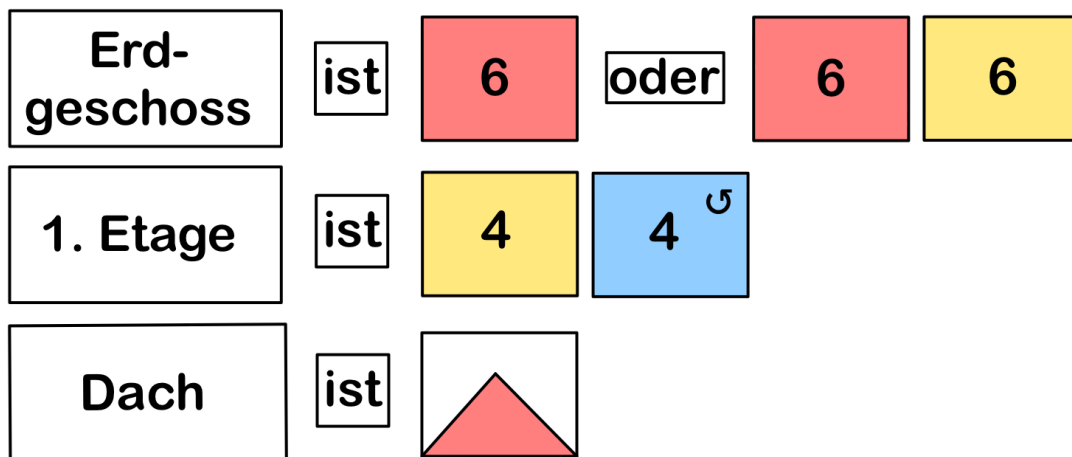


Baue aus den Steinen den versteckten Turm der Lehrkraft.

iii. Automatenmodell (einfaches Niveau)

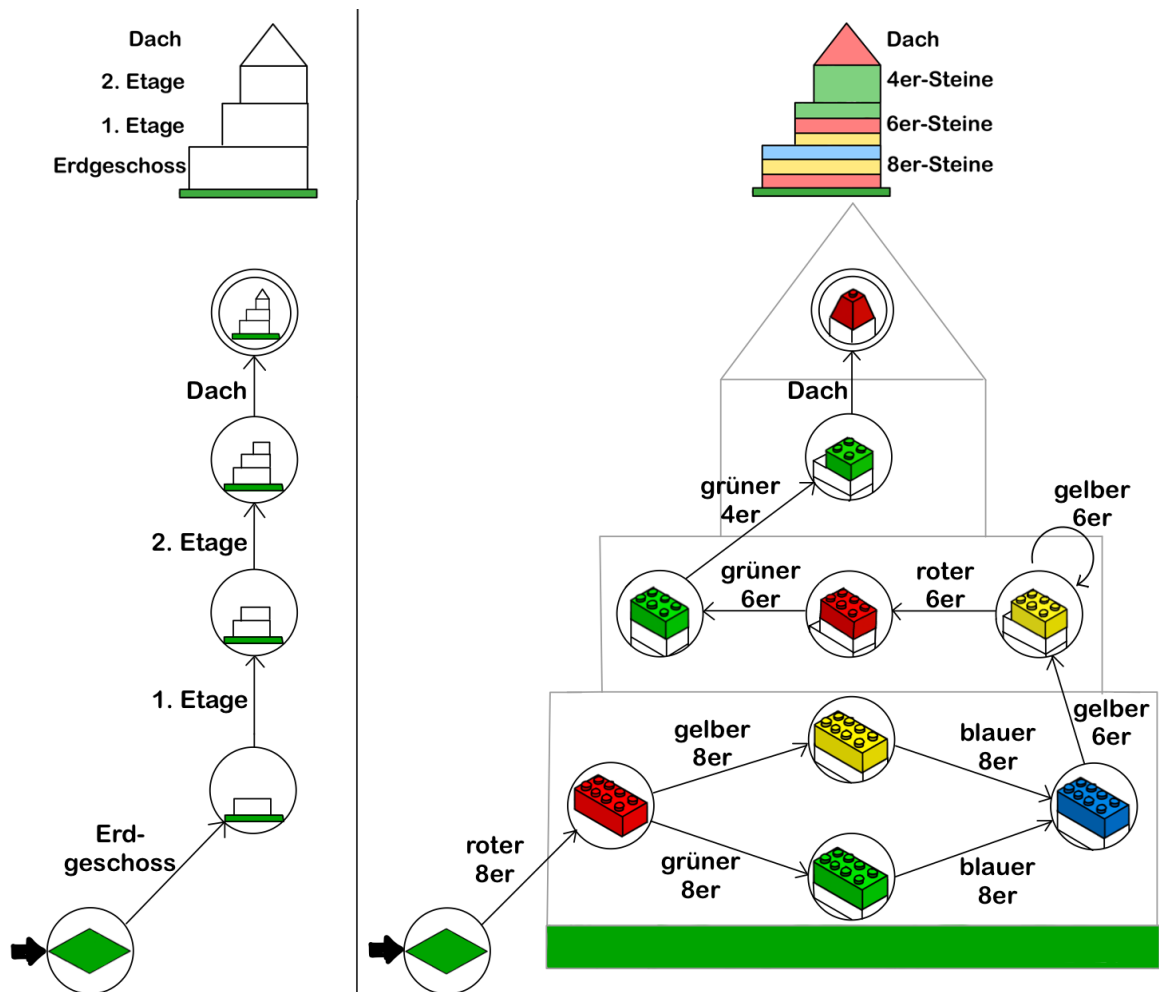


iv. Tafelbild zum Aufbau der Sprachkarten (einfaches Niveau)

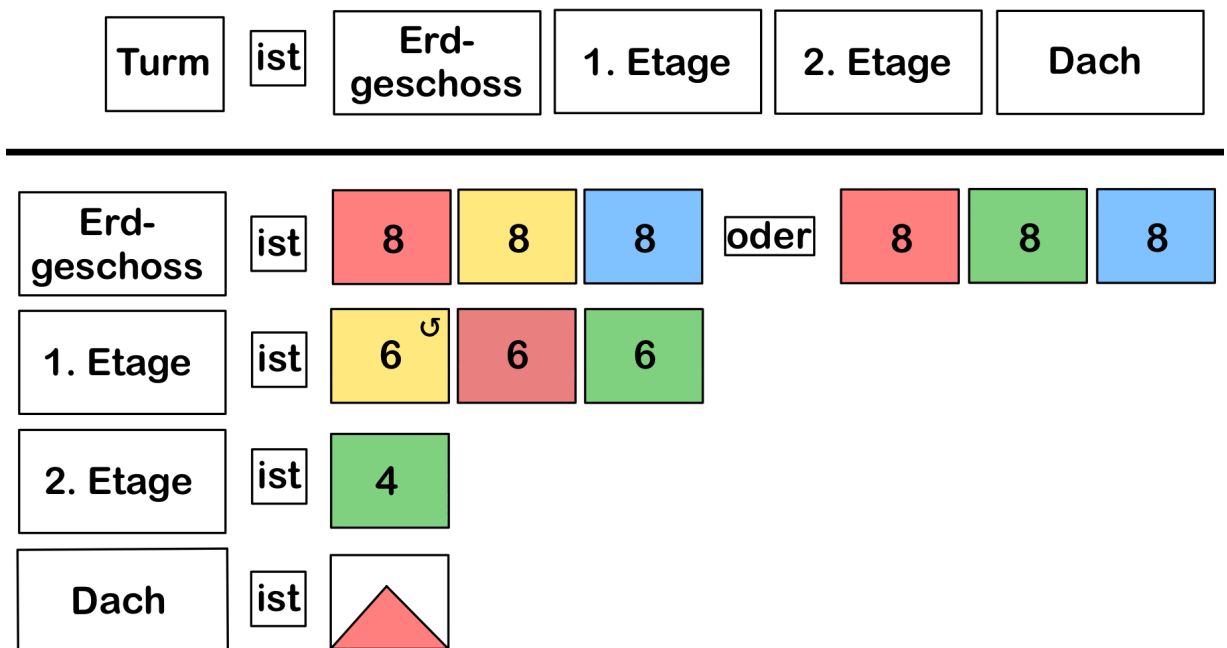




v. Automatenmodell (komplexeres Niveau)

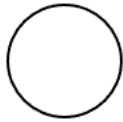


vi. Tafelbild zum Aufbau der Sprachkarten (komplexeres Niveau)

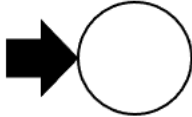


vii. Beispiel für den Wortspeicher

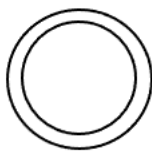
Ein **Automatenmodell** besteht aus...



**Zustand:** Beschreibung, wie etwas gerade ist



**Startzustand:** In diesem Zustand fängt  
der Automat immer an



**Endzustand:** In diesem Zustand endet



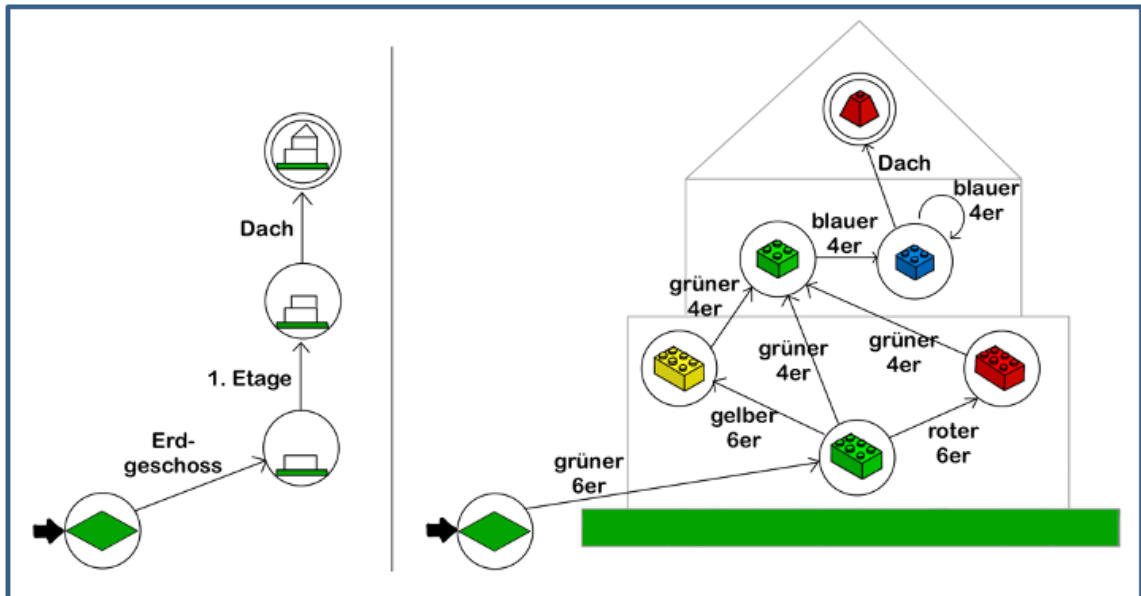
**Übergang:** zeigt an, was gemacht werden  
muss, um in den nächsten  
Zustand zu kommen



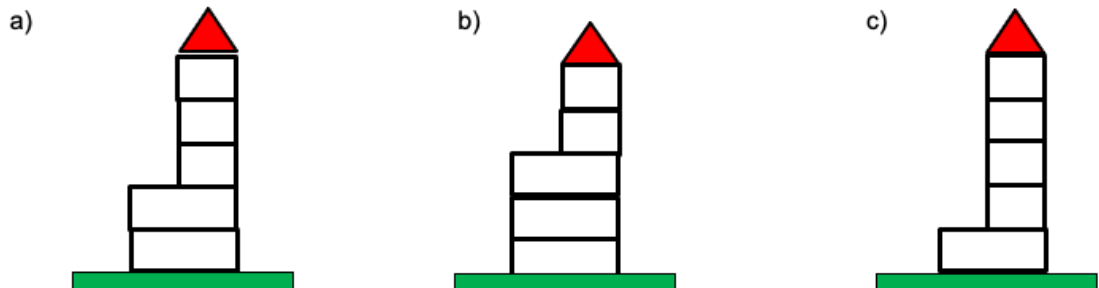
**Wiederholung:** das Zeichen, das mit so einem  
Wiederholungs-Pfeil markiert  
ist, kann beliebig oft wiederholt  
werden

## Wie baut die Maschine einen Turm?

Hier siehst du ein Automatenmodell.



**Aufgabe 1:** Können die Türme in a) - c) damit gebaut werden? Male den Turm passend an.



- a) ☐ geht    ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_
- b) ☐ geht    ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_
- c) ☐ geht    ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

**Aufgabe 2:** Sind die Aussagen wahr oder falsch?

Korrigiere den Satz, wenn die Aussage falsch ist. Streiche dazu die falschen Wörter durch und ergänze das richtige Wort.

Man fängt immer mit einem roten Stein an. O wahr   O falsch

Der blaue 4er-Stein darf wiederholt werden. O wahr   O falsch

Der letzte gesetzte Stein ist ein gelber Stein. O wahr   O falsch

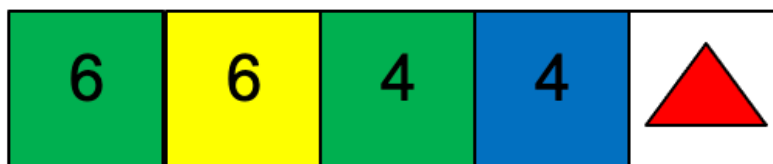
Nach einem gelben 6er-Stein folgt ein grüner 4er-Stein. O wahr   O falsch

**Aufgabe 3:**

- a) Was musst du der Maschine befehlen um den Turm in Aufgabe 1 c) zu bauen? Trage die Sprachkarten ein.

--	--	--	--	--	--

- b) Hier siehst du andere Sprachkarten. Wie sieht der Turm dazu aus?



**Male den Turm auf.**

### **Sternchen-Aufgabe**

Male ein eigenes Automatenmodell auf. Schreibe dazu Regeln auf.

Überlege dir Fragen, dazu die dein Partner beantworten soll.

Frage 1: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Frage 2: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

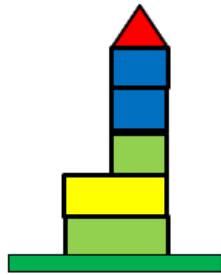
Frage 3: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

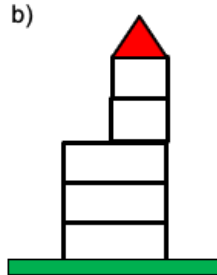
viii. Lösungskarte

**Aufgabe 1:**

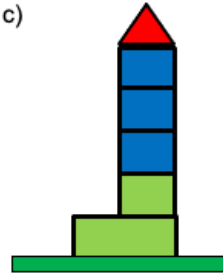
a)



b)



c)



a) X geht    O geht nicht, weil \_\_\_\_\_

b) O geht    X geht nicht, weil keine 3 6er-Steine übereinander sein dürfen.

c) X geht    O geht nicht, weil \_\_\_\_\_

**Aufgabe 2:**

Man fängt immer mit einem ~~roten~~ <sup>grünen</sup> Stein an.

☐ wahr    ☒ falsch

Der blaue 4er-Stein darf wiederholt werden.

☒ wahr    ☐ falsch

Der letzte gesetzte Stein ist ein ~~gelber~~ <sup>rotes Dach</sup> Stein.

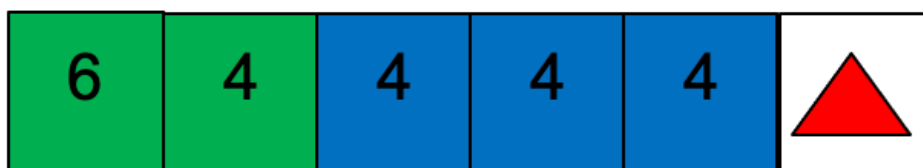
☐ wahr    ☒ falsch

Nach einem gelben 6er-Stein folgt ein grüner 4er-Stein.

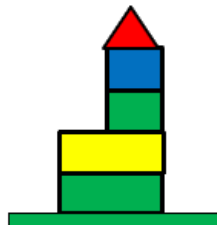
☒ wahr    ☐ falsch

**Aufgabe 3:**

a) Trage die Sprachkarten ein.



b) Wie sieht der Turm aus? Male den Turm auf.



## ix. Tippkarten

### Aufgabe 1

#### **Tipp 1**

Überlege: Wo sind die Regeln zum Bau von den Türmen zu finden? Hilft dir das Automatenmodell?

#### **Tipp 2**

Im Automatenmodell sind die Regeln zum Bau von Türmen angegeben. Welche Steine können aufeinander gebaut werden? Überprüfe die Regeln in den Türmen.

#### **Tipp 3**

Das Automatenmodell zeigt dir die Regeln.  
Der Turm muss mit dem Startzustand anfangen und mit dem Endzustand aufhören. Kontrolliere das in a), b) und c).  
Die Pfeile zeigen dir welcher Stein auf welchen folgen darf. Passt das in den Türmen?

### Aufgabe 2

#### **Tipp 1**

In den Sätzen stehen Regeln. Passt der Satz zu den Regeln im Automatenmodell?

#### **Tipp 2**

Überlege: Was bedeutet der Satz für das Automatenmodell? Sagt er was über den Anfangs- oder Endzustand? Sagt er was zur Reihenfolge der Steine? Vergleiche dann den Satz mit den Regeln im Automatenmodell.

### Aufgabe 3:

#### **Tipp 1**

Überlege: Wie haben wir die Sprachkarten vorher gebildet?

#### **Tipp 2**

Sprachkarten befehlen der Maschine die einzelnen Schritte zum Bau des Turms. Was musst du der Maschine genau befehlen?

#### **Tipp 3**

Jede Sprachkarte gibt einen Schritt zum Turmbau an. Schaue dir den untersten Stein an. Trage die Farbe und Größe in die erste Sprachkarte ein. Mache so weiter bis du beim letzten Stein angekommen bist.



x. Sprachkarten für das Tafelbild mit komplexeren Niveau

Die nachfolgenden Sprachkarten bitte in DIN A3 drucken.

**ist**

**ist**

**ist**

**ist**

**ist**

**oder**

**Erd-  
geschoss**

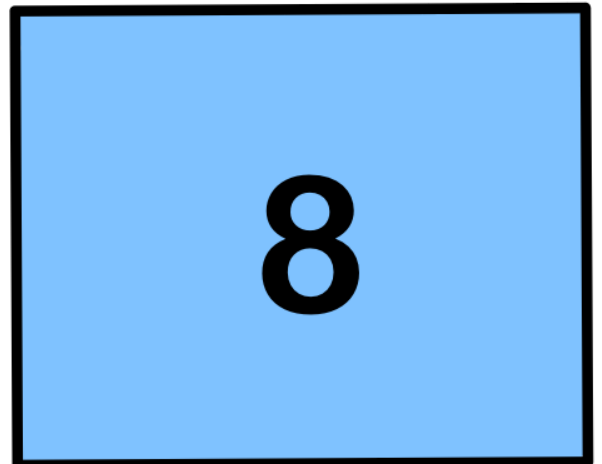
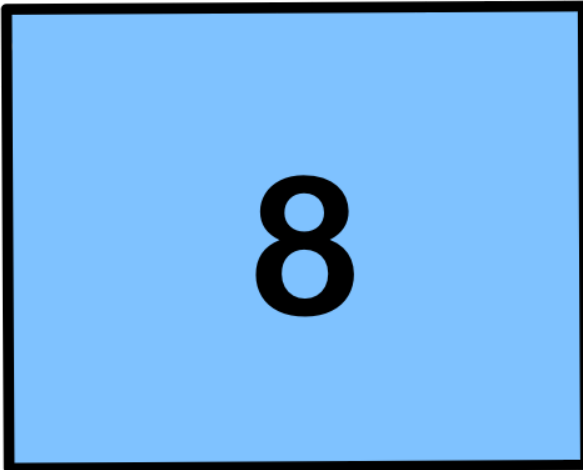
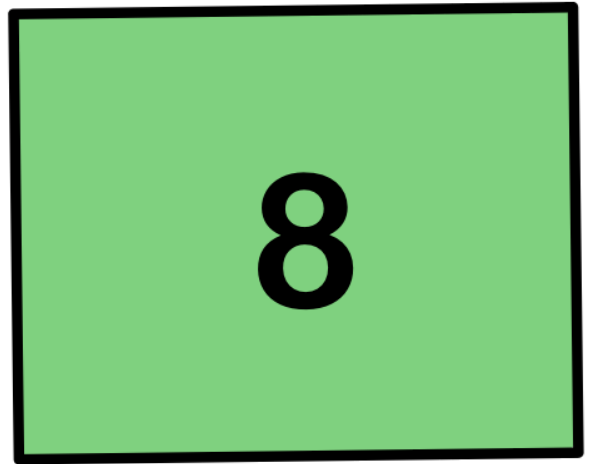
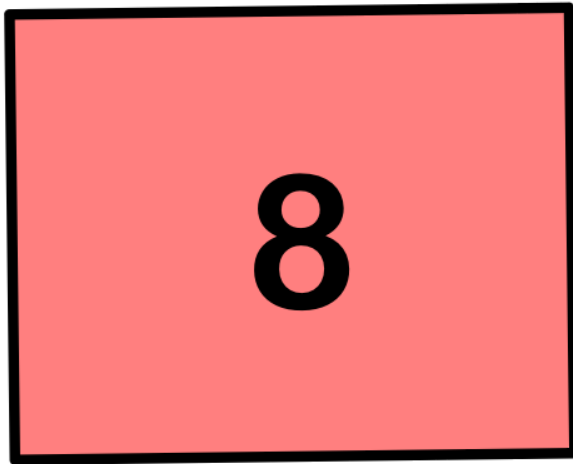
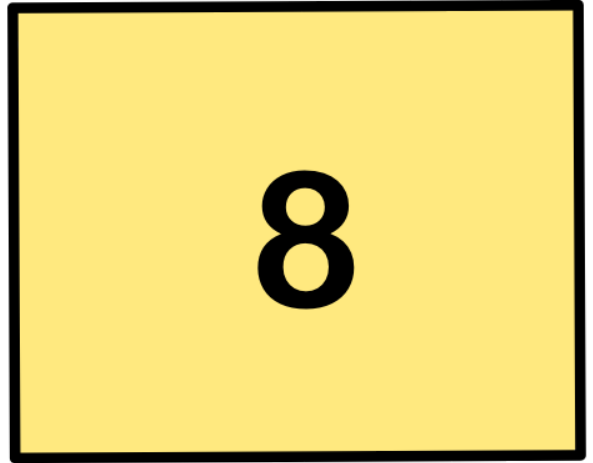
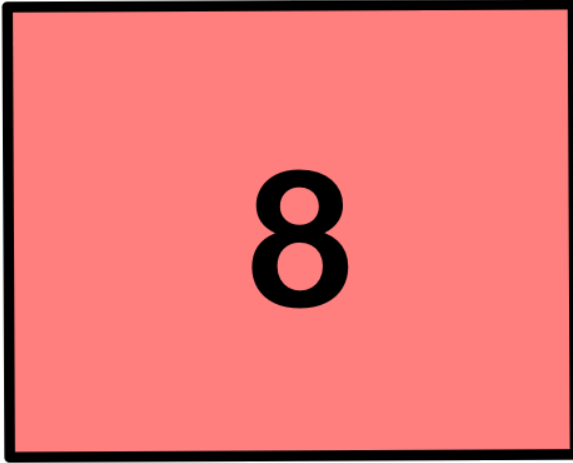
**1. Etage**

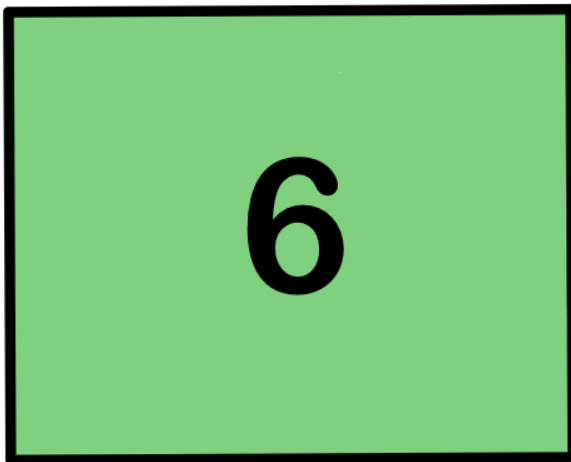
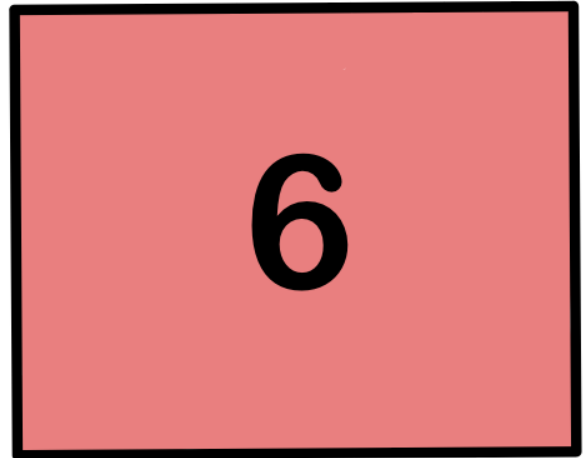
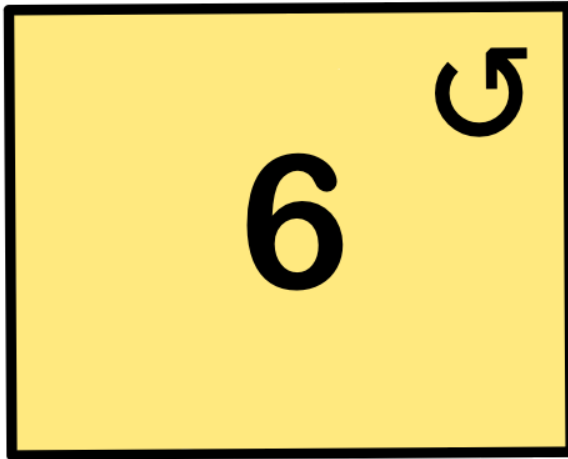
**2. Etage**

**Erd-  
geschoss**

**1. Etage**

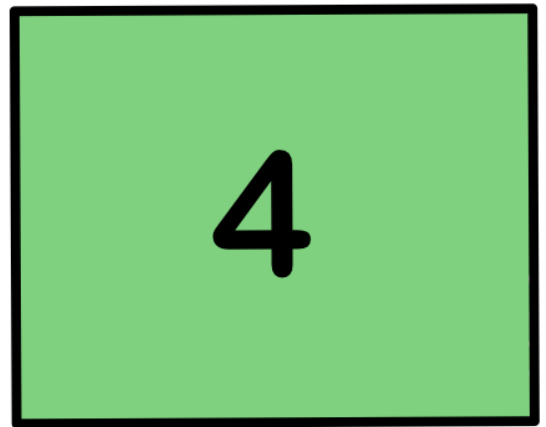
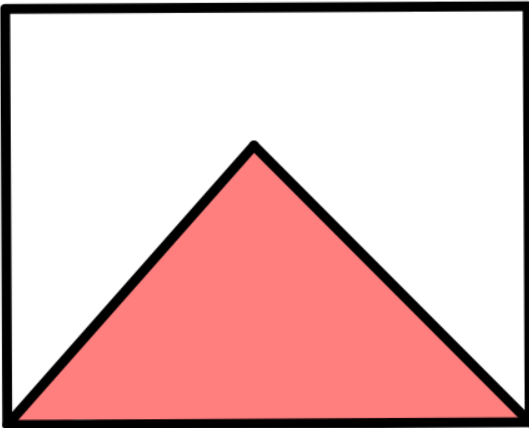
**2. Etage**





**Turm**

**Dach**



xi. Sprachkarten für das Tafelbild mit einfacherem Niveau

Die nachfolgenden Sprachkarten bitte in DIN A3 drucken.

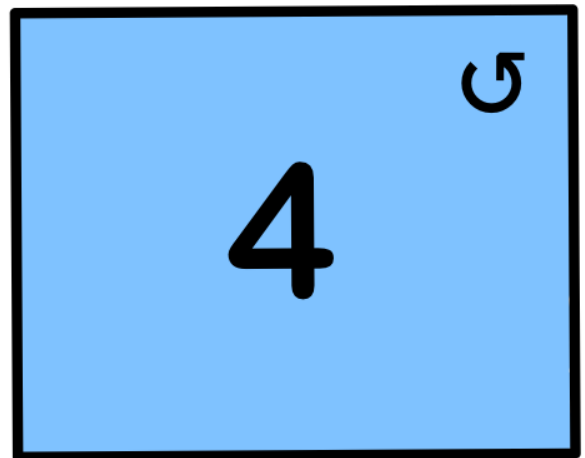
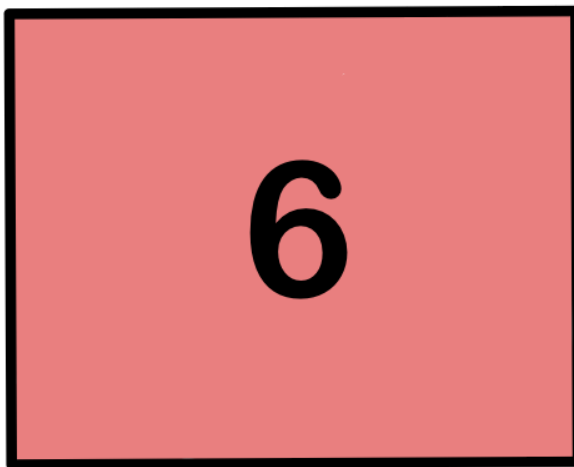
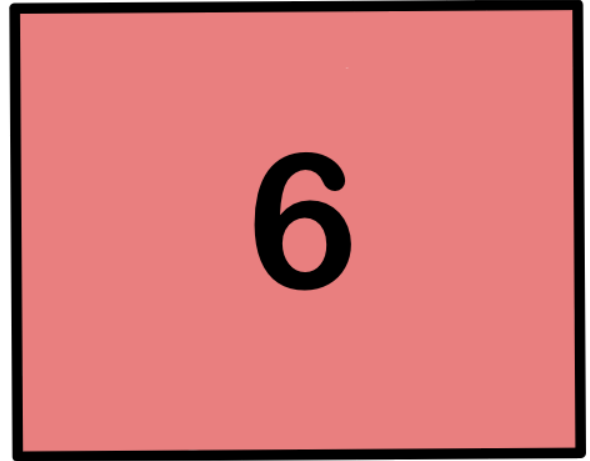
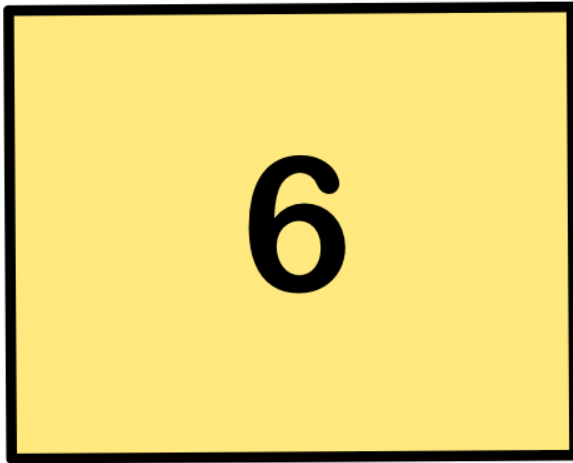
**Erd-  
geschoss**

**1. Etage**

**Erd-  
geschoss**

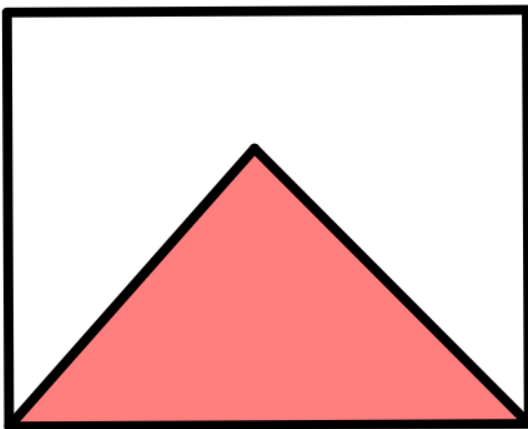
**1. Etage**





**Turm**

**Dach**



**4**

ist

ist

ist

ist

oder

xii. Literaturverzeichnis

- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn: Julius Klinkardt.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards Informatik im Primarbereich«.

**Quellen Bilder:**

LEGO®-Steine:

<https://pixabay.com/de/photos/spielzeuge-LEGO-ziegel-LEGO-steine-5993703/>

## V. Forschungsinstrumente

- i. Fragebogen zur Einschätzung des Unterrichtsentwurfes

### Fragebogen zu der geplanten Unterrichtsstunde „Turmbau“

Es folgen einige Entscheidungsfragen, die sich auf unterschiedliche Aspekte der Unterrichtsplanung beziehen. Ziel ist die Weiterentwicklung der Planung, sodass vor der Durchführung der Stunde alle Fragen mit „Ja“ beantwortet werden können.

Wenn Sie eine Frage mit „Ja“ beantworten, sind aus Ihrer Sicht keine weiteren Anpassungen der Unterrichtsstunde hinsichtlich dieses Aspektes notwendig.

Wenn Sie eine Frage mit „Nein“ beantworten, dann können Sie im Textfeld unter der Frage erläutern, warum der Aspekt nicht erfüllt ist und welche Änderungen bzw. Anpassungen Sie für sinnvoll halten.

Fragen 10 und 11 folgen diesem Schema nicht, hier können Sie direkt in das freie Feld schreiben.

1. Bauen die Unterrichtsphasen sinnvoll aufeinander auf und sind die Zeitangaben realistisch?

☐ Ja    ☐ Nein

2. Wird in der Unterrichtsstunde ausreichend differenziert?

☐ Ja    ☐ Nein

3. Unterstützen die gewählten Methoden das Lernen bestmöglich?

☐ Ja ☐ Nein

4. Erzeugt der Unterrichtseinstieg eine sachbezogene Motivation?

☐ Ja ☐ Nein

5. Sind die Arbeitsaufträge verständlich formuliert?

☐ Ja ☐ Nein

6. Sind die Arbeitsblätter verständlich gestaltet? Vertiefen sie und sichern sie das Verständnis des Automatenmodells als Abschluss der Unterrichtsstunde?

☐ Ja ☐ Nein

7. Haben die Zustandsübergangsdiagramme eine geeignete Komplexität für die Schülerinnen und Schüler?

☐

Ja

☐

Nein

8. Fördern die didaktisch reduzierten Zustandsübergangsdiagramme das Verständnis des Automaten?

☐

Ja

☐

Nein

9. Ist der Unterrichtsentwurf so gestaltet, dass er von fachfremden Lehrkräften eingesetzt werden kann?

☐

Ja

☐

Nein

10. Begründen Sie, ob Sie einen Baustein zu Sprachen und Automaten für eine informative Perspektive im Sachunterricht regelmäßig einsetzen würden.

11. Welche weiteren Anpassungen/Änderungen würden Sie noch vornehmen, wenn Sie die Unterrichtsstunde durchführen würden?

12. Sind die Beobachtungsaufträge, die den Lehrkräften gegeben werden für die spätere Evaluation hilfreich?

☐ Ja    ☐ Nein

Mögliche Fragen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde:

1. In welchen (Unterrichts-) Phasen wird von der Planung abgewichen? Sind diese Entscheidungen nachvollziehbar? Welche Handlungsalternativen hätte es gegeben?
2. Gibt es Phasen, in denen eine Abweichung von der Unterrichtsplanung erforderlich gewesen wäre? Welche?
3. Waren die Zustandsübergangsdiagramme bzw. Automatenmodelle verständlich und für die Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar?
  - a) Unterstützen die Arbeitsphasen das Verständnis für die Funktionsweise eines endlichen Automaten?
  - b) Waren die Fachbegriffe und Zustandsübergangsdiagramme so reduziert, dass sie ein Verstehen des Automaten unterstützen? Haben sie die Schülerinnen und Schüler über-/unterfordert?
4. Inwiefern trugen die gewählten Unterrichtsformen und Methoden zur Erreichung der Stundenziel bei? Gäbe es effektivere Formen?
5. Waren die Arbeitsaufträge verständlich? Was wurde ggf. nicht verstanden?
6. Werden alle SuS angemessen gefördert und gefordert oder hätte mehr differenziert werden müssen?
7. Konnten die Schülerinnen und Schüler die angestrebten Lernziele erreichen? Wie zeigt sich dies?
8. Gab es Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern im Erreichen der Lernziele?
9. Haben die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Lernziele unterstützt?
10. Welche weiteren Beobachtungen halten Sie für relevant? Wie könnten diese zu einer Anpassung der Unterrichtsplanung führen?

ii. Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde

### **Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde**

Die nachfolgenden Fragen sollen den Fokus der Beobachtung auf bestimmte Aspekte legen. Der Fragebogen dient der erneuten Überarbeitung der Unterrichtsplanung. Es wird daher darum gebeten, möglichst genaue Hinweise zu alternativen Umsetzungsmöglichkeiten zu geben.

Die Fragen 1-6 können während des Unterrichts beantwortet werden. Die Fragen 7-10 beziehen sich auf das Produkt und können nach dem Unterricht beantwortet werden.

1. In welchen (Unterrichts-) Phase wird von der Planung abgewichen? Sind diese Entscheidungen nachvollziehbar? Welche Handlungsalternativen hätte es gegeben?

2. Gibt es Phasen, in denen keine Abweichung vorgenommen wird, obwohl diese sinnvoll gewesen wäre? Welche?

3. Sind die Automatenmodelle verständlich und für die SuS nachvollziehbar?



4. Sind die Sprachkarten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

5. Werden alle SuS angemessen gefördert und gefordert oder hätte mehr differenziert werden müssen?

Lernziele für den Unterricht

Hauptlernziel:

Die Schüler\*innen lernen durch Nachbauen von Türmen die zentralen Elemente einer formalen Sprache sowie eines endlichen Automatenmodells kennen.

Teillernziele:

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schüler\*innen kommunizieren über Automatenmodelle, indem sie die zentralen Fachbegriffe zur Beschreibung der Automatenmodelle anwenden.
- Die Schüler\*innen erlernen den Aufbau und Umgang mit einer formalen Sprache, indem sie diese nutzen, um zu befehlen, welcher Turm gebaut werden soll.

6. Konnten die SuS die angestrebten Lernziele erreichen? Wie zeigt sich dies?

7. Welche Unterschiede im Erreichen der Lernziele gab es bei den SuS?

8. Haben die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Kompetenzen unterstützt?

9. Begründen Sie, ob sie einen Baustein zu Sprachen und Automaten für eine informatische Perspektive im Unterricht einsetzen würden.

10. Welche weiteren Beobachtungen halten Sie für relevant? Wie könnten diese zu einer Anpassung der Unterrichtsplanung führen?

## VI. Einschätzung einer Fachlehrkraft

### i. Ausgefüllter Fragebogen zur Einschätzung des Unterrichtsentwurfes

#### Fragebogen zu der geplanten Unterrichtsstunde „Turmbau“

Es folgen einige Entscheidungsfragen, die sich auf unterschiedliche Aspekte der Unterrichtsplanung beziehen. Ziel ist die Weiterentwicklung der Planung, sodass vor der Durchführung der Stunde alle Fragen mit „Ja“ beantwortet werden können.

Wenn Sie eine Frage mit „Ja“ beantworten, sind aus Ihrer Sicht keine weiteren Anpassungen der Unterrichtsstunde hinsichtlich dieses Aspektes notwendig.

Wenn Sie eine Frage mit „Nein“ beantworten, dann können Sie im Textfeld unter der Frage erläutern, warum der Aspekt nicht erfüllt ist und welche Änderungen bzw. Anpassungen Sie für sinnvoll halten.

Fragen 10 und 11 folgen diesem Schema nicht, hier können Sie direkt in das freie Feld schreiben.

1. Bauen die Unterrichtsphasen sinnvoll aufeinander auf und sind die Zeitangaben realistisch?

☐ Ja ☒ x Nein

- 65 min richtig? Schulstunde ist in der Regel 45 min lang
- Einteilen in 2 Stunden mit je einem Ziel: Automatenmodell und Sprache

2. Wird in der Unterrichtsstunde ausreichend differenziert?

☐ Ja ☒ x Nein

- Anhang: Tippkarten im Entwurf nicht angegeben
- 2 verschiedenen Modelle, aber um die Forscheraufgabe klar beantworten zu können ist diese Wahl wenig zielführend, eher ein einheitliches Modell anbieten
- im Anschluss mögliche Differenzierung „fordern“: eigenes Modell entwerfen

3. Unterstützen die gewählten Methoden das Lernen bestmöglich?

☐ Ja ☒ Nein

- PA ist sinnvoll bei „Kommando und Bauen“
- PA bei der Einstiegsaufgabe nicht sinnvoll, da Kinder in Konflikt geraten, wie genau der Turm gebaut werden soll;  
besser: jedes Kind baut für sich und kann direkt mit dem Partner vergleichen, sodass deutlich wird, dass jeder Turm unterschiedlich aussieht
- Kinder mehr selbst entdecken lassen, Gruppentische nutzen
- häufiger Wechsel zwischen Sitzkreis und Sitzplatz kostet viel Zeit und ist nicht in allen Phasen nötig

4. Erzeugt der Unterrichtseinstieg eine sachbezogene Motivation?

☒ Ja ☒ Nein

- Sofern die Kinder Erfahrung mit Recherche gemacht haben.  
→ nicht Google sondern eher Blinde Kuh, Frag Finn  
→ an digitale Tafel gemeinsam etwas suchen – Wie funktioniert das eigentlich?  
Jedoch weiterhin sehr abstrakt, schwer für die Kinder den Zusammenhang zu knüpfen

5. Sind die Arbeitsaufträge verständlich formuliert?

☐ Ja ☒ Nein

- Arbeitsauftrag aus dem Entwurf nicht klar ersichtlich
- Den Fachwortschatz vereinfachen (Zustand, Etage)
- Die Vielzahl von neuen/unbekannten Informationen lieber entzerren (Neue Fachbegriffe, unbekanntes Modell, neues Thema, eng gebundene Sozialform (Befehlsgeber/Umsetzer)

6. Sind die Arbeitsblätter verständlich gestaltet? Vertiefen sie und sichern sie das Verständnis des Automatenmodells als Abschluss der Unterrichtsstunde?

☒ Ja ☒ Nein

- Verständlich gestaltet
- Hauptsächlich Reproduktion
- Übertragen der Inhalte: eigenen Turm als Zustandsübergangsdiagramm/mit Fachsprache der Maschine darstellen

7. Haben die Zustandsübergangsdiagramme eine geeignete Komplexität für die Schülerinnen und Schüler?

☐

Ja

☒

Nein

- Ja, mit etwas Übung und einer vorsichtigen Anbahnung/Einführung  
Aber:
- Modell ist sehr komplex
- Kinder müssen zwischen den beiden Modellen übersetzen (Etagé – Bausteine)
- Warum besteht eine Etage aus mehreren Steinen? Schwer nachzuvollziehen für die Kinder
- Bauplan zu Sprache der Maschine = kindgerecht

8. Fördern die didaktisch reduzierten Zustandsübergangsdiagramme das Verständnis des Automaten?

☒

Ja

☒

Nein

- Wiederholung und verschiedenen Möglichkeiten beim Bau schwierig, da sich mehrere Lösungsmöglichkeiten ergeben  
besser: einfaches Modell mit nur einer Lösungsmöglichkeit, um Grundlagen zu verstehen  
später: komplexere Modelle

9. Ist der Unterrichtsentwurf so gestaltet, dass er von fachfremden Lehrkräften eingesetzt werden kann?

☐

Ja

☒

Nein

- Teilweise sehr kompliziert umschrieben
- Vielleicht eher stichpunktartig
- Zum Teil nicht ersichtlich wann die Kinder nachbauen

10. Begründen Sie, ob Sie einen Baustein zu Sprachen und Automaten für eine informatische Perspektive im Sachunterricht regelmäßig einsetzen würden.

Ich sehe die Verbindung eher im Mathematikunterricht.  
→ Baupläne, Kombinatorik

11. Welche weiteren Anpassungen/Änderungen würden Sie noch vornehmen, wenn Sie die Unterrichtsstunde durchführen würden?

- Viele Ziele für eine Stunde: sich auf ein Ziel konzentrieren
- Die Kinder noch mehr selbst entdecken lassen durch ausprobieren, vergleichen:
  - Einen Durchlauf mit freiem Nachbauen um auf das Problem aufmerksam zu machen
  - Einen Durchgang in PA mit Sichtschutz oder Rücken an Rücken
  - Einen Durchgang mit didaktisch reduzierterem Zustandsübergangsdiagramm
  - Baupläne selbst schreiben und nachbauen lassen und dies präsentieren
- Wortspeicher für die Legosteine anlegen – DaZ Kinder
- Forscherfrage: Vermutungen anstellen lassen
- Erarbeitung 2: Lebensweltbezug bei PA: Woher wusste dein Partner was er machen sollte? Anweisungen durch gesprochene Sprache, Computer versteht unsere Sprache nicht  
Wer versteht die Sprache der Turm Maschine? Was könnten die einzelnen Elemente bedeuten
- Antwort auf die Forscherfrage im Entwurf angeben

12. Sind die Beobachtungsaufträge, die den Lehrkräften gegeben werden für die spätere Evaluation hilfreich?

☒ Ja      ☐ Nein

Aber: Frage 7 und 8 sehr ähnlich, besser: zusammenfassen: welche Unterschiede gab es bei den SuS im Erreichen der Lernziele?

Zusammenhang von Frage 4 und 9: Sind nicht die Materialien und Aufgaben Unterrichtsformen und Methoden?

Mögliche Frage zur Beobachtung der Unterrichtsstunde

1. In welchen (Unterrichts-) Phasen wird von der Planung abgewichen? Sind diese Entscheidungen nachvollziehbar? Welche Handlungsalternativen hätte es gegeben?
2. Gibt es Phasen, in denen eine Abweichung von der Unterrichtsplanung erforderlich gewesen wäre? Welche?
3. Waren die Zustandsübergangsdiagramme bzw. Automatenmodelle verständlich und für die Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar?
  - a) Unterstützen die Arbeitsphasen das Verständnis für die Funktionsweise eines endlichen Automaten?
  - b) Waren die Fachbegriffe und Zustandsübergangsdiagramme so reduziert, dass sie ein Verstehen des Automaten unterstützen? Haben sie die Schülerinnen und Schüler über-/unterfordert?

4. Inwiefern trugen die gewählten Unterrichtsformen und Methoden zur Erreichung der Stundenziel bei? Gäbe es effektivere Formen?
5. Waren die Arbeitsaufträge verständlich? Was wurde ggf. nicht verstanden?
6. Werden alle SuS angemessen gefördert und gefordert oder hätte mehr differenziert werden müssen?
7. Konnten die Schülerinnen und Schüler die angestrebten Lernziele erreichen? Wie zeigt sich dies?
8. Gab es Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern im Erreichen der Lernziele?
9. Haben die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Lernziele unterstützt?
10. Welche weiteren Beobachtungen halten Sie für relevant? Wie könnten diese zu einer Anpassung der Unterrichtsplanung führen?

ii. Überarbeiteter Verlaufsplan

**Hauptlernziel:** Die Schüler\*innen lernen durch Nachbauen von Türmen die zentralen Elemente einer formalen Sprache sowie eines endlichen Automatenmodells kennen.

**Teillernziele:**

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schüler\*innen kommunizieren über Automatenmodelle, indem sie die zentralen Fachbegriffe zur Beschreibung der Automatenmodelle anwenden.
- Die Schüler\*innen erlernen den Aufbau und Umgang mit einer formalen Sprache, indem sie diese nutzen, um zu befehlen, welcher Turm gebaut werden soll.

Phase (Zeitangaben)	Unterrichtsinhalte	Sozial-/ Arbeitsform	Material/ Medien	didaktischer / methodischer Kommentar
<b>Einstieg</b>  5 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft bespricht mit den Kindern, dass sie sich heute mit dem informatischen Thema Sprachen und Automaten beschäftigen. <u>Dann fragt die Lehrkraft die Kinder, ob diese wissen, was ein Automat ist/Automaten kennen.</u></li> <li>- <u>Die SuS äußern ihr Vorwissen/ihre Vermutung (bspw. Süßigkeitenautomat, Getränkeautomat, Spielautomat...)</u></li> <li>- <u>Die Lehrkraft hält fest, dass Automaten verschiedene Aufgaben selbstständig erledigen können.</u></li> <li>- Die Lehrkraft erläutert, dass viele Menschen nicht wissen, wie die Verarbeitung funktioniert und woher die Automaten wissen, was sie tun sollen.</li> </ul>	Sitzkreis/ <u>Ple-num</u>	Plakat mit Forscherfrage  Evtl. LEGO®-Steine	Zur Orientierung wird den Kindern gesagt, dass es heute um Informatik geht. <u>Um die Kinder sachbezogen zu motivieren, wird nach dem Vorwissen der Kinder zum Thema Automaten gefragt.</u>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um der Verarbeitung auf den Grund zu gehen kann, beschäftigt sich die Klasse in dieser Stunde mit einer Maschine, die Türme aus LEGO®-Steinen baut.</li> <li>- Die Lehrkraft erläutert, dass viele Menschen nicht wissen, wie die Verarbeitung funktioniert und woher die Automaten wissen, was sie tun sollen. Um der Verarbeitung auf den Grund zu gehen kann, beschäftigt sich die Klasse in dieser Stunde mit einer Maschine, die Türme aus LEGO®-Steinen baut.</li> <li>- Dazu wird die Forscherfrage notiert: „Woher weiß die Maschine, wie sie einen Turm bauen muss?“ Dann wird sie im Raum aufgehängt.</li> <li>- <u>Die Lehrkraft fragt die SuS nach ihren Vermutungen</u></li> </ul>			<p>Für die Zielklarheit wird eine Forscherfrage formuliert.</p> <p><u>Zur kognitiven Aktivierung werden die SuS nach ihren Vermutungen gefragt.</u></p>
<b>Erarbeitung 1 mit Zwischen-sicherung</b>  <u>40 min</u> <u>(35min + 5 min)</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft kündigt den Arbeitsauftrag an: Sie erklärt, dass die Kinder Maschine spielen sollen und dazu die notwendigen Bausteine als Eingabe erhalten</li> </ul>	<u>Plenum</u>	LEGO® <u>Pro Kind:</u> <u>Boden, Gelber 8er,</u> <u>roter 8er, 2x blauer</u> <u>4er, gelber 4er,</u> <u>Dach</u>  Ausgedruckte Knobelaufgabe für jedes Kind	Um zu verstehen, dass Maschinen Informationen nach bestimmten Regeln verarbeiten, sollen sich die Kinder in die Maschine hineinversetzen und zunächst eine Bauaufgabe ohne Regeln bearbeiten. Hierzu erhalten die Kinder nur die Eingabe (Bausteine).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die LK malt nun verdeckt einen bestimmten Turm auf, der aus diesen Bausteinen gebildet werden kann. Dann fordert sie die Kinder auf, aus den Legosteinen den gleichen Turm zu bauen.</li> <li>- Die Kinder bauen jeweils einen Turm aus den angegebenen Steinen.</li> <li>- Die Lehrkraft deckt den Turm auf und fordert die Kinder auf zu vergleichen</li> <li>- Die Kinder stellen fest, dass nicht alle Türme gleich aussehen und dass der Bau eines bestimmten Turms unmöglich ist.</li> <li>- Gemeinsam wird überlegt, dass Maschinen Regeln/Arbeitsanweisungen brauchen, in welcher Reihenfolge die Steine zusammengesetzt werden sollen.</li> <li>- <u>Hierzu zeigt die Lehrkraft nun das Basis Automatenmodell. Die Kinder sollen zunächst beschreiben und versuchen das Modell zu verstehen.</u> Die Lehrkraft erklärt das Automatenmodell abschließend und führt dabei die Fachbegriffe mittels Wortspeicher ein.</li> <li>- Nun sollen die SuS mithilfe des Modells nochmals einen Turm bauen. Hier spielt nun ein Kind den Befehlsgeber und das andere Kind die Maschine, die die passenden Steine sucht und auf den Turm setzt. <u>Die Kinder sitzen dabei mit dem Rücken aneinander.</u></li> </ul>	<p><u>Einzelarbeit</u></p> <p>Sitzkreis/<u>Ple-</u> <u>num</u></p> <p>Partnerarbeit</p>	<p>Tafel</p> <p>Automatenmodell (auf Smartboard oder ausgedruckt mind. A2)</p> <p>Wortspeicher</p> <p>ausgedrucktes Automatenmodell für jede Gruppe</p> <p><u>Legosteine wie oben</u></p>	<p>Um über die Regeln fachlich in den Austausch zu treten, werden nun die notwendigen Fachbegriffe eingeführt.</p> <p>Die Notwendigkeit von Regeln wird in der folgenden Bearbeitung nochmals auf ihre Tauglichkeit überprüft.</p>
--	--	---	---	--

	<p><u>Anschließend dürfen sich die Kinder abwechseln.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Wenn die Kinder fertig sind, dürfen sie sich das nächste Modell (Modell 1 oder Modell 2) und die Bausteine für das jeweilige Modell holen. Modell 1 führt verschiedene Möglichkeiten innerhalb des Modells ein und Modell 2 führt die Wiederholung ein.</u></li> <li>- <u>Zunächst schauen sich die Kinder das Modell genau an und anschließend wiederholen sie die Partnerarbeitsphase. Kinder, die schon fertig sind, dürfen sich mit dem komplexen Modell befassen und die Partnerarbeitsphase wiederholen.</u></li> <li>- <u>Als weiteren Zusatz wird angeboten, dass die Kinder selbst ein Modell zeichnen. Dieses soll überprüft werden, indem es vom Partner nachgebaut wird.</u></li> <li>- Die Bearbeitung wird reflektiert, wobei geäußert wird, dass Regeln bei der Verarbeitung der Informationen helfen.</li> <li>- Die Erkenntnis wird auf die Forscherfrage übertragen: Maschinen benötigen für die Verarbeitung der Informationen zunächst eine Eingabe (Informationen zu den Bestandteilen) und Regeln, die vorgeben wie gebaut werden soll.</li> </ul>	<p>Sitzkreis/<u>Ple-</u> <u>num</u></p>	<p><u>Modell 1 und 2</u> <u>ausgedruckt</u></p> <p><u>Legosteine</u></p> <p><u>komplexes Modell</u> <u>ausgedruckt</u></p> <p><u>Legosteine</u></p> <p><u>Weißes Blatt</u></p> <p>Forscherfrage</p>	<p><u>Um sicherzustellen, dass die Modelle nicht zu schwierig für die Kinder sind, werden die Besonderheiten (verschiedene Möglichkeiten und Wiederholung) innerhalb eines Automatenmodells Schritt für Schritt eingeführt.</u> <u>Basismodell, Modell 1, Modell 2, komplexes Modell</u></p> <p>Um die Einbettung in den informatischen Kontext beizubehalten, wird die Erkenntnis, dass vorgegebene Regeln nötig sind, um einen bestimmten Turm zu bauen, auf Maschinen übertragen.</p>
--	--	---	---	--

<p><b>Erarbeitung 2</b></p> <p>10 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion der vorherigen Erarbeitung: Mit den Kindern wird besprochen, dass mit den Modellen auch verschiedene Lösungen möglich sind. In der Regel wird von einer Maschine aber gefordert eine ganz bestimmte Sache zu produzieren/ zu finden/ ... Der Automat muss also genau wissen, was er bilden soll.</li> <li>- <u>SuS überlegen gemeinsam mit der Lehrkraft, wie es in der Partnerarbeitsphase möglich war, dass der Partner jeweils den gewünschten Turm baut.</u></li> <li>- <u>Die SuS stellen fest, dass sich die Kinder in der Partnerarbeit mit der gesprochenen Sprache Anweisungen erteilt haben.</u></li> <li>- Dazu wird die Problemstellung besprochen, dass wir den Maschinen diese Informationen nicht einfach über unsere Sprache mitteilen können.</li> <li>- Gemeinsam mit den Kindern wird erarbeitet, dass der Maschine die einzelnen Schritte/ Elemente zum Turmbau genannt werden müssen. Dies erfolgt mithilfe von Sprachkarten, die in die Maschine gegeben werden.</li> <li>- <u>Die Lehrkraft zeigt den SuS die Sprachkarten und fragt die Kinder, ob jemand die Sprache des Automaten versteht.</u></li> </ul>	<p>Sitzkreis/<u>Ple-</u> <u>num</u></p>	<p>Automatenmodell</p> <p>Kreide &amp; Tafel bzw. LEGO®- Steine</p> <p>Sprachkarten</p>	<p>Da die Verarbeitung der Informationen in der Informatik in Maschinen geschieht, ist es für das Verständnis notwendig auch die Kommunikation mit diesen Maschinen einzuführen. Dabei wird hier auf Sprachkarten zurückgegriffen, die aus einzelnen Elementen bestehen, die beliebig aneinandergereiht werden können.</p>
---	---	---	---	--

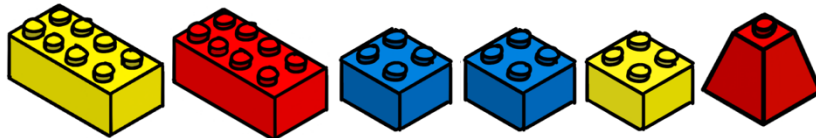
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anschließend wird nochmal zusammenfassend der Aufbau mit den Nichtterminalsymbolen erklärt (Erdgeschoss, 1. Stockwerk usw.), woran sich dann eine Erläuterung der Terminalsymbole anschließt.</li> </ul>			
<b>Sicherung und Abschluss</b> 35 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kinder bearbeiten ein Arbeitsblatt zu den Unterrichtsinhalten.</li> <li>- Danach werden die Ergebnisse vorgestellt.</li> <li>- Die Forscherfrage soll abschließend von den Kindern beantwortet werden und wird von der Lehrkraft zusammengefasst:</li> </ul> <p><b><u>Die Maschine braucht eine Eingabe (die Bauteile), feste Regeln/Arbeitsschritte und eine gemeinsame Sprache, um zu wissen wie sie einen Turm bauen muss.</u></b></p>	Einzelarbeit  Plenum	AB, Lösungs-, und Tippkarten  Plakat für die Forscherfrage	<p>Die Erkenntnisse werden dann auf einem Arbeitsblatt gesichert. Zur Differenzierung können Lösungs- und Tippkarten genutzt werden.</p> <p>Um für ein gemeinsames Verständnis zu sorgen, wird zuletzt die Forscherfrage gemeinsam beantwortet.</p>

iii. Überarbeitete Unterrichtsmaterialien

**Knobelaufgabe**

**Knobelaufgabe**

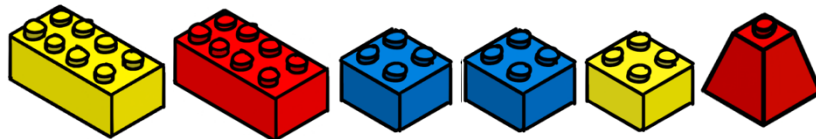
Du bekommst:



Baue aus den Steinen den versteckten Turm der Lehrkraft.

**Knobelaufgabe**

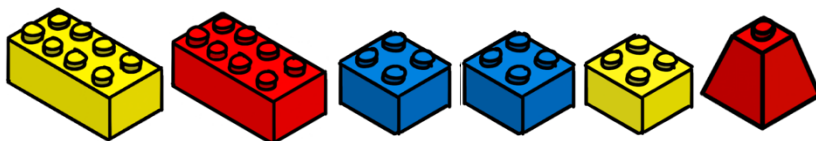
Du bekommst:



Baue aus den Steinen den versteckten Turm der Lehrkraft.

**Knobelaufgabe**

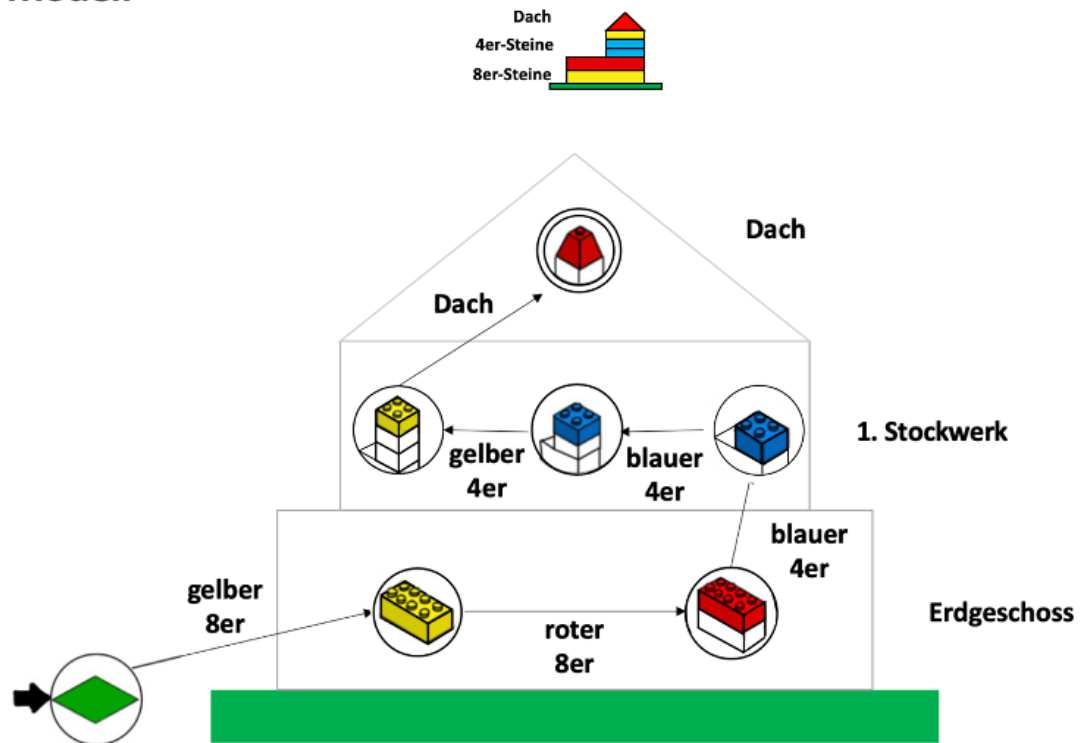
Du bekommst:



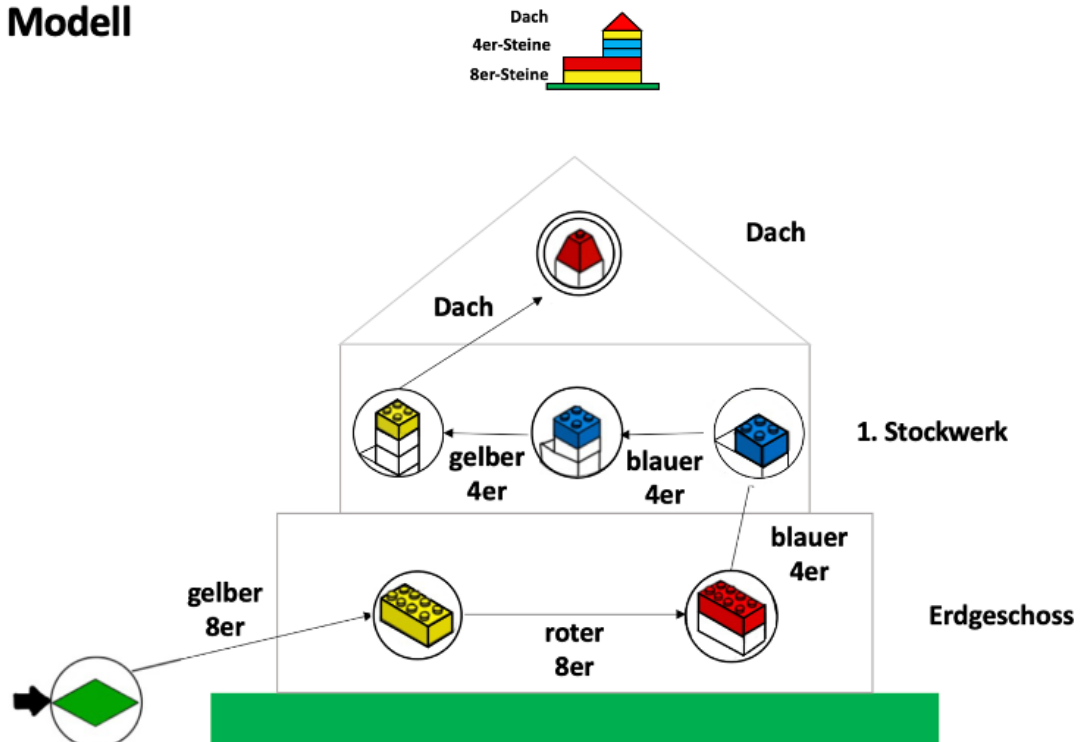
Baue aus den Steinen den versteckten Turm der Lehrkraft.

## Modelle

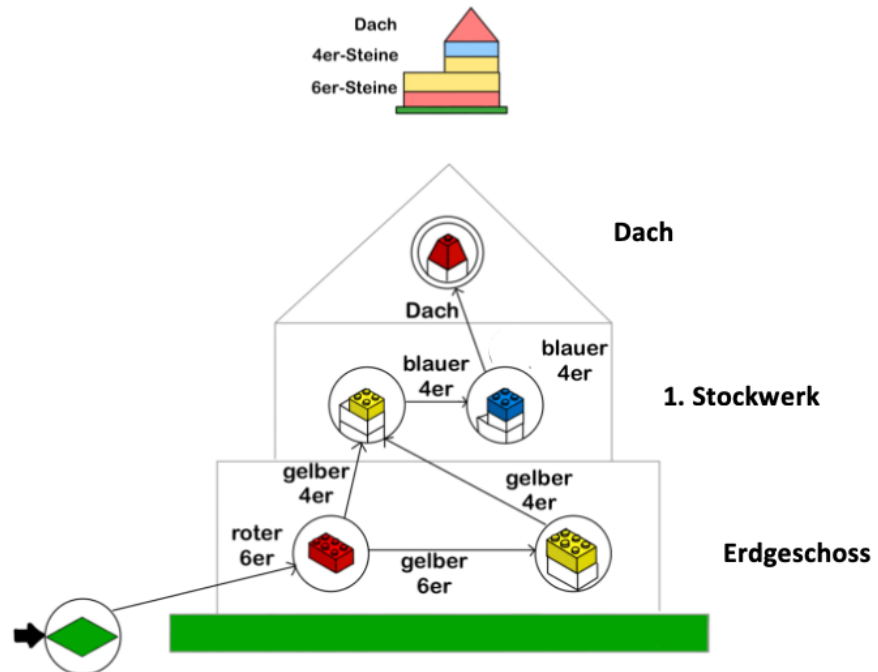
### Basis Modell



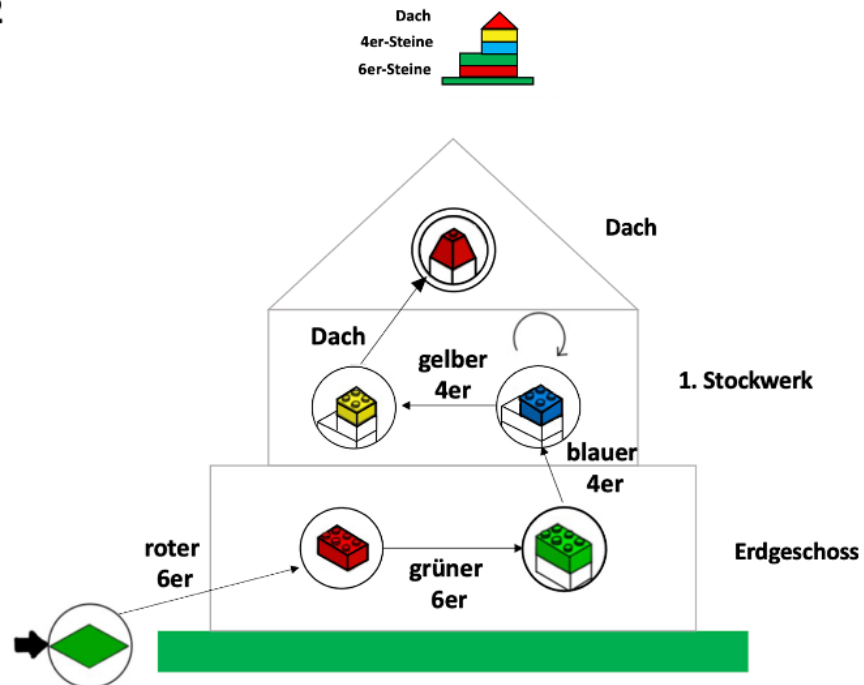
### Basis Modell



## Modell 1

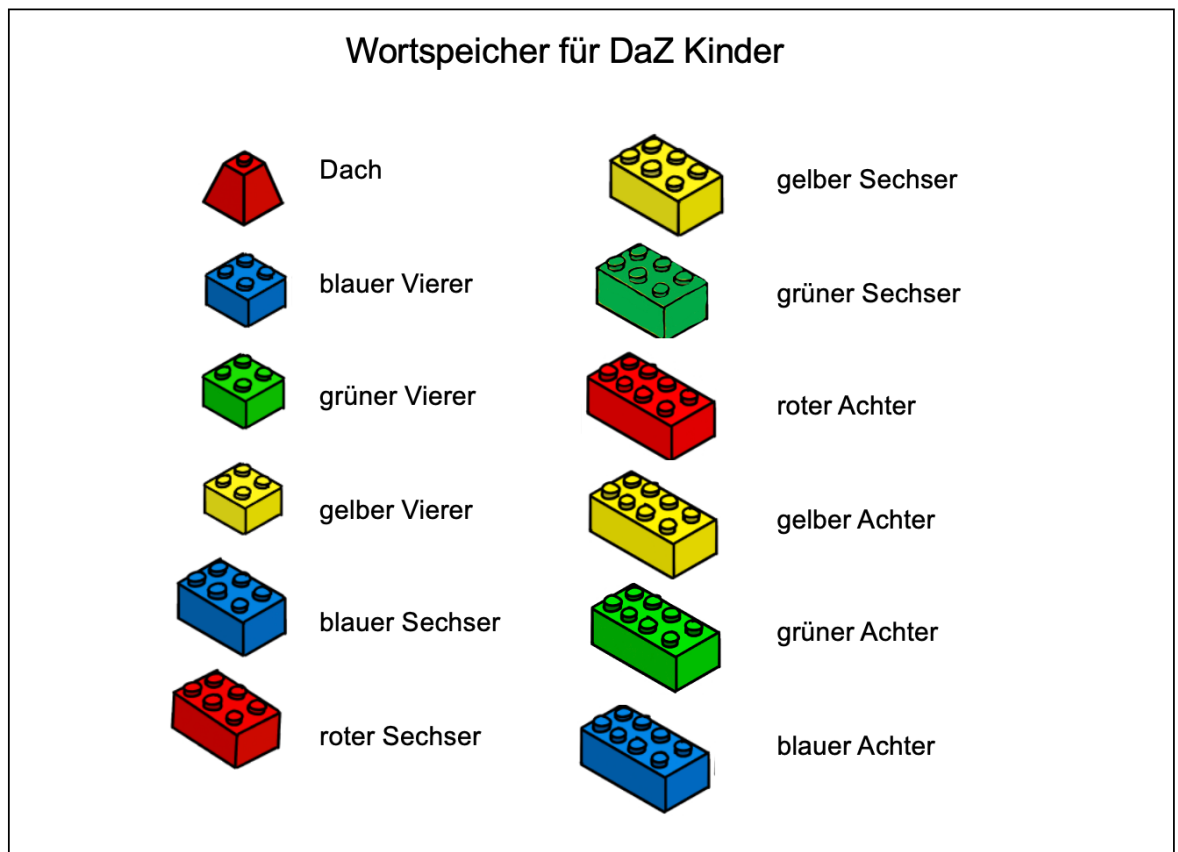


## Modell 2



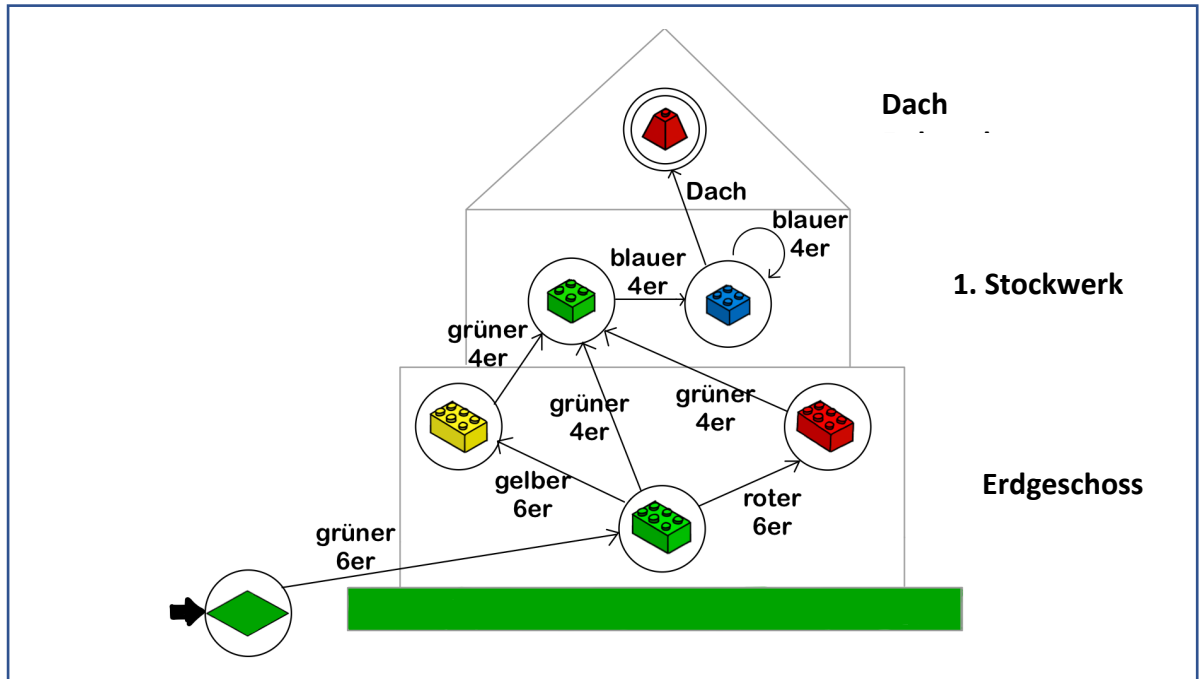


## Wortspeicher



# Wie baut die Maschine einen Turm?

Hier siehst du ein Automatenmodell.

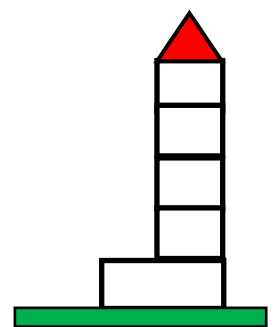
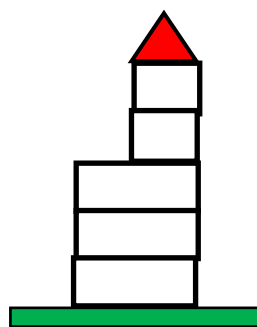
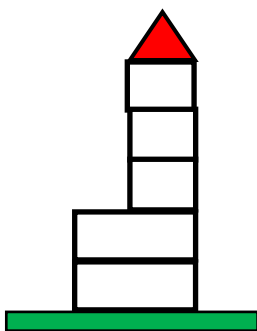


**Aufgabe 1:** Können die Türme in a) - c) damit gebaut werden? Male den Turm passend an.

a)

b)

c)



a) ☐ geht ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

b) ☐ geht ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

c) ☐ geht ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

**Aufgabe 2:** Sind die Aussagen wahr oder falsch?

Korrigiere den Satz, wenn die Aussage falsch ist. Streiche dazu die falschen Wörter durch und ergänze das richtige Wort.

Man fängt immer mit einem roten Stein an. ☐ wahr ☐ falsch

Der blaue 4er-Stein darf wiederholt werden. ☐ wahr ☐ falsch

Der letzte gesetzte Stein ist ein gelber Stein. ☐ wahr ☐ falsch

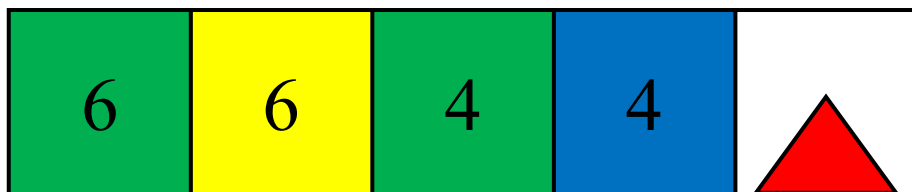
Nach einem gelben 6er-Stein folgt ein grüner 4er-Stein. ☐ wahr ☐ falsch

**Aufgabe 3:**

- a) Was musst du der Maschine befehlen um den Turm in Aufgabe 1 c) zu bauen? Trage die Sprachkarten ein.

--	--	--	--	--	--

- b) Hier siehst du andere Sprachkarten. Wie sieht der Turm dazu aus?



**Male den Turm auf.**

#### **Aufgabe 4:**

Male ein eigenes Automatenmodell auf. Schreibe dazu Regeln auf.

Überlege dir Fragen, dazu die dein Partner beantworten soll.

Frage 1: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Frage 2: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Frage 3: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## VII. Erste Unterrichtserprobung

- i. Ausgefüllter Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde (Lehrkraft A)

### Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde

Die nachfolgenden Fragen sollen den Fokus der Beobachtung auf bestimmte Aspekte legen. Der Fragebogen dient der erneuten Überarbeitung der Unterrichtsplanung. Es wird daher darum gebeten, möglichst genaue Hinweise zu alternativen Umsetzungsmöglichkeiten zu geben.

Die Fragen 1-6 können während des Unterrichts beantwortet werden. Die Fragen 7-10 beziehen sich auf das Produkt und können nach dem Unterricht beantwortet werden.

1. In welchen (Unterrichts-) Phase wird von der Planung abgewichen? Sind diese Entscheidungen nachvollziehbar? Welche Handlungsalternativen hätte es gegeben?

- Erarbeitung 2: näherer Erläuterung der Sprachkarten, indem einige SuS beispielhaft den Aufbau eines Turms mit den Sprachkarten erklärt haben → notwendig, damit Kinder einen kleinen Einblick in die Verwendung der Karten kriegen
- Keine Besprechung der Ergebnisse vom AB → notwendig, da nicht genügend Zeit vorhanden und sinnvoll, da SuS mit Lösungen selbstständig kontrollieren können

2. Gibt es Phasen, in denen keine Abweichung vorgenommen wird, obwohl diese sinnvoll gewesen wäre? Welche?

- Nach der ersten Erarbeitung des Basis Modells: kurze Zwischenreflexion einlegen: klären, ob alles verstanden wurde, Besonderheiten von den Modellen 1 & 2 erklären, da nicht alle Kinder verstanden haben, dass verschiedene Türme damit gebaut werden können
- Vor der Bearbeitung des Abs Forschungsfrage von den SuS beantworten lassen, von der Struktur her sinnvoller

3. Sind die Automatenmodelle verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

- Insgesamt verständlich und weitestgehend nachvollziehbar
- Die verschiedenen Möglichkeiten und die Wiederholung waren nicht allen Kindern klar
- Erdgeschoss/1. Stockwerk/.../Dach scheint überflüssig zu sein, wird von den Kindern nicht genutzt

4. Sind die Sprachkarten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

- Verständlich ja
- Nicht unbedingt nachvollziehbar, wirken „doppelt gemoppelt“, da Türme auch schon mit den Modellen und Kommunikation genutzt werden konnte
- Erdgeschoss/1. Stockwerk/.../Dach überflüssig, wird von den Kindern nicht genutzt – kein weiterer Sinn erkennbar
- Hilfreich für DaZ Kinder

5. Werden alle SuS angemessen gefördert und gefordert oder hätte mehr differenziert werden müssen?

- Ja, alle SuS wurden in der Erarbeitungsphase angemessen gefördert und gefordert.
- SuS hatten Spaß am Bau der Türme und waren sehr motiviert mitzuarbeiten

Lernziele für den Unterricht

Hauptlernziel:

Die Schüler\*innen lernen durch Nachbauen von Türmen die zentralen Elemente einer formalen Sprache sowie eines endlichen Automatenmodells kennen.

Teillernziele:

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schüler\*innen kommunizieren über Automatenmodelle, indem sie die zentralen Fachbegriffe zur Beschreibung der Automatenmodelle anwenden.
- Die Schüler\*innen erlernen den Aufbau und Umgang mit einer formalen Sprache, indem sie diese nutzen, um zu befehlen, welcher Turm gebaut werden soll.

6. Konnten die SuS die angestrebten Lernziele erreichen? Wie zeigt sich dies?

- Hauptlernziel konnte kaum erreicht werden, da die formale Sprache nur kurz thematisiert wurde
- Ziel 1 konnte erreicht werden - SuS haben erfolgreich die Türme anhand der verschiedenen Modelle gebaut
- Ziel 2 konnte teils erreicht werden, jedoch haben die SuS nicht die Fachbegriffe (Zustand, Übergang) genutzt
- Ziel 3 konnte nicht erreicht werden – keine Arbeitsphase vorhanden, um den Umgang mit der Sprache zu lernen
- Insgesamt zu viele Lernziele

7. Welche Unterschiede im Erreichen der Lernziele gab es bei den SuS?

- Keine großen Unterschiede
- DaZ Kinder nutzen häufiger den Wortspeicher
- Eher Unterschiede im Bereich zuhören zu erkennen

8. Haben die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Kompetenzen unterstützt?

- Modelle ja
- Wortspeicher kam nur wenig zum Einsatz
- Arbeitsblatt ist eine gute Zusammenfassung auf einer anderen kognitiven Ebene
- AB Aufgabe 4: eigenes Modell zeichnen super! Fragestellungen aufstellen eher unklar/schwierig zu offen gelassen und eher für leistungsstarke SuS gedacht

9. Begründen Sie, ob sie einen Baustein zu Sprachen und Automaten für eine informative Perspektive im Unterricht einsetzen würden.

Ja, da die Kinder große Freude an den Unterrichtsstunden hatten und sehr motiviert waren. Außerdem schließt das Thema sehr am Mathematikunterricht an (Baupläne).

10. Welche weiteren Beobachtungen halten Sie für relevant? Wie könnten diese zu einer Anpassung der Unterrichtsplanung führen?

- Eingabe beim Bau der Türme muss klarer sein: Kinder müssen vorher sortieren was gebraucht wird und was nicht: extra Behälter? Liste?
- Übungsphase für den Sprachanteil einführen, war nicht vorhanden
- SuS erkennen Notwendigkeit der Sprache nicht, da das Bauen der gewünschten Türme auch vorher mittels Kommunikation geklappt hat
  - o Kinder müssen erkennen, dass mit der Maschine nicht gesprochen werden kann:  
Zum Beispiel: Phantasiebegriffe nutzen für die Bausteine, sodass formale Sprache notwendig ist ODER Sprachkarten als Knöpfe nutzen, sodass Sprache ganz wegfällt ODER Roboterspiel: ein Kind läuft immer gerade aus, bis der Befehlsgeber rechts oder links auf die Schulter tippt
- Kinder sollten mehr in die Rolle der Maschine versetzt werden → besonderes Kennzeichen des Befehlsgeber/Maschine zum Beispiel: der eine steht oder dreht den Stuhl um etc.
- Ggf Stop einführen, wenn etwas falsch läuft?



ii. Überarbeiteter Verlaufsplan

## Tabellarischer Unterrichtsablauf

**Hauptlernziel:** Die Schüler\*innen lernen die zentralen Elemente eines endlichen Automaten kennen.

**Teillernziele:**

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen und erläutern die Notwendigkeit des Einsatzes einer formalen Sprache.

Phase (Zeitangaben)	Unterrichtsinhalte	Sozial-/ Arbeitsform	Material/ Medien	didaktischer / methodischer Kommentar
<b>Einstieg</b>  5 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Lehrkraft bespricht mit den Kindern, dass sie sich heute mit dem informatischen Thema Sprachen und Automaten beschäftigen. Dann fragt die Lehrkraft die Kinder, ob diese wissen, was ein Automat ist/Automaten kennen.</li><li>- Die SuS äußern ihr Vorwissen/ihre Vermutung (bspw. Süßigkeitenautomat, Getränkeautomat, Spielautomat...)</li><li>- Die Lehrkraft hält fest, dass Automaten verschiedene Aufgaben selbstständig erledigen können.</li><li>- Die Lehrkraft erläutert, dass viele Menschen nicht wissen, wie die Verarbeitung funktioniert und woher die Automaten wissen, was sie tun sollen.</li></ul>	Sitzkreis/Ple-num	Plakat mit Forscherfrage  Evtl. LEGO®-Steine	Zur Orientierung wird den Kindern gesagt, dass es heute um Informatik geht. Um die Kinder sachbezogen zu motivieren, wird nach dem Vorwissen der Kinder zum Thema Automaten gefragt.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um der Verarbeitung auf den Grund zu gehen kann, beschäftigt sich die Klasse in dieser Stunde mit einer Maschine, die Türme aus LEGO®-Steinen baut.</li> <li>- Dazu wird die Forscherfrage notiert: „Woher weiß die Maschine, wie sie einen Turm bauen muss?“ Dann wird sie im Raum aufgehängt.</li> <li>- Die Lehrkraft fragt die SuS nach ihren Vermutungen</li> </ul>			<p>Für die Zielklarheit wird eine Forscherfrage formuliert.</p> <p>Zur kognitiven Aktivierung werden die SuS nach ihren Vermutungen gefragt.</p>
<p><b>Erarbeitung 1 mit Zwischen-sicherung</b></p> <p>40 min (35min + 5 min)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft kündigt den Arbeitsauftrag an: Sie erklärt, dass die Kinder Maschine spielen sollen und dazu die notwendigen Bausteine als Eingabe erhalten</li> <li>- Die LK malt nun verdeckt einen bestimmten Turm auf, der aus diesen Bausteinen gebildet werden kann und fordert die Kinder auf, aus den Legosteinen einen Turm zu bauen.</li> <li>- Die Kinder bauen jeweils einzeln einen Turm aus den angegebenen Steinen</li> <li>- Die Lehrkraft deckt den Turm auf und fordert die Kinder auf zu vergleichen</li> <li>- Die Kinder stellen fest, dass nicht alle Türme gleich aussehen und dass der Bau eines bestimmten Turms unmöglich ist.</li> <li>- Gemeinsam wird überlegt, dass Maschinen Regeln/Arbeitsanweisungen brauchen, in</li> </ul>	<p>Plenum</p> <p>Einzelarbeit</p> <p>Sitzkreis/Plenum</p>	<p>LEGO® Pro Kind: Boden, Gelber 8er, roter 8er, 2x blauer 4er, gelber 4er, Dach</p> <p>Ausgedruckte Knobelaufgabe für jedes Kind</p> <p>Tafel</p>	<p>Um zu verstehen, dass Maschinen Informationen nach bestimmten Regeln verarbeiten, sollen sich die Kinder in die Maschine hineinversetzen und zunächst eine Bauaufgabe ohne Regeln bearbeiten. Hierzu erhalten die Kinder nur die Eingabe (Bausteine).</p>

<p><b>Zwischenreflexion</b></p>	<p>welcher Reihenfolge die Steine zusammengesetzt werden sollen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierzu zeigt die Lehrkraft nun das Basis Automatenmodell. Die Kinder sollen zunächst beschreiben und versuchen das Modell zu verstehen. Die Lehrkraft erklärt das Automatenmodell abschließend und führt dabei die Fachbegriffe mittels Wortspeicher ein</li> <li>- Nun sollen die SuS mithilfe des Modells nochmals einen Turm bauen. Hier spielt nun ein Kind den Befehlsgeber und das andere Kind die Maschine, die die passenden Steine sucht und auf den Turm setzt. <u>Der Befehlsgeber stellt sich dabei jeweils hinter die Maschine.</u> Anschließend dürfen sich die Kinder abwechseln.</li> <li>- <u>Die Lehrkraft reflektiert gemeinsam mit den Kindern, ob alle in der kurzen Arbeitsphase zurechtgekommen sind / ob es noch offene Fragen gibt und kündigt anschließend die nächste Arbeitsphase an.</u> <u>Dabei erklärt sie auch, dass mit den anderen Modellen vielleicht auch verschiedene Türme gebaut werden können und führt ebenfalls das Zeichen der Wiederholung ein.</u></li> </ul>	<p>Partnerarbeit</p>	<p>Automatenmodell auf Smartboard oder ausgedruckt (mind. A2)</p> <p>Wortspeicher</p> <p>ausgedrucktes Automatenmodell für jede Gruppe</p> <p>Legosteine wie oben <u>Arbeitsplatz der Maschine</u></p>	<p>Um über die Regeln fachlich in den Austausch zu treten, werden nun die notwendigen Fachbegriffe eingeführt.</p> <p>Die Notwendigkeit von Regeln wird in der folgenden Bearbeitung nochmals auf ihre Tauglichkeit überprüft.</p> <p><u>Damit sich die Kinder mehr in der Rolle als Maschine fühlen, erhalten sie jeweils den „Arbeitsplatz der Maschine“. In das Eingabefeld sollen jeweils die benötigten Legosteine gelegt werden. In das Startfeld wird die Legoplatte gelegt, wenn die Maschine bereit ist.</u></p> <p>Um sicherzustellen, dass die Modelle nicht zu schwierig für die Kinder sind, werden die Besonderheiten (verschiedene Möglichkeiten und Wiederholung) innerhalb eines Automatenmodells Schritt für Schritt eingeführt. Basismodell, Modell 1, Modell 2, komplexes Modell</p>
---------------------------------	---	----------------------	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In der Arbeitsphase sollen die Kinder das nächste Modell (Modell 1 oder Modell 2) und die Bausteine für das jeweilige Modell holen. Modell 1 führt verschiedene Möglichkeiten innerhalb des Modells ein und Modell 2 führt die Wiederholung ein.</li> <li>- Zunächst schauen sich die Kinder das Modell genau an und anschließend wiederholen sie die vorherige Partnerarbeitsphase (Befehlsgeber, Maschine). Kinder, die schon fertig sind, dürfen sich mit dem komplexen Modell befassen und die Partnerarbeitsphase wiederholen</li> <li>- Als weiteren Zusatz wird angeboten, dass die Kinder selbst ein Modell zeichnen. Dieses soll überprüft werden, indem es vom Partner nachgebaut wird.</li> <li>- Die Bearbeitung wird reflektiert, wobei geäußert wird, dass Regeln bei der Verarbeitung der Informationen helfen.</li> </ul> <p>Die Erkenntnis wird auf die Forscherfrage übertragen: Maschinen benötigen für die Verarbeitung der Informationen eine Eingabe (Informationen zu den Bestandteilen) und Regeln, die vorgeben wie gebaut werden soll.</p>	Sitzkreis/Ple-num	<p>Modell 1 und 2 ausgedruckt</p> <p>komplexes Modell ausgedruckt</p> <p><u>Materialliste für die Modelle</u></p> <p>Legosteine</p> <p>Weißes Blatt</p> <p>Forscherfrage</p>	<p>Um die Einbettung in den informatischen Kontext beizubehalten, wird die Erkenntnis, dass vorgegebene Regeln nötig sind, um einen bestimmten Turm zu bauen, auf Maschinen übertragen.</p>
<p><b>Erarbeitung 2</b></p> <p>20 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion der vorherigen Erarbeitung: Mit den Kindern wird besprochen, dass mit den Modellen auch verschiedene Lösungen möglich sind. In der Regel wird von einer</li> </ul>	Sitzkreis/Ple-num	Automatenmodelle	<p>Da die Verarbeitung der Informationen in der Informatik in Maschinen geschieht, ist es für das Verständnis notwendig auch die Kommunikation mit diesen Maschinen einzuführen. Dabei wird hier auf</p>

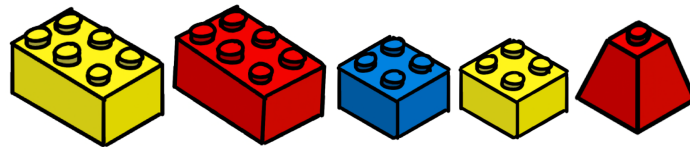
	<p>Maschine aber gefordert eine ganz bestimmte Sache zu produzieren/ zu finden/ ... Der Automat muss also genau wissen, was er bilden soll.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die SuS überlegen gemeinsam, wie es in der Partnerarbeitsphase möglich war, dass der Partner jeweils den gewünschten Turm baut.</li> <li>- Die SuS stellen fest, dass sich die Kinder in der Partnerarbeit mit der gesprochenen Sprache Anweisungen erteilt haben.</li> <li>- Dazu wird die Problemstellung besprochen, dass wir den Maschinen diese Informationen nicht einfach über unsere Sprache mitteilen können.</li> <li>- Gemeinsam mit den Kindern erarbeitet die Lehrkraft, dass der Maschine die einzelnen Schritte/ Elemente zum Turmbau genannt werden müssen. Dies erfolgt mithilfe von Sprachkarten, die in die Maschine eingeworfen bzw. vorgelegt werden.</li> <li>- Die Lehrkraft zeigt den SuS <u>eine beispielhafte Kombination von Sprachkarten</u> und fragt die Kinder, ob jemand die Sprache des Automaten versteht.</li> <li>- <u>Nun sollen die Kinder den Umgang mit den Sprachkarten ausprobieren: Dazu befiehlt das eine Kind durch das Aneinanderlegen der</u></li> </ul>		<p>Kreide &amp; Tafel bzw. LEGO®-Steine</p> <p><u>Sprachkarten für das komplexe Modell</u></p>	<p>Sprachkarten zurückgegriffen, die aus einzelnen Elementen bestehen, die beliebig aneinandergereiht werden können.</p> <p><u>Um sicherzustellen, dass die SuS die Notwendigkeit der formalen Sprache verstehen, ist es den Kindern in der</u></p>
--	--	--	--	---



iii. Überarbeitete Unterrichtsmaterialien  
**Materiallisten für die Modelle**

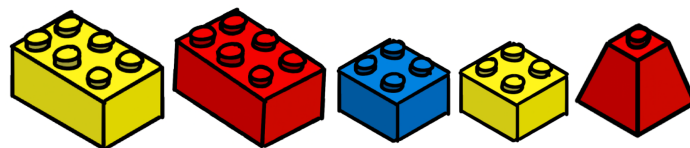
**Automatenmodell 1**

Du brauchst:



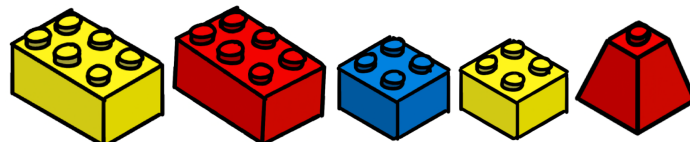
**Automatenmodell 1**

Du brauchst:



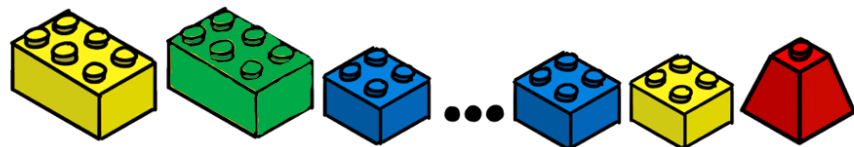
**Automatenmodell 1**

Du brauchst:



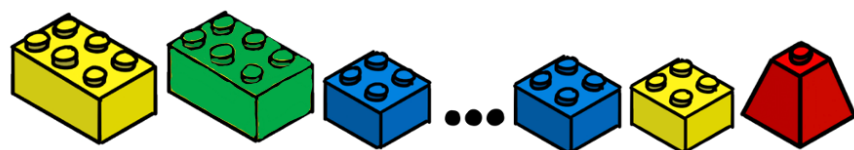
## Automatenmodell 2

Du brauchst:



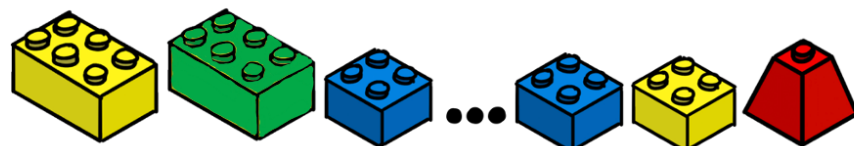
## Automatenmodell 2

Du brauchst:



## Automatenmodell 2

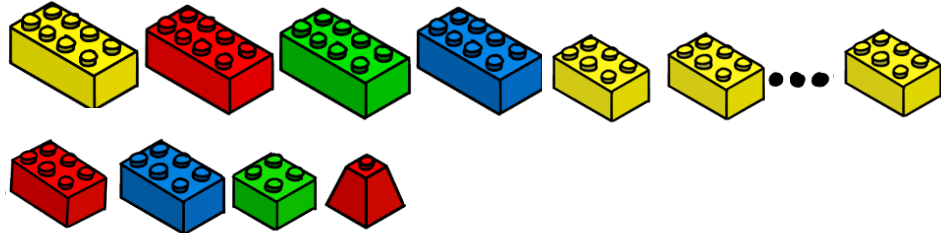
Du brauchst:





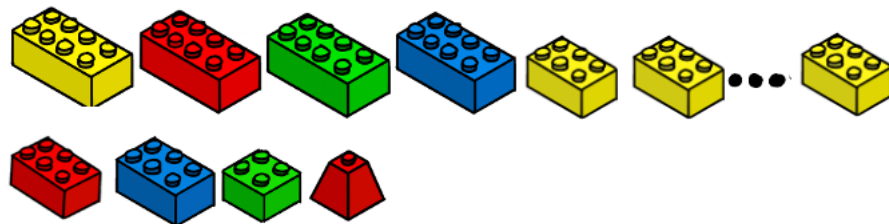
### Zusatz Automatenmodell

Du brauchst:



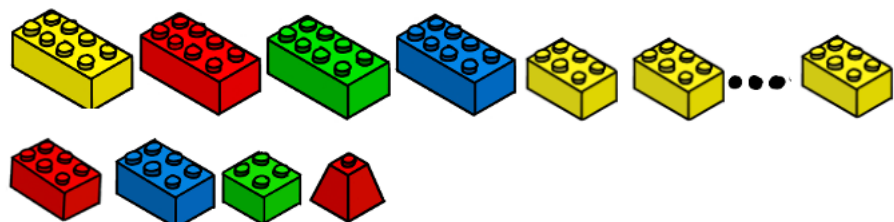
### Zusatz Automatenmodell

Du brauchst:



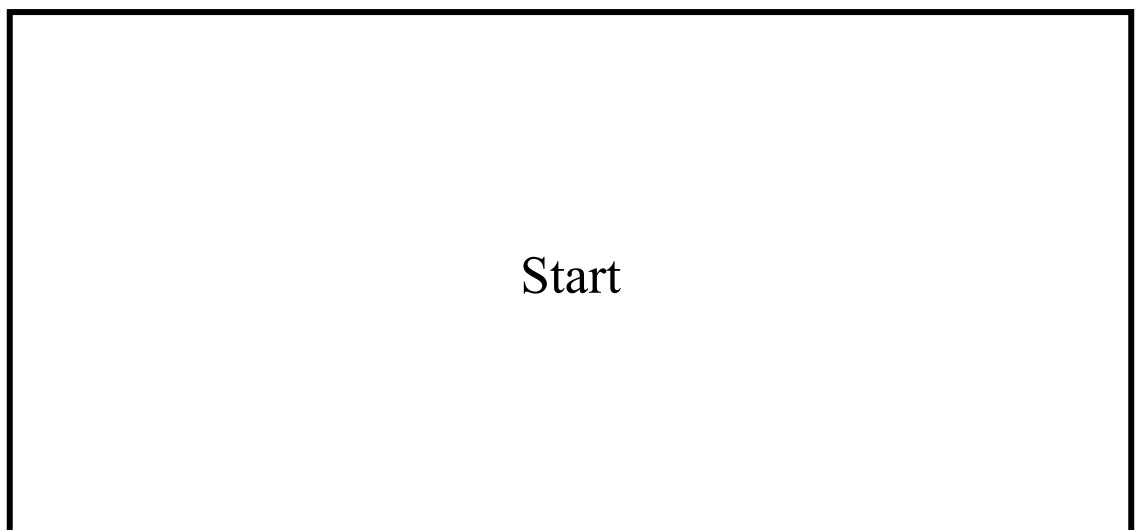
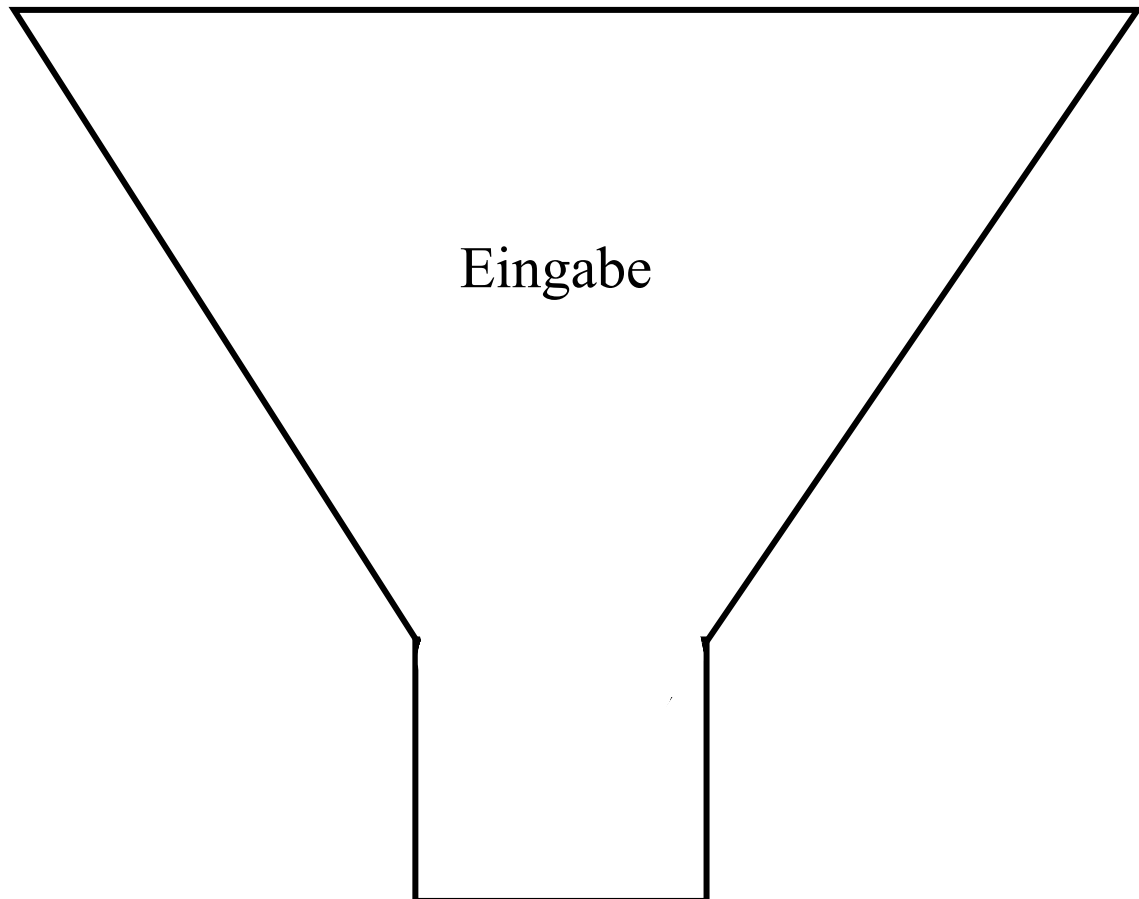
### Zusatz Automatenmodell

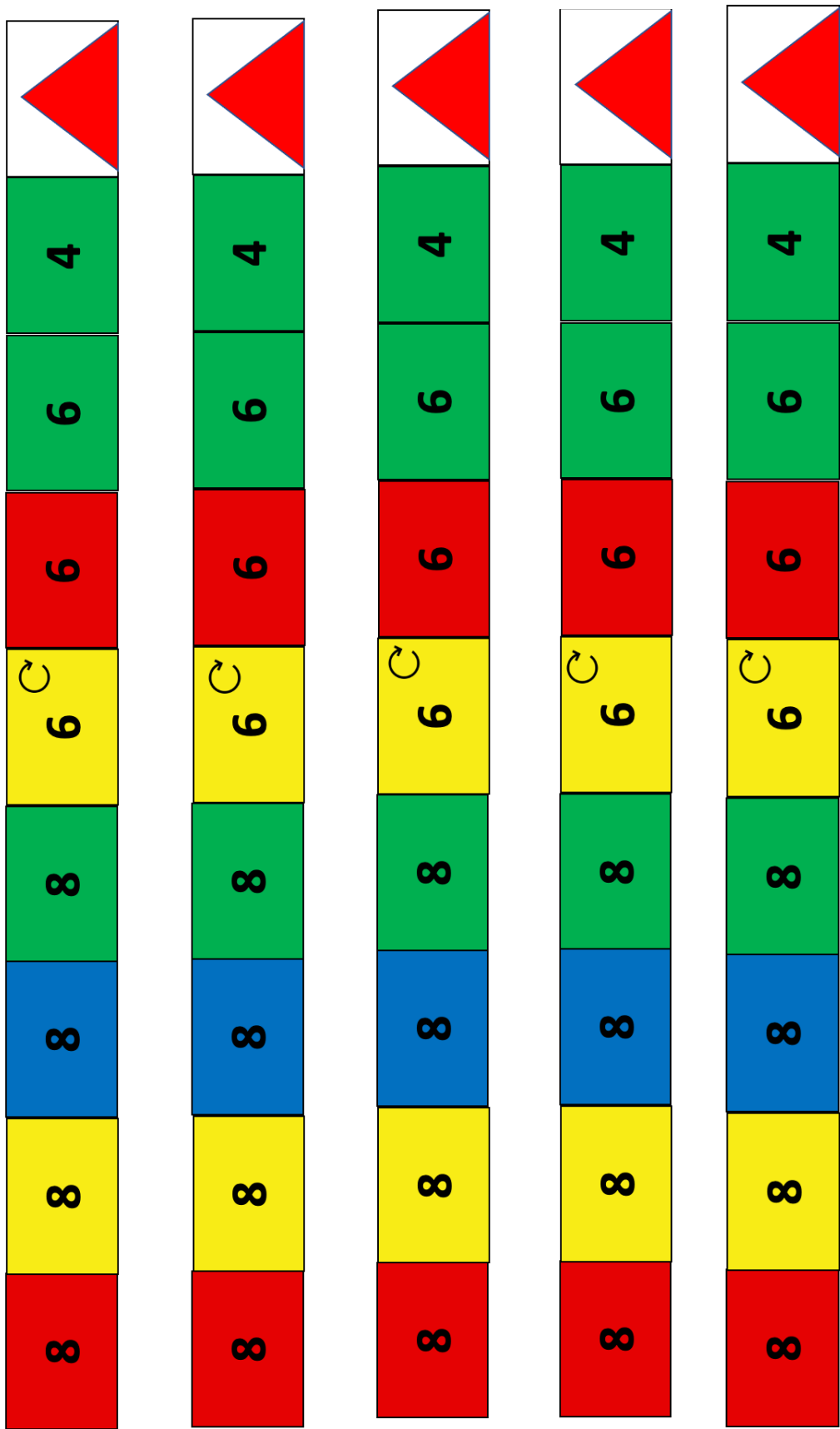
Du brauchst:



Arbeitsplatz der Maschine

Arbeitsplatz der Maschine





**Aufgabe 4 überarbeitet**

**Aufgabe 4:**

Male ein eigenes Automatenmodell auf. Schreibe dazu Regeln auf.

★ Überlege dir Fragen, dazu die dein Partner beantworten soll.

Frage 1: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Frage 2: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Frage 3: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## VIII. Zweite Unterrichtserprobung

- i. Ausgefüllter Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde (Lehrkraft B)

### Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde

Die nachfolgenden Fragen sollen den Fokus der Beobachtung auf bestimmte Aspekte legen. Der Fragebogen dient der erneuten Überarbeitung der Unterrichtsplanung. Es wird daher darum gebeten, möglichst genaue Hinweise zu alternativen Umsetzungsmöglichkeiten zu geben.

Die Fragen 1-6 können während des Unterrichts beantwortet werden. Die Fragen 7-10 beziehen sich auf das Produkt und können nach dem Unterricht beantwortet werden.

1. In welchen (Unterrichts-) Phase wird von der Planung abgewichen? Sind diese Entscheidungen nachvollziehbar? Welche Handlungsalternativen hätte es gegeben?

- Einstieg: Was haben die Automaten gemeinsam? (✓ sinnvoll)
- Einstieg länger als 5 min -> Unterteilen in Einstieg und Hinführung
- Reflexion: Unterschiede zwischen den Modellen (✓ bezüglich der Unterrichtskonzeption sinnvoll)

(Welches war schwer? Welches/Was war besonders?)

2. Gibt es Phasen, in denen keine Abweichung vorgenommen wird, obwohl diese sinnvoll gewesen wäre? Welche?

- Probehandlung mit einem Kind (anschaulicher sowie verständlicher für Lernende)

3. Sind die Automatenmodelle verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

- sehr anschaulich, aber komplex (Erläuterung notwendig)

4. Sind die Sprachkarten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

- verständlich und selbsterklärend
- lediglich Wiederholungszeichen nochmals besprechen

(abschließenden AB jedoch nicht selbsterklärend)

5. Werden alle SuS angemessen gefördert und gefordert oder hätte mehr differenziert werden müssen?

Ja, aber weitere Differenzierung zur vertiefenden Auseinandersetzung mit dem Aufbau/der Funktion von Automaten, vor allem hinsichtlich der Fachsprache

Lernziele für den Unterricht

**Hauptlernziel:**

Die Schüler\*innen lernen die zentralen Elemente eines endlichen Automaten kennen.

**Teillernziele:**

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen und erläutern die Notwendigkeit des Einsatzes einer formalen Sprache.

6. Konnten die SuS die angestrebten Lernziele erreichen? Wie zeigt sich dies?

Hauptlernziel wurde im Ansatz durch den Einstieg und die Reflexion erreicht

Teillernziel 1 in der Arbeitsphase

Teillernziel 2 durch die wiederholende Sicherung & Reflexion

7. Welche Unterschiede im Erreichen der Lernziele gab es bei den SuS?

Schüler\*innen die sich nicht aufmerksam am Unterrichtsgespräch beteiligt haben, haben ggf. nicht alle Lernziele erreicht, da beispielsweise die Notwendigkeit einer formalen Sprache nur im Plenum gefördert und gefordert wird

8. Haben die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Kompetenzen unterstützt?

- Teilerziel 1 ja
- Teillernziel 2 (nur) im Plenum gefördert und gefordert

9. Begründen Sie, ob sie einen Baustein zu Sprachen und Automaten für eine informatische Perspektive im Unterricht einsetzen würden.

ja, da sehr motivierend für Lernende durch informatische Perspektive, durch Handlungs- und Problemorientierung, durch Lebensweltbezug, ...

10. Welche weiteren Beobachtungen halten Sie für relevant? Wie könnten diese zu einer Anpassung der Unterrichtsplanung führen?

- Insgesamt inhaltlich reduzieren, um Fokus auf tiefere Auseinandersetzung und Zeit zur ausführlichen Besprechung des Arbeitsauftrags
- Ständige Unterbrechungen vermeiden, individuelle Hilfestellung durch Lehrkraft in Arbeitsphase (optimale Förderung)
- Wiederholen: Was passiert in einem Automaten? Was ist notwendig um einen Automat zu bedienen? – AB ergänzen?

ii. Überarbeiteter Verlaufsplan

## Tabellarischer Unterrichtsablauf

**Hauptlernziel:** Die Schüler\*innen lernen die zentralen Elemente eines endlichen Automaten kennen.

**Teillernziele:**

- Die Schüler\*innen erlernen den Umgang mit Automatenmodellen, indem sie Türme entsprechend des Zustandsübergangsdiagramms bauen.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen und erläutern die Notwendigkeit des Einsatzes einer formalen Sprache.

Phase (Zeitangaben)	Unterrichtsinhalte	Sozial-/ Arbeitsform	Material/ Medien	didaktischer / methodischer Kommentar
<b>Einstieg</b>  5 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Lehrkraft bespricht mit den Kindern, dass sie sich heute mit dem informatischen Thema Sprachen und Automaten beschäftigen. Dann fragt die Lehrkraft die Kinder, ob diese wissen, was ein Automat ist/Automaten kennen.</li><li>- Die SuS äußern ihr Vorwissen/ihre Vermutung (bspw. Süßigkeitenautomat, Getränkeautomat, Spielautomat...)</li><li>- <u>Gemeinsam wird überlegt: Was haben die Automaten alle gemeinsam?</u></li></ul>	Sitzkreis/Plenum	Plakat mit Forscherfrage  Evtl. LEGO®-Steine	Zur Orientierung wird den Kindern gesagt, dass es heute um Informatik geht. Um die Kinder sachbezogen zu motivieren, wird nach dem Vorwissen der Kinder zum Thema Automaten gefragt.



<p><b><u>Hinführung</u></b></p> <p><u>5 min</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft fasst zusammen, dass Automaten verschiedene Aufgaben selbstständig erledigen können.</li> <li>-</li> <li>- Die Lehrkraft erläutert, dass viele Menschen nicht wissen, wie die Verarbeitung funktioniert und woher die Automaten wissen, was sie tun sollen.</li> <li>- Um der Verarbeitung auf den Grund zu gehen kann, beschäftigt sich die Klasse in dieser Stunde mit einer Maschine, die Türme aus LEGO®-Steinen baut.</li> <li>- Dazu wird die Forscherfrage notiert: „Woher weiß die Maschine, wie sie einen Turm bauen muss?“ Dann wird sie im Raum aufgehängt.</li> <li>- Die Lehrkraft fragt die SuS nach ihren Vermutungen</li> </ul>			<p>Für die Zielklarheit wird eine Forscherfrage formuliert.</p> <p>Zur kognitiven Aktivierung werden die SuS nach ihren Vermutungen gefragt.</p>
<p><b>Erarbeitung 1 mit Zwischen-sicherung</b></p> <p><u>35 min</u> (<u>30min + 5 min</u>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft kündigt den Arbeitsauftrag an: Sie erklärt, dass die Kinder Maschine spielen sollen und dazu die notwendigen Bausteine als Eingabe erhalten</li> </ul>	Plenum	LEGO® Pro Kind: Boden, Gelber 8er, roter 8er, 2x blauer 4er, gelber 4er, Dach	Um zu verstehen, dass Maschinen Informationen nach bestimmten Regeln verarbeiten, sollen sich die Kinder in die Maschine hineinversetzen und zunächst eine Bauaufgabe ohne Regeln bearbeiten. Hierzu erhalten die Kinder nur die Eingabe (Bausteine).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die LK malt nun verdeckt einen bestimmten Turm auf, der aus diesen Bausteinen gebildet werden kann und fordert die Kinder auf, aus den Legosteinen einen Turm zu bauen.</li> </ul>		Ausgedruckte Knobelaufgabe für jedes Kind	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kinder bauen jeweils einzeln einen Turm aus den angegebenen Steinen</li> </ul>	Einzelarbeit	Tafel	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft deckt den Turm auf und fordert die Kinder auf zu vergleichen</li> <li>- Die Kinder stellen fest, dass nicht alle Türme gleich aussehen und dass der Bau eines bestimmten Turms unmöglich ist.</li> <li>- Gemeinsam wird überlegt, dass Maschinen Regeln/Arbeitsanweisungen brauchen, in welcher Reihenfolge die Steine zusammengesetzt werden sollen.</li> </ul>	Sitzkreis/Plenum		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hierzu zeigt die Lehrkraft nun das Automatenmodell (<u>Modell 1</u>). Die Kinder sollen zunächst beschreiben und versuchen das Modell zu verstehen. Die Lehrkraft erklärt das Automatenmodell abschließend und führt dabei die Fachbegriffe mittels Wortspeicher ein</li> </ul>		<u>Modell 1</u> (auf Smartboard oder ausgedruckt mind. A2)  Wortspeicher	Um über die Regeln fachlich in den Austausch zu treten, werden nun die notwendigen Fachbegriffe eingeführt.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nun sollen die SuS mithilfe des Modells nochmals einen Turm bauen. Hier spielt nun ein Kind den Befehlsgeber und das</li> </ul>	Partnerarbeit	<u>Modell 1</u>	Die Notwendigkeit von Regeln wird in der folgenden Bearbeitung nochmals auf ihre Tauglichkeit überprüft.

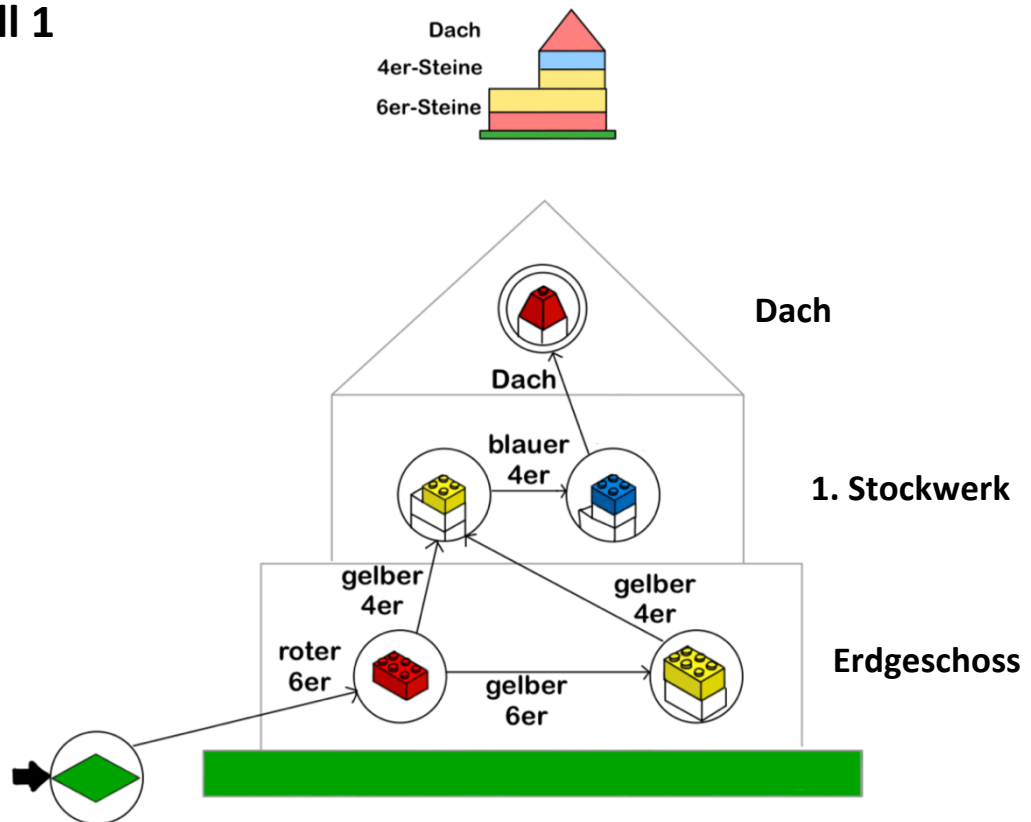
	<p>andere Kind die Maschine, die die passenden Steine sucht und auf den Turm setzt. Der Befehlsgeber stellt sich dabei jeweils hinter die Maschine. Anschließend dürfen sich die Kinder abwechseln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Als nächstes sollen die SuS den Umgang mit einem schwereren Modell weiter üben/vertiefen. Die Partnerarbeit erfolgt dabei wie zuvor bei Modell 1.</u></li> <li>- Als Zusatz wird angeboten, dass die Kinder selbst ein Modell zeichnen. Dieses soll überprüft werden, indem es vom Partner nachgebaut wird.</li> <li>-</li> <li>- Die Bearbeitung wird reflektiert, wobei geäußert wird, dass Regeln bei der Verarbeitung der Informationen helfen.</li> </ul>		<p>Legosteine</p> <p>Arbeitsplatz der Maschine</p> <p>Materialliste Modell 1</p> <p><u>Modell 2</u></p> <p><u>Materialliste für Modell 2</u></p> <p>Legosteine</p> <p>Arbeitsplatz der Maschine</p> <p>Weißes Blatt</p>	<p><u>Die Lehrkraft macht zusammen mit einem Kind eine Probehandlung. So wird der Arbeitsauftrag veranschaulicht und ist für die SuS verständlicher.</u></p> <p>Damit sich die Kinder in der Arbeitsphase mehr in der Rolle als Maschine fühlen, erhalten sie jeweils den „Arbeitsplatz der Maschine“. In das Eingabefeld sollen jeweils die benötigten Legosteine gelegt werden. In das Startfeld wird die Legoplatte gelegt, wenn die Maschine bereit ist.</p> <p><u>Während der Arbeitsphase unterstützt die Lehrkraft die SuS individuell, so dass eine optimale Förderung erreicht wird.</u></p>
--	--	--	---	---

	Die Erkenntnis wird auf die Forscherfrage übertragen: Maschinen benötigen für die Verarbeitung der Informationen eine Eingabe (Informationen zu den Bestandteilen) und Regeln, die vorgeben wie gebaut werden soll.	Sitzkreis/Plenum	Forscherfrage	Um die Einbettung in den informatischen Kontext beizubehalten, wird die Erkenntnis, dass vorgegebene Regeln nötig sind, um einen bestimmten Turm zu bauen, auf Maschinen übertragen.
<b>Erarbeitung 2</b>  20 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion der vorherigen Erarbeitung: <u>Wie unterscheiden sich die Modelle? Welches war schwer? Welches war besonders?</u></li> <li>- Mit den Kindern wird besprochen, dass mit den Modellen auch verschiedene Lösungen möglich sind. In der Regel wird von einer Maschine aber gefordert eine ganz bestimmte Sache zu produzieren/ zu finden/ ... Der Automat muss also genau wissen, was er bilden soll.</li> <li>- Die SuS überlegen gemeinsam, wie es in der Partnerarbeitsphase möglich war, dass der Partner jeweils den gewünschten Turm baut.</li> <li>- Die SuS stellen fest, dass sich die Kinder in der Partnerarbeit mit der gesprochenen Sprache Anweisungen erteilt haben.</li> </ul>	Sitzkreis/Plenum	Automatenmodelle  Kreide & Tafel bzw. LEGO®-Steine	Da die Verarbeitung der Informationen in der Informatik in Maschinen geschieht, ist es für das Verständnis notwendig auch die Kommunikation mit diesen Maschinen einzuführen. Dabei wird hier auf Sprachkarten zurückgegriffen, die aus einzelnen Elementen bestehen, die beliebig aneinandergereiht werden können.

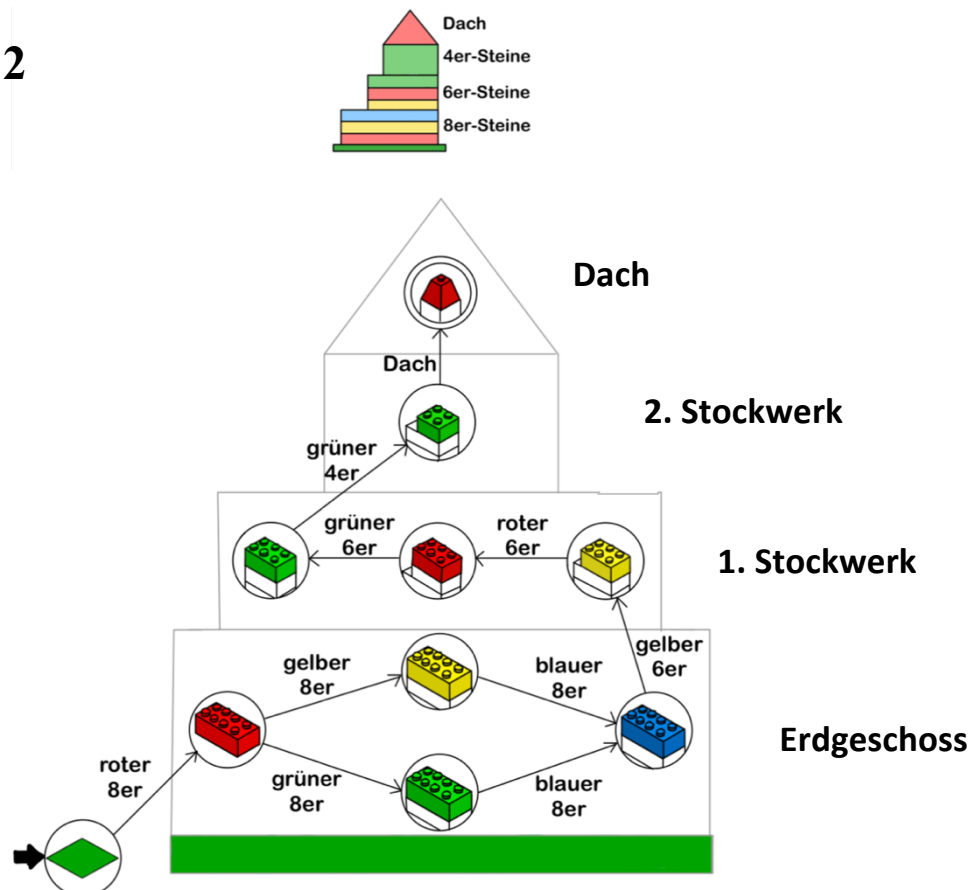
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dazu wird die Problemstellung besprochen, dass wir den Maschinen diese Informationen nicht einfach über unsere Sprache mitteilen können.</li> <li>- Gemeinsam mit den Kindern erarbeitet die Lehrkraft, dass der Maschine die einzelnen Schritte/ Elemente zum Turmbau genannt werden müssen. Dies erfolgt mithilfe von Sprachkarten, die in die Maschine eingeworfen bzw. vorgelegt werden.</li> <li>- Die Lehrkraft zeigt den SuS eine beispielhafte Kombination von Sprachkarten und fragt die Kinder, ob jemand die Sprache des Automaten versteht.</li> <li>- Nun sollen die Kinder den Umgang mit den Sprachkarten ausprobieren: Dazu befiehlt das eine Kind durch das Aneinanderlegen der Sprachkarten, wie der Turm aussehen soll. Das andere Kind baut/zeichnet währenddessen den Turm. Anschließend wird getauscht. Wichtig dabei: Die Maschine kann die Legosteine nur so stapeln, wie es im Automatenmodell „programmiert“ ist.</li> </ul>		<p>Sprachkarten für Modell 2</p> <p>Modell 2</p> <p>Sprachkarten für jede Zweiergruppe</p>	<p>Um sicherzustellen, dass die SuS die Notwendigkeit der formalen Sprache verstehen, ist es den Kindern in der Arbeitsphase nicht gestattet miteinander zu reden.</p>
--	---	--	--	--



## Modell 1



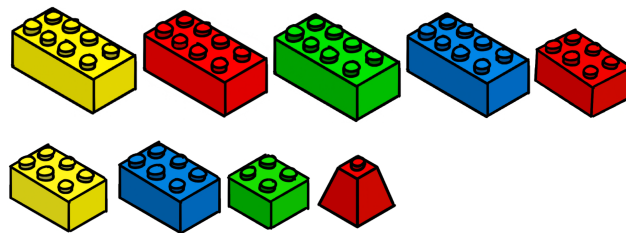
## Modell 2



## Materialliste zu Modell 2

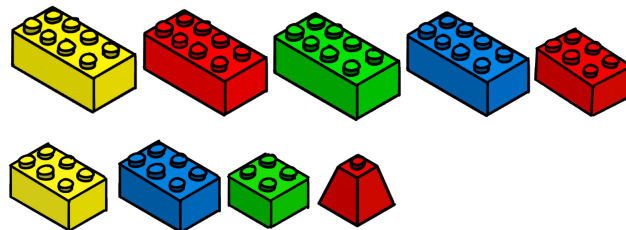
### Modell 2

Du brauchst:



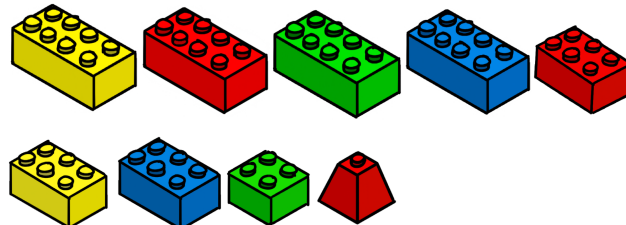
### Modell 2

Du brauchst:



### Modell 2

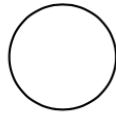
Du brauchst:



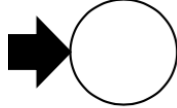


## Wortspeicher

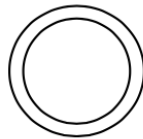
Ein **Automatenmodell** besteht aus...



**Zustand:** Beschreibung, wie etwas gerade ist



**Startzustand:** In diesem Zustand fängt  
der Automat immer an

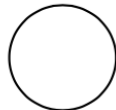


**Endzustand:** In diesem Zustand endet

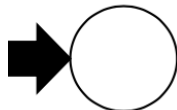


**Übergang:** zeigt an, was gemacht werden  
muss, um in den nächsten  
Zustand zu kommen

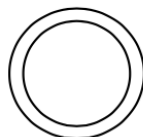
Ein **Automatenmodell** besteht aus...



**Zustand:** Beschreibung, wie etwas gerade ist



**Startzustand:** In diesem Zustand fängt  
der Automat immer an



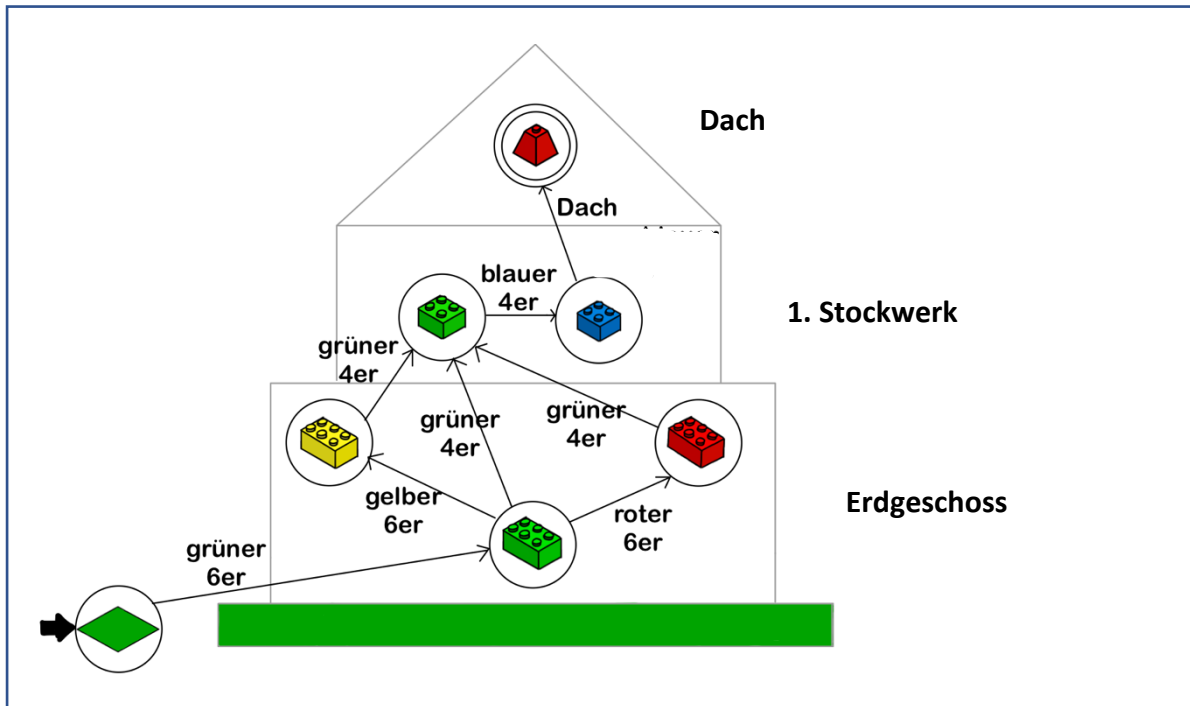
**Endzustand:** In diesem Zustand endet



**Übergang:** zeigt an, was gemacht werden  
muss, um in den nächsten  
Zustand zu kommen

## Wie baut die Maschine einen Turm?

Hier siehst du ein Automatenmodell.

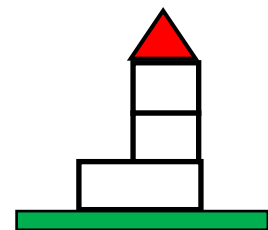
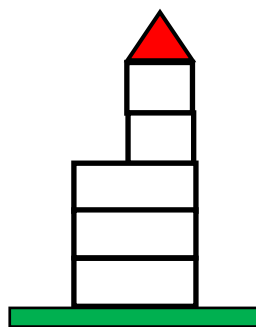
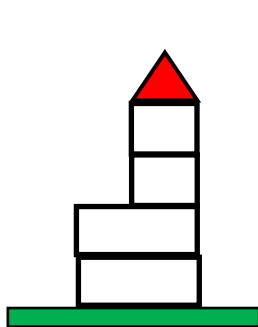


**Aufgabe 1:** Können die Türme in a) - c) damit gebaut werden? Male den Turm passend an.

b)

b)

c)



d) ☐ geht ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

e) ☐ geht ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

f) ☐ geht ☐ geht nicht, weil \_\_\_\_\_

## Aufgabe 2: Sind die Aussagen wahr oder falsch?

Korrigiere den Satz, wenn die Aussage falsch ist. Streiche dazu die falschen Wörter durch und ergänze das richtige Wort.

Der Startzustand ist der grüne 6er-Stein.

☐ wahr ☐ falsch

Der erste Zustand wird erreicht, indem ein grüner 6er-Stein gebaut wird.

☐ wahr ☐ falsch

Der Endzustand ist erreicht, wenn der blaue 4er Stein gebaut wird.

☐ wahr ☐ falsch

Der kleinste Turm besteht aus 3 Legosteinen und einem Dach.

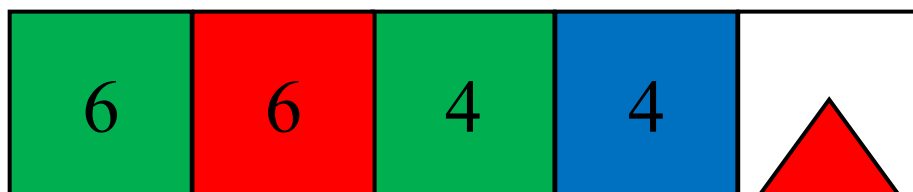
☐ wahr ☐ falsch

## Aufgabe 3:

- c) Was musst du der Maschine befehlen um den Turm in Aufgabe 1 c) zu bauen? Trage die Sprachkarten ein.

--	--	--	--

- d) Hier siehst du andere Sprachkarten. Wie sieht der Turm dazu aus?



**Male den Turm auf.**

#### **Aufgabe 4:**

Was braucht eine Maschine, damit sie selbstständig eine Aufgabe erledigen kann? Kreuze an.

- ☐ Englische Sprache
- ☐ Eine Eingabe
- ☐ Formale Sprache
- ☐ Feste Regeln und Arbeitsschritte
- ☐ Eine Ausgabe
- ☐ Einen Schreibtisch

#### **Aufgabe 5:**

Erklären mit eigenen Worten. Warum eine formale Sprache notwendig ist, um mit Maschinen zu kommunizieren.

---

---

---

---

### Aufgabe 6:

Male ein eigenes Automatenmodell auf. Schreibe dazu Regeln auf.

★ Überlege dir Fragen, dazu die dein Partner beantworten soll.

Frage 1: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Frage 2: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

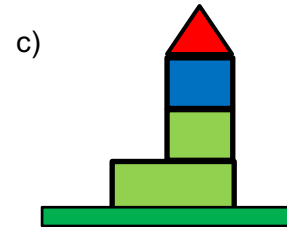
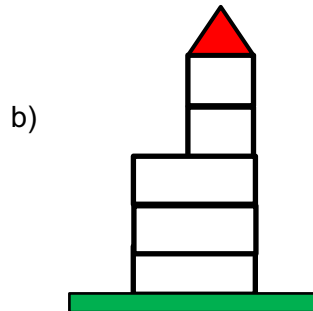
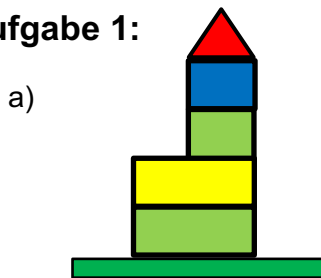
Frage 3: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Lösungskarte

## Lösungskarte

### Aufgabe 1:



- a) ☐ X geht    ☐ O geht nicht, weil \_\_\_\_\_
- b) ☐ O geht    ☒ X geht nicht, weil keine 3 6er-Steine übereinander sein dürfen.
- c) ☐ X geht    ☐ O geht nicht, weil \_\_\_\_\_

### Aufgabe 2:

die grüne Legoplatte

Der Startzustand ist der grüne 6er-Stein.

☐ wahr

☒ falsch

Der erste Zustand wird erreicht, indem ein grüner 6er-Stein gebaut wird.

☒ wahr

☐ falsch

das Dach

Der Endzustand ist erreicht, wenn der blaue 4er-Stein gebaut wird.

☐ wahr

☒ falsch

Der kleinste Turm besteht aus 3 Legosteinen und einem Dach.

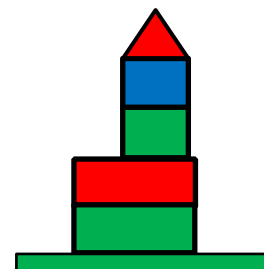
☒ wahr

☐ falsch

### Aufgabe 3:



b)



### Aufgabe 4:

- ☐ Englische Sprache
- ☒ Eine Eingabe
- ☒ Formale Sprache
- ☒ Feste Regeln und Arbeitsschritte
- ☐ Eine Ausgabe
- ☐ Einen Schreibtisch

**Aufgabe 5:** Die formale Sprache ist eine gemeinsame Sprache von Mensch und Maschine. Die Sprache, die wir Menschen sprechen versteht eine Maschine nicht. Auch die formale Sprache muss der Maschine erst beigebracht.

## **Tippkarten**

### **Tippkarten zu Aufgabe 4:**

#### **Tipp 1**

Denke an die Arbeitsphase. Was brauchtest du alles, damit deine Partnerin/dein Partner wusste, wie der Turm gebaut werden soll?

### **Tippkarten zu Aufgabe 5:**

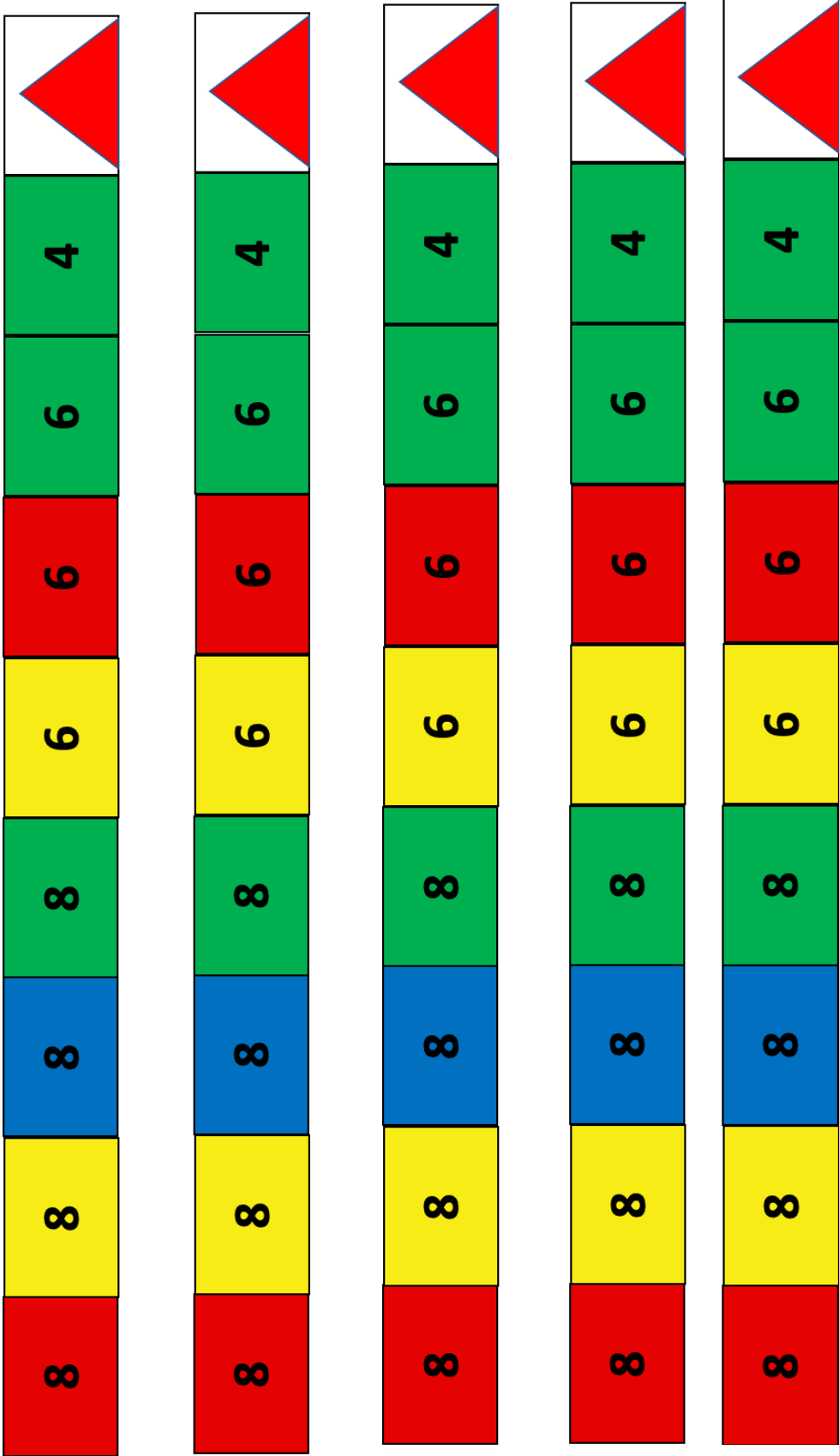
#### **Tipp 1**

Überlege. Kannst du dich mit der Maschine unterhalten? Warum nicht?

#### **Tipp 2**

Die Maschine kann dich nicht verstehen, weil sie kein Mensch ist.

Sprachkarten





## **Eigenständigkeitserklärung**

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit über Sprachen und Automaten am Gegenstand „Turmbau“ - Eine design-based-research Studie zur informatischen Bildung in der Grundschule selbstständig von mir und ohne fremde Hilfe verfasst worden ist, dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt worden sind und dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken – auch elektronischen Medien – dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen wurden, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind. Mir ist bekannt, dass es sich bei einem Plagiat um eine Täuschung handelt, die gemäß der Prüfungsordnung sanktioniert werden kann.

Ich erkläre mich mit einem Abgleich der Arbeit mit anderen Texten zwecks Auffindung von Übereinstimmungen sowie mit einer zu diesem Zweck vorzunehmenden Speicherung der Arbeit in einer Datenbank einverstanden.

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit oder Teile daraus nicht anderweitig als Prüfungsarbeit eingereicht habe.

---

(Datum, Unterschrift)