

Westfälische-Wilhelms-Universität Münster

Arbeitsbereich Didaktik der Informatik

Prüfer: Prof. Dr. Marco Thomas

Zweitgutachter: Dr. Daniel Walter

Abgabe: 12.02.2020

Masterarbeit

"Museums-Automat" –

*Pilotstudie zu einer Unterrichtseinheit im
Bereich "Sprachen und Automaten" für die Jahrgangsstufe vier*

,,Museum-Automaton“-

*Pilot Study of a Teaching Unit in the Field of „Languages and Automata“
for Grade Four*

Neele Baronesse von Engelhardt

[REDACTED]
[REDACTED]

MEd-Grundschule: Mathematische Grundbildung, Sprachliche Grundbildung,
Naturwissenschaftliche Grundbildung

[REDACTED]
[REDACTED]

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	1
1 Einleitung	1
1.1 Einordnung der Problemlage	1
1.2 Ziele der vorliegenden Arbeit	3
2 Forschungsmethode und Aufbau	4
2.1 Design-Based Research	4
2.2 Forschungsmethode der Arbeit	6
2.3 Aufbau der Arbeit	8
3 Forschungsfragen	9
4 Unterrichtsplanung	12
4.1 Bezug zu den Bildungsplänen	13
4.2 Sachanalyse	16
4.3 Lernvoraussetzungen	23
4.4 Didaktische Analyse	25
4.5 Lernziele	37
4.6 Tabellarische Verlaufsplanung	38
4.7 Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft	39
4.7.1 Entwicklung eines Fragebogens	39
4.7.2 Auswertung des Fragebogens	41
5 Unterrichtserprobung	43
5.1 Durchführung des Unterrichts	44
5.2 Unterrichtsanalyse	44
5.2.1 Untersuchungsmethoden	45
5.2.2 Analyse der Beobachtungen	46
5.3 Überarbeitung der Unterrichtsplanung	53
6 Auswertung der Forschungsfragen	56
7 Reflexion der Forschungsmethode	60
8 Fazit und Ausblick	61
Literaturverzeichnis	63
Abbildungsverzeichnis	65
Anhang	66

Abkürzungsverzeichnis

AB	-	Arbeitsblatt
bspw.	-	beispielsweise
d. h.	-	das heißt
DBR	-	Design-Based Research
DEA	-	deterministischer endlicher Automat
GDSU	-	Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts
GI	-	Gesellschaft für Informatik e.V.
KMK	-	Kultusministerkonferenz
min	-	Minuten
NKA	-	nichtdeterministischer Kellerautomat
SuS	-	Schülerinnen und Schüler
u.U.	-	unter Umständen
usw.	-	und so weiter
v.a.	-	vor allem
z.B.	-	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Einordnung der Problemlage

„Informatik hat die Gesellschaft und damit auch die Lebenswelt und den Alltag von Kindern durchdrungen“ (GI19, V). Laut der KIM-Studie 2016¹ nutzen 77% aller sechs- bis 13-Jährigen nach eigenen Angaben mindestens selten einen Computer, 51% besitzen nach Angabe der Haupterzieher ein Handy oder Smartphone und 69 % nutzen jeden bzw. fast jeden Tag oder ein-/ mehrmals pro Woche digitale Spiele (vgl. mpfs16). Aktuell ist informatische Bildung nicht Teil der Bildungspläne für die Grundschule. Das Bildungsangebot der Grundschule ist auf „Wissen und Können gerichtet, das zur Bewältigung von alltäglichen Lebenssituationen und zunehmend auch zur verantwortlichen Teilhabe am gesellschaftlich-kulturellen Leben sowie zur Grundlegung eines lebenslangen Lernens dient“ (KMK15, 5). Da die Teilnahme an der Gesellschaft zunehmend informatische Kenntnisse voraussetzt, liegt es nahe, auch informatische Bildung in das Bildungsangebot der Grundschule zu integrieren. Diese soll Schülerinnen und Schülern (SuS) einen ersten Zugang zu Informatiksystemen, sowie das bewusste Erleben und Mitgestalten von Informatik ermöglichen (vgl. HTHBF19). Zudem kann ein grundlegendes Verständnis informatischer Konzepte logisches und strukturiertes Denken fördern und damit auch fächerübergreifende Kompetenzen bedienen (vgl. HTHBF19).

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) beschäftigt sich unter anderem damit, informatische Bildung im Rahmen von Kompetenzempfehlungen in die allgemeine Schulbildung zu integrieren. Mit der GI ist das „Ziel informatischer Bildung im Primarbereich [...], die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, in gegenwärtigen und zukünftigen Lebenssituationen urteilsfähig sowie handlungs- und gestaltungsfähig zu werden“ (GI19, 2). Nachdem die GI 2008 und 2016 Empfehlungen zu den Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I und II veröffentlicht hat (GI08; GI16), wurden diese im Januar 2019 mit der Veröffentlichung der „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ (GI19) zu einem durchgängigen Konzept für eine informatische Bildung in der allgemeinbildenden Schule ergänzt. Die Empfehlungen für die Grundschule sind als Kompetenzen in fünf Inhalts- und Prozessbereiche gegliedert. Es werden Fä-

¹ Die repräsentative KIM-Studie wird vom Medienpädagogischen Forschungsverbund Südwest durchgeführt und bildet das Medienverhalten von 6- bis 13-jährigen in Deutschland ab. Für die KIM-Studie 2016 wurden im Frühjahr 2016 1229 Kinder und ihre Haupterzieher zu ihrem Mediennutzungsverhalten befragt (vgl. mpfs16).

higkeiten und Fertigkeiten ausgewiesen, an denen sich ein Informatikunterricht in der Grundschule orientieren kann. Damit diese Empfehlungen in der Praxis umgesetzt werden und damit ihren Weg in die Grundschule finden, sind didaktisch-methodische Konzepte in Form von Unterrichtsentwürfen zu den verschiedenen Inhabtsbereichen nötig (vgl. HTHBF19). Dabei muss berücksichtigt werden, dass Lehrkräfte der Grundschule in der Regel keine Ausbildung im Fach Informatik haben. Unterrichtsentwürfe sollten daher gut geplant sein und möglichst bereits erprobte Konzepte und Materialien zur Verfügung stellen (vgl. HTHBF19). Unterrichtsentwürfe und ihre Erprobung in der Praxis können zusätzlich dazu beitragen, das Interesse von Lehrkräften an informatische Bildung zu wecken bzw. zu fördern und in diesem Zuge die fachdidaktische und politische Diskussion zur informatischen Bildung voranzutreiben.

Erste Unterrichtsbausteine wurden bereits im Rahmen des Projektes „Informatik in der Grundschule (IGS)²“ an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster veröffentlicht. In diesem Projekt entstanden zudem Abschlussarbeiten von Studierenden des Grundschullehramts, welche sich mit der Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsentwürfen beschäftigen. Moritz Deitmer hat im Rahmen seiner Bachelorarbeit eine Unterrichtsstunde zum Inhabtsbereich „Sprachen und Automaten“ aus den „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ entwickelt (vgl. De19). Dieser befasst sich fachlich mit dem informatischen Modell des endlichen Automaten³. Es hat sich gezeigt, dass eine Umsetzung der Kompetenzziele aus dem Kompetenzrahmen der GI dieses Inhabtsbereiches am Modell des endlichen Automaten möglich ist. Aus fachlicher Sicht stößt dieses Modell jedoch schnell auf Grenzen. Es existieren weitere informatische Modelle, wie das Modell des Kellerautomaten⁴, welches diese Grenzen aufgreift. Unterrichtsentwürfe, die sich mit der Umsetzung des Modells des Kellerautomaten in der Grundschule beschäftigen und die Kompetenzen des Inhabtsbereiches „Sprachen und Automaten“ (vgl. GI19) fördern, wurden derzeit noch nicht veröffentlicht.

Diese kurze Einführung in die Thematik verdeutlicht die Notwendigkeit der (Weiter-) Entwicklung praktischer Unterrichtsentwürfe auf dem Gebiet der Informatik für die Grundschule im Bereich „Sprachen und Automaten“.

² Im Rahmen dieses Projektes zur Förderung informatischer Bildung an Grundschulen werden Unterrichtsbausteine entwickelt, erprobt und Lehrkräften mit entsprechenden Handreichungen zur Verfügung gestellt (vgl. Be17)

³ Automaten können als selbstaktiv arbeitende Maschinen beschrieben werden. Automatenmodelle beschreiben in der Informatik die Funktion realer Automaten. Endliche Automaten und Kellerautomaten sind verschiedene Typen informatischer Automatenmodelle (vgl. GI19, 19). Für eine weiterführende Erklärung sei auf Kapitel 4.2 verwiesen.

⁴ Die Grenzen eines endlichen Automatenmodells werden in Kapitel 4.2 genauer erläutert.

1.2 Ziele der vorliegenden Arbeit

Ausgehend von Kapitel 1.1 wird hier die Zielstellung der vorliegenden Arbeit dargelegt. Gegenstand und Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer 90-minütigen Unterrichtsstunde zum Thema „Sprachen und Automaten“, genauer zur Umsetzung des informatischen Modells des Kellerautomaten in der Grundschule. In der Unterrichtsstunde soll zunächst das Modell eines endlichen Automaten und aufbauend darauf das Modell eines Kellerautomaten entwickelt werden.

Der Unterrichtsentwurf ist ein Vorschlag, die Kompetenzen zur informatischen Bildung der GI altersgerecht umzusetzen. Dabei soll die Planung sowohl fachlich, als auch didaktisch-methodisch fundiert geschehen. Die folgende Kompetenzen des Inhaltsbereiches „Sprachen und Automaten“ für das Ende der Klasse 4 sollen in der Unterrichtsstunde gefördert werden (vgl. im Folgenden GI19):

Die SuS

- „unterscheiden zwischen Automaten und sprachlichen Beschreibungen von Automaten (Automatenmodellen)“ (GI19, 10),
- „beschreiben Zustände und Zustandsübergänge von Automaten“ (GI19, 14),
- „erstellen Automatenmodelle, um (sprachliche) Eingaben zu akzeptieren und (sprachliche) Ausgaben zu erzeugen“ (GI19, 14) und
- „steuern Automaten auch durch Programmieren⁵“ (GI19, 14).⁶

Als passender Anwendungskontext für den Aufbau dieser Kompetenzen soll für die Unterrichtsstunde die Entwicklung eines „Museums-Automaten“⁷ gewählt werden.

Da Unterrichtsentwürfe gerade im Feld der Informatik möglichst gut geplant sein müssen und bereits erprobte Konzepte und Materialien beinhalten sollten (vgl. Kap. 1.1), wird sich in der vorliegenden Arbeit der Forschungsmethode des Design-Based Research bedient. Geleitet von Forschungsfragen sollen im Rahmen dieser Forschungsmethode zudem unterschiedliche Aspekte von Planung und Durchführung, sowie Evaluati-

⁵ Der Zusatz „auch durch Programmieren“ (GI19, 14) wird im Folgenden ausgelassen, da das Steuern von Automaten durch Programmieren im zeitlichen Rahmen des zu planenden Unterrichtes nicht umsetzbar ist.

⁶ Die in den Kompetenzen für informatische Bildung genannte Kompetenz: „Die SuS erläutern die Notwendigkeit einer formalen Sprache zur Interaktion mit Informatiksystemen“ soll aufgrund der zeitlichen Begrenzung der Unterrichtsstunde nicht explizit gefördert werden.

⁷ „Museum-Automat“ kann hier als Überbegriff für die in der Unterrichtsstunde zu entwickelnden Automatenmodelle des „Mitarbeiter-Automaten“ und des „Besucher-Automaten“ verstanden werden. Ein „Museums-Automat“ steht am Ein- bzw. Ausgang eines Museums, zählt die Mitarbeiter bzw. Besucher, welche das Museum betreten/ verlassen und zeigt an, ob sich aktuell Mitarbeiter bzw. Besucher im Museum befinden oder nicht.

on und Forschungsmethode der vorliegenden Arbeit auf übergeordneter Ebene in den Blick genommen werden.

2 Forschungsmethode und Aufbau

Ausgehend von Kapitel 1 wird im Folgenden die Forschungsmethode der Untersuchung dargelegt. Dazu wird diese in Kapitel 2.1 zunächst beschrieben und in Kapitel 2.2 auf die vorliegende Arbeit übertragen. Anschließend folgt die Skizzierung des inhaltlichen Aufbaus der Arbeit.

2.1 Design-Based Research

Für die vorliegende Arbeit wurde die Methode des Design-Based Research (DBR) gewählt. DBR wird von verschiedenen Wissenschaftlern seit Anfang der 90er Jahre diskutiert. Die unterschiedlichen Ansätze beschäftigen sich mit dem Generieren innovativer Lösungen für komplexe praktische Bildungsprobleme. Dabei sollen gleichzeitig wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden (vgl. Eu14).

Mit Plomp (2007, 13) lässt sich das Ziel des DBR folgendermaßen beschreiben:

„the systematic study of designing, developing and evaluation educational interventions [...] as solutions for complex problems in educational practice, which also aims at advancing our knowledge about the characteristics of these interventions and the processes of designing and redesigning them“.

Innovative Interventionen in Schule und Unterricht werden in einem interaktiven kontinuierlichen Prozess geplant, weiterentwickelt und evaluiert (vgl. GSH19). Dabei sollen primär neue Potenziale erforscht werden, anstatt bestehende Programme zu untersuchen (vgl. Eu14).

Der Wirtschaftspädagoge Dieter Euler hat ein Modell entwickelt, welches zentrale Forschungsschritte und die paradigmatischen Regeln eines DBR anhand eines Forschungszyklus beschreibt (vgl. Abbildung 1). Dabei fasst Euler Kerncharakteristika und zentrale Forschungsaktivitäten verschiedener Beiträge zur designbezogenen Forschung zusammen. Im Folgenden werden das Modell und seine Phasen mit Bezug auf Euler (2014) vorgestellt. Anschließend wird anhand des Modells das forschungsmethodische Vorgehen der vorliegenden Arbeit erläutert.

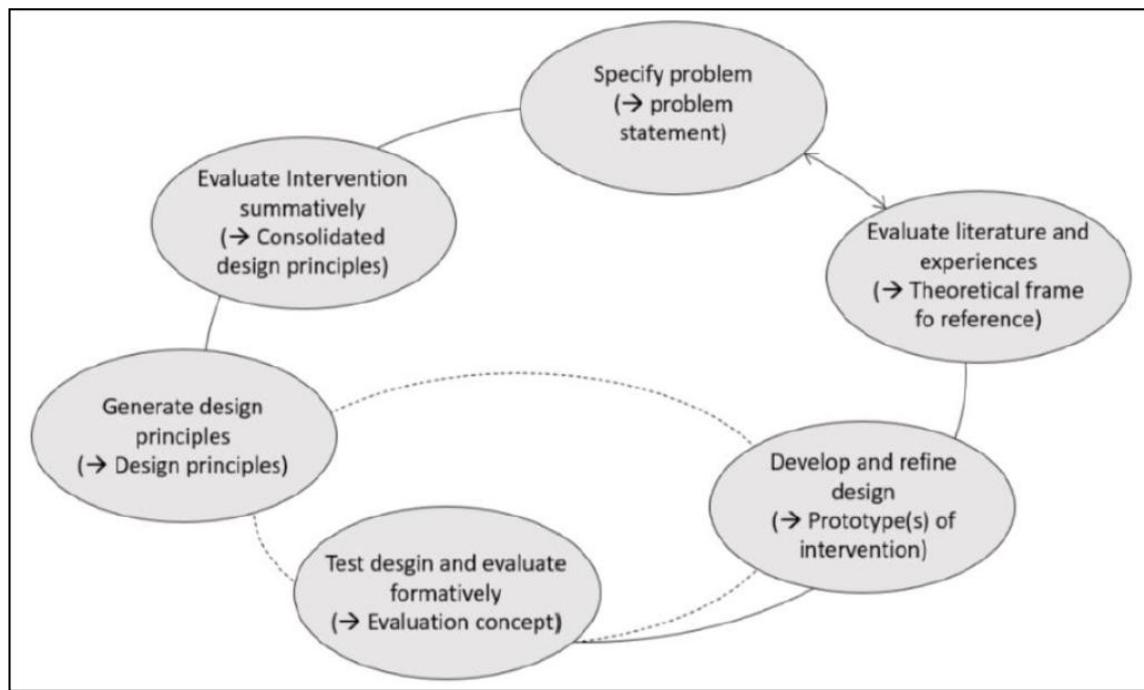


Abbildung 1: Research and development cycles in the design research (Eu14, 20)

Die Kreisform des Modells zeigt die Prozesshaftigkeit des DBR. Alle sechs Phasen folgen kontinuierlich aufeinander und einzelne Zyklen können mehrmals durchlaufen werden.

Grundlegend für die Forschungsmethode des DBR ist eine aus der Praxis generierte Problemstellung. Zu Beginn steht daher die Präzisierung der gewünschten Zielsetzung, des Handlungsrahmens und des Anspruchs für die Lösung des Problems (Specify Problem). Ziel dieser ersten Phase ist, das Problem zunächst sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus praktischer Perspektive zu betrachten. (vgl. Eu14, 23f.).

In der nächsten Phase (Evaluate literature and experience) werden Literatur und Sachkenntnisse hinzugezogen. So lassen sich Einzelbeobachtungen in einen größeren Kontext setzen, erste Ideen für die Lösungsentwicklung generieren und relevante Bezüge zu verwandten Forschungsfeldern finden. Ziel dieser Phase ist ein „theoretical frame of reference“ (Eu14, 26) mit einem genau formulierten Problem, den Ansprüchen an eine Intervention und eine vorläufige Beschreibung möglicher Interventionen (vgl. Eu14, 25f.).

Ziel der folgenden Phase (Develop and refine design) ist der Prototyp einer Intervention, welche den in den ersten beiden Phasen generierten Ansprüchen, Zielen und Rahmenbedingungen entspricht. Dazu wird zunächst eine Intervention entwickelt. Diese wird anschließend wiederholt auf ihre Praxistauglichkeit geprüft und verfeinert, damit ein möglichst zielorientierter und effektiver Prototyp entsteht. Dabei sollten Wissen-

schaft und Praxis ineinander greifen und ihr Zusammenspiel das Potenzial der Intervention steigern. Befragungen von Experten aus der Praxis erhöhen hier zum Einen die Akzeptanz von Innovationen in der Praxis. Zum Anderen tragen sie möglicherweise dazu bei, dass Interventionen auch über eine Testphase hinaus den Weg in die Praxis finden. (vgl. Eu14, 26ff.).

Im nächsten Schritt (Test design and evaluate formatively) wird die entwickelte Intervention erprobt und formativ evaluiert. Dabei wird einerseits die Anwendbarkeit der Intervention in der Praxis untersucht. Andererseits werden weitere Verbesserungen der Intervention identifiziert. Die Evaluation folgt methodischen und systematischen Prinzipien. (vgl. Eu14, 28-31).

Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden in der nächsten Phase „Design principles“ (Eu14, 33) definiert (Generate design principles). Diese generalisierten Prinzipien erheben dabei keinen Anspruch auf gesetzmäßige Allgemeingültigkeit. Sie geben vielmehr Richtungen vor, wie Interventionen aussehen und entwickelt werden können. (vgl. Eu14, 31ff.).

Der letzte Schritt des Modells (Evaluate Intervention summatively) ist die summative Evaluation. Um die Wirksamkeit von Interventionen zu überprüfen werden größere Stichproben herangezogen, welche in geregelten und standardisierten Evaluationsdesignstudien untersucht werden. Zusammen mit den zyklisch durchgeführten formativen Evaluationen bereichern die Ergebnisse der summativen Evaluation die Einschätzung der entwickelten Intervention. Es entstehen „refined design principles and/or action heuristics for practical actions in a demarcated action field“ (Eu14, 35).

2.2 Forschungsmethode der Arbeit

Die Methode des DBR wird für die vorliegende Arbeit ausgewählt, um basierend auf der Problemstellung eine praktikable Intervention für die Grundschule, also einen Unterrichtsentwurf, zu entwickeln und darüber hinaus über formative Evaluation erste wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Das Modell von Dieter Euler liegt der Forschungsmethode der vorliegenden Arbeit zugrunde, da es verschiedene Beiträge der designbezogenen Forschung zusammenfasst und eine übersichtliche Darstellung der Forschungsmethode anhand der aufeinanderfolgenden Phasen ermöglicht.

Im Folgenden wird das forschungsmethodische Vorgehen der vorliegenden Arbeit anhand der beschriebenen Phasen des DBR vorgestellt.

Specify problem

Ausgangspunkt dieser Arbeit waren die „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ (GI19), mit denen die GI einen Kompetenzrahmen für einen Informatikunterricht in der Grundschule veröffentlicht hat. Mit der Forderung nach der Umsetzung dieser Kompetenzen in der Grundschule ergab sich das in Kapitel 1.1 formulierte Problem fehlender Unterrichtsentwürfe aus und für die Praxis. Als Ziel der vorliegenden Arbeit wurde daher die Entwicklung eines Unterrichtsentwurfes zu dem Inhaltsbereich „Sprachen und Automaten“ und dem Gegenstand Kellerautomat formuliert (vgl. Kap. 1.2).

Evaluate literature and experience

Die Literaturanalyse der Bildungspläne für die Grundschule, der fachwissenschaftlichen Literatur zum Thema Sprachen und Automaten, Beiträgen der Informatikdidaktik sowie den Grundsätzen der Unterrichtsplanung hat den nächsten Schritt des DBR in der vorliegenden Arbeit dargestellt. Das beschriebene Problem wurde dadurch präzisiert und die Ansprüche an den Unterrichtsentwurf aus fachlicher und didaktisch-methodischer Perspektive beleuchtet. Zudem wurde die Grundlage für die praktische Legitimation der Unterrichtsstunde und ihre Dokumentation im Rahmen des Unterrichtsentwurfes geschaffen. In dieser Phase entstanden bereits erste Ideen zum Unterricht, die im weiteren Verlauf des DBR teils verworfen oder abgeändert wurden. Hier wurde beispielsweise der praktische Anwendungsbezug „Museum-Automat“ zum informatischen Thema des Kellerautomaten entwickelt. Außerdem wurden, abgeleitet aus dem Kompetenzrahmen der GI, als Kompetenzen formulierte Lernziele beschrieben, welche der Unterricht fördern soll. Auf einer Metaebene wurden Forschungsfragen entwickelt, welche über die Entwicklung und Evaluation des Unterrichts hinaus Erkenntnisse über Unterrichtsplanung, die Methode des DBR, Kompetenzen der informatischen Bildung und Individualisierung von Unterricht ermöglichen. Als Resultat dieser Phase wurde ein Exposé (vgl. I⁸) der vorliegenden Arbeit formuliert.

Develop and refine design

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde im nächsten Schritt der Prototyp eines Unterrichts im beschriebenen Rahmen entwickelt. Dabei spielten persönliche Erfahrungen der Autorin aus Praxisphasen und universitären Seminaren zur Unterrichtsplanung eine Rolle. Einzelne Aspekte wurden immer wieder überdacht und verändert. Es wurde stetig re-

⁸ Römische Zahlen verweisen auf den Anhang.

flektiert, ob der Unterricht den formulierten Zielen entspricht, ob dieser praktisch durchführbar ist und an welchen Stellen kritische Phasen oder Schwierigkeiten auftreten könnten. Der Unterricht wurde in dieser Phase in Form einer Verlaufsplanung verschriftlicht. Um die Akzeptanz des Unterrichts in der Praxis zu erhöhen und die wissenschaftliche Perspektive mit weiteren Erfahrungswerten aus der Praxis zu erweitern, wurde die Planung des Unterrichts einer erfahrenen Grundschullehrkraft (wird im Folgenden Fachlehrkraft genannt) vorgelegt. Anhand der Verlaufsplanung und eines Fragebogens hat die Fachlehrkraft den Unterricht beurteilt, bestehende Planungsaspekte bestätigt und Änderungen vorgeschlagen. Daraufhin wurde die Unterrichtsplanung noch einmal angepasst.

Test design and evaluate formatively

Im nächsten Schritt wurde der geplante Unterricht erprobt und evaluiert. Die Autorin führte den Unterricht in zwei vierten (Parallel-)Klassen durch. Die Erprobung wurde dabei von den jeweiligen Lehrkräften der Klassen beobachtet und anhand eines Beobachtungsbogens analysiert. Die Beobachtungsaufträge zielen zum Einen auf die Auswertung der Anwendbarkeit und die Verbesserung der Unterrichtsplanung und sollen zum Anderen auf der Metaebene der Beantwortung der formulierten Forschungsfragen dienen. Dabei ist zu beachten, dass die Evaluation in der vorliegenden Arbeit primär der Überprüfung der Umsetzbarkeit der Planung dient, da eine umfassende Evaluation gauener Aspekte des geplanten Unterrichts im Rahmen der Arbeit nicht möglich ist.

Der letzte Schritt des DBR in der vorliegenden Arbeit ist die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung auf Basis der Erprobung. Die Phasen der Generierung von design principles und der summativen Evaluation werden hier aufgrund des Umfangs nicht berücksichtigt, könnten in weiterführenden Untersuchungen jedoch durchgeführt werden.

2.3 Aufbau der Arbeit

Aus der Problemlage und den Zielen der Arbeit, sowie dem beschriebenen Untersuchungsdesign ergibt sich der inhaltliche Aufbau der vorliegenden Arbeit.

Kapitel 3 stellt die übergeordneten Forschungsfragen vor, welchen mit der vorliegenden Arbeit nachgegangen werden soll. Kapitel 4 dient der Verschriftlichung der Unterrichtsplanung. In diesem Kapitel wird zunächst der Rahmen des Unterrichts hinsichtlich der Bildungspläne (vgl. Kap. 4.1), dem fachlichen Hintergrund (vgl. Kap. 4.2) und den Lernvoraussetzungen der SuS (vgl. Kap. 4.3) beschrieben. Anschließend folgt die didaktische Analyse des Unterrichtsgegenstandes (vgl. Kap. 4.4). In Kapitel 4.5 werden

darauf aufbauend die Lernziele für den Unterricht formuliert. Der Weg der SuS zum Kompetenzerwerb wird anschließend in der Verlaufsplanung des Unterrichts beschrieben (vgl. Kap. 4.6). Das letzte Unterkapitel des Unterrichtsentwurfs erläutert die Absicherung der Unterrichtsplanung durch die Fachlehrkraft (vgl. Kap. 4.7). Dazu werden die Entwicklung und Auswertung des eingesetzten Fragebogens erläutert.

Kapitel 5 ist der Beschreibung und Auswertung der Unterrichtserprobung gewidmet. Dazu wird zunächst die Durchführung des Unterrichts erläutert (vgl. Kap. 5.1). Anschließend folgen die Unterrichtsanalyse (vgl. Kap. 5.2) und darauf basierend die Überarbeitung der Unterrichtsplanung (vgl. Kap. 5.3).

Daran schließt sich die Auswertung der in Kapitel 3 formulierten Forschungsfragen an (vgl. Kap. 6). Es folgt eine Reflexion der Forschungsmethode in Kapitel 7 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Zuletzt wird ein abschließendes Fazit gezogen und ein Ausblick auf weitere mögliche Untersuchungen gegeben (vgl. Kap. 7).

3 Forschungsfragen

Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit sollen, eingebettet in die Forschungsmethode des DBR, auf einer Metaebene fünf übergeordnete Forschungsfragen beantwortet werden. Dadurch wird der Forderung der DBR-Ansätze nach Verzahnung von praktischen und wissenschaftlichen Erkenntnissen Rechnung getragen.

Die Forschungsfragen beziehen sich auf unterschiedliche Aspekte von Planung und Durchführung, sowie Evaluation und Methodik der vorliegenden Arbeit. Im Folgenden werden die Forschungsfragen zunächst genannt und anschließend erläutert und begründet.

1. Inwiefern hat die Analyse der Passung von Planung und Durchführung des Unterrichts die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung beeinflusst?
2. Welche Rolle hat die Absicherung der Planung durch die Fachlehrkraft gespielt?
3. Ist das Modell des Kellerautomaten in der vierten Klasse einer Grundschule umsetzbar?
4. Inwiefern haben sich die Kompetenzerwartungen bei den SuS gezeigt und welche verschiedenen Ausprägungen der Kompetenzen konnten festgestellt werden?
5. Inwiefern ist eine Differenzierung in diesem Unterricht sinnvoll und möglich?

1. Inwiefern hat die Analyse der Passung von Planung und Durchführung des Unterrichts die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung beeinflusst?

Die erste Forschungsfrage beschäftigt sich mit der Planung und Durchführung von Unterricht auf allgemeiner Ebene. Reflexion und Evaluation von Unterricht bedeuten, zu überprüfen, „wie erfolgreich die ursprüngliche Planung in didaktisch-pädagogische Handlungen übertragen werden konnten“ (SJ15, 243). Daher ist die Analyse der Passung von Unterrichtsplanung und Unterrichtsdurchführung ein wesentlicher Aspekt der Unterrichtsnachbereitung. Die Planung von Unterricht sollte ein gedanklicher Vorentwurf für die Lernwege der SuS sein, an dem sich das pädagogische Handeln einer Lehrkraft orientieren kann (vgl. Wi14). Dennoch kann die Unterrichtsplanung eine Lehr-Lern-Situation nicht vorhersehen. In der Durchführung von Unterricht ist daher ein flexibler Umgang mit der Planung gefordert, um als Lehrkraft auf nicht planbare Anteile des Unterrichts reagieren zu können (vgl. Wi14, 20). Eine gute Unterrichtsplanung sollte im Sinne des „Prinzips der Revidierbarkeit“ (Wi14, 129) „flexibel und reversibel angelegt sein“ (Wi14, 129). Daher sollte die Planung von Unterricht stets alternative Handlungen enthalten. Die Analyse der Passung von Planung und Durchführung eines Unterrichts kann zur Verbesserung zukünftiger Planungen beitragen, indem sie bspw. Situationen aufdeckt, in denen eventuell alternative Handlungen gefragt sind (vgl. SJ15, 246). Mit der ersten Forschungsfrage soll untersucht werden, inwiefern diese Analyse im Rahmen der vorliegenden Arbeit zur Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung beigetragen hat.

2. Welche Rolle hat die Absicherung der Planung durch die Fachlehrkraft gespielt?

In der designbasierten Forschung werden nicht nur „Wirksamkeit und Praktikabilität einer Intervention [erforscht] – auch die Gestaltungs- und Entwicklungsprozesse werden zum Gegenstand der wissenschaftlichen Betrachtung“ (BJ14, 48). Die zweite Forschungsfrage bezieht sich daher auf die Methode des DBR und fragt, inwiefern Erfahrungen von Experten aus der Praxis den Entwicklungsprozess einer Intervention beeinflussen können. Mit Euler (2014) verbessert die Einbindung von erfahrenen Praktikern in den Entwicklungsprozess einer Intervention die Qualität von Lösungen praktischer Probleme. Anhand dieser Forschungsfrage wird untersucht, inwiefern dieses in der vorliegenden Untersuchung der Fall ist.

3. Ist das Modell des Kellerautomaten in der vierten Klasse einer Grundschule umsetzbar?

Mit der dritten Forschungsfrage wird danach gefragt, ob das praktische Problem der Umsetzung der Forderungen der GI (vgl. Kap.1) in diesem Fall gelöst werden konnte, d.h. ob eine Intervention entwickelt wurde, welche den Zielen der vorliegenden Arbeit (vgl. Kap. 1.1) entspricht. Die Inhaltsbereiche des Kompetenzrahmens berücksichtigen basale informative Kompetenzen. Diese sind an die Erfahrungen der SuS aus ihrer Lebenswelt und darauf aufbauende fachlich fundierte Auseinandersetzung angelehnt (vgl. GI19). Dazu gehört der „altersgerechte Umgang mit geeigneten Modellierungs-[konzepten]“ (GI19, 4). Mit dieser Forschungsfrage nimmt die Autorin den Blick der Praxis ein und bewertet die beschriebenen Forderungen bildungstheoretischer Vorgaben auf ihre Umsetzbarkeit in der Praxis. Moritz Deitmer (2019) zeigte mit seinem Unterrichtsentwurf zum Passwortprüfautomaten, dass die praktische Umsetzung der Kompetenzen der GI anhand des Modells eines endlichen Automaten möglich ist. Ob dieses auch anhand des Modells eines Kellerautomaten möglich ist, soll mit dieser Forschungsfrage untersucht werden.

4. Inwiefern haben sich die Kompetenzerwartungen bei den SuS gezeigt und welche verschiedenen Ausprägungen der Kompetenzen konnten festgestellt werden?

Mit der vierten Forschungsfrage wird die Verzahnung von Theorie und Praxis hinsichtlich der SuS in den Vordergrund gerückt. Die Planung von Unterricht sollte auf den schrittweisen Aufbau von Kompetenzen ausgerichtet sein (vgl. Wi11). Mit dieser Frage wird untersucht, inwiefern die Kompetenzerwartungen im Rahmen des geplanten Unterrichts auf praktischer Ebene erreicht werden können und inwiefern diese sich von SchülerIn zu SchülerIn unterscheiden.

5. Inwiefern ist eine Differenzierung in diesem Unterricht sinnvoll und möglich?

Abschließend greift die fünfte Forschungsfrage mit der Differenzierung von Unterricht eine Forderung auf, welche aktuell viel diskutiert wird. Ein Recht auf individuelle Förderung ist im Schulgesetz NRW gesetzlich vorgeschrieben (vgl. SNRW05, §1). Differenzierung verlangt von Lehrkräften, die Heterogenität der SuS zu berücksichtigen (vgl. Wi14, 135). Dabei kann Heterogenität auf vielen verschiedenen Ebenen verstanden werden: angefangen bei physischen und psychischen Besonderheiten und Bedürfnissen der SuS hin zu Interessen, Fähigkeiten, Allgemein- und Sozialverhalten sowie Lern- und Arbeitsverhalten der SuS. Die besondere Schwierigkeit besteht zunächst in der Di-

agnostik von Heterogenität und anschließend darin, Differenzierungsüberlegungen bereits in der Planung von Unterricht zu berücksichtigen (vgl. Wi14, 135). Der im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Unterricht ist für keine spezielle Klasse entworfen worden. Dadurch ist die spezielle Diagnostik von Heterogenität nicht möglich. Die Planung sollte daher bereits Hinweise bzw. alternative Handlungen hinsichtlich Differenzierung enthalten, welche sich individuell an eine Lerngruppe anpassen lassen. Mit der letzten Forschungsfrage soll untersucht werden, inwiefern es gelungen ist, sinnvolle Differenzierungsmaßnahmen in der Planung zu berücksichtigen.

4 Unterrichtsplanung

Im Folgenden sollen im Rahmen der Verschriftlichung des Unterrichtsentwurfs zum Inhaltsbereich Sprachen und Automaten die Rahmenbedingungen, Überlegungen und Entscheidungen der Unterrichtsplanung dargestellt werden.

Unterrichtsplanung erfolgt geregelt und zielgerichtet. Sie ist ausgerichtet auf das Erreichen von definierten Kompetenzen und versucht Theorie und Praxis zu vereinen.

Der Planungsprozess von Unterricht lässt sich in aufeinander aufbauende Planungsaufgaben unterteilen. Mit dem deutschen Schulpädagogen Werner Wiater (2014) sollen in der Unterrichtsplanung die in dem folgenden Schema dargestellten Schritte beachtet werden (vgl. Abbildung 2).

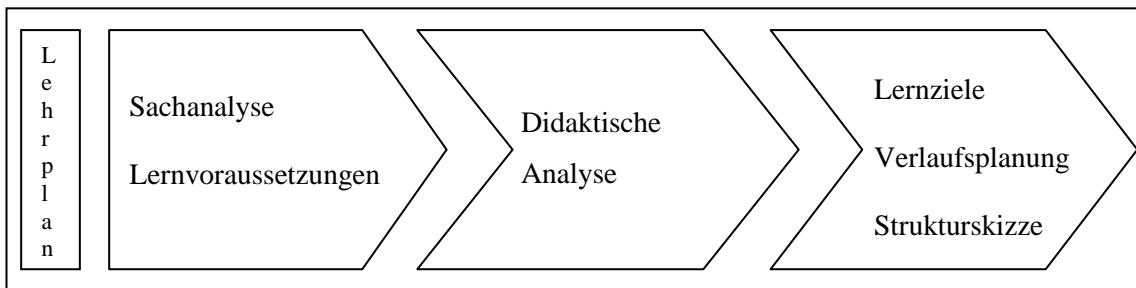


Abbildung 2: Abfolge der Planungsschritte (Wi11, 152)

Der Aufbau des folgenden Kapitels orientiert sich an diesen Schritten der Unterrichtsplanung (vgl. im Folgenden Wi11).

Zunächst wird der Bezug zu den Bildungsplänen geschaffen. Es schließt sich die Sachanalyse des fachlichen Gegenstandes Automaten, sowie die Analyse der Lernvoraussetzungen der SuS an. Anschließend folgt die didaktische Analyse des Lerngegenstandes. Darauf aufbauend werden die Lernziele formuliert. Danach wird die Verlaufsplanung beschrieben und in einer Strukturskizze dargestellt.

Anschließend wird die Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft beschrieben. Dazu wird der eingesetzte Fragebogen vorgestellt und ausgewertet. Zuletzt werden darauf basierende Änderungen des Unterrichtsentwurfes beschrieben.

Alle Unterrichtsmaterialien, sowie Fragebögen und die Verlaufsplanung des Unterrichts sind dem Anhang zu entnehmen. Dabei sind alle nicht gekennzeichneten Materialien die jeweiligen Endfassungen. Sollte es weitere Versionen geben, sind diese als Version (1) (erste Planung) oder Version (2) (Planung nach der ersten Absicherung) gekennzeichnet.

Bezogen auf das Untersuchungsdesign des DBR werden in diesem Kapitel die Ergebnisse der Phasen „Evaluate literature and experience“ und „develop and refine design“ präsentiert. Hier kommt besonders der Abgleich zwischen „wissenschaftlich-theoretischen Erkenntnisse[n] und praktisch-kontextspezifische[n] Gegebenheiten“ (BJ14, 48) zu tragen.

4.1 Bezug zu den Bildungsplänen

Die Planung von Unterricht ist stets mit der Frage verbunden, welche Absichten mit dem Unterricht verfolgt werden. Im Vordergrund sollte stehen, was die SuS im Unterricht lernen sollen. Die aktuellen Bildungspläne enthalten dazu Angaben über Kompetenzen, welche die SuS durch den Unterricht entwickeln sollen. Mit dem Psychologen Franz E. Weinert (2001, 27ff.) versteht man unter Kompetenzen

„die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Im Zuge einer Unterrichtsplanung ist es unerlässlich, einen Bezug zu den Kompetenz-erwartungen der Bildungspläne herzustellen, um den Unterricht zu legitimieren und gezielt Lernziele formulieren zu können (vgl. EW13).

Ziel und Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist ein Unterrichtsentwurf, welcher die in Kapitel 1.2 genannten Kompetenzerwartungen des Inhaltsbereiches „Sprachen und Automaten“ der Empfehlungen der GI praktisch umsetzt (vgl. Kap. 1.2). Zunächst wird in diesem Unterkapitel daher noch einmal auf die „Kompetenzen für informative Bil-dung im Primarbereich“ der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) verwiesen. Ausge-hend von diesen Kompetenzen aus der Informatikdidaktik wird auf die „Bildungsstan-dards im Fach Mathematik für den Primarbereich“ der Kultusministerkonferenz (KMK) und den „Perspektivrahmen Sachunterricht“ der Gesellschaft für Didaktik des Sachun-

terrichts (GDSU) eingegangen (vgl. KMK04; GDSU13). Wie bereits erläutert, stellt informatische Bildung zurzeit keinen Teil der Bildungspläne dar (vgl. Kap. 1.1). MINT-Bildung (Mathematik-Informatik-Naturwissenschaft-Technik) wird jedoch in den „Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule“ der KMK (vgl. KMK15) als fächerübergreifender Bildungsbereich in der Grundschule aufgegriffen, welcher „außer im Fach Mathematik vor allem im Sachunterricht, im Werken, in der Medienbildung [...] erworben“ (KMK15, 17) wird. Es ist daher zu erwarten, dass Aspekte des geplanten Unterrichts in den Kompetenzerwartungen der Fächer Mathematik und Sachunterricht genannt werden.

Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich

Die „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich (vgl. GI19) unterscheiden zwischen jeweils fünf inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen. Dabei sind Inhalts- und Prozessbereiche untrennbar miteinander verbunden. So lassen sich konkrete Inhalte nur mithilfe prozessbezogener Kompetenzen erschließen. Andersherum erfordert das Ausbilden prozessbezogener Kompetenz stets einen inhaltlichen Bezug (vgl. GI19, KMK04). Grundlegende informative Bildung liegt dann vor, „wenn die Kinder durch die mit den Prozessen beschriebene Form der Auseinandersetzung mit den spezifischen Inhalten in die Lage versetzt werden, informatikhaltige Situationen zu bewältigen“ (GI19, 7). Trotz der engen Verzahnung von Inhalts- und Prozessbereichen werden diese der Übersicht halber im Folgenden getrennt betrachtet.

Die mit dem Unterricht geförderten inhaltsbezogenen Kompetenzen ergeben sich aus der Zielstellung der vorliegenden Arbeit (vgl. Kap. 1.2):

Die SuS

- „unterscheiden zwischen Automaten und sprachlichen Beschreibungen von Automaten (Automatenmodellen)“ (GI19, 10),
- „beschreiben Zustände und Zustandsübergänge von Automaten“ (GI19, 14),
- „erstellen Automatenmodelle, um (sprachliche) Eingaben zu akzeptieren und (sprachliche) Ausgaben zu erzeugen“ (GI19, 14) und
- „steuern Automaten“ (GI19, 14).

Hinsichtlich prozessbezogener Kompetenzen wird in der geplanten Unterrichtsstunde zunächst der Prozessbereich „Modellieren und Implementieren“ gefördert (vgl. GI19, 8). Für das Beschreiben von Zuständen und Zustandsübergängen sowie das Erstellen eines Automatenmodells wenden die SuS „informatische Denk- und Arbeitsweisen auf konkrete Aufgabenstellungen aus ihrer Erfahrungswelt an“ (GI19, 8). Die Entwicklung

des Automatenmodells passiert in dem Unterricht anhand eines praktischen Problems aus der Erfahrungswelt der SuS: das Museum. Die SuS müssen die Ausgangssituation erfassen und diese zur Erstellung des Automatenmodells nutzen. Dafür bekommen sie im Unterricht die geeigneten Werkzeuge in Form von Fachbegriffen und Beispielen für die Bestandteile eines solchen Modells. Ausgehend von der Zielstellung der Arbeit (vgl. 1.2) soll zunächst das Modell eines endlichen Automaten entwickelt werden und darauf aufbauend das Modell eines Kellerautomaten. Um die Notwendigkeit dieser Weiterentwicklung erläutern zu können, müssen die SuS ihre Erkenntnisse aus der Modellierung des endlichen Automaten auf die Ausgangssituation zurückbeziehen und so die informative Modellierung reflektieren (vgl. GI19, 8).

Weiterhin wird der Prozessbereich „Kommunizieren und Kooperieren“ bedient (vgl. GI19, 9). Bei der Entwicklung des Automatenmodells und der Weiterentwicklung tauschen die SuS „sich über eigenen Denkprozesse oder Vorgehensweisen mit anderen aus“ (GI19, 9) und „kooperieren bei der Bearbeitung informatischer Probleme“ (GI19, 9). Dabei kommunizieren die SuS zunächst in der Umgangssprache. Im Unterricht wird der Aufbau von Fachbegriffen gefördert, sodass die SuS zunehmend in einer Fachsprache kommunizieren. Es ergeben sich evtl. weitere Kompetenzen, die hier nicht aufgeführt werden, da sie nicht explizit gefördert werden sollen.

Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich

In den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich wird zwischen „Allgemeinen mathematischen Kompetenzen“ und „Inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen“ unterschieden. Da sich die inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen gezielt auf den Erwerb fundamentaler Leitideen der Mathematik beziehen (vgl. KMK04), werden diese in dem geplanten Unterricht zum Inhaltsbereich Automaten nicht bedient. Im Gegensatz dazu weisen die Bildungsstandards der Mathematik allgemeine mathematische Kompetenzen aus, welche der geplante Unterricht fördert. Hier sind primär die Bereiche „Modellieren“ und „Kommunizieren“ zu nennen (vgl. KMK04). Für das Erstellen der Automatenmodelle müssen die SuS „Sachtexten und anderen Darstellungen der Lebenswirklichkeit die relevanten Informationen entnehmen“ (KMK04, 8)(Modellieren). Wie bereits beschrieben kommt dem Kommunizieren bei der (Weiter-) Entwicklung der Automatenmodelle eine besondere Rolle zu. Die SuS sollen ihre „eigene Vorgehensweise beschreiben, Lösungswege anderer verstehen und gemeinsam darüber reflektieren“ (KMK04, 8). Dabei sollen sie „Aufgaben gemeinsam bearbeiten, dabei Verabredungen treffen und einhalten“ (KMK04, 8). Es lässt sich fest-

halten, dass die prozessbezogenen Kompetenzen des Fachs Mathematik für den zu planenden Unterricht mit den von der GI formulierten prozessbezogenen Kompetenzen im Bereich Informatik übereinstimmen bzw. einhergehen.

Perspektivrahmen Sachunterricht

Der Perspektivrahmen Sachunterricht der GDSU soll der kompetenzorientierten Planung, Durchführung und Evaluation von Sachunterricht dienen. Im Perspektivrahmen werden fünf Perspektiven (Themenbereiche) und damit einhergehende Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (prozessbezogene Kompetenzen) ausgewiesen. Daneben stehen zusätzliche perspektivenvernetzende Themenbereiche. Dem übergeordnet sind sechs perspektivenübergreifende Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen. Da diese auf die grundlegenden Aspekte des Lernen und Lehren verweisen (vgl. GDSU13), werden sie hier nicht weiter betrachtet. Ähnlich wie bereits für die Bildungsstandards Mathematik festgestellt fördert der zu planende Unterricht nur prozessbezogene Kompetenzen und keine inhaltsbezogenen Kompetenzen des Sachunterrichts. Der zu planende Unterricht fördert die folgende prozessbezogene Kompetenz der technischen Perspektive: „Ideen für [...] Funktionszusammenhänge [...] unter Nutzung von Sprache, Zeichnungen oder Demonstrationen verständlich vermitteln, diskutieren und dokumentieren“ (GDSU13, 68). Weitere Bezüge zum Perspektivrahmen Sachunterricht sind nicht auszumachen.

4.2 Sachanalyse

In der folgenden Sachanalyse sollen die für den Unterricht relevanten fachlichen Inhalte erläutert werden.

Der vorliegende Unterrichtsentwurf beschäftigt sich mit dem Thema Automaten. Diese lassen sich in der Lebenswelt der SuS als „selbsttätig arbeitende Maschinen“ (vgl. GI19, 14) beschreiben. In der Informatik hat die Bezeichnung „Automat“ eine vom Alltagsgebrauch abweichende Bedeutung. Hier ist mit dem Begriff ein Automatenmodell gemeint. Modelle sind Vorbilder bzw. Abbilder für etwas. Dabei wird die detaillierte Wirklichkeit je nach Zweck des Modells vereinfacht dargestellt und damit abstrahiert. (vgl. GI19).

„Der abstrakte Automat [ist] ein Automatenmodell, das in allgemeinster Weise die Eigenschaften eines Automaten erfasst, darunter die Eigenschaften, Eingaben entgegenzunehmen, diese schrittweise durch fortlaufende Änderung des inneren Zustands zu verarbeiten, schließlich den Arbeitsprozess zu beenden und eine Ausgabe zu liefern.“ (SS11, 262).

Abstrakte Automaten dienen der Modellierung von Zustandsübergangsprozessen in verschiedenen Bereichen der theoretischen Informatik. Sie definieren formale Sprachen, indem sie Eingaben entweder akzeptieren oder ablehnen. (vgl. WH14).

Es wird zwischen mehreren Automatentypen mit verschiedenen Bestandteile und Funktionen unterschieden. Basierend auf der Problem- und Zielstellung der vorliegenden Arbeit wird im Folgenden zuerst auf das Modell des endlichen Automaten eingegangen. Anschließend werden Grenzen des endlichen Automaten erläutert. Zuletzt wird das Modell des Kellerautomaten thematisiert.

Um den informatischen Kontext bereits in der folgenden Sachanalyse praktisch begreifbar zu machen, werden die Automatenmodelle anhand des Anwendungskontextes der Unterrichtsstunde beschrieben. Daher wird im Folgenden der Anwendungskontext zunächst vorgestellt und dessen Auswahl aus informatischer Sicht begründet.

Anwendungskontext „Museums-Automat“

Das informative Thema Automaten und die damit verbundenen Kompetenzen aus dem Kompetenzrahmen der GI (vgl. GI19) sollen im Rahmen des Unterrichtsentwurfes anhand der „Museums-Automaten“ erarbeitet werden. Ein „Museums-Automat“ zählt Menschen, welche ein Museum betreten und verlassen und zeigt an, ob sich Menschen in dem Museum befinden oder nicht. Sinn des „Museum-Automaten“ ist es, entscheiden zu können, ob ein Museum abgeschlossen werden kann (wenn sich niemand mehr im Museum befindet) oder nicht (wenn sich noch Menschen im Museum befinden).

Aus informatischer Sicht wird dieser Kontext gewählt, da der „Museum-Automat“ sich sowohl in Form des „Mitarbeiter-Automaten“⁹ als endlicher Automat als auch in seiner Weiterentwicklung in Form des „Besucher-Automaten“¹⁰ als Kellerautomat darstellen lässt.

Dabei wurde dieser Kontext ausgehend von dem Kellerautomaten entwickelt. D.h. es wurde besonders darauf geachtet, dass ein zum Modell des Kellerautomaten passender Anwendungskontext gewählt wird, da dieses der Zielstellung der vorliegenden Arbeit entspricht. Ein im Informatikunterricht der Sekundarstufe 2 verbreiteter Anwendungskontext für die Erarbeitung von Kellerautomaten ist die Überprüfung von Klammerausdrücken der Arithmetik. Ein solcher Kellerautomat betrachtet die Klammerstruktur von Rechenausdrücken der Gestalt (((...))) und überprüft sie auf ihre Korrektheit, d.h. ob sie

⁹ In der folgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen aller Geschlechter.

¹⁰ In der folgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen aller Geschlechter.

nach einer Anzahl öffnender Klammern genauso viele schließende Klammern haben. In Form des „Besucher-Automaten“ wird dieser Kontext auf einen für die Grundschule angemessenen Anwendungskontext übertragen, d.h. es wird nicht betrachtet, ob ein Ausdruck genauso viele öffnende wie schließende Klammern besitzt, sondern ob ein Museum genauso viele Menschen verlassen wie betreten.

Endliche Automaten

Ein deterministischer endlicher Automat (DEA) ist ein abstrakter Automat. Der DEA besitzt eine endliche Menge von Zuständen, in denen er sich befinden kann. Dabei befindet er sich zu Beginn immer im Startzustand q_0 . Abhängig von den Eingabezeichen des Eingabealphabets Σ und definiert durch die Überführungsfunktion δ wechselt der DEA seinen Zustand. Am Ende der Eingabe akzeptiert der DEA diese, wenn ein in E enthaltener Endzustand erreicht ist oder verwirft sie, wenn dieses nicht der Fall ist. (vgl. WH14; Ro19).

Formal lassen sich die Bestandteile des DEA folgendermaßen beschreiben:

„Ein DEA ist ein Quintupel $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, E)$, mit

Q	...	endliche Menge der Zustände
Σ	...	Eingabealphabet, $Q \cap \Sigma = \emptyset$
δ	...	Überführungsfunktion, $Q \times \Sigma \rightarrow Q$
q_0	...	Startzustand, $q_0 \in Q$ und
E	...	endliche (nichtleere) Menge der Endzustände, $E \subseteq Q$.“ (WH14, 63).

Der Anschaulichkeit halber lässt sich die Funktionsweise eines DEA mithilfe eines Zustandsübergangsdigramms darstellen. Im Folgenden soll das Zustandsübergangsdiagramm für den endlichen Automaten beschrieben werden, welcher im Unterrichtsentwurf als „Mitarbeiter-Automat“ eingeführt wird.

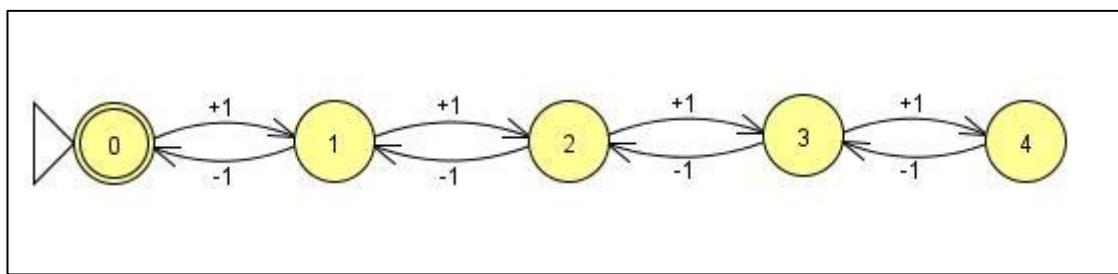


Abbildung 3: Zustandsübergangsdiagramm für den endlichen Automaten „Mitarbeiter-Automat“

Der Graph in Abbildung 3 visualisiert das Modell eines DEA. Die Zustände werden als Knoten dargestellt. Dabei ist der Startzustand q_0 durch einen auf den entsprechenden Knoten gerichteten Pfeil gekennzeichnet. Ein Endzustand E wird durch einen doppelten Kreis markiert. Die Zustandsübergänge sind mit dünnen Pfeilen dargestellt. Diese zei-

gen von einem Zustand zu einem anderen Zustand. Sie sind mit der Überführungsfunktion δ beschriftet, welches aus einem Zeichen aus dem Eingabealphabet besteht. Der DEA wechselt von einem Zustand in einen anderen Zustand, wenn das passende Eingabezeichen aus dem Eingabealphabet Σ gelesen wird.

Der „Mitarbeiter-Automat“ (vgl. Abbildung 3) erfasst Mitarbeiter, wenn sie ein Museum betreten oder verlassen und zeigt an, ob sich Mitarbeiter in einem Museum befinden oder nicht. Dabei wird davon ausgegangen, dass in dem fiktiven Museum vier Mitarbeiter arbeiten. Der Automat besitzt die Zustände $Q = \{0, 1, 2, 3, 4\}$. Die Zahl in der Bezeichnung der Zustände steht für die Anzahl der Mitarbeiter, die sich aktuell im Museum befinden. Der Startzustand ist 0 , da sich zu Beginn null Mitarbeiter im Museum befinden. Auch der Endzustand ist 0 , da der Automat eine Eingabe nur dann akzeptiert, wenn sie keine Mitarbeiter mehr im Museum befinden. Das Eingabealphabet besteht aus $\Sigma = \{+1, -1\}$. Dabei bedeutet das Eingabezeichen $+1$, dass ein Mitarbeiter das Museum betritt und das Eingabezeichen -1 , dass ein Mitarbeiter das Museum verlässt.

Im Folgenden soll das Vorgehen des Automaten bei der Eingabe $+1+1-1-1$ beschrieben werden:

1. Zu Beginn befindet sich der Automat im Startzustand 0 .
2. Der Automat liest das Eingabezeichen $+1$ und wechselt in den Zustand 1 .
3. Der Automat liest das Eingabezeichen $+1$ und wechselt in den Zustand 2 .
4. Der Automat liest das Eingabezeichen -1 und wechselt in den Zustand 1 .
5. Der Automat liest das Eingabezeichen -1 und wechselt in den Zustand 0 .
6. Da ein definierter Endzustand erreicht ist, wird die Eingabe akzeptiert.

Für den Anwendungskontext heißt das, dass das Museum abgeschlossen werden kann.

Die Eingabe $+1-1+1+1-1$ würde der Automat nicht akzeptieren, da mit dem Zustand 1 kein definierter Endzustand erreicht wäre. Es befindet sich in diesem Fall noch ein Mitarbeiter im Museum und es kann nicht abgeschlossen werden.

Grenzen eines endlichen Automaten

In der Anwendung von endlichen Automaten ergibt sich das Problem, dass diese aufgrund der endlichen Anzahl an Zuständen nur endlich viele Eingabezeichen verarbeiten können. Ist die Anzahl der Zustände von der Länge der Eingabefolge (der Anzahl der Zeichen in der Eingabe) abhängig, stößt ein endlicher Automat an seine Grenzen.

Angewandt auf den beschriebenen „Mitarbeiter-Automaten“ lässt sich das Problem folgendermaßen beschreiben: Auf Grund der festgelegten Anzahl der Zustände (hier: fünf Zustände) kann das Eingabezeichen $+1$ nur endlich oft gelesen werden (hier: vier Mal).

D.h. der Automat kann nur eine endliche Anzahl an Mitarbeiter erfassen, die das Museum betreten. Befindet sich der Automat bspw. im Zustand 4, kann er die Eingabe $+1$ nicht verarbeiten. Hier wird eine Erweiterung durch zusätzliche Zustände nötig. So könnte der „Mitarbeiter-Automat“ mit den Zuständen $Q = \{5, 6, 7, \dots\}$ erweitert werden und damit auch 5, 6, 7, ... Mitarbeiter erfassen können. Soll allerdings eine nicht vorher definierte Anzahl an z.B. Besuchern „gezählt“ werden, ist dieses mit einem DEA nicht möglich. In diesem allgemeinen Fall müsste der Automat unendlich viele Zustände bzw. von der Länge der Eingabefolge (Anzahl der Besucher) abhängig viele Zustände besitzen. Damit würde jedoch der Definition eines DEA widersprochen, in der festgelegt ist, dass ein DEA endlich viele Zustände haben muss. (vgl. WH14).

Kellerautomat

Das beschriebene Problem wird durch eine Erweiterung des endlichen Automaten mit einem so genannten Kellerspeicher gelöst. Abstrakte Automaten mit einem Kellerspeicher werden Kellerautomaten (NKA) genannt. Sie lassen sich als „Erweiterung endlicher Automaten durch ein ‚Gedächtnis‘ [beschreiben], das im Stapelbetrieb beschrieben und gelöscht wird“ (WH14, 130).

Genau wie ein DEA hat auch ein NKA eine endliche Menge an Zuständen, in denen er sich befinden kann. Dabei befindet er sich zu Beginn immer im Startzustand q_0 . Genau wie endliche Automaten lesen Kellerautomaten eine Eingabe Zeichen für Zeichen. Neu ist der so genannte Kellerspeicher. Dieser funktioniert nach dem LIFO-Prinzip: „last in first out“. Der Kellerspeicher ist zu Anfang immer mit einem Kellervorbelegungszeichen k_0 beschrieben. Bei jedem Zustandsübergang liest der Automat das oberste Kellerzeichen aus dem Kelleralphabet Γ . Der Zustandsübergang eines Kellerautomaten ist damit im Gegensatz zum endlichen Automaten nicht mehr nur von dem Eingabezeichen aus dem Eingabealphabet Σ abhängig, sondern auch von dem oben liegenden Kellerzeichen aus dem Kelleralphabet Γ . Dabei wird das oben liegende Kellerzeichen verbrauchend gelesen. Nach dem Zustandsübergang schreibt der Automat ein neues Zeichen oben auf den Kellerspeicher. Der Zustandsübergang wird durch die Überführungsfunktion δ definiert. Die Akzeptanz der Eingabe ist daran gebunden, dass ein definierter Endzustand E des Automaten erreicht wird und am Ende der Eingabe das Kellervorbelegungszeichen k_0 im Kellerspeicher oben liegt. (WH14, LS19).

Formal lassen sich die Bestandteile eines Kellerautomaten folgendermaßen beschreiben:

„Ein nichtdeterministischer Kellerautomat, kurz NKA oder KA [...], ist durch einen 7-Tupel $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, k_0, E)$ definiert. Die verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

Q	...	endliche Menge der Zustände
Σ	...	Eingabealphabet
Γ	...	Kelleralphabet
δ	...	partielle Überführungsfunktion
q_0	...	Startzustand, $q_0 \in Q$
k_0	...	Kellervorbelegungszeichen, $k_0 \in \Gamma$
E	...	endliche (nichtleere) Menge der Endzustände, $E \subseteq Q$.“ (WH14, 130)

Der Anschaulichkeit halber lässt sich auch die Funktionsweise eines NKA durch ein Zustandsübergangsdiagramm darstellen. Im Folgenden soll das Zustandsübergangsdiagramm für den Kellerautomaten beschrieben werden, welcher im Unterrichtsentwurf als „Besucher-Automat“ eingeführt wird.

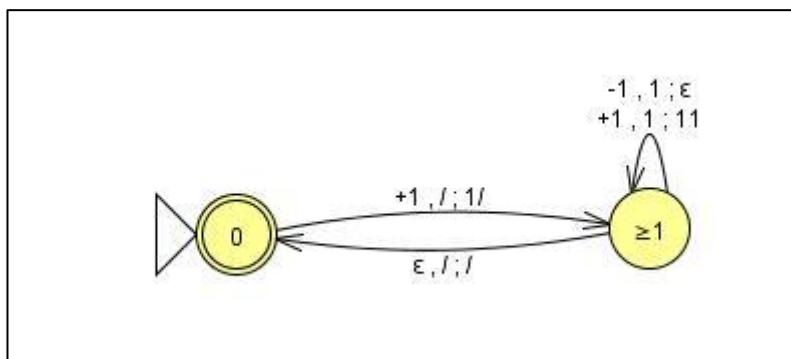


Abbildung 4: Zustandsübergangsdiagramm für den Kellerautomaten „Besucher-Automat“

Der Graph in Abbildung 4 visualisiert das Modell eines NKA. Die Zustände werden genau wie beim DEA als Knoten dargestellt. Start- und Endzustand, sowie die Zustandsübergänge werden ebenfalls wie beim DEA visualisiert. Der Unterschied zum DEA lässt sich anhand der Überführungsfunktion δ ausmachen. Wie bereits beschrieben ist ein Zustandsübergang beim NKA nicht ausschließlich vom gelesenen Eingabezeichen, sondern ebenso vom oben liegenden Kellerzeichen abhängig. Daher ist die Überführungsfunktion, also die Bedingung für den Zustandsübergang, in drei Teilen definiert:

1. das Zeichen aus der Eingabe,
2. das oben liegende Kellerzeichen,
3. das nach dem Zustandsübergang auf den Keller zu schreibende neue Zeichen.

Der NKA wechselt seinen Zustand, wenn das im Zustandsübergang definierte Eingabezeichen gelesen wird und das dort definierte Kellerzeichen oben auf dem Kellerspeicher liegt. Dieses Kellerzeichen löscht der Automat beim Zustandsübergang und schreibt

anschließend das im Zustandsübergang definierte neue Zeichen auf den Speicher. Dabei können auch mehrere Kellerzeichen neu geschrieben werden. (vgl. LS19).

Der „Besucher-Automat“ (vgl. Abbildung 4) zeigt an, ob sich Besucher in einem Museum befinden oder nicht. Der Automat besitzt die Zustände $Q = \{0, \geq 1\}$. Dabei sind Start- und Endzustand, wie beim „Mitarbeiter-Automaten“, 0. Im Unterschied zum „Mitarbeiter-Automaten“ gibt es nur einen weiteren Zustand ≥ 1 . Damit werden alle Zustände zusammengefasst, bei denen die Anzahl der Besucher im Museum größer oder gleich eins sind. Das Eingabealphabet besteht wie beim „Mitarbeiter-Automaten“ aus $\Sigma = \{+1, -1\}$. Das Kelleralphabet besteht aus $\Gamma = \{/ , 1\}$, dabei ist das Kellervorbelegungszeichen $k_0 = \{/ \}$. In diesem Fall ist es auch möglich, dass der Automat kein neues Zeichen auf den Kellerspeicher schreibt. Dieses wird mit dem Zeichen Epsilon ϵ gekennzeichnet. Auch ein sogenannter ϵ -Übergang ist möglich. Dabei wird nur ein Zeichen aus dem Kellerspeicher gelesen, ohne dass ein Eingabezeichen verbraucht wird.

Beispielhaft soll das Vorgehen des Automaten bei der Eingabe $+1+1-1-1$ beschrieben werden:

1. Zu Beginn befindet sich der Automat im Zustand 0. Der Kellerspeicher ist mit dem Kellervorbelegungszeichen / beschrieben.
2. Der Automat liest das Eingabezeichen $+1$, löscht das Kellervorbelegungszeichen / und wechselt in den Zustand ≥ 1 . Anschließend schreibt er, wie im Zustandsübergang definiert, $1/$ auf den Kellerspeicher. Dabei wird der Kellerspeicher stets von rechts nach links gelesen, d. h. das obere Kellerzeichen ist in diesem Fall 1.
3. Der Automat liest das Eingabezeichen $+1$, löscht das obere Kellerzeichen 1 vom Kellerspeicher und bleibt im Zustand ≥ 1 . Er schreibt 11 oben auf den Kellerspeicher, sodass dieser mit $11/$ beschrieben ist.
4. Der Automat liest das Eingabezeichen -1 , löscht das obere Kellerzeichen 1 vom Kellerspeicher und bleibt im Zustand ≥ 1 . Er schreibt kein neues Zeichen auf den Kellerspeicher, sodass dieser mit $1/$ beschrieben ist.
5. Der Automat liest das Eingabezeichen -1 , löscht das obere Kellerzeichen 1 vom Kellerspeicher und bleibt im Zustand ≥ 1 . Anschließend schreibt er nichts auf den Kellerspeicher, sodass dieser mit / beschrieben ist.
6. Der Automat führt den ϵ -Übergang durch. Dabei liest er kein Eingabezeichen, löscht das Kellervorbelegungszeichen / und wechselt in den Zustand 0. Anschließend schreibt er ein / auf den Kellerspeicher.

7. Da der Automat sich in einem definierten Endzustand befindet und der Kellerspeicher mit den Kellervorbelegungszeichen beschrieben ist, akzeptiert der Automat die Eingabe $+I-I-I-I$.

Für den Anwendungskontext heißt das, dass das Museum abgeschlossen werden kann. Die Eingabe $+I-I-I+I+I$ würde der Automat nicht akzeptieren, da er sich am Ende der Eingabe weder in einem definierten Endzustand befinden würde, noch der Kellerspeicher nur mit dem Kellervorbelegungszeichen beschrieben wäre. D.h. das Museum könnte nicht abgeschlossen werden.

4.3 Lernvoraussetzungen

Um einen gelingenden Unterricht zu planen, ist es wichtig, individuelle Lernvoraussetzungen der Klasse sowie der einzelnen SuS zu berücksichtigen. Nur so kann eine Passung zwischen SuS, Lernaufgaben und Lernwegen geschehen (vgl. Wi11).

Die vorliegende Unterrichtsstunde ist für ein vierter Schuljahr geplant. Es handelt sich um einen allgemeinen Entwurf für keine spezielle vierte Klasse. Daher werden keine Voraussetzungen oder Besonderheiten beschrieben, welche sich explizit auf eine besondere Klasse beziehen. Dennoch soll im Folgenden darauf eingegangen werden, welche Voraussetzungen der Lerngruppe für die Durchführung des Unterrichts relevant sind und erwartet werden (vgl. im Folgenden Wi11, 203). Auf Basis dessen kann der Unterrichtsentwurf bezogen auf eine konkrete Klasse von der unterrichtenden Lehrkraft angepasst werden.

Sachstrukturelle Lernvoraussetzungen

Auf fachlicher Ebene sind bei den SuS keine spezifischen Vorkenntnisse vorauszusetzen, da der vorliegende inhaltliche Lerngegenstand nicht Teil der Bildungspläne für die Grundschule ist (vgl. Kap. 4.1). Dennoch ist zu erwarten, dass die SuS in ihrem Alltag bereits mit dem Thema „Automaten“ in Berührung gekommen sind, z.B. mit Fahrscheinautomaten, programmierbaren Spielrobotern etc.. Bei der Bedienung solcher Automaten nutzen SuS bereits unbewusst formale Sprachen, um Eingaben zu machen und diese zu steuern (vgl. GI19). Es ist denkbar, dass einzelne SuS einer vierten Klasse die Funktion von Automaten schon einmal hinterfragt haben. Diese SuS können ihr Vorwissen in den Unterricht einbringen. Es ist nicht zu erwarten, dass die SuS mit einem Automatenmodell in Form des Zustandsübergangsdiagramms vertraut sind. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass SuS einer vierten Klasse bereits Vorstellungen und Vorwissen zu Modellen als Abbild von etwas haben, die sie in der Unterrichtsstunde nutzen und erweitern können. Dieses lässt sich daraus schließen, dass das Konzept des

Modellierens in den Bildungsstandards Mathematik für die Grundschule als allgemeine mathematische Kompetenz beschrieben wird, welche am Ende der vierten Klasse ausgebaut sein sollte (vgl. KMK04; Kap. 4.1)).

Bezüglich des Anwendungsbezuges des informatischen Themas der Stunde wird vorausgesetzt, dass die SuS mit dem Konzept Museum vertraut sind. Damit wird sich auf die Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule der KMK bezogen: „Die Grundschule eröffnet allen Kindern durch Unterricht, Projekte und Schulleben ebenso wie durch außerschulische Angebote und Kooperationen mit externen Partnern und Institutionen Zugang zu kultureller Bildung“ (KMK15, 18). Zudem wird davon ausgegangen, dass viele SuS einer vierten Klasse in ihrer Freizeit schon einmal ein Museum besucht haben. Diese SuS können u.U. weiteres Vorwissen einbringen.

Sozial-emotionale Voraussetzungen

Die sozial-emotionalen Lernvoraussetzungen einer Klasse und einzelnen SuS sind sehr individuell. Es werden daher fast immer Anpassungen an eine einzelne Klasse benötigt, die nur durch eine Lehrkraft durchgeführt werden kann, welche diese Klasse kennt. Grundsätzlich wird in der geplanten Unterrichtsstunde davon ausgegangen, dass die SuS in Einzel- und Partnerarbeit zusammenarbeiten, sowie ein freies und gebundenes Unterrichtsgespräch führen können.

Sprachliche und kommunikative Lernvoraussetzungen

In dem geplanten Unterricht wird vorausgesetzt, dass alle SuS die nötigen Sprachkenntnisse haben, um am Unterrichtsgespräch aktiv teilnehmen zu können. Sollte es in einer Klasse bspw. SuS mit Deutsch als Zweitsprache geben, bei denen dieses nicht der Fall ist, sind individuelle Anpassungen der unterrichtenden Lehrkraft an das Sprachniveau der SuS unerlässlich, damit mit diese die Möglichkeit bekommen, die Kompetenzen zu erreichen.

Das informative Thema „Automaten“ umfasst ein (Fach-)Vokabular, welches für SuS einer vierten Klasse nicht zu erwarten ist. Daher ist die Erarbeitung der Fachbegriffe Teil der Unterrichtsstunde. Sie werden nicht vorausgesetzt.

Arbeitstechnische Voraussetzungen

Die geplante Unterrichtsstunde setzt voraus, dass SuS einer vierten Klasse in der Lage sind, sich altersgerecht selbst zu organisieren, d.h. dass sie aufeinander aufbauende Arbeitsaufträge nacheinander, in Einzel- und Partnerarbeit bearbeiten und ihre Lösungen selbstständig kontrollieren können. Es wird zudem davon ausgegangen, dass die SuS

den problemorientierten Zugang zu Inhalten aus dem Mathematik- und Sachunterricht kennen (vgl. KMK04; GDSU13).

Interesse, Motivation, Lerntempo, besonderer Förderbedarf einzelner SuS, Beherrschung von Arbeitstechniken, Erfahrungen aus vorangegangenem Unterricht

Interesse, sowie Motivation und Lerntempo werden für die vorliegende Unterrichtsplanung nicht weiter berücksichtigt, da sie nur individuell im Hinblick auf eine spezielle Klasse oder SuS zu beurteilen sind. Auch die Anpassung an einen besonderen Förderbedarf einzelner SuS kann ausschließlich durch die Lehrkraft einer Klasse vorgenommen werden. Aus dem gleichen Grund werden auch das Können spezieller Arbeitstechniken und die spezifischen Erfahrung der Lerngruppe aus vorangegangenen Unterrichtsreihen nicht weiter beschrieben.

Ob die hier beschriebenen Lernvoraussetzungen angemessen eingeschätzt wurden, wird im Rahmen der Unterrichtserprobung evaluiert (vgl. Kap. 5).

4.4 Didaktische Analyse

In der didaktischen Analyse werden der beschriebene Sachverhalt und die Lernvoraussetzungen der SuS aufeinander bezogen. Ziel ist es, einen Unterricht zu entwickeln, welcher den SuS einen Kompetenzzuwachs ermöglicht (vgl. Wi11, 205).

„Der Lehrer muss dazu passende Aspekte des Lehr-Lern-Inhalts auswählen, diese zu einer Lehr-Lern-Sequenz anordnen, entscheiden, wie er sie methodisch sach- und lernerangemessen vermitteln und hinsichtlich ihres Beitrags zum Kompetenzzuwachs überprüfen will.“ (Wi11, 205)

Die Struktur der folgenden didaktischen Analyse ergibt sich mit Wiater (vgl. im Folgenden Wi11, 205ff.). Zunächst soll die Auswahl passender Aspekte des Sachverhaltes als Lerngegenstand für die Unterrichtsstunde erläutert und begründet werden. Hier kommt der didaktischen Reduktion eine besondere Rolle zu. Anschließend wird die systematische Anordnung der Aspekte des Lerngegenstandes zu einem sachlich sinnvollen und lernerorientierten Unterricht dargelegt. Weiterhin werden hinsichtlich der Vermittlung der Lerninhalte Entscheidungen zur Unterrichtskonzeption und passenden Methoden beschrieben. Abschließend sollen erste Überlegungen angestellt werden, wie sich der Lernerfolg des Unterrichts überprüfen lässt.

Auswahl passender Aspekte des Lerngegenstandes

Ein Lerngegenstand ist ein „im Unterricht behandelter Sachverhalt“ (Wi11, 167). Damit ein Sachverhalt zu einem Lerngegenstand wird und so den SuS zugänglich werden kann, muss er didaktisch reduziert werden. Das bedeutet, dass fachliche Zusammenhän-

ge der Sache im Hinblick auf das Wesentliche reduziert und vereinfacht werden. Wesentliche Aspekte eines Sachverhaltes sind dabei die, welche bedeutsam für die Lerngruppe sind (vgl. Wi11). Im Folgenden werden daher zunächst die Gegenwartsbedeutung, Zukunftsbedeutung und exemplarische Bedeutung des Gegenstandes „Automaten“ für die SuS beschrieben und damit die ausgewählten Aspekte des Sachverhaltes als für die Lerngruppen wesentlich herausgearbeitet. Anschließend wird beschrieben, welche Vereinfachungen für eine Anpassung an die Lerngruppe nötig sind. Dabei ist zu beachten, dass bereits in der Sachanalyse der vorliegenden Unterrichtsplanung (vgl. Kap. 4.2) eine Reduktion der informatischen Inhalte vorgenommen wurde.

Die Gegenwartsbedeutung des Gegenstandes ergibt sich daraus, dass Automaten den SuS häufig aus außerschulischen Erfahrungen bereits bekannt sind. Die SuS kennen verschiedene Automaten aus ihrem Umfeld und sind mit der Bedienung einfacher Automaten vertraut (vgl. GI19). Die Funktionsweise von Automaten und ihr informatischer Gehalt hingegen sind ihnen häufig nicht bekannt. Mit diesem Unterrichtsthema kann der Blick der SuS also auf ein informatisches Thema gelenkt werden, welches sie aus ihrem Alltag kennen, über das die meisten jedoch wenig spezifisches Wissen haben bzw. es nicht in einen informatischen Zusammenhang setzen. Der Gegenstand trägt damit zur Erklärung und Erschließung der aktuellen Lebenswelt der SuS bei.

In Bezug auf ihre Zukunftsbedeutung ist die Thematik darauf ausgelegt, basale und anschlussfähige Kompetenzen auszubilden.

„Wegen der einfachen graphischen Darstellung von Automaten und der Handlungsorientierung beim Nachvollziehen der Arbeitsweise kann das [Thematisieren von Automaten im Unterricht] bereits auf einfaches Niveau realisiert werden. Zugleich ermöglichen sie einen Einblick in Zugänge der theoretischen Informatik zur Modellierung und die zugehörigen Notationen und Darstellungsformen.“ (SS11, 261)

Eine Beschäftigung mit Automatenmodellen und mit der Funktionsweise von Automaten kann also die Grundlage für eine weiterführende Auseinandersetzung mit Sprachen und Automaten in der Sekundarstufe I & II bilden (vgl. GI08; GI16).

Die zu fördernden Kompetenzen werden im Unterricht anhand des Kontextes „Museums-Automat“ thematisiert. Der Kontext Museum ist in der Lebenswelt der SuS präsent und somit besonders zugänglich. Hinsichtlich seines informatischen Gehaltes ist er zudem geeignet, da anhand dessen sowohl das Modell eines endlichen Automaten als auch des Kellerautomaten thematisiert werden kann (vgl. Kap. 4.2). Gleichzeitig wird ein exemplarisches Problem aufgeworfen: Zu jedem beliebigen Zeitpunkt soll mithilfe eines Automaten bestimmt werden können, ob sich Menschen in einem nach außen begrenz-

ten Raum mit begrenztem Zugang befinden. Dieses Prinzip können die SuS auch auf weitere Lebensbereiche anwenden, wie bspw. Supermärkte, Konzerthallen, Fußballstadien etc..

Im Sinne der didaktischen Reduktion soll ein Sachverhalt nicht nur auf seine für die Lerngruppe wesentlichen Aspekte reduziert werden, sondern auch hinsichtlich der Komplexität an die Lerngruppe angepasst werden. Im Folgenden werden vorgenommene Vereinfachungen der Komplexität erläutert. Dabei wird primär auf die Zustandsübergangsdiagramme des „Mitarbeiter-Automaten“ und des „Besucher-Automaten“ eingegangen, welche im Rahmen der Sachanalyse erläutert wurden (vgl. Kap. 4.2).

Das Zustandsübergangsdiagramm des „Mitarbeiter-Automaten“ (endlicher Automat) wurde formal so für den Unterricht übernommen, wie es in der Sachanalyse beschrieben wird. Einzelne Bestandteile des Automaten wurden der besseren Verständlichkeit halber mit Visualisierungen ergänzt (vgl. Abbildung 5).

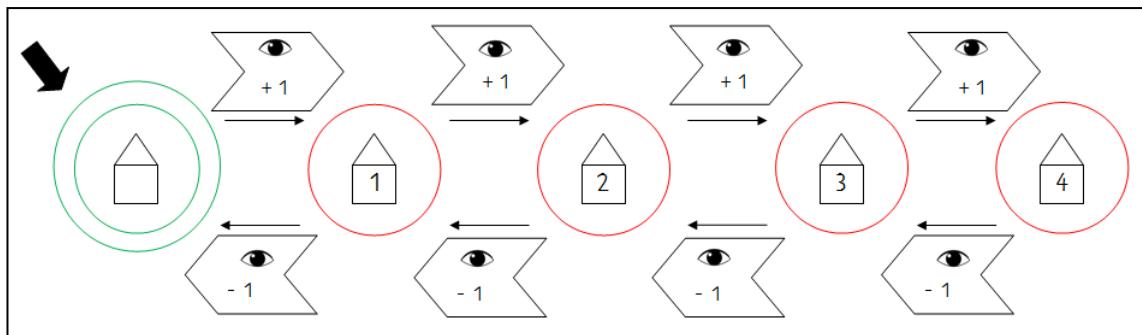


Abbildung 5: didaktisch reduziertes Zustandsübergangsdiagramm des "Mitarbeiter-Automaten"

Die Bezeichnungen für die Zustände werden durch ein kleines Häuschen ergänzt, welches deutlich machen soll, dass mit der Zahl in den Häuschen die Anzahl der sich im Museum befindenden Mitarbeiter gemeint ist. Zudem wird so die Unterscheidung zu den Eingabezeichen $+1$ und -1 deutlicher. Die Zustände werden grün bzw. rot eingefärbt. Dadurch wird aus dem Zustandsübergangsdiagramm direkt ersichtlich, dass bei dem grün gefärbten (Start- und End-)Zustand das Museum abgeschlossen werden kann und bei einem rot gefärbten Zustand nicht. Die Zustandsübergänge sind in der didaktisch reduzierten Darstellung mit „Augen-Pfeilen“ beschriftet, welche die Eingabezeichen $+1$ und -1 anzeigen. Dadurch soll visualisiert werden, dass hier darauf „geschaut“ werden muss, was passiert, d.h. dass das Automatenmodell eine Eingabe „wahrnimmt“. Außerdem wird damit die Anschlussfähigkeit des Zustandsübergangsdiagramms des „Mitarbeiter-Automaten“ an das des „Besucher-Automaten“ unterstützt.

Hinsichtlich des Zustandsübergangsdiagramms des „Besucher-Automaten“ wurden weitreichendere Änderungen vorgenommen (vgl. Abbildung 6). Genau wie beim „Mit-

arbeiter-Automaten“ werden in dem didaktisch vereinfachten Zustandsübergangsdiagramm des „Besucher-Automaten“ die beiden Zustände in grün und rot dargestellt und die Bezeichnungen für die Zustände durch ein kleines Häuschen ergänzt. Der Verständlichkeit halber wird dem Zustandsübergangsdiagramm ein symbolischer, blau gefärbter Kellerspeicher hinzugefügt. Dieser ist zu Beginn mit dem Kellervorbelegungszeichen / beschrieben. Damit das Kellerzeichen 1 (vgl. Kap. 4.2) nicht zu Verwechslungen mit den Eingabezeichen +1 und -1 führt, wird stattdessen ein Strichmännchen als weiteres Kellerzeichen verwendet.

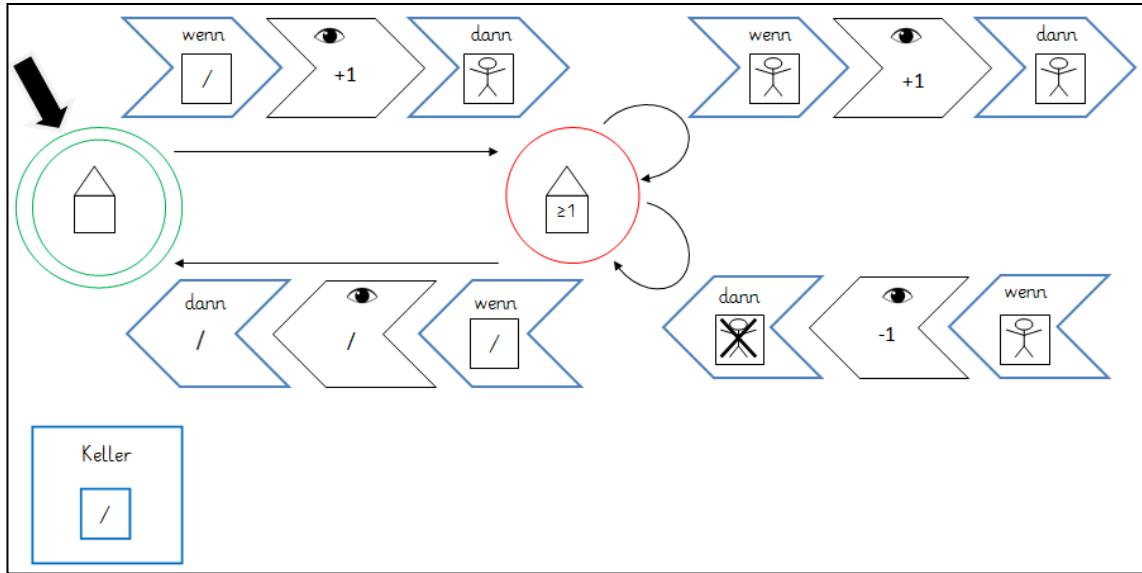


Abbildung 6: didaktisch reduziertes Zustandsübergangsdiagramm des "Besucher-Automaten"

Die Zustandsübergänge werden didaktisch vereinfacht. Die drei Teile der Bedingung für den Zustandsübergang werden als dreigeteilter Pfeil dargestellt, bestehend aus: Wenn-Pfeil, Augen-Pfeil und Dann-Pfeil. Die Struktur dieser veränderten Reihenfolge und die Benennung der Teil-Pfeile ermöglicht das Formulieren einer Regel für den Zustandsübergang in Form eines Satzes (z.B.: „Wenn im Kellerspeicher / liegt und ein Besucher das Museum betritt, dann lege Strichmännchen auf den Kellerspeicher“). Der Augen-Pfeil hat dieselbe Funktion wie im „Mitarbeiter-Automaten“. Es wird lediglich ein drittes mögliches Eingabezeichen hinzugefügt: /. Dieses wird äquivalent zu ϵ in Abbildung 4 verwendet. Der Wenn-Pfeil und der Dann-Pfeil verweisen auf den Kellerspeicher, was durch die blaue Umrandung deutlich wird. Dabei steht im Wenn-Pfeil der Bedingung das oben liegende Kellerzeichen. Im Dann-Pfeil steht das nach dem Zustandsübergang auf den Keller zu schreibende neue Zeichen. Im Vergleich zu dem in Kapitel 4.2 beschriebenen Modell des Kellerautomaten wird in der didaktisch vereinfachten Version davon abgesehen, das Kellerzeichen verbrauchend zu lesen. Stattdessen wird im Dann-Pfeil markiert, ob ein Zeichen aus dem Keller gelöscht, ein neues Zeichen in den Keller

gelegt wird oder nichts passiert. So wird das handlungsorientierte Nachvollziehen des Kellerspeichers vereinfacht, da bei einem Zustandsübergang nicht erst ein Kellerzeichen gelöscht werden muss, um es anschließend erneut auf den Keller zu schreiben.

Die in Kapitel 4.2 eingeführten Begriffe für die Bestandteile eines Automaten-Modells werden für die Unterrichtsstunde als Fachbegriffe übernommen.

Anordnung der Themenaspekte

Damit der Unterricht einen „systematischen, schrittweisen Aufbau von Kompetenzen“ (Wi11, 206) ermöglichen kann, muss er einer sachlich-sinnvollen und zugleich lernorientierten Struktur folgen. Im Folgenden wird die Struktur des geplanten Unterrichts genauer erläutert.

Die in dem Unterricht zu fördernden Einzelaspekte bzw. Kompetenzen stehen inhaltlich in einem linear-kausalen Zusammenhang, d.h. die Reihenfolge der zu behandelnden Teilespekte bzw. Kompetenzen wird durch die Sachstruktur des Gegenstandes Automaten vorgegeben. Mit der Zielstellung der vorliegenden Arbeit (vgl. Kap. 1.2) soll zunächst das Modell eines endlichen Automaten entwickelt werden, bevor dieses zum Modell eines Kellerautomaten weiterentwickelt wird. Im Rahmen des Anwendungskontextes ergibt sich daraus die folgende Struktur des Unterrichts: Zunächst soll der „Mitarbeiter-Automat“ (endlicher Automat) entwickelt werden, anschließend sollen Grenzen des „Mitarbeiter-Automaten“ aufgedeckt werden und dieser im Anschluss zum „Besucher-Automat“ (Kellerautomat) weiterentwickelt werden.

Die Erarbeitung der beiden Automatenmodelle lässt sich noch einmal in sich strukturieren. Die Informatikdidaktiker Sigrid Schubert und Andreas Schwill (2011) formulieren dazu drei aufeinander aufbauende Schritte, an denen sich ein Unterricht zum Thema Automatenmodelle orientiert:

- „1. Was sind die unveränderlichen Merkmale eines Automaten? Wo liegt die Trenn-Linie zwischen Automat und Nicht-Automat? Wie lassen sich die unveränderlichen Merkmale präzise erfassen? [...]“
2. Welche Bauelemente besitzt ein Automat und wie lassen sie sich präzisieren? [...]
3. Wie arbeitet der Automat, d.h., wie wirken die Bauelemente zusammen, um aus den Eingaben die gewünschten Ausgaben zu erzeugen?“ (SS11, 261f.)

Der erste Schritt wird dabei nur einmal zu Beginn durchgeführt. Schritt 2 und 3 werden für jeden zu modellierenden Automaten vollzogen (vgl. SS11, 262).

Für die vorliegende Unterrichtsstunde ergibt sich daraus die folgende Struktur bestehend aus vier Phasen (vgl. Abbildung 7).

Eingebettet wird diese sachliche Struktur in die Anwendungssituation Museum. Vor der ersten Phase (vgl. Abbildung 7: ①), nach der letzten Phase (vgl. Abbildung 7: ④) und jeweils zwischen den Phasen wird daher auf den Anwendungskontext verwiesen. Dadurch wird bei den SuS Lernbereitschaft und Motivation geweckt und im Verlauf der Stunde aufrechterhalten. Damit die SuS im Sinne einer Zielklarheit wissen, wie sich die Unterrichtsstunde strukturiert, wird die in Abbildung 7 visualisierte Struktur in vereinfachter Form auch den SuS zur Verfügung gestellt (vgl. VII).

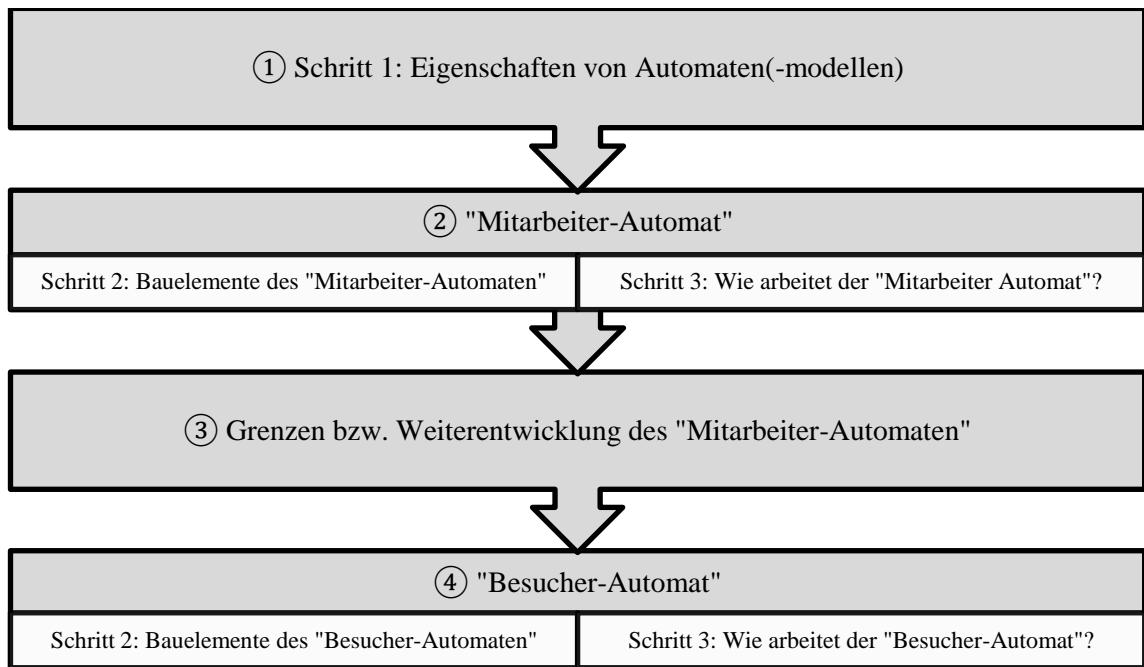


Abbildung 7: Struktur der Unterrichtsstunde

Vermittlung des Lerngegenstandes

Die Vermittlung der (Teil-)Kompetenzen im Rahmen der beschriebenen Unterrichtsstruktur verlangt eine Planung der Unterrichtskonzeption sowie der passenden Methoden (vgl. Wi11). Im Folgenden wird zunächst die Unterrichtskonzeption und anschließend die für die einzelnen Phasen des Unterrichts passenden Sozial-, Kommunikations- und Aktionsformen erläutert¹¹.

Unterrichtskonzeptionell soll der beschriebene Lerngegenstand im lehrergesteuerten Unterricht vermittelt werden, d.h. ein Unterricht, „bei dem der Lehrer den gesamten Lehr-Lern-Prozess plant, gestaltet und prüft“ (Wi11, 101). Dabei entspricht die gewählte Unterrichtskonzeption am ehesten dem reformierten Frontalunterricht (vgl. im Fol-

¹¹ An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass die folgenden Ausführungen nur die zentralen Planungentscheidungen beschreiben. Für eine genaue Übersicht über den Stundenverlauf siehe Verlaufsplanung (ANHANG).

genden Wi11, 102f.). Dieser wird von der Lehrkraft gelenkt und vorstrukturiert. Der reformierte Frontalunterricht integriert Elemente des schüler- und handlungsorientierten Unterrichts und differenziert auf verschiedenen Ebenen. In der empirischen Unterrichtsforschung hat sich diese Art des Unterrichts als besonders erfolgreich für die Vermittlung anspruchsvoller Lerngegenstände gezeigt. Da die SuS einer vierten Klasse vermutlich wenig informatikspezifisches Vorwissen zum dem Gegenstand Automaten haben und mit der Modellierung von Zustandsübergangsdiagrammen nicht vertraut sind (vgl. Kap. 4.3), bietet sich eine solche gesteuerte Unterrichtskonzeption an.

Aus der Zielstellung der Arbeit, der Sachanalyse, den Lernvoraussetzungen der SuS, der Auswahl des Lerngegenstandes, der vorgestellten Sachstruktur des Unterrichts und den beschriebenen Überlegungen zur Unterrichtsstruktur und Unterrichtskonzeption ergibt sich die im Folgenden beschriebene Vermittlung der Lerninhalte.

Die Stunde wird über einen problemorientierten Einstieg eröffnet. Mithilfe der verbalen Darbietung eines fiktiven Zeitungsartikels¹² (vgl. Vi) soll zu Beginn des Unterrichts die Aufmerksamkeit der SuS fokussiert und das Interesse geweckt werden. Dieses Medium wurde ausgewählt, da ein Zeitungsartikel im Gegensatz bspw. zu einer Geschichte in besonderem Maße einen Alltagsbezug aufweist und damit gerade für ältere SuS motivierend wirkt. Der zielorientierte Einstieg leitet direkt zur Problemfrage über: Wie könnte man das Einschließen von Besuchern in ein Museum verhindern? Die SuS sollen sich in die Lage des Jungen aus dem Artikel versetzen und sich über das aufgeworfene Problem austauschen. Es wird die Kommunikationsform des freien Unterrichtsgesprächs gewählt. So können die SuS sich „offen und ideenreich äußern“ (Wi11, 177). Über die Antworten der SuS kann zum Thema Automaten übergeleitet werden. Sollten Automaten in den Antworten der SuS keine Rolle spielen, können entsprechende verbale Impulse in die gewünschte Richtung lenken. Dafür wird im Zeitungsartikel die Figur des Professors eingeführt, welcher in der Stunde als fiktiver Ideen- und Tippgeber funktioniert. Dabei steht die Lehrkraft vermittelnd zwischen den SuS und den Tipps des Professors. Auch im weiteren Verlauf des Unterrichts dient der Professor dazu, neue Begriffe einzuführen und den SuS Tipps für Modellierungen zu geben. Ein stetiges Verweisen auf den Professor wirkt motivierend und rückt zudem immer wieder die Problemstellung in das Bewusstsein der SuS. Damit wird ein situationsadäquates Modellieren unterstützt.

¹² Inhalt: Ein Junge wurde in einem Museum eingeschlossen und sucht nun nach einer Möglichkeit, das Einschließen von Besuchern in ein Museum zu verhindern. Dabei hilft ihm ein Professor.

Anschließend soll die Struktur des Unterrichts für die SuS transparent gemacht werden. Im Sinne einer „Zielverständigung“ (Wi11, 137) im reformierten Frontalunterricht wird hier eine „Gelenkstelle“ eingeplant, an der sich die Lehrkraft mit den SuS über Lernziel und Lerngegenstand des Unterrichts verständigt. Da mit der Zielstellung der vorliegenden Arbeit zu erreichende Kompetenzerwartungen vorgegeben sind, wird das Ziel durch die Lehrkraft vorgegeben und nicht aus den Ideen der SuS generiert. Es soll das Modell eines Automaten entwickelt werden, welcher anzeigen kann, ob sich Besucher im Museum befinden oder nicht. Dieses Ziel ist sehr komplex und enthält Begriffe, welche den SuS u.U. nicht bekannt sind oder in einem unbekannten Kontext verwendet werden (Automat, Modell). Daher werden Teilziele bzw. Unterrichtsschritte, für die SuS verpackt als aufeinander aufbauende Tipps vom Professor, vorgegeben und an der Tafel visualisiert (vgl. VIi). Anhand dieser Schritte orientieren sich die SuS und die Unterrichtsstunde, um das aufgeworfene Problem lösen zu können. Diese Unterrichtsschritte entsprechen den beschriebenen Unterrichtsphasen (vgl. im folgenden Abbildung 7: ①-④).

① Zunächst soll erarbeitet werden, was ein Automat ist und welche Eigenschaften Automaten besitzen. In der Erarbeitung der Begriffe Modell und Automat können die SuS Vorkenntnisse aus ihrem Alltag sowie aus dem Sachunterricht und dem Mathematikunterricht einbringen (vgl. Kap. 4.3). Damit knüpft der Unterricht direkt an die Lebenswelt der SuS an. Um zu beschreiben, was Automatenmodelle sind, müssen die SuS die erarbeiteten Begriffe in einen Zusammenhang bringen. Als Kommunikationsform wird das gebundene Unterrichtsgespräch gewählt. Durch zielstrebige Fragen der Lehrkraft soll das Denken der SuS gelenkt werden und sie zu selbstgefundenen neuen Erkenntnissen führen (vgl. Wi11). Es wird die inhaltliche Kompetenz „Die SuS unterscheiden zwischen Automaten und sprachlichen Beschreibungen von Automaten“ (GI19, 10) gefördert.

② Anschließend sollen die SuS das Modell des „Mitarbeiter-Automaten“, seine verschiedenen Bauelemente und deren Visualisierungen und Bezeichnung kennenlernen (vgl. Abbildung 7). Hier soll primär die inhaltsbezogene Kompetenz: „Die SuS beschreiben Zustände und Zustandsübergänge von Automaten“ (GI19, 14) gefördert werden. Da die SuS keine Vorkenntnisse zu Zustandsübergangsdiagrammen haben, könnte das Diagramm von der Lehrkraft eingeführt werden. Dieses ist im Sinne eines handlungsorientierten Unterrichts (vgl. Wi11, 133) jedoch nicht sinnvoll. Die SuS können den „Mitarbeiter-Automaten“ ohne Vorkenntnisse auch nicht eigenständig erarbeiten.

Daher soll den SuS zunächst der Anfang des „Mitarbeiter-Automaten“, bestehend aus den ersten drei Zuständen und den entsprechenden Zustandsübergängen, als nonverbaler Impuls vorgegeben werden (vgl. VIiv). Die SuS werden dazu angeregt, die Bauelemente den „Mitarbeiter-Automaten“ in ihrer eigenen Sprache zu beschreiben und Zusammenhänge zwischen Zuständen und Zustandsübergängen, sowie den Bezug zur Sachsituation darzustellen. Damit wird die prozessbezogene Kompetenz „Kommunizieren und Kooperieren“ (vgl. GI19, 9) gefördert. Anschließend werden Fachbegriffe zu den Bauelementen des Zustandsübergangsdiagramms durch die Lehrkraft eingeführt und in einem Wortspeicher an der Tafel festgehalten (vgl. VIIii). Da sich die Fortsetzung des Zustandsübergangsdiagramms aus den vorgegebenen Zuständen und Zustandsübergängen logisch ableiten lässt, kann das vollständige Modell des „Mitarbeiter-Automaten“ mit den SuS in einem Gespräch gemeinsam erstellt werden. Dabei wird die inhaltliche Kompetenz „Die SuS erstellen Automatenmodelle, um (sprachliche) Eingaben zu akzeptieren und (sprachliche) Ausgaben zu erzeugen“ (GI19, 14) angebahnt. Außerdem fördert das eigenständige Ergänzen des Modells die prozessbezogene Kompetenz „Modellieren und Implementieren“ (GI19, 9), da die SuS das Modell des Automaten mit zuvor kennengelernten geeigneten Werkzeugen (Fachsprache, Visualisierungen etc.) umsetzen.

Nachdem die SuS die Bauelemente des „Mitarbeiter-Automaten“ kennengelernt haben und diese beschreiben können, soll thematisiert werden, wie der „Mitarbeiter-Automat“ arbeitet (vgl. Abbildung 7: ②, Schritt 2). Im Kinokreis wird eine Geschichte (vgl. VII) vorgelesen, in der beschrieben wird, wie Mitarbeiter ein Museum betreten und wieder verlassen. Die SuS werden mit der Darbietung der Geschichte dazu angeregt, unter Verwendung der gelernten Fachbegriffe zu beschreiben, wie der Automat beim Betreten oder Verlassen eines Mitarbeiters „reagiert“, wie er also seine Zustände verändert. Dafür bewegen sie eine Zeigefingerkarte (vgl. VIIii) am Zustandsübergangsdiagramm an der Tafel so, dass diese stets auf den aktuellen Zustand des Automaten zeigt. Durch das enaktive Handeln und handlungsorientierte Nachvollziehen der Arbeitsweise wird das Verständnis der SuS in besonderem Maße vertieft. Dabei wird die inhaltsbezogene Kompetenz „Die SuS steuern Automaten“ (GI19, 14) gefördert. Beim Vorlesen der Geschichte fragt die Lehrkraft zu verschiedenen Zeitpunkten, ob das Museum abgeschlossen werden könnte. Die SuS sollen dieses unter Bezug auf das Zustandsübergangsdiagramm erklären. So lässt sich die prozessbezogene Kompetenz „Modellieren und Implementieren“ fördern, da von den SuS stets ein gedanklicher Rückbezug zur Ausgangssituation gefordert wird.

Die nachfolgend geplante Einzel- und Partnerarbeit dient der Sicherung und Vertiefung des Automatenmodells. Um das Zustandsübergangsdiagramm bei den SuS zu sichern, sollen die SuS den „Mitarbeiter-Automaten“ auf einem Arbeitsblatt (vgl. VIIi) in Einzelarbeit vervollständigen. Zusätzlich bekommen sie einen Wortspeicher, in dem die Fachbegriffe noch einmal erklärt werden und die SuS sollen die in dem Zustandsübergangsdiagramm verwendeten Abkürzungen erklären (vgl. VIIii).

Mithilfe ihres ausgefüllten Arbeitsblatts bearbeiten die SuS in Partnerarbeit so genannte Geschichtenkarten, auf denen beschrieben wird, wie Mitarbeiter ein Museum betreten und verlassen (vgl. VIIiv). Partner 1 liest die Geschichte vor und der Partner 2 „steuert“ den Automaten, indem er auf den aktuellen Zustand des Zustandsübergangsdiagramms zeigt. Die SuS entscheiden am Ende der Geschichte unter Bezug auf den „Mitarbeiter-Automaten“, ob das Museum abgeschlossen werden kann oder nicht. Auf der Rückseite der Geschichtenkarten sind rote oder grüne Punkte abgebildet (kann (nicht) abgeschlossen werden), sodass die SuS sich selbst korrigieren können. Es werden Geschichtenkarten unterschiedlicher Anforderungen hinsichtlich Lesekompetenz, Komplexität etc. bereitgestellt, welche die SuS im Sinne einer Differenzierung selbst wählen können (qualitative Differenzierung). Es ist denkbar, je nach Lerngruppe die Geschichtenkarten noch individueller anzupassen, bspw. für SuS mit sonderpädagogischem Förderbedarf. Eine weitere Differenzierung besteht in der Variation der Anzahl der bearbeiteten Geschichtenkarten (quantitative Differenzierung). Für besonders schnelle Paare besteht zudem die Möglichkeit, sich selbst Geschichten auszudenken. Mit den Geschichtenkarten wird den SuS eine Lernumgebung mit passenden Aufgabenstellungen vorgegeben, anhand derer sie selbstständig arbeiten können. Die Aufgabenstellung unterstützt die Selbsttätigkeit und Handlungsorientierung der SuS, was motivierend wirkt (vgl. Wi11). Zudem kann mit den beschriebenen Differenzierungsmaßnahmen auf die Heterogenität der SuS eingegangen werden. Darüber hinaus wird die prozessbezogene Kompetenz „Kommunikation und Kooperation“ gefördert, was zu einem tiefergehenden Verständnis des Automatenmodells beitragen kann.

③ In der dritten Unterrichtsphase soll auf die Grenzen des „Mitarbeiter-Automaten“ eingegangen werden (vgl. Abbildung 7). Entsprechende Impulse der Lehrkraft regen die SuS dazu an, über eine Erweiterung des „Mitarbeiter-Automaten“ nachzudenken und diese gedanklich durchzuspielen. Dabei erkennen die SuS, gelenkt von den Impulsen der Lehrkraft, die Grenzen des „Mitarbeiter-Automaten“. Die Reflexion der Modellierung soll die SuS dazu motivieren, das Modell des „Mitarbeiter-Automaten“ zum „Besucher-Automaten“ weiterzuentwickeln. Die Kommunikationsform des gebundenen

Unterrichtsgespräches unterstützt das gemeinsame Erarbeiten (vgl. Wi11). Im Vordergrund steht hier die Förderung der prozessbezogenen Kompetenz „Modellieren“.

④ Phase 4 dient zunächst dem Kennenlernen der verschiedenen Bauelemente, Visualisierungen und Bezeichnungen des „Besucher-Automaten“. Das Bauelement des „Kellerspeichers“ und die damit verbundene LIFO-Struktur kennen die SuS noch nicht vom „Mitarbeiter-Automaten“. Das Verständnis für die Funktion des Kellerspeichers wird angelehnt an die Aktionsform „Aufbauen von Denkvorgängen“ (vgl. im Folgenden: Wi11, 180) entwickelt. Zunächst wird der Kellerspeicher anhand des bereits bekannten Konzeptes eines realen Kellers (Luke) von der Lehrkraft erklärt. In einem gebundenen Gespräch wird die Funktion eines Kellerspeichers für das Zählen von Besuchern am praktischen Beispiel des Museums erarbeitet. Die SuS erproben den Kellerspeicher anschließend „bildhaft, konkret und über das Tun“ (Wi11, 180) anhand einer Geschichte, in der beschrieben wird, wie Besucher ein Museum betreten und verlassen (vgl Viv). Beim Betreten des Museums legen die SuS ein Kellersymbol in den symbolischen Kellerspeicher an der Tafel (vgl. VIvi). Beim Verlassen entfernen sie ein Kellersymbol. So kann das Konzept des Kellerspeichers von den SuS gedanklich nachvollzogen und selbstständig ausprobiert werden. Damit dieses „für anschließende höhere Denkoperationen in Anspruch genommen werden kann“ (Wi11, 180), also in das Automatenmodell des „Besucher-Automaten“ integriert werden kann, sollte das Konzept des Kellerspeichers mit „knappen, auf das Wesentliche beschränkten Kommentaren versehen werden“ (Wi11, 180). Mithilfe eines medialen Impulses in Form von Satzbausteinen (vgl. VIv) werden die SuS dazu angeregt, Regeln für die Steuerung des Kellerspeichers aufzustellen. Die Satzbausteine sind dabei an die dreigeteilte Struktur der Zustandsübergänge beim „Besucher-Automaten“ angelehnt. Damit leisten die SuS hier bereits Vorarbeit zur Erarbeitung der Zustandsübergänge des „Besucher-Automaten“. Anschließend soll der Kellerspeicher in das Automatenmodell des „Besucher-Automaten“ integriert werden. Ein nicht ausgefülltes Zustandsübergangsdiagramm des „Besucher-Automaten“ (vgl. VIvii) wird an die Tafel gehängt. Die SuS werden, wie beim „Mitarbeiter-Automaten“, dazu aufgefordert, die Bauelemente und ihre Zusammenhänge zu beschreiben. Die dreigeteilte Struktur der Zustandsübergänge wird besprochen und der Wortspeicher ergänzt. Hier wird die inhaltsbezogene Kompetenz „Die SuS beschreiben Zustände und Zustandsübergänge von Automaten“ (GI19, 14) aufgegriffen und anhand des „Besucher-Automaten“ gefördert.

Die SuS sollen nun das Zustandsübergangsdiagramm des „Besucher-Automaten“ in Partnerarbeit erarbeiten. Dafür bekommen sie ein Arbeitsblatt (vgl. VIIvi), welches ein

nicht ausgefülltes Zustandsübergangsdiagramm des „Besucher-Automaten“ zeigt. Die farbliche Gestaltung der Bauelemente und Ähnlichkeiten zum „Mitarbeiter-Automaten“ helfen den SuS dabei, Zusammenhänge zu entdecken und zu nutzen. Differenziert wird hier mithilfe einer Tippkarte (vgl. VIIix). Die Tippkarte zeigt das Zustandsübergangsdiagramm des „Besucher-Automaten“, bei dem die Satzbausteine den passenden Zustandsübergängen zugeordnet sind. Hier werden erneut die inhaltliche Kompetenz „Die SuS erstellen Automatenmodelle, um (sprachliche) Eingaben zu akzeptieren und (sprachliche) Ausgaben zu erzeugen“ (GI19, 14) und der Prozessbereich „Modellieren und Implementieren“ gefördert. Da die SuS aus der Erarbeitung des „Mitarbeiter-Automaten“ bereits Erfahrung im Modellieren von Automaten haben, können sie diese Kompetenzen anwenden und erweitern. Aus diesem Grund kann die Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ offener und freier organisiert werden als die des „Mitarbeiter-Automaten“. In dieser Phase wird den SuS mit dem Arbeitsblatt vorbereitetes Material zur Verfügung gestellt, anhand dessen sie das Automatenmodell selbstständig erarbeiten können. Die Partnerarbeit ermöglicht eigenständiges Problemlösen und kooperatives und kommunikatives Handeln. Aus diesen Gründen erfolgt eine Selbstkorrektur der SuS anhand eines Lösungsblattes (vgl. VIIvii).

Anschließend wird ausprobiert, wie der „Besucher-Automat“ arbeitet („Die SuS steuern Automaten“ (GI19, 14)). Analog zu der Erarbeitung des „Mitarbeiter-Automaten“ erfolgt dieses anhand von Geschichtenkarten (vgl. VIIx) in Partnerarbeit. Dazu bekommen die SuS einen symbolischen Kellerspeicher (vgl. VIIxi). Zusätzlich zu den bereits beschriebenen Aspekten bietet dieses hier den organisatorischen Vorteil, dass die SuS das Verfahren bereits kennen.

Abschließend soll die Modellierung reflektiert bzw. die Inhalte wiederholt werden. Damit die Lehrkraft zusätzlich einen Überblick über die Kompetenzen der SuS erhält, sollen die SuS Fragen zu den Automatenmodellen beantworten. Damit bezieht sich der Stundenabschluss noch einmal auf die Anwendungssituation und schließt den Rahmen der Stunde.

Überprüfung des Erfolges

Eine didaktische Analyse umfasst Überlegungen zur Überprüfung des Kompetenzzuwachses der SuS (vgl. Wi11). Für die vorliegende Unterrichtsstunde soll keine Leistungsüberprüfung erfolgen. Daher kann der Kompetenzzuwachs nur im Rahmen des Unterrichts diagnostiziert werden. Einen groben Anhaltspunkt geben hier vor allem die

Phase des Stundenabschlusses sowie die Unterrichtsanalyse anhand der Beobachtungsbögen der Lehrkraft.

4.5 Lernziele

Jeder Unterricht sollte zielorientiert geplant werden. Die Lernziele für die vorliegende Unterrichtsstunde werden möglichst präzise formuliert. Damit erreichte Lernziele überprüft werden können, werden die Lernziele in Teilziele gegliedert (vgl. Wi11).

Die folgenden vier Lernziele sollen mit dem Unterricht erreicht werden. Diese orientieren sich an den Kompetenzen, welche mit dem geplanten Unterricht laut Zielstellung gefördert werden sollen und an der Struktur des Unterrichts.

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.

Die SuS ...

- erkennen die Notwendigkeit von Automaten in ihrer Lebenswirklichkeit anhand der Ausgangssituation im Zeitungsartikel.
 - beschreiben Automaten als selbsttätige Maschinen.
 - beschreiben Modelle als Abbild von etwas.
 - beschreiben anhand der Situation des Jungen im Zeitungsartikel die Notwendigkeit, ein Modell für einen Automaten zu erstellen, damit andere dessen Funktionsweise verstehen.
2. Die SuS sind in der Lage das formale Modell des endlichen Automaten („Mitarbeiter-Automaten“) zu beschreiben und zu ergänzen.

Die SuS ...

- beschreiben den Anfang des Modells des endlichen Automaten („Mitarbeiter-Automat“).
- benennen Zustände und Zustandsübergänge des „Mitarbeiter-Automaten“ unter Verwendung passender Fachbegriffe aus einem Wortspeicher.
- ergänzen begründet Zustände und Zustandsübergänge des „Mitarbeiter-Automaten“.
- übertragen das Modell des Mitarbeiter-Automaten auf ein Arbeitsblatt.
- erläutern die regelgesteuerten Veränderung der Zustände des „Mitarbeiter-Automaten“ anhand der Geschichtenkarten.

3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.

Die SuS ...

- können die Grenzen eines endlichen Automaten anhand des Automatenmodells beschreiben.
- entwickeln eigene Lösungsansätze für das „Zählen“ von Besuchern und diskutieren diese.

 4. Die SuS können ein Automatenmodell mit integriertem Kellerspeicher („Besucher-Automat“) erstellen und beschreiben.

Die SuS ...

- beschreiben den Kellerspeicher als Erweiterung für das Automatenmodell.
- nennen Beispiele für das Zählen von Dingen mithilfe eines Kellerspeichers im LIFO-Prinzip.
- sind in der Lage, den Kellerspeichers anhand einer Geschichte selbst zu „steuern“/ bedienen.
- Formulieren Regeln für die Steuerung des Kellerspeichers anhand von Satzbausteinen.
- formulieren formale Bedingungen für die Zustandsübergänge des Kellerautomaten (Besucher-Automat) anhand der Satzbausteine.
- überprüfen die Zustandsübergänge anhand einer Museums-Geschichte.
- nutzen beim Beantworten von Fragen zum Automaten Fachbegriffe und beschreiben die Funktion des Besucher-Automaten situationsbedingt.

4.6 Tabellarische Verlaufsplanung

Die erläuterten didaktischen Entscheidungen werden im Rahmen der Unterrichtsplanung in Form einer tabellarischen Verlaufsplanung schematisch dargestellt. Diese auf zentrale Fakten konzentrierte und sprachlich reduzierte Skizze dient zum Einen als Überblick und Zusammenfassung der Planungsentscheidungen. Zum Anderen entlastet sie die Lehrkraft bei der Durchführung der Stunde (vgl. Wi11).

Die tabellarische Verlaufsplanung ist durch die Unterrichtsschritte strukturiert (vgl. Abbildung 7). Dazu wird der Inhalt jedes Schrittes kurz zusammengefasst, Sozial-/ Aktionsform und benötigtes Material/ Medien/ Werkzeuge präzisiert und mit einem didaktisch methodischen Kommentar ergänzt. Eine zusätzliche Spalte verweist auf die ge-

plante Dauer jedes Unterrichtsschrittes. Die zeitliche Planung bezieht sich auf Erfahrungswerte der Autorin. Der Verlaufsplan der geplanten Unterrichtsstunde ist dem Anhang zu entnehmen (vgl. III). Unterstrichene Passagen sind Änderungen, welche sich im Rahmen der Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft ergeben haben.

4.7 Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft

Im Folgenden wird die Absicherung der Planung durch eine Fachlehrkraft beschrieben. Mit Euler (2014) können Erfahrungswerte aus der Praxis die Qualität von Interventionen verbessern. Damit bezieht sich dieses Teilkapitel auf den Schritt „Develop and refine design“ des DBR Ansatzes.

Als Expertin der Praxis wurde eine erfahrene Fachlehrkraft einer der im Rahmen der Unterrichtserprobung untersuchten Klassen befragt. Die Fachlehrkraft hat keinen direkten Bezug oder eine Ausbildung in informatischer Bildung, zeigt sich aber sehr interessiert und kooperativ. Anhand der Verlaufsplanung (vgl. III), dem Unterrichtsmaterial (vgl. Anhang IV – VII) und ergänzenden Erläuterungen durch die Autorin bekommt die Fachlehrkraft einen Überblick über den geplanten Unterricht. Um den Fokus der Fachlehrkraft auf spezielle Aspekte der Unterrichtsplanung zu lenken, wurde ein Fragebogen entwickelt. Ziel ist es, auf Basis dessen die Unterrichtsplanung weiterzuentwickeln. Im Folgenden wird zunächst die Entwicklung des Fragebogens erläutert. Anschließend werden in der Auswertung des Fragebogens daraus resultierende Anpassungen für die Unterrichtsplanung beschrieben.

4.7.1 Entwicklung eines Fragebogens

Der Fragebogen ist darauf ausgelegt, die Unterrichtsplanung auf Basis der Beantwortung der Fragen weiterentwickeln zu können. Die Entwicklung des Fragebogens geschieht in Anlehnung an Deitmer (2019), da der in dieser Untersuchung eingesetzte Fragebogen sich als hilfreich für die Unterrichtsplanung und theoretisch angemessen gezeigt hat. Es wurden zehn Entscheidungsfragen und eine offene Frage ausgewählt. Zu jeder dieser Fragen gibt es die Möglichkeit, Begründungen und sich daraus ergebene Änderungen für den Unterricht in einem Textfeld festzuhalten. Die Fragen beziehen sich auf wichtige Aspekte der Unterrichtsplanung. Im Folgenden soll die Auswahl der Fragen kurz begründet werden¹³.

Die erste Frage bezieht sich auf einen sinnvollen Aufbau der Unterrichtsstunde. Mit Wia-ter (2011) sollte der Unterrichtsaufbau gleichzeitig sachlich-sinnvoll und lernerorientiert

¹³ Die genaue Formulierung der Fragen sind dem Fragebogen im Anhang zu entnehmen (vgl. III).

gestaltet sein. Gerade den Aspekt der Lernerorientierung kann eine erfahrene Fachlehrkraft mit ihrem Praxiswissen beurteilen.

Der Aspekt der Zeitplanung (2) wurde in der Unterrichtsplanung ausgehend von praktischen Erfahrungen der Autorin berücksichtigt. Einschätzungen einer Fachlehrkraft sind daher ergänzend sinnvoll.

Die Auswahl passender Methoden (3) ist ein zentraler Bestandteil der Unterrichtsplanung. Bei der Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen sollten Methoden ausgewählt werden, welche den Lernvoraussetzungen der SuS, dem Unterrichtsgegenstand und den Lernzielen des Unterrichts entsprechen. Daher ist die Einschätzung einer erfahrenen Fachlehrkraft gewinnbringend.

Die vierte Frage fragt nach der Differenzierung des Unterrichts. Mit Wiater (2011) sollte diese bereits in der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden.

Die Arbeitsaufträge (5) sollen von der Fachlehrkraft beurteilt werden, da diese die Lernprozesse initiieren, steuern und begleiten und damit eine wichtige Rolle im Lernprozess einnehmen (vgl. Le13).

Damit einher geht die Beurteilung der Gestaltung der Arbeitsblätter (6). Als Lernmaterialien „materialisieren [diese] die Lernumgebung und steuern damit den Lernvorgang“ (Le13, 78). Dabei sollen die Visualisierungen der „Museums-Automaten“ auf den Arbeitsblättern den Aufbau und die Funktion der Automatenmodelle veranschaulichen. Dieses ist nur möglich, wenn die Arbeitsblätter für die SuS verständlich gestaltet sind (vgl. Wi11).

Erfolgreiches Lernen ist von Lernbereitschaft und Lernmotivation abhängig (vgl. Wi11). Inwiefern der Zeitungsartikel in einer vierten Klasse als motivierender Stundeinstieg eingesetzt werden kann (7), soll durch die erfahrene Fachlehrkraft beurteilt werden.

Frage 8 fragt nach Nachvollziehbarkeit der Erweiterung des „Mitarbeiter-Automaten“ mit dem Kellerspeicher. Hier ist weniger die Praxiserfahrung der Fachlehrkraft gefragt. Vielmehr soll evaluiert werden, ob die von der Sache vorgegebene Struktur des Unterrichts durch die ausgewählte Methode (Nachspielen des Kellerspeichers) lernerorientiert umgesetzt ist.

Dieses gilt auch für die Frage 9.

Am Ende einer Stunde sollte der Stundenabschluss (10) eine Ergebnissicherung beinhalten, sowie den Bogen zum Einstiegsproblem spannen (vgl. Wi11). Ob die gewählte Methode hier zielführend ist, soll von der Fachlehrkraft beurteilt werden.

Die letzte Frage (11) eröffnet die Möglichkeit, auf bisher nicht thematisierte Aspekte der Unterrichtsplanung hinzuweisen. Aufgrund der Erfahrung der Fachlehrkraft ergeben sich hier evtl. weitere Anpassungen, welche bei der Planung bis dahin nicht berücksichtigt wurden, für die Unterrichtsstunde aus Sicht der Fachlehrkraft jedoch relevant erscheinen.

4.7.2 Auswertung des Fragebogens

Die Auswertung des Fragebogens zeigt, an welchen Stellen die Unterrichtsplanung überdacht werden sollte. Hinweise der Fachlehrkraft werden im Folgenden beschrieben. Parallel wird auf sich daraus ergebene Anpassungen für die Unterrichtsplanung eingegangen. Die Änderungen sind in der Verlaufsplanung durch Unterstreichen gekennzeichnet (vgl. IIi). Der von der Fachlehrkraft ausgefüllte Fragebogen ist dem Anhang zu entnehmen (vgl. IIIii).

Das Ausfüllen des Fragebogens geschieht im Rahmen eines Gespräches. Dabei zeigt sich, dass die Fachlehrkraft ihre eigene Kompetenz als erfahrene Praxisexpertin an einigen Stellen abwertet. Dieses begründet sie mit ihrem geringen Wissen zum ihr unbekannten informatischen Kontext des Unterrichts.

Die Rückmeldungen der befragten Fachlehrkraft sind überwiegend positiv. Sieben von zehn Entscheidungsfragen wurden mit „Ja“ beantwortet (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9). Drei Fragen wurden mit „Nein“ beantwortet. Hier gibt die Fachlehrkraft zusätzlich detaillierte Begründungen. Diese beziehen sich auf Differenzierung (4), die Nachvollziehbarkeit der Erweiterung des „Mitarbeiter-Automaten“ mit dem Kellerspeicher (8) und den Stundenabschluss (10). Aus der offenen Frage 11 ergeben sich zusätzliche Hinweise zum Stundeneinstieg, zu genutzten Fachbegriffen und zur Organisation der Sozialform „Partnerarbeit“.

Zur Differenzierung in der Unterrichtsstunde (4) empfiehlt die Fachlehrkraft eine individuelle Verweildauer im Kinokreis vor den Arbeitsphasen in Einzel- bzw. Partnerarbeit, also eine flexible Phasenauflösung. Die SuS, die nach dem gemeinsamen Erproben des „Mitarbeiter-Automaten“ anhand einer Geschichte im Kinokreis nicht wissen, wie sie selbstständig weiterarbeiten sollen, können im Kinokreis verweilen und eine weitere Geschichte gemeinsam mit der unterrichtenden Lehrkraft an der Tafel durchspielen. Genauso kann vorgegangen werden, bevor die SuS für die Erarbeitung des Zustandsübergangsdiagramms des „Besucher-Automaten“ aus dem Kinokreis in die Partnerarbeit entlassen werden. Damit kann der Situation entgegengewirkt werden, dass einzelne SuS in der Partnerarbeit nicht mitarbeiten können, weil sie die Aufgabenstellung nicht ver-

stehen. Daher werden die Empfehlungen der Fachlehrkraft in die tabellarische Verlaufsplanung des Unterrichts ergänzt.

Im Rahmen von Frage acht merkt die Fachlehrkraft an, dass den SuS evtl. nicht ersichtlich sein könnte, warum es nicht möglich ist, weitere Zustände zu ergänzen, statt den Automaten mit dem Kellerspeicher zu erweitern. Dieser Hinweis wird in die Unterrichtsplanung einbezogen, da er einen möglichen Verlauf des Unterrichtsgespräches in dieser Unterrichtsphase anspricht, welcher bereits in der Planung Berücksichtigung finden sollte. Daher werden mögliche Impulse in der tabellarischen Unterrichtsplanung einbezogen, welche die unterrichtende Lehrkraft während des Unterrichts einsetzen kann, um auf die von der Fachlehrkraft angesprochene Situation zu reagieren.

Bezüglich des Stundenabschlusses (10) macht die Fachlehrkraft darauf aufmerksam, dass die eingesetzten Fragen rein reproduktiv gestellt sind. Für eine Zusammenfassung der Inhalte ist dieses ausreichend. Im Sinne der Differenzierung sollte ein Unterricht zudem die Anforderungsbereiche „Zusammenhänge herstellen“ und „Verallgemeinern und Reflektieren“ umfassen (vgl. KMK04). Daher werden weitere Fragen formuliert, welche über die reine Reproduktion gelernter Inhalte hinausgehen. Je nach Einschätzung der unterrichtenden Lehrkraft, können am Ende der Stunde passende Fragen zu den Anforderungsbereichen ausgewählt werden.

Zuletzt werden im Folgenden die Aspekte diskutiert, welche sich aus der offenen Frage 11 ergeben. Hinsichtlich des Stundeneinstieges gibt die Fachlehrkraft den Hinweis, den Zeitungsartikel von der unterrichtenden Lehrkraft und nicht von einem Kind vorlesen zu lassen. Obwohl die SuS einer vierten Klasse bereits gut lesen können, fällt es ihnen laut der Fachlehrkraft leichter, den Artikel gut zu verstehen, wenn er von einem geübten Leser vorgetragen wird. In der Unterrichtsplanung wurde dieser Aspekt vorher nicht weiter präzisiert. Aufgrund der nachvollziehbaren Begründung seitens der Fachlehrkraft wurde dieser Hinweis in die Verlaufsplanung übernommen.

Bezüglich der Wahl passender Begriffe für die Beschreibung der Zustandsübergangsdiagramme schlägt die Fachlehrkraft vor, die Begriffe „Bedingung“ und „Zustand“ anzupassen, da sie den SuS aus ihrem Alltag wahrscheinlich nicht bekannt sind. Der Begriff Bedingung kann durch ein Umformulieren der Arbeitsblätter (vgl. VIIiv) vermieden werden. Die Veränderung des Begriffes „Zustand“ als informatischer Fachbegriff ist nicht wünschenswert. Trotzdem wird aufgrund der Anmerkung der Fachlehrkraft die Einführung der Fachbegriffe im Unterrichtsverlauf überdacht. Mit dem Didaktiker Josef Leisen (2013) sollen Fachbegriffe im Unterricht im Bezug zur Alltagssprache eingeführt werden und gleichzeitig klar als Fachbegriffe kenntlich gemacht werden. Durch den

Wortspeicher ist den SuS klar, dass es sich bei den Begriffen um Fachbegriffe handelt. Zudem wird überlegt, aus welchen Situationen im Alltag die SuS das Konzept hinter den Fachbegriffen bereits kennen könnten. Als Beispiele für den Begriff „Zustand“ kann das Konzept „an/aus“ oder „die drei verschiedenen Zustände einer Ampel“ genutzt werden. Diese Überlegungen werden in die Unterrichtsplanung einbezogen.

Die letzte Anmerkung der Fachlehrkraft bezieht sich auf die Sozialform Partnerarbeit. Für die Unterrichtsplanung wurde vorausgesetzt, dass die SuS einer vierten Klasse in Partnerarbeit arbeiten können (vgl. Kap. 4.3). Die Fachlehrkraft merkt zum Einen an, dass eine Einteilung passender Partnern seitens der unterrichtenden Lehrkraft sinnvoll ist, damit Partner zusammenarbeiten, welche sich in ihren Kompetenzen gegenseitig ergänzen können bzw. welche auf sozialer Ebene gut zusammenarbeiten können. Dieser Tipp wurde für die Durchführung der Unterrichtserprobung im Rahmen der vorliegenden Arbeit berücksichtigt. Für die allgemeingültige Unterrichtsplanung stellt dieses eine Anpassung da, welche nur von der unterrichtenden Lehrkraft beurteilt werden kann und sollte. Daher findet dieser Hinweis der Fachlehrkraft keine Berücksichtigung in der tabellarischen Verlaufsplanung. Zum Anderen wurde angemerkt, dass die Organisation der Arbeiten mit den Geschichtenkarten in Partnerarbeit im Plenum kurz besprochen werden sollte, um Konflikte zwischen den SuS vorzubeugen. Diese Anmerkung wird in die Verlaufsplanung übernommen, denn eine Partnerarbeit ist nur dann sinnvoll, wenn die Partner „gleichrangig und in gegenseitiger Akzeptanz arbeiten“ (Wi11, 174). Ausgehend von dieser Anmerkung der Fachlehrkraft wird auch die Initiierung der zweiten Partnerarbeitsphase dahingehend angepasst.

Die beschriebenen Änderungen ergänzen die dargestellte Unterrichtsplanung. Damit ist die Phase „develop and redefine design“ des DBR-Ansatzes vorerst abgeschlossen und es liegt eine Unterrichtsplanung vor, welche einer ersten Erprobung ausgesetzt werden kann.

5 Unterrichtserprobung

Die Unterrichtserprobung ist zentrale Grundlage der Phase „Test design and evaluate formatively“ des DBR Ansatzes.

Im folgenden Kapitel wird zunächst die Durchführung des geplanten Unterrichts beschrieben (vgl. Kap. 5.1). Anschließend wird die Unterrichtsdurchführung analysiert (vgl. Kap. 5.2). Auf Grundlage der Analyse wird die Überarbeitung der Unterrichtsplanung im letzten Teil des Kapitels beschrieben und begründet (vgl. Kap. 5.3).

5.1 Durchführung des Unterrichts

Der Unterricht wurde an einer zweizügigen Grundschule¹⁴ erprobt. Die Schule wurde ausgewählt, da im Rahmen des Projektes „Informatik in der Grundschule“ der Universität Münster bereits eine Kooperation bestand. Der geplante Unterricht fand in den zwei vierten Klassen (im Folgenden: Klasse A und Klasse B) der Schule statt.

Klasse A besuchen insgesamt 20 Kinder. Vier der Kinder lernen Deutsch als Zweitsprache. Die Durchführung fand in Klasse A am Donnerstag, den 05.12.2019 von 10:15 Uhr bis 11:15 Uhr statt. Da hier nicht der gesamte geplante Unterricht durchgeführt werden konnte¹⁵, gab es am Donnerstag, den 12.12.2019 um 10:00 Uhr bis 11:00 Uhr eine zweite Durchführung in Klasse A.

Klasse B besuchen insgesamt 21 Kinder. Zwei der Kinder lernen Deutsch als Zweitsprache. Die Durchführung in Klasse B fand am Montag den 09.12.2019 von 10:00 Uhr bis 11:35 Uhr statt.

Die Lehrkräfte der Klassen A und B (im Folgenden Fachlehrkraft A¹⁶ und Fachlehrkraft B) waren während der Durchführung anwesend. Sie haben laut Selbstauskunft keinen direkten Bezug zu informatischer Bildung, zeigten sich aber interessiert.

5.2 Unterrichtsanalyse

Nach Werner Wiater (2015, 279) ist „mit der Analyse von Lehr-Lern-Prozessen [...] gemeint, dass deren zentrale Aspekte und Wirkfaktoren aus unterschiedlichen Perspektiven, mit verschiedenen Zielsetzungen und mit Hilfe unterschiedlicher Methoden [...] untersucht werden“. Es ist zu beachten, dass eine Unterrichtsanalyse im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur ausgewählte Aspekte und Faktoren berücksichtigen kann. Ziel der Unterrichtsanalyse ist die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung. In der folgenden Analyse wird sich daher primär darauf bezogen, ob bzw. inwiefern sich die in Kapitel 4 ausführlich erläuterte Planung bei der praktischen Umsetzung des Unterrichts bewährt hat. Mit Wiater (2011) lässt sich dieser Aspekt auf den Unterrichtsebenen Lehr-Lern-Prozess, Inhalt und Beziehung untersuchen. Auf der Lehr-Lern-Prozessebene gilt das Augenmerk „den objekt- und personenbezogenen Interaktionen zwischen Lehrer/Lehrerin und Schülerinnen/Schüler im Klassenverbund und in individueller Hinsicht“ (Wi11, 238). Währenddessen werden auf der Inhaltsebene besonders Aspekte der Vermittlung von Sach- und Fachkompetenz, sowie überfachliche Kompetenzen in den

¹⁴ Aus Datenschutzgründen werden weder Name noch Standort der Schule präzisiert.

¹⁵ In Kapitel 5.2.2 werden die Gründe für diese Maßnahme ausführlich beschrieben.

¹⁶ Fachlehrkraft A ist die Fachlehrkraft, welche im Rahmen der Absicherung der Planung (vgl. Kap. 4.7) an der ersten Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung beteiligt war.

Blick genommen. Da der geplante Unterricht an keine spezielle Klasse angepasst werden soll, wird die Beziehungsebene nicht weiter betrachtet.

Weiterhin ist anzumerken, dass im Rahmen der Arbeit nicht alle Perspektiven berücksichtigt werden können. Die Unterrichtsanalyse der vorliegenden Unterrichtserprobung geschieht auf Basis einer Selbstbeobachtung der unterrichtenden Lehrkraft (hier: Autorin) und der nichtteilnehmenden Beobachtung der Fachlehrkräfte A und B mithilfe eines Beobachtungsbogens. Die Perspektive der SuS wird indirekt durch die Selbstbeobachtung und die Beobachtungen der Fachlehrkräfte einbezogen, soll aufgrund des Umfangs der Arbeit jedoch nicht explizit erfragt werden.

5.2.1 Untersuchungsmethoden

Im Folgenden werden die Untersuchungsmethoden der Selbstbeobachtung und der nichtteilnehmende Beobachtung kurz erläutert.

5.2.1.1 Nichtteilnehmende Beobachtung

Die nichtteilnehmende Beobachtung der Unterrichtserprobung wird von den Fachlehrkräften A und B durchgeführt. Die Fachlehrkräfte waren während des Unterrichts anwesend und haben das Unterrichtsgeschehen beobachtet. Beide Fachlehrkräfte haben sich mithilfe des Verlaufsplans bereits vor der Unterrichtserprobung mit der geplanten Stunde beschäftigt. Um die Perspektive der Fachlehrkräfte in die Unterrichtsanalyse einzubeziehen zu können, wurde ein Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde entwickelt. Diesen beantworten die Fachlehrkräfte während und nach dem Unterricht. Der Fragebogen gibt zentrale Bewertungskriterien vor, welche darauf zielen, die Umsetzbarkeit der Unterrichtsplanung in der Praxis auszuwerten. Weiterhin dient er der Beantwortung der Forschungsfragen. Die gezielte Auswahl der Fragen hilft dabei, die Komplexität des Unterrichtsgeschehens zu reduzieren. So wird die Aufmerksamkeit der Fachlehrkräfte auf die für die Analyse wichtigen Aspekte gelenkt. Der Fragebogen wurde in Anlehnung an Deitmer (2019) entwickelt. Im Folgenden soll die Auswahl der Fragen kurz begründet werden¹⁷.

Die Fragen 1 bis 6 beziehen sich auf die Prozessqualität des Unterrichts und sollen während des Unterrichts beantwortet werden. Fragen 7 bis 10 untersuchen die Produktqualität und sollen nach dem Unterricht beantwortet werden. Damit der Fragebogen der Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung dienen kann, wurden die Lehrkräfte dazu aufgefordert, ihre Antworten möglichst genau zu begründen und evtl. alternative Umsetzungsmöglichkeiten zu geben.

¹⁷ Die genaue Formulierung der Fragen sind dem Fragebogen im Anhang zu entnehmen (vgl. IVi).

Die Fragen beziehen sich auf die folgenden Aspekte, welche mit Wiater (2011, 236 ff.) bei einer Unterrichtsanalyse beachtet werden sollten. Dabei werden nur die für die vorliegende Analyse wichtigsten Aspekte berücksichtigt, da zu viele Fragen zu einer Überforderung der Beobachter führen könnten (vgl. De19).

Auf der Lehr-Lern-Prozessebene werden folgende Aspekte berücksichtigt: Übereinstimmung zwischen Planung und Durchführung (1, 2), Schülerorientierte Aufbereitung der fachlichen Inhalte (3, 4, 5), Differenzierung (6) und Materialien und Aufgaben (9).

Auf der Inhaltsebene werden folgende Aspekte berücksichtigt: Kompetenzerwartungen (7) und unterschiedliche Ausprägungen der Kompetenzen (8). Die Frage 10 eröffnet die Möglichkeit, auf bisher nicht thematisierte Aspekte einzugehen.

Die ausgefüllten Fragebögen der Fachlehrkräfte finden sich im Anhang (vgl. IVii, IViii).

5.2.1.2 Selbstbeobachtung

Die Selbstbeobachtung geschieht im Rahmen der Unterrichtsanalyse in Form einer Selbstreflexion. Die unterrichtende Lehrkraft fertigt direkt nach der Unterrichtsdurchführung Notizen zum Verlauf des Unterrichts an. Dabei orientieren sich diese Notizen an den Aspekten der Unterrichtsanalyse von Wiater (2011). Es ist zu beachten, dass die Selbstbeobachtungen der Wahrnehmung der unterrichtenden Lehrkraft unterliegen und damit in besonderem Maße subjektiv sind. Die Orientierung an den genannten Aspekten auf der Lehr-Lern-Prozessebene und der Inhaltsebene bietet jedoch einen Orientierungsrahmen. So können die subjektiven Eindrücke geordnet in einen theoretischen Bezug gesetzt werden und damit der Analyse und Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung dienen.

5.2.2 Analyse der Beobachtungen

Zunächst ist festzuhalten, dass sich die Beobachtungen der unterrichtenden Lehrkraft und die der Fachlehrkräfte größtenteils ähneln. In der Auswertung haben sich keine Widersprüche ergeben. Die folgende Analyse gliedert sich in Aspekte der Lehr-Lern-Prozessebene und der Inhaltsebene. In der Analyse werden die Selbstbeobachtung der unterrichtenden Lehrkraft und die nichtteilnehmenden Beobachtungen der Fachlehrkräfte A und B parallel beschrieben, um die zentralen Aspekte des Unterrichts aus den verschiedenen Perspektiven analysieren zu können. Die folgende Auswertung der Beobachtungen ist aus Sicht der unterrichtenden Lehrkraft geschrieben. Beobachtungen der Fachlehrkräfte werden extra gekennzeichnet und beziehen sich auf die ausgefüllten

Beobachtungsbögen (vgl. IVii, IViii). Die folgende Analyse ist angelehnt an die bereits genannten Aspekte der Unterrichtsanalyse nach Wiater (2011, 236-239).

Auf der Lehr-Lern-Prozessebene wird zunächst betrachtet, ob die Planung mit der Durchführung des Unterrichts übereinstimmt und aus welchen Gründen evtl. abgewichen wurde (vgl. Wi11).

Grundsätzlich wurde sich in der Erprobung an die Planung des Unterrichtsverlaufs gehalten. Abweichungen sollen im Folgenden beschrieben und auf ihre Angemessenheit hin untersucht werden. Dabei ist zu beachten, dass die zeitliche Gestaltung der Durchführung in Klasse A und B zu einer besonderen, sich gegenseitig bedingenden Anpassungen der Planungen beitrug. Diese wird in der folgenden Abbildung deutlich (vgl. Abbildung 8).

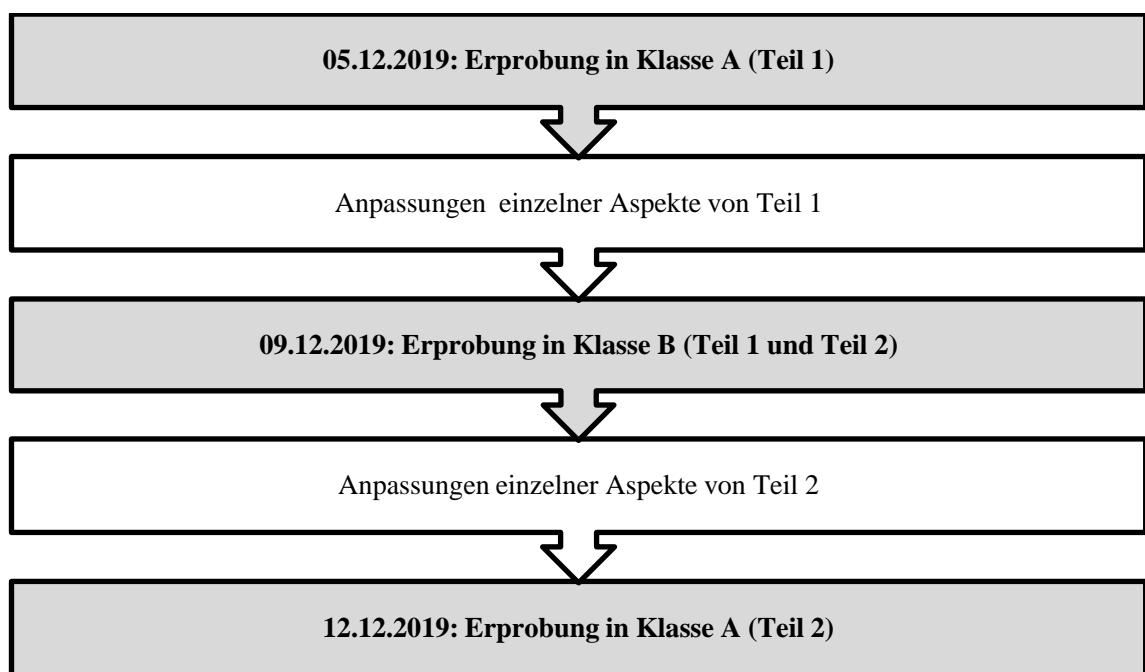


Abbildung 8:Durchführung und Anpassungen der Unterrichtsplanung

Aus der Erprobung des ersten Teils¹⁸ in Klasse A ergaben sich Änderungen, welche die Durchführung in Klasse B beeinflusst haben. Aus der Durchführung beider Teile in Klasse B ergaben sich wiederum Änderungen, welche die Erprobung des zweiten Teils in Klasse A beeinflusst haben. Die Änderungen wurden primär durch den Faktor Zeit bedingt, der in der Unterrichtsplanung nicht angemessen eingeschätzt wurde. Dieses soll im Folgenden beschrieben werden.

In Klasse A wurde der Zeitplan des Unterrichts nicht eingehalten. Statt der geplanten Zeit von 90 min, wurden insgesamt 120 min benötigt, aufgeteilt in zwei Erprobungsta-

¹⁸ Mit dem ersten Teil des Unterrichts sind alle Unterrichtsphasen bis zur Pause gemeint. Der zweite Teil des Unterrichts sind die Phasen nach der Pause (vgl. IIi).

ge. Es hat sich gezeigt, dass besonders die Unterrichtsgespräche und die Bearbeitung des ersten Arbeitsblattes mehr Zeit benötigen als in der Planung angesetzt. In der Unterrichtserprobung hat die unterrichtende Lehrkraft intuitiv entschieden, die Phase der Erarbeitung des „Mitarbeiter-Automaten“ zu verlängern. Das Verständnis der Bauelemente und der passenden Fachbegriffe ist grundlegend für den weiteren Unterricht und war der Lehrkraft daher besonders wichtig. In der Analyse bestätigt sich diese Entscheidung, denn die Lernziele dieser Phase wurden nach Einschätzung der unterrichtenden Lehrkraft und von Fachlehrkraft A von allen SuS erreicht. Dieses zeigte sich auch daran, dass kein Kind die als Differenzierung geplante längere Verweildauer im Kinokreis in Anspruch nahm. Die Fachlehrkraft A hielt die Abweichungen von der Unterrichtsplanning in dieser Phase ebenfalls für angemessen und nachvollziehbar. Sie merkte zusätzlich an, dass die Phase des Durchspiels des Automaten an der Tafel hätte kürzer ausfallen können, da die SuS die Erprobung an der Tafel nur brauchen, um auf die anschließende Partnerarbeit vorbereitet zu sein. Die Bearbeitung des ersten Arbeitsblatts sowie des Arbeitsblattes zum Erklären der Abkürzungen dauerten ebenfalls länger als geplant. Zudem konnten die Arbeitsblätter nicht zum Erreichen der Lernziele beitragen¹⁹. Aus den beschriebenen Verlängerungen der Phasen resultierte die Vertagung der zweiten Hälfte der Unterrichtserprobung auf die folgende Woche. Diese Entscheidung erwies sich in diesem Fall als sinnvoll, da die nachfolgenden Phasen der geplanten Unterrichtsstunde somit ohne Zeitdruck durchgeführt werden konnten. Die Fachlehrkraft A nannte die Teilung der Unterrichtsstunde als Abweichung von der Planung und bewertete sie aus den bereits genannten Gründen ebenfalls als angemessen.

In Klasse B wurde der Unterricht in den geplanten 90 min an einem Tag durchgeführt. Da die Erprobung in dieser Klasse nach der Erprobung in Klasse A stattfand, wurden Änderungen umgesetzt, die sich aus dem ersten Teil der Erprobung ergaben (vgl. Abbildung 8). Auch in Klasse B wurden die Erarbeitungsphasen im Unterrichtsgespräch verlängert. Es wurde auf den Einsatz der Arbeitsblätter zur Sicherung des „Mitarbeiter-Automaten“ und Erklärung der Abkürzungen verzichtet²⁰. Die SuS sind direkt in die Erprobung des Automaten mithilfe der Geschichtenkarten übergegangen. Dazu bekamen sie eine ausgedruckte Version des Zustandsübergangsdiagramms des „Mitarbeiter-Automaten“ (vgl. VIIii). Es hat sich gezeigt, dass so Zeit „eingespart“ werden konnte, ohne auf wichtige Inhalte zu verzichten. Die Fachlehrkraft B hob diese Abweichung von der Planung ebenfalls als sinnvoll heraus. Da die unterrichtende Lehrkraft gewillt

¹⁹ Die Gründe hierfür werden im Verlauf des Kapitels erläutert.

²⁰ Die Gründe für diese Entscheidung werden im Verlauf des Kapitels erläutert.

war, den Unterricht in Klasse B in der im Rahmen der Zielstellung der Arbeit angesetzten 90 min durchzuführen, kam es im Unterrichtsverlauf zu weiteren spontanen Abweichungen von der Planung. In der Erarbeitung des Zustandsübergangsdiagramms des „Besucher-Automaten“ entließ die unterrichtende Lehrkraft die SuS nicht wie geplant in die Partnerarbeit, sondern erarbeitete die Zuteilung der Satzbausteine zu den passenden Zustandsübergängen des Modells im Kinokreis. Die unterrichtende Lehrkraft hatte den Eindruck, den SuS mehr Unterstützung geben zu müssen und wich daher von der Planung ab. In der folgenden Partnerarbeit zeigte sich, dass die SuS in der Lage gewesen wären, das Zustandsübergangsdiagramm des „Besucher-Automaten“ ohne diese zusätzliche Unterstützung zu erarbeiten. Den SuS wurde daher ein eigenständiges Problemlösen und kooperatives und kommunikatives Handeln verwehrt, weil die Lehrkraft ihnen dieses Maß an Eigenständigkeit in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht zutraute. Die Analyse zeigt, dass sich diese Abweichung von der Planung als nicht notwendig und sogar hinderlich für den Lernerfolg erwies. Die Fachlehrkraft B nannte diese Abweichung von der Planung im Fragebogen und bewertete sie als nicht angemessen. Laut der Einschätzungen der Fachlehrkraft B wären die SuS ohne zusätzliche Erklärungen in der Lage gewesen weiterzuarbeiten. Fachlehrkraft B gab darüber hinaus den Hinweis, die Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ noch stärker in die Partnerarbeit zu verlegen als geplant, da die SuS so selbstständiger an der Problemlösung arbeiten könnten, was den Kompetenzerwerb der SuS unterstützt.

Die Erprobung des zweiten Teils in Klasse A verlief größtenteils nach Plan. Die Partnerarbeit wurde, anders als in Klasse B, wie geplant umgesetzt. In der Partnerarbeit zeigte sich, dass nicht alle Paare die Geschichtenkarten mithilfe des Zustandsübergangsdiagramms bearbeiteten, sondern sich primär auf den Kellerspeicher fokussierten. Daher wurde im Stundenabschluss, abweichend von der Planung, eine Geschichte gemeinsam mit den SuS an dem Zustandsübergangsdiagramm an der Tafel besprochen. Diese zusätzliche Reflexion zeigte sich als sinnvoller Abschluss der freien Partnerarbeit. Die SuS nutzen diese Phase, um Fragen zu stellen und Unklarheiten anzusprechen. Diese nicht geplante inhaltliche Besprechung der Partnerarbeit nannte Fachlehrkraft A als sinnvolle Abweichung von der Planung.

Ein weiterer Aspekt der Lehr-Lern-Prozessebene ist, ob der Lerninhalt schülerorientiert aufbereitet und vermittelt wurde (vgl. Wi11). Dazu soll hier insbesondere auf die Modellierung der Zustandsübergangsdiagramme der beiden „Museums-Automaten“ eingegangen werden. Die Zustandsübergangsdiagramme des „Mitarbeiter-Automaten“ sowie des „Besucher-Automaten“ zeigten sich in der Erprobung für die SuS nachvollziehbar.

Diese Beobachtung der unterrichtenden Lehrkraft wird auch von Fachlehrkraft A und B bestätigt. Die Fachlehrkraft A betont, dass die in den Zustandsübergangsdiagrammen verwendeten Symbole und die farbliche Gestaltung das Verständnis der SuS besonders fördern, da diese „selbsterklärend“ sind und damit ein intuitives Verstehen fördern.

Weiterhin wird auf der Lehr-Lernprozessebene darauf eingegangen, ob die eingesetzten Materialien „didaktisch qualitätsvoll“ (Wi11, 238) waren. Zunächst soll hier auf die eingesetzten Arbeitsblätter eingegangen werden. Die Bearbeitung des ersten Arbeitsblattes zur Sicherung des „Mitarbeiter-Automaten“, sowie des Arbeitsblatt zum Erklären der Abkürzungen dauerten sehr lange und zeigten sich nicht zielführend. Aus der Bearbeitung des AB 1 entstand kein zusätzlicher Lernzuwachs, da die SuS lediglich bereits erarbeiteten Inhalte von der Tafel abschreiben mussten. Das Arbeitsblatt zum Erklären der verwendeten Abkürzungen war für die SuS der Klasse A zu komplex und sehr zeitintensiv. Nur wenige SuS konnten das Arbeitsblatt ohne Hilfe lösen. Im Unterrichtsgespräch zeigte sich, dass die SuS die Abkürzungen verstanden haben und nutzen konnten. Um diese erklären zu können, hätte im Unterrichtsgespräch genauer darauf eingegangen werden müssen, was für den weiteren Unterrichtsverlauf jedoch als nicht notwendig angesehen wird. Fachlehrkraft A bestätigte diese Einschätzung und gab im Rahmen des Fragebogens den Hinweis, auf die Bearbeitung der Arbeitsblätter zu verzichten. Stattdessen schlug sie vor, den SuS ausgefüllte Zustandsübergangsdiagramme des „Mitarbeiter-Automaten“ zur Verfügung zu stellen, mit denen sie die Geschichtenkarten bearbeiten können. Sie betonte, dass eine ausreichende Sicherung des erarbeiteten Zustandsübergangsdiagramms im Rahmen der Erprobung anhand der Geschichtenkarten stattfindet. In der Erprobung in Klasse B wurden diese Arbeitsblätter wie beschrieben daher nicht verwendet. Das Arbeitsblatt zur Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ konnte von den SuS beider Klassen eigenständig bearbeitet werden. Es zeigte sich als gutes Material für die Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ in der Partnerarbeit. Es konnte beobachtet werden, dass die SuS in Klasse A in der selbstständigen Erarbeitung des Modells die farbliche Gestaltung der Bauelemente als Hinweise für Zusammenhänge nutzen. Als weiteres verwendetes Material sind die Geschichtenkarten zu nennen, welche in der Partnerarbeit der Phasen ② und ④ verwendet wurden, um die Funktion der Automatenmodelle zu testen. In der Unterrichtserprobung zeigte sich, dass die SuS beider Klassen die Geschichtenkarten sehr motiviert bearbeiteten. Als didaktisch qualitätsvoll zeigten sich die Geschichtenkarten laut Fachlehrkraft A, da sie enaktive Handeln initiieren und damit das Verständnis der SuS für die Funktion des Automatenmodells fördern.

Diesbezüglich lässt sich zu dem Aspekt der Differenzierung überleiten. In der Arbeit mit den Geschichtenkarten zeigte sich, dass die geplante qualitative und quantitative Differenzierung des Materials angemessen war. Laut Fachlehrkraft A waren alle SuS auf ihrem Niveau gefordert und gefördert, weil sie sich selbst passende Geschichtenkarten auswählen konnten. Paare, die alle Karten bearbeitet haben, haben sich eigene Geschichten ausgedacht, sodass zu jeder Zeit alle SuS an der Sache gearbeitet haben. Die Fachlehrkraft B merkte an, dass eine Anpassung der Geschichtenkarten bspw. an SuS mit Lese-Rechtschreib-Schwäche möglich wäre. Auch Fachlehrkraft A betonte das Potenzial der Karten, sie an viele verschiedene Schülergruppen oder individuelle Förderbedarfe anpassen zu können. Die von Fachlehrkraft A in der Absicherung der Planung vorgeschlagene Differenzierungsmaßnahme der flexiblen Phasenauflösung vor den Partnerarbeiten wurde in beiden Klassen von den SuS nicht genutzt.

Im Hinblick auf die Inhaltsebene geht es zunächst darum, ob die ausgewählten Lerninhalte ausreichend anspruchsvoll waren, zum Lernen aufgefordert haben und die Kompetenzen der SuS gefördert werden konnten (vgl. Wi11).

In der Unterrichtserprobung zeigte sich, dass der gewählte Lerngegenstand bei den meisten SuS weder zu Überforderung noch zu Unterforderung geführt hat. Alle SuS konnten ihre Kompetenzen erhöhen, jedoch in unterschiedlichem Maße. Aufgrund der Struktur des Unterrichts wurden die in der GI formulierten Kompetenzen an verschiedenen komplexen Inhalten gefördert. Wie in der didaktischen Analyse beschrieben (vgl. Kap. 4.4), wurde bspw. die Kompetenz „Die SuS erstellen Automatenmodelle, um (sprachliche) Eingaben zu akzeptieren und (sprachliche) Ausgaben zu erzeugen“ (GI19, 14) in Schritt ② anhand des „Mitarbeiter-Automaten“ und in Schritt ④ anhand des „Besucher-Automaten“ entwickelt. Dabei unterscheiden sich die Komplexität der Automatenmodelle und das Maß an Selbstdidaktik der SuS. In der Erprobung zeigte sich, dass alle SuS die in der Zielstellung der Arbeit genannten Kompetenzen am Beispiel des „Mitarbeiter-Automaten“ erreicht haben. Dieses zeigte sich vor allem an der regen Beteiligung aller SuS am Unterrichtsgespräch. An der Erprobung des „Mitarbeiter-Automaten“ anhand der Geschichte haben sich in Klasse A und B fast alle SuS beteiligt und konnten die Zustände und Zustandsübergänge des endlichen Automaten unter Verwendung von Fachbegriffen beschreiben. Dieses bestätigte sich in der Partnerarbeit mit den Geschichtenkarten. Daran zeigt sich, dass alle SuS den Aufbau und die Funktionsweise des Automaten verstanden haben und Automaten steuern können. Diese Einschätzung bestätigen auch Fachlehrkraft A und B. Die Anwendung und Übertragung dieser Kompetenzen auf den „Besucher-Automaten“ gelang nicht allen SuS. Die Gren-

zen des endlichen Automaten und die Notwendigkeit seiner Weiterentwicklung in beiden Klassen nur von einigen SuS beschrieben werden. Dieses zeigte sich daran, dass sich im Unterrichtsgespräch nur wenige SuS aktiv eingebracht haben. Die prozessbezogene Kompetenz „Modellieren und Implementieren“ haben demnach nicht alle SuS in gleichem Maße ausgebildet. Dennoch konnten viele SuS den Kellerspeicher nachvollziehen, was sich in der Erprobung des Kellerspeichers anhand der Geschichte zeigte. Es wurde allerdings klar, dass nicht alle SuS die Funktion des Kellerspeichers so abstrahieren konnten, dass es ihnen möglich war, Regeln für die Steuerung des Kellerspeichers anhand der Satzbausteine aufzustellen. Trotzdem waren viele SuS in der Lage, den Kellerspeicher anschließend in das Modell des „Besucher-Automaten“ zu integrieren. An dem beschriebenen Verlauf des Unterrichts zeigt sich, dass die Konzeption des Unterrichts ein unterschiedliches Maß an Kompetenzerwerb ermöglicht. In den verschiedenen Phasen des Unterrichts können verschiedene Kompetenzstufen erreicht werden. Gleichzeitig zeigte sich, dass es nicht zu einem „Ausschluss“ vom folgenden Unterricht geführt hat, wenn Kompetenzen im Verlauf des Unterrichts von einzelnen SuS nicht erreicht wurden. Alle SuS konnten die Kompetenzen der GI in der Erarbeitung des „Mitarbeiter-Automaten“ zeigen. Die Anwendung und Erweiterung der Kompetenzen auf den „Besucher-Automaten“ scheint nicht von allen SuS in gleichem Maße erreicht. Hier ist zu bemerken, dass der stärker problemorientiert ausgelegte Unterricht in Klasse A zu einem größeren Kompetenzerwerb zu scheinen führt. Bezüglich der Lernziele ist festzuhalten, dass Lernziel 1 und 2 von allen SuS erreicht wurde. Lernziel 3 haben nicht alle SuS erreicht. Lernziel 4 konnten die meisten SuS erreichen, jedoch in unterschiedlichen Ausprägungen, d.h. es wurden bspw. nicht alle ausgewiesenen Teilziele erreicht. Hier ist hervorzuheben, dass die unterrichtende Lehrkraft den Eindruck hatte, dass in Klasse A mehr SuS Lernziel 4 erreicht haben als in Klasse B. Auch die Fachlehrkraft B merkt an, dass einige SuS für das Erreichen dieses Lehrziels stärker problemlösend und eigenständig hätten arbeiten müssen.

Ein weiterer Aspekt der Inhaltsebene ist, ob die in der Planung beschriebenen Lernvoraussetzungen angemessen eingeschätzt wurden und der Lebensweltbezug für die SuS tatsächlich besteht (vgl. Wi11). In der Erprobung zeigte sich, dass die SuS wie erwartet Automaten aus ihrer Umwelt kennen, wie bspw. den Kaugummi-Automaten, jedoch keine informatischen Kenntnisse hinsichtlich der Funktion von Automaten haben. Die SuS kennen zudem Modelle und wissen um ihre Funktion. Der Anwendungskontext Museum war allen SuS bekannt. In der Phase des Stundenabschluss nannten die SuS weitere Anwendungskontexte für den entwickelten „Besucher-Automaten“, wie bspw.

einen Supermarkt, was die exemplarische Bedeutung des Lerngegenstandes für die SuS verdeutlicht. Der erwartete Lebensweltbezug bestand für die SuS tatsächlich.

Die beschriebenen Lernvoraussetzungen der SuS wurden angemessen eingeschätzt. Die SuS waren in der Lage, in Partnerarbeit zu arbeiten und freie und gebundene Unterrichtsgespräche zu führen. Die sprachlichen Voraussetzungen waren in den beiden Klassen gegeben. Arbeitstechnische Voraussetzungen, wie die Selbstorganisation in der Partnerarbeit waren ebenso gegeben.

Als letztes stellt sich auf der Inhaltsebene die Frage, ob „die im Unterricht verwendete Fachsprache den Anforderungen der Sache“ (Wi11, 237) entsprach. Die SuS nutzen die eingeführten Fachbegriffe für die Beschreibung der Zustandsübergangsdiagramme. Gerade in der Erprobung des „Mitarbeiter-Automaten“ mithilfe der Geschichte wurde wiederholt auf den Wortspeicher hingewiesen und die SuS nutzten die dort festgehaltenen Begriffe. Die verwendete Fachsprache entsprach damit den gewählten informatischen Bezeichnungen. Hinsichtlich der Schülerorientierung der Fachsprache merkte die Fachlehrkraft B an, dass der Begriff Kellerspeicher bei einigen SuS zu Verwirrung führte. Sie nahmen den Begriff zu wörtlich und konnten die Funktion nicht von ihren Vorstellungen zum Keller abstrahieren. Die Fachlehrkraft B schlägt vor, das Konzept des Kellerspeichers stärker von dem Begriff zu trennen.

Im Rahmen der offenen Frage merkte Fachlehrkraft A an, dass der Einstieg mit 10 Minuten etwas zu lang dauerte. Die unterrichtende Lehrkraft gab vielen SuS die Möglichkeit, sich frei zu äußern. So wurden viele Beiträge zugelassen, welche inhaltlich nicht zu dem Unterrichtsthema hinführen. Das freie Unterrichtsgespräch soll die Motivation der SuS wecken. Dieses ist laut Fachlehrkraft A bereits nach ca. 5 Minuten der Fall, sodass der Einstieg zu lange ausfiel.

Abschließend lässt sich bezüglich der Erprobung des Unterrichts zusammenfassen, dass die Unterrichtsplanung sich zu einem großen Teil in der Praxis bewährt hat. Gleichzeitig konnten Situationen herausgearbeitet werden, in denen eine Anpassung der Unterrichtsplanung nötig ist.

5.3 Überarbeitung der Unterrichtsplanung

Basierend auf der in Kapitel 5.2 beschriebenen Analyse der Unterrichtserprobung ergeben sich Änderungen für die Unterrichtsplanung. Diese sollen chronologisch an der Struktur des Unterrichts vorgehend erläutert werden. Die überarbeitete Unterrichtsplanung wird in einer überarbeiteten Verlaufsplanung festgehalten (vgl. IIii).

Hinsichtlich der Forschungsmethode des DBR wird damit der letzte Schritt der Forschung im Rahmen der vorliegenden Arbeit beschrieben: die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung auf Basis der Unterrichtserprobung.

Die Phase des Unterrichtseinstieges wird inhaltlich nicht verändert. Der Vorschlag von Fachlehrkraft A, die Dauer des Einstieges auf 5 min zu reduzieren, wird aus den in Kapitel 5.2.2 genannten Gründen in die überarbeitete Unterrichtsplanung übernommen.

- ① Für die Phase der Erarbeitung der Eigenschaften von Automaten(-modellen) ergeben sich aus der Erprobung keine Änderungen.
- ② In der Unterrichtserprobung zeigte sich, dass das gemeinsame Erarbeiten der Bauelemente des „Mitarbeiter-Automaten“ mehr Zeit braucht. Die Planung wurde dahingehend angepasst. Im Gegenzug dazu wird die gemeinsame Erprobung des „Mitarbeiter-Automaten“ an der Tafel gekürzt und stärker in die Partnerarbeit verlagert. Der Vorschlag von Fachlehrkraft A, die verwendete Geschichte zu kürzen, wird umgesetzt. So dient diese kürzere Geschichte (vgl. VIII) primär als Vorbereitung für die anschließende Partnerarbeit.

In der Partnerarbeit zur Erarbeitung der Funktion des „Mitarbeiter-Automaten“ wird aus den in Kapitel 5.2.2 erläuterten Gründen auf die Bearbeitung des ersten Arbeitsblattes zur Sicherung des „Mitarbeiter-Automaten“ und zum Erklären der verwendeten Abkürzungen verzichtet. Stattdessen bekommen die SuS, wie bereits in der Erprobung in Klasse B, eine ausgedruckte Version des Zustandsübergangsdiagramms des „Mitarbeiter-Automaten“, anhand derer sie die Geschichtenkarten bearbeiten (vgl. VIIii). Die Dauer der Phase bleibt unverändert. Die SuS haben durch die beschriebenen inhaltlichen Veränderungen allerdings mehr Zeit für die tatsächliche handlungsorientierte Erprobung des Automaten.

Die Pause wird aus der Planung entfernt, da sie in keiner der durchgeführten Unterrichtsstunden genutzt wurde. Der Einsatz individueller Pausen liegt allerdings im Ermessen der unterrichtenden Lehrkraft.

- ③ Für die Weiterentwicklung des Mitarbeiter-Automaten im Unterrichtsgespräch ergeben sich keine inhaltlichen Änderungen. Da sich in der Erprobung zeigte, dass diese Phase mehr Zeit braucht, wurde die Dauer angepasst. Da diese Phase aus sich selbst heraus mit einem erhöhten Anforderungsniveau hinsichtlich der Kompetenz „Modellieren“ verbunden ist, kann durch die Planung nicht umgangen werden, dass einzelne SuS hier nicht aktiv mitdenken und überlegen können. Dafür wäre wahrscheinlich eine tieferegehende Beschäftigung mit der Thematik in weiteren Unterrichtsstunden notwendig oder die SuS hätten bereits Vorkenntnisse zum Modellieren von Automatenmodellen

ausweisen müssen. Da sich in der Erprobung zeigte, dass alle Kinder in der folgenden Phase ④ trotzdem mitarbeiten konnten, wird keine Änderung der Planung vorgenommen und damit akzeptiert, dass das eine unterschiedliche Ausprägung der Kompetenzen bei den SuS vorhanden ist.

④ Für die Phase der Erarbeitung der Bauelemente des „Besucher-Automaten“ ergeben sich die folgenden Änderungen. Die Geschichte zur Erprobung des Kellerspeichers wird gekürzt, da sich in der Erprobung zeigte, dass die SuS das Prinzip schneller verstanden hatten (vgl. Vv). Die Integration des Kellerspeichers in das Automatenmodell des „Besucher-Automaten“ wird in die Partnerarbeit verlagert, da sich in der Unterrichtserprobung zeigte, dass das selbstständige und problemlösende Arbeiten das Verständnis der SuS für Zusammenhänge fördert und den Aufbau von trüger Wissen vermeidet. Damit wird der Vorschlag der Fachlehrkraft A in die Planung übernommen. Die SuS sollen sich die dreigeteilten Zustandsübergänge des „Besucher-Automaten“ in der Partnerarbeit anhand des Arbeitsblattes selbst erarbeiten. Hier wird eine zweite Tippkarte als Differenzierung eingesetzt, um einige SuS beim Problemlösen zu unterstützen. Die Tippkarte gibt den Hinweis, die Zustandsübergänge mit den Satzbausteinen zu vergleichen. Dieser Impuls wurde in der Unterrichtserprobung in der gemeinsamen Erarbeitung verbal von der Lehrkraft gegeben und zeigte sich als guter Denkanstoß. Um keine SuS mit der selbstständigen Arbeit zu überfordern, wird die flexible Phasenauflösung beibehalten. So können SuS im Kinokreis verbleiben und den „Besucher-Automaten“ gemeinsam mit der unterrichtenden Lehrkraft erarbeiten. Dazu werden im Verlaufsplan passende Impulse verschriftlicht. Die Zeitplanung dieser Phase wurde angepasst.

Die offener gestaltete Partnerarbeit soll im Stundenabschluss reflektiert werden. Dieses hat sich in der Erprobung in Klasse A als sinnvoll herausgestellt. Je nach Verlauf der Partnerarbeit kann die unterrichtende Lehrkraft die Reflexion anpassen. Denkbar ist, inhaltliche Fragen und Probleme der SuS aus der Partnerarbeit zu thematisieren. Weiterhin ist das reflektierte Durchspielen des „Besucher-Automaten“ an der Tafel möglich. So können Unklarheiten angesprochen werden und die SuS können ihr Verständnis der Automatenmodelle mit dem der anderen SuS abgleichen.

Daraus ergibt sich, dass keine weiteren rein reproduktiven Fragen im Stundenabschluss thematisiert werden sollen. Stattdessen werden solche Fragen gestellt, welche die SuS zum Weiterdenken anregen.

6 Auswertung der Forschungsfragen

Neben der Entwicklung einer Unterrichtsstunde zum Thema „Sprachen und Automaten“ sollen im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit fünf übergeordnete Forschungsfragen beantwortet werden. Diese wurden in Kapitel 3 vorgestellt und theoretisch eingeordnet. Im folgenden Kapitel werden die Forschungsfragen auf Basis der Selbsteinschätzung der Autorin und der von den Fachlehrkräften A und B ausgefüllten Fragebögen zu Unterrichtserprobung beantwortet.

1. Inwiefern hat die Analyse der Passung von Planung und Durchführung des Unterrichts die Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung beeinflusst?

In Kapitel 5.2.2 wurden ausführlich erläutert, inwiefern die Planung mit der Durchführung des Unterrichts übereinstimmte und aus welchen Gründen evtl. abgewichen wurde. Die Analyse der Passung von Planung und Durchführung hat drei unterschiedliche Arten der Weiterentwicklung der Unterrichtsplanung hervorgebracht²¹:

- a. Änderung der Planung, weil sich Abweichungen von der Planung in der Erprobung bewährt haben
- b. Erweiterung der Planung, weil die Analyse Situationen aufgedeckt hat, in denen zusätzliche Handlungen nötig waren
- c. Bestätigung der Planung, weil sich Abweichungen der Planung in der Erprobung nicht bewährt haben

Diese sollen im Folgenden erläutert werden.

- a. Ein Beispiel für diese Art der Weiterentwicklung ist die Zeitplanung. In der Durchführung zeigte sich, dass einige Phasen länger oder kürzer dauerten als geplant und in der Durchführung daher spontan angepasst wurden. Diese Abweichungen von der Planung wurden von der unterrichtenden Lehrkraft und den Fachlehrkräften als angemessen eingeschätzt. Die Analyse der Passung von Planung und Durchführung führte daraufhin zu einer Änderung der Zeitplanung.
- b. Ein Beispiel für diese Art der Weiterentwicklung ist die Erweiterung des Stundenabschlusses. Im Unterrichtsverlauf zeigte sich, dass die SuS der Klasse A eine gemeinsame Reflexion an dem Automatenmodell an der Tafel brauchten, um Fragen und Probleme klären zu können. Die Reflexion wurde in der Erprobung spontan durch-

²¹ Hier wird nur die Analyse der Passung von Planung und Durchführung betrachtet. Daher wird bspw. der Fall: „Änderung der Planung, weil sich die Durchführung nicht bewährt hat“ nicht betrachtet, da hier eine Analyse der Qualität der Durchführung nötig wäre.

geführt. In der Analyse wurde festgestellt, dass sich diese Ergänzung des Stundenabschlusses mit der Reflexion bewährt hat. Die Planung wurde dahingehend erweitert.

c. Als Beispiel für diese Art der Weiterentwicklung lässt sich die Phase der Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ in Klasse B nennen. Die flexible Phasenauflösung wurde hier, anders als geplant, nicht eingehalten. Die Abweichungen von der Planung erwiesen sich als nicht angemessen. In der Analyse bestätigte sich daher die ursprüngliche Planung. Weiterentwicklung einer Unterrichtsplanung kann demnach auch Bestätigung der Planung bedeuten, weil sich eine Handlungsalternative in der Durchführung nicht bewährt hat.

Die Beispiele zeigen, dass die Analyse der Passung von Planung und Durchführung in der vorliegenden Arbeit auf unterschiedlichen Ebenen zur Verbesserung der Unterrichtsplanung beigetragen hat. Dabei ist besonders hervorzuheben, dass eine solche Analyse die bestehende Planung auch bestätigen kann. Es kann daher angenommen werden, dass die Analyse der Passung zwischen Planung und Durchführung von Unterricht auch in weiteren Untersuchungen gewinnbringend ist.

2. Welche Rolle hat die Absicherung der Planung durch die Fachlehrkraft gespielt?

Mit Euler (2014) verbessert die Einbindung von erfahrenen Praktikern in den Entwicklungsprozess einer Intervention die Qualität von Lösungen praktischer Probleme. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit hat sich gezeigt, dass die Unterrichtsplanung mithilfe der Fachlehrkraft weiterentwickelt werden konnte. Die Änderungen der Fachlehrkraft führten nicht zu einer inhaltlichen Veränderung des Unterrichts, da die Fachlehrkraft nicht über die nötigen informatischen Kenntnisse verfügt. Mit den Aspekten Differenzierung, Sozial- und Aktionsform und Schülerorientierung (vgl. Kap. 4.7.2) ergaben sich primär unterrichtspraktische Veränderungen. Die Absicherung der Planung durch die Fachlehrkraft hat zur „praktischen Realisierbarkeit“ (Wi11, 129) des Unterrichts beigetragen. Basierend auf dieser Erkenntnis ist davon auszugehen, dass dieses auch für die Entwicklung weiterer Unterrichtsentwürfe gilt.

3. Ist das Modell des Kellerautomaten in der vierten Klasse einer Grundschule umsetzbar?

Moritz Deitmer hat mit seiner Arbeit gezeigt, dass das Modell des endlichen Automaten in der Grundschule einsetzbar ist, um die von der GI geforderten Kompetenzen des Inhaltsbereiches „Sprachen und Automaten“ zu fördern (vgl. De19). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde angenommen, dass dieses auch für das Modell des Kellerautomaten gilt. Das Zustandsübergangsdiagramm des Kellerautomaten ist sehr komplex.

Daher wurde davon ausgegangen, dass das Modell des Kellerautomaten nicht für den Einstieg in das Modellieren von Automaten geeignet ist. Mit Schubert und Schwill (2011) ist das Modell eines endlichen Automaten das einfachste Automatenmodell und bietet sich daher für eine erste Begegnung der SuS mit Automatenmodellen an. Anhand dessen lernen die SuS die Merkmale eines Automaten(-modells), seine Bauelemente und die passenden Fachbegriffe, bevor das Modell des Kellerautomaten eingeführt bzw. erarbeitet werden kann. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde gemäß der Zielstellung eine Unterrichtsstunde geplant, in der zunächst das Modell eines endlichen Automaten erarbeitet wurde, an die sich die Weiterentwicklung des Modells zum Modell eines Kellerautomaten anschloss. Die Entwicklung des Unterrichtsentwurfes und dessen Erprobung zeigen, dass es möglich ist, mit dem geplanten Unterricht die Kompetenzen der GI anhand des Kellerautomaten zu fördern, wenn vorher das Modell eines endlichen Automaten entwickelt wurde (vgl. Kap. 5.2.2).

Für die optimale Förderung der Kompetenzen im Rahmen eines durchgängigen Konzeptes für informatische Bildung ist dennoch die Umsetzung im Rahmen eines Spiralcurriculums zu bevorzugen. Dieses würde bedeuten, das Modell eines endlichen Automaten bereits zu einem früheren Zeitpunkt in der Grundschule zu erarbeiten. Daran könnten die SuS bereits inhalts- sowie prozessbezogene Kompetenzen entwickeln, auf die sie in der Erarbeitung des Modells des Kellerautomaten in der vierten Klasse zurückgreifen und sie weiter ausbauen könnten. So könnte wahrscheinlich ein tieferes Verständnis der SuS für das Modell des Kellerautomaten bzw. Automatenmodelle im Allgemeinen erreicht werden. Dieses Prinzip entspricht dem Ziel der GI, dass „alle Kompetenzen im gesamten Verlauf der Grundschule aufgebaut werden“ (GI19, 11). Die Entwicklung und Erprobung entsprechender Unterrichtsentwürfe wäre sinnvoll.

4. Inwiefern haben sich die Kompetenzerwartungen bei den SuS gezeigt und welche verschiedenen Ausprägungen der Kompetenzen konnten festgestellt werden?

Im Rahmen der Zielstellung der vorliegenden Arbeit wurden Kompetenzen aus den Kompetenzerwartungen der GI ausgewiesen, welche der geplante Unterricht fördern soll (vgl. Kap. 1.2). Inwiefern konnten diese Kompetenzen in dem geplanten Unterricht tatsächlich gefördert werden, sodass sie sich bei den SuS gezeigt haben? Mit Bezug auf Kapitel 5.2.2 ist festzuhalten, dass alle SuS die ausgewiesenen Kompetenzen im Rahmen der Entwicklung des „Mitarbeiter-Automaten“ gezeigt haben. In der Entwicklung des „Besucher-Automaten“ konnten ebenfalls viele SuS die Kompetenzen zeigen. Die unterschiedlichen Ausprägungen lassen sich anhand der Erprobung schwer feststellen,

da es bspw. keine Untersuchung der Perspektive der SuS gab. Um den tatsächlichen Kompetenzerwerb beurteilen zu können, wäre es mit der Fachlehrkraft B zudem nötig, dass die SuS die Kompetenzen in einer neuen Situation anwenden müssen. Es ist festzuhalten, dass der geplante Unterricht dazu beigetragen hat, die Kompetenzen des Inhaltsbereiches „Sprachen und Automaten“ bei den SuS zu fördern, da in den Erprobungen ein Kompetenzzuwachs bei den SuS auszumachen war. Die von der GI ausgewiesenen Kompetenzen sind allerdings darauf angelegt, im Rahmen einer durchgängigen informatischen Bildung in der Grundschule gefördert und ausgebildet zu werden. Es ist daher nicht verwunderlich, dass nicht alle SuS alle Kompetenzen gezeigt haben. Da die GI das nachhaltige Erreichen der beschriebenen Kompetenzen fordert (vgl. GI19), ist anzustreben, den geplanten Unterricht in eine Unterrichtsreihe zum Thema „Sprachen und Automaten“ einzugliedern bzw. auf eine Reihe auszuweiten. So könnte auch dem Hinweis der Fachlehrkraft B Rechnung getragen werden und die SuS bekämen die Möglichkeit, ihre erworbenen Kompetenzen in neuen Situationen zu zeigen.

5. Inwiefern ist eine Differenzierung in diesem Unterricht sinnvoll und möglich?

In der Planung eines jeden Unterrichts sollte die Heterogenität der SuS einer Lerngruppe berücksichtigt werden (vgl. Wi11). Für den im Rahmen der vorliegenden Arbeit geplanten Unterricht bedeutet dieses, dass die Planung Hinweise hinsichtlich möglicher Differenzierung beinhalten sollte. In der Unterrichtsplanung wurden daher Optionen der Differenzierung genannt, welche im Einzelfall von der unterrichtenden Lehrkraft weiter an ihre spezielle Schülergruppe angepasst werden können.

Differenziert wird in dem geplanten Unterricht hauptsächlich hinsichtlich der folgenden didaktischen Dimensionen nach dem Schulpädagogen Ewald Kiel (2012, 78f.).

- a. Differenzierung nach Lerninteresse
- b. Differenzierung nach Motivation
- c. Differenzierung nach Lerntempo

Diese sollen im Folgenden erläutert werden.

a. Das alltagsspezifische Interesse der SuS wurde in der Unterrichtsplanung im Rahmen der didaktischen Analyse einbezogen. Schülerspezifisches Interesse wird im Einstieg berücksichtigt, da hier alle SuS ihre eigenen Ideen zur Lösung der Problemstellung entwickeln können. Mit der Analyse der Lernvoraussetzungen wurde das angenommene Vorwissen der SuS beachtet. Verschiedene Ausprägungen des Vorwissens wurden in der Unterrichtsplanung berücksichtigt. Dazu wurden Impulse formuliert, welche die Lehrkraft im Unterrichtsgespräch einsetzen kann, um die SuS zu unterstützen.

b. Hinsichtlich der Differenzierung nach Motivation lassen sich die Geschichtenkarten nennen. Die Geschichtenkarten sind unterschiedlich stark am Alltag der SuS ausgerichtet und verschieden abstrakt und komplex gestaltet. Somit werden SuS mit geringer und hoher Lernbereitschaft gleichermaßen angesprochen.

c. Für die Differenzierung hinsichtlich des Lerntempos lassen sich ebenfalls die Geschichtenkarten anführen. Das vorbereitete Material bietet langsam sowie schnell lernenden SuS die Möglichkeit ihr Lerntempo und die Menge der zu bearbeitenden Karten selbst zu bestimmen (quantitative Differenzierung). Zudem können die SuS auch den Schwierigkeitsgrad der Karten selbstständig wählen (qualitative Differenzierung).

Obwohl der Unterricht für keine spezielle Klasse geplant ist, lässt sich festhalten, dass eine Unterrichtsplanung, welche Maßnahmen der Differenzierung berücksichtigt, sinnvoll und möglich ist. Dabei liegt das Potenzial der im Rahmen der Unterrichtsplanung entwickelten Differenzierungsmaßnahmen einerseits darin, dass die Planung je nach Lerngruppe verschiedene Handlungsalternativen beachtet. Andererseits berücksichtigt das differenzierte Material die heterogenen Lernvoraussetzungen der SuS und ist deshalb für verschiedene Lerngruppen einsetzbar. Inwiefern diese Maßnahmen in weiteren Unterrichtsentwürfen umsetzbar sind, bleibt zu untersuchen.

7 Reflexion der Forschungsmethode

Der Ansatz des DBR erwies sich als sinnvolle Forschungsmethode, um einen Unterrichtsentwurf zum Thema „Sprachen und Automaten“ mit der in Kapitel 1.2 formulierten Zielstellung zu entwickeln. Es zeigte sich, dass im Rahmen des DBR eine praktikable Intervention entwickelt werden konnte. Die Forschungsmethode des DBR diente der Untersuchung als sinnvolle Struktur für die Entwicklung der Unterrichtplanung. Die designbasierte Forschung ermöglicht den Einbezug verschiedener Theorien zum informatischen Themenbereich, zur Informatikdidaktik und zu Grundsätzen der Unterrichtsplanung. Zudem wurden relevante Rahmenbedingungen, wie bspw. die Bildungspläne für die Grundschule berücksichtigt. Mit der Absicherung der Planung durch die Fachlehrkraft und die Unterrichtserprobung konnten auch praktische Erfahrungswerte einbezogen werden. Gleichzeitig konnten im Rahmen der Forschungsfragen erste Erkenntnisse gewonnen werden, die über die Entwicklung der konkreten Planung hinaus gehen.

Bedingt durch die Forschungsmethode kamen der Autorin der vorliegenden Arbeit verschiedene Rollen in der Forschung zu. Die Autorin führte alle Schritte des DBR-Zyklus selbst durch, d.h. sie nahm zunächst die Rolle einer Forscherin ein, welche sich wissen-

schaftlich mit dem Themenbereich befasst hat. Mit diesem Wissen entwickelte sie die Unterrichtsplanung. Anschließend hatte sie als unterrichtende Lehrkraft die Rolle der Umsetzerin der Unterrichtsplanung und führte die anschließende Analyse der Erprobung durch. Daran wird deutlich, wie wichtig die Fähigkeiten und das Wissen der Autorin für den Forschungsprozess der vorliegenden Arbeit waren und wie sehr der Forschungsprozess dadurch bedingt wurde. In diesem Zusammenhang konnten mit dem Einbezug der Fachlehrkräfte in die Entwicklung der Unterrichtsplanung und die Auswertung der Erprobung außenstehende Personen in die Forschung integriert werden. Die Untersuchung zeigte, dass dieses zu einer Verbesserung der Unterrichtsplanung geführt hat. Für die Entwicklung weiterer Unterrichtsentwürfe in der Informatikdidaktik im Rahmen von designbasierter Forschung kann festgehalten werden, dass besonders der Austausch von Personen mit verschiedenem Wissen- und Erfahrungsstand hinsichtlich des fachlichen Inhaltes und bezüglich praktischer Unterrichtsmethoden gewinnbringend ist. Diesbezüglich führt es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Verbesserung von Interventionen, wenn Unterrichtsplanungen im Rahmen des DBR in multiprofessionellen Teams bspw. aus Experten vom Fach, Fachdidaktikern und Lehrkräften entwickelt werden.

Zuletzt ist anzumerken, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht der gesamte Forschungsprozess des DBR durchgeführt werden konnte. Es ist zu erwarten, dass weitere Erprobungen der Unterrichtsplanung und darauf aufbauende Evaluationen im Sinne des DBR zu einer weiteren Verbesserung der Intervention führen. Die in dieser Arbeit nicht durchgeführten Schritte der Generierung von „design principles“ und der summativen Evaluation können Richtungen vorgeben, wie Unterrichtsentwürfe der Informatikdidaktik in der Grundschule aussehen und entwickelt werden können. Damit zeigt sich der Vorteil von designbasierter Forschung in der Verschränkung von Theorie und Praxis.

8 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit sollte im Rahmen einer Pilotstudie eine 90-minütige Unterrichtsstunde zum Thema „Sprachen und Automaten“, genauer zur Umsetzung des informatischen Modells des Kellerautomaten in der Grundschule, entwickelt werden. Darauf hinaus sollten, geleitet von der Forschungsmethode des DBR, unterschiedliche Aspekte von Planung und Durchführung, sowie Evaluation und Forschungsmethode auf übergeordneter Ebene in den Blick genommen werden.

Mit dem Unterrichtsentwurf „Museums-Automat“ konnte eine Unterrichtsplanung entwickelt werden, welche im Sinne der Zielstellung der vorliegenden Arbeit die von der GI veröffentlichten Kompetenzen im Bereich „Sprachen und Automaten“ sowie weitere prozessbezogene Kompetenzen fördert. Damit leistet die Arbeit einen Beitrag zur Integration informatischer Bildung in die Grundschule. Darüber hinaus kann die Evaluierung der verwendeten Forschungsmethode der Weiterentwicklung designbasierter Forschung dienen.

Aus der vorliegenden Arbeit ergeben sich Fragen und Aspekte, welche weiter betrachtet werden sollten. Mit Blick auf den geplanten Unterricht ist anzustreben, diesen im Rahmen der noch fehlenden Schritte des DBR-Prozesses weiterzuentwickeln. Denkbar wären weitere Erprobungen der Planung und umfangreiche Evaluationen bspw. unter Einbezug der SuS. Daraus könnten sich weitere Verbesserungen der Planung ergeben. Desweiteren ist anzumerken, dass eine Integration des Unterrichts in eine Unterrichtsreihe lohnenswert wäre. Darüber hinaus ist es möglich, in diesem Rahmen theoretische Erkenntnisse über die Entwicklung von Unterrichtsentwürfen zum Themenbereich Informatik in der Grundschule zu generieren und damit zum Forschungsbereich der Informatikdidaktik beizutragen. Erste Hinweise auf mögliche Erkenntnisse geben die Ergebnisse der betrachteten Forschungsfragen.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Entwicklung weiterer Unterrichtsentwürfe zu den Empfehlungen der GI unerlässlich ist, um Informatik in das Bildungsangebot der Grundschule zu integrieren. So bekommen nicht informatisch ausgebildete Lehrkräfte die Möglichkeit, informatische Inhalte in ihren Unterricht zu integrieren. Zudem kann die fachdidaktische und politische Diskussion zur informatischen Bildung vorangetrieben werden. Dadurch wird auf die Relevanz von informatischer Bildung aufmerksam gemacht.

Literaturverzeichnis

- [Be17] Best, A. (2017): Informatik in der Grundschule. Ein Projekt der WWU Münster zur Förderung informatischer Bildung an Grundschulen. https://www.uni-muenster.de/Grundschulinformatik/service/poster_flyer_logo.html, Stand: 11.02.2020
- [BJ14] Brahm, T. & Jenert, T. (2014): Wissenschafts-Praxis-Kooperation in designbasierter Forschung: Im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Gültigkeit und praktischer Relevanz. In: Euler, D.; Sloane, P. (Hrsg.) (2014): Design-Based Research. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 45-61
- [De19] Deitmer, M. (2019): Bachelorarbeit. Der ‚Passwortprüfautomat‘ – Entwurf, Durchführung und Evaluation einer Unterrichtseinheit im Bereich ‚Sprachen und Automaten‘ für die Jahrgangsstufe vier, <http://ddi.uni-muenster.de/ab/pu/dok/BAArbeitDeitmer19.pdf>, Stand: 11.02.2019
- [Eu14] Euler, D. (2014): Design Research – a Paradigm under Development. In: Euler, D.; Sloane, P. (Hrsg.) (2014): Design-Based Research. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 15-41
- [GDSU13] Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- [GI08] Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) (Hrsg.): 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, Stand: 11.02.2019
- [GI16] Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) (Hrsg.): 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>, Stand: 11.02.2019
- [GI19] Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) (Hrsg.): Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich. https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung_Kompetenzen_informative_Bildung_Primarbereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y, Stand: 11.02.2019
- [GSH19] Geldreich, K.; Simon, A. & Hubwieser, P. (2019): A Design-Based Research Approach for introducing Algorithmics and Programming to Bavarian Primary Schools. Theoretical Foundation and Didactic Implementation. In: Brinda, T.; Diethelm, I.; Kommer, S. & Rummler, K. (Hrsg.) (2019): Themenheft Nr. 33: Medienpädagogik und Didaktik der Informatik. Eine Momentaufnahme disziplinärer Bezüge und schulpraktischer Entwicklung, 53-75. <https://doi.org/10.21240/mpaed/33/2019.02.15.X>, Stand: 11.02.2019
- [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/> Stand: 11.02.2019
- [Ki12] Kiel, E. (2012): Unterricht sehen, analysieren, gestalten. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt

- [KMK04] Kultusministerkonferenz (KMK) (2004): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluess_e/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf. Stand: 11.02.2020
- [KMK15] Kultusministerkonferenz (KMK) (2015): Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule. Berlin und Bonn: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland
- [Le13] Leisen, J. (2013): Handbuch zur Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Stuttgart: Ernst Klett Sprachen GmbH
- [LS19] Lenzner, P. & Schirneck, M. (2019): Kellerautomaten. <https://hpi.de/friedrich/teaching/units/kellerautomaten.html>, Stand: 11.02.2019
- [mpfs16] Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs) (Hrsg.) (2016): KIM-Studie 2016. Basisstudie zum Medienumgang 6 bis 13-jähriger in Deutschland. Stuttgart: mpfs
- [Ro19] Rothenberger, R. (2019): Endliche Automaten, <https://hpi.de/friedrich/teaching/units/endliche-automaten.html>, Stand: 11.02.2019
- [SJ15] Standop, J. & Jürgens, E. (2015): Unterricht planen, gestalten und evaluieren. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt
- [SNRW05] Schulgesetz NRW: vom 15. Februar 2005 (GV. NRW. S. 102), zuletzt geändert durch Gesetz vom 6. Dezember 2016 (GV. NRW. S. 1052)
- [SS11] Schubert, S. & Schwill, A. (2011): Didaktik der Informatik. Heidelberg: Spektrum akademischer Verlag
- [We01] Weinert, F.E. (2001): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz
- [WH14] Wagenknecht, C. & Hielscher, M. (2014): Formale Sprache, abstrakte Automaten und Compiler. Lehr- und Arbeitsbuch für Grundstudium und Fortbildung. Wiesbaden: Springer Fachmedien
- [Wi11] Wiater, W. (2011): Unterrichtsplanung. Prüfungswissen – Basiswissen Schulpädagogik. Donauwörth: Auer Verlag
- [Wi15] Wiater, W. (2015): Unterrichten und Lernen in der Schule. Donauwörth: Auer Verlag

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Research and development cycles in the design research (Eu14, 20).....	5
Abbildung 2: Abfolge der Planungsschritte (Wi11, 152)	12
Abbildung 3: Zustandsübergangsdiagramm für den endlichen Automaten „Mitarbeiter-Automat“.....	18
Abbildung 4: Zustandsübergangsdiagramm für den Kellerautomaten „Besucher-Automat“.....	21
Abbildung 5: didaktisch reduziertes Zustandsübergangsdiagramm des "Mitarbeiter-Automaten"	27
Abbildung 6: didaktisch reduziertes Zustandsübergangsdiagramm des "Besucher-Automaten"	28
Abbildung 7: Struktur der Unterrichtsstunde.....	30
Abbildung 8:Durchführung und Anpassungen der Unterrichtsplanung	47

Anhang

I	Exposé.....	67
II	Tabellarische Verlaufsplanung	70
	i. Verlaufsplanung (1/2).....	70
	ii. Verlaufsplanung	76
III	Absicherung der Planung durch eine Grundschullehrkraft.....	82
	i. Unausgefüllter Fragebogen	82
	ii. Ausgefüllter Fragebogen	85
IV	Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde.....	89
	i. Unausgefüllter Fragebogen	89
	ii. Ausgefüllter Fragebogen – Fachlehrkraft A.....	92
	iii. Ausgefüllter Fragebogen – Fachlehrkraft B	95
V	Unterrichtsmaterialien für die Lehrkraft.....	98
	i. Zeitungsartikel.....	98
	ii. Geschichte „Mitarbeiter-Automat“ (1).....	99
	iii. Geschichte „Mitarbeiter-Automat“	99
	iv. Geschichte Kellerspeicher (1)	100
	v. Geschichte Kellerspeicher	100
VI	Unterrichtsmaterialien für die Tafel	101
	i. Stundentransparenz	101
	ii. Wortspeicher	101
	iii. Zeigefingerkarte	101
	iv. Zerschnittener „Mitarbeiter-Automat“	101
	v. Satzbausteine	101
	vi. Tafelbild Kellerspeicher	101
	vii. Zerschnittener „Besucher-Automat“	101
VII	Unterrichtsmaterialien für die Arbeitsphasen	127
	i. Arbeitsblatt 1 (1)	127
	ii. Arbeitsblatt 1	127
	iii. Arbeitsblatt 1 – Wortspeicher/ Abkürzungen (1)	127
	iv. Arbeitsblatt 1 – Wortspeicher/Abkürzungen (2)	127
	v. Geschichtenkarten „Mitarbeiter-Automat“	127
	vi. Arbeitsblatt 2	127
	vii. Arbeitsblatt 2 – Lösung	127
	viii. Tippkarte 1	127
	ix. Tippkarte 2	127
	x. Geschichtenkarten „Besucher-Automat“	127
	xi. Kellerspeicher für die Partnerarbeit.....	127
	Antiplagiatserklärung.....	146
	Verwertungsrechte	146

I Exposé

Informatik ist Teil der Lebenswirklichkeit von GrundsüherInnen und informatische Kompetenzen tragen dazu bei, diese zu erschließen. Informatische Bildung ist aktuell nicht Teil des Lehrplans für die Grundschule. Mit den “Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ (GI19) hat die Gesellschaft für Informatik e.V. einen Kompetenzrahmen bestehend aus Inhaltsbereichen und Prozessbereichen veröffentlicht. Es werden Fähigkeiten und Fertigkeiten ausgewiesen, an denen sich ein Informatikunterricht der Grundschule orientieren kann. Damit diese Forderungen ihren Weg in die Grundschule finden können, werden Unterrichtsentwürfe zu den verschiedenen Inhaltsbereichen benötigt. Die Masterarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Unterrichtsentwurfes zum Inhaltsbereich Sprachen und Automaten.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit hat Moritz Deitmer einen Unterrichtsentwurf zum Thema „endlicher Automat“ entwickelt (De19). Endliche Automaten sind ein informatisches Modell. Sie bestehen aus einer endlichen Menge von Zuständen, einem Eingabealphabet, einer Überführungsfunktion (auch: Zustandsübergang), einem Startzustand und einer endlichen (aber nicht leeren) Menge an Endzuständen. Der endliche Automat liest eine Eingabe Zeichen für Zeichen und akzeptiert sie am Ende, wenn ein definierter Endzustand erreicht ist oder verwirft sie, wenn dieses nicht der Fall ist. Dabei befindet sich der Automat immer in einem bestimmten Zustand, welchen er abhängig von den Eingabezeichen des Eingabealphabets und definiert durch die Zustandsübergänge wechselt kann. (vgl. WH14; Ro19).

In der Anwendung solcher endlicher Automaten ergibt sich das Problem, dass diese aufgrund der endlichen Anzahl an Zuständen nur endlich viele verschiedene Zeichen speichern bzw. merken können. Bei einer Eingabe mit zehn verschiedenen Zeichen braucht ein endlicher Automat zehn Zustände. Bei einer Eingabe mit 20 verschiedenen Zeichen braucht der Automat 20 Zustände usw.. Es kann keinen endlichen Automaten geben, der von der Länge der Eingabe abhängig viele Zeichen verarbeiten kann. An dieses Problem schließt sich die Masterarbeit mit einem Unterrichtsentwurf zum informatischen Modell des so genannten Kellerautomaten an. Kellerautomaten lassen sich als „Erweiterung endlicher Automaten durch ein ‚Gedächtnis‘ [beschreiben], das im Stapelbetrieb beschrieben und gelöscht wird“ (WH14, 130). Dieses „Gedächtnis“ wird Kellerspeicher genannt. Er funktioniert nach dem LIFO-Prinzip: „last in, first out“. Kellerzeichen aus dem endlichen Kellaralphabet können immer nur oben auf den Speicher geschrieben oder gelöscht werden. Zu Beginn ist der Kellerspeicher mit einem Kellervorbelegungszeichen beschrieben. Genau wie endliche Automaten lesen Kellerau-

tomaten Eingaben Zeichen für Zeichen und können sie am Ende akzeptieren oder verwерfen. Dabei ist der Zustandsübergang bzw. der nachfolgende Zustand jedoch nicht nur von der Eingabe abhängig, sondern zusätzlich von dem oben liegenden Kellerzeichen. Nach jedem Übergang löscht der Automat das oberste Kellerzeichen und kann ein oder mehrere neue Kellerzeichen auf den Kellerspeicher schreiben. Die Akzeptanz der Eingabe ist nicht nur daran gebunden, dass ein definierter Endzustand des Automaten erreicht wird. Zudem darf der Kellerspeicher am Ende der Eingabe nur mit dem Kellervorbelegungszeichen beschrieben sein. (vgl. WH14; LS19).

Praktischer Anwendungsbezug zum Kellerautomaten soll im Unterrichtsentwurf die folgende Frage liefern: Wie kann ein Museumsmitarbeiter sicher sein, dass sich am Ende des Tages kein Besucher mehr im Museum befindet und er die Tür abschließen kann, ohne selbst den ganzen Tag zählen zu müssen? Der Unterrichtseinstieg soll über eine Geschichte von einem Kind passieren, welches am Abend im Museum eingesperrt wird. Anschließend soll problemorientiert ein Modell eines Automaten entwickelt werden, der die Museumsbesucher zählt und anzeigt, ob sich Besucher im Museum befinden oder nicht. Dazu soll zuerst ein endlicher Automat entwickelt werden, der bis zu vier Mitarbeiter eines Museums „zählen“ kann. Anschließend soll auf die Problematik der Endlichkeit dieses Automaten eingegangen werden. Daraufhin wird ein Kellerautomatenmodell entwickelt, welcher dieses Problem löst. Folgende als Kompetenzen formulierten Ziele sollen mit dem Unterricht erreicht werden:

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.
2. Die SuS können das formale Modell des endlichen Automaten (Mitarbeiter-Automaten) beschreiben und ergänzen.
3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.
4. Die SuS können ein Automatenmodell eines Kellerautomaten (Besucher-Automat) erstellen und beschreiben.

Forschungsmethodisch soll der Unterrichtsentwurf auf Basis des „Design-Based-Research“ entwickelt werden. Im Rahmen dieses Ansatzes werden Interventionen in Schule und Unterricht in einem interaktiven und kontinuierlichen Prozess geplant, weiterentwickelt und evaluiert (vgl. GSH19). Im Rahmen der Masterarbeit wird von der Autorin zunächst ein Unterrichtsentwurf zum oben genannten Thema entwickelt. An-

schließend wird er von einer Fachlehrkraft evaluiert und daraufhin von der Autorin modifiziert. Dazu wird ein Fragebogen entwickelt, welcher der Lehrkraft zentrale Kategorien der Bewertung vorgibt. Dieser modifizierte Unterrichtsentwurf wird in einer vierten Klasse erprobt. Um diesen anschließend noch einmal evaluieren zu können, wird erneut die Perspektive einer beobachtenden Fachlehrkraft einbezogen. Diese füllt während des Unterrichts einen Beobachtungsbogen aus. Daraufhin soll die Unterrichtsplanung abschließend noch einmal überarbeitet werden. Die daraus gewonnenen Daten werden zudem auf Basis der folgenden Forschungsfragen ausgewertet:

1. Inwiefern haben sich Planung und Durchführung des Unterrichts entsprochen?
2. Welche Rolle haben die Änderungen der Lehrkraft gespielt?
3. Ist das Modell des Kellerautomaten in der vierten Klasse einer Grundschule umsetzbar?
4. Inwiefern haben sich die Kompetenzerwartungen bei den SuS gezeigt und welche verschiedenen Ausprägungen der Kompetenzen konnten festgestellt werden?
5. Inwiefern ist eine Differenzierung in diesem Unterricht sinnvoll und möglich

II Tabellarische Verlaufsplanung

i. Verlaufsplanung (1/2)

Verlaufsplanung (1/2)

Lernziele:

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.
2. Die SuS sind in der Lage das formale Modell des endlichen Automaten („Mitarbeiter-Automaten“) zu beschreiben und zu ergänzen.
3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.
4. Die SuS können ein Automatenmodell mit integriertem Kellerspeicher („Besucher-Automat“) erstellen und beschreiben.

Dauer	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Aktionsform	Material/ Medien/ Werkzeuge	didaktisch methodischer Kommentar
5 min	Einstieg	1) Sachbezogene Motivation anhand eines Zeitungsartikels soll zum Problemlösen anregen 2) Stundentransparenz herstellen	Kinokreis/ darbieten und gemeinsames Erarbeiten	Zeitungsa rtikel Verlaufsplan des Unterrichts	<u>1) Die Lehrkraft liest den Zeitungsartikel vor „Was könnte man machen, damit niemand in ein Museum eingeschlossen wird?“</u> 2) Verlaufsplan für die Stunde vorstellen
5 min	① Eigenschaften von Automaten(-modellen)	Klärung der Begriffe „Automat“ und „Modell“	Kinokreis/ Aufbau von Denkvorgängen	Wortspeicher Tafel	Begriff/ Konzept Automat wird erarbeitet: „Was ist ein Automat?“, „Welche Automaten kennst du?“, „Was können Automaten (nicht)?“, „Was muss der Museumsautomat können?“ „Max bekommt Hilfe vom Professor. Der Professor kann einen Automaten entwickeln. Max muss ihm aber beschreiben, wie der Automat funktionieren soll. Dafür, sagt der Professor, Max soll ein Modell erstellen.“ <u>„Was ist ein Modell?“</u>

10 min	(2) Schritt 2: Bauelemente des „Mitarbeiter-Automaten“	1) Erarbeitung der Bauelemente eines Automatenmodells (Zustandsübergangsdiagramm) 2) Vervollständigung des Modells	Kinokreis/ gemeinsame Erarbeiten	In seine Einzelteile zerschnittenes (groß ausgedrucktes) Modell des Mitarbeiter-Automaten Wortspeicher Tafel Magnetstreifen	1) Als Ausgangspunkt werden die ersten drei Zustände inklusive Zustandsübergangen an der Tafel aufgehängt. Diese sollen beschrieben werden. „Der Professor hat begonnen ein Modell von dem Automaten zu erstellen. Ich habe euch den Beginn mitgebracht. Beschreibe, was du siehst.“ „Was könnten die Zeichen bedeuten?“ Die entsprechenden Fachbegriffe werden eingeführt und im Wortspeicher festgehalten. 2) Das Modell soll von den SuS mit den fehlenden Zuständen und Zustandsübergängen ergänzt werden..
10 min	(2) Schritt 3: Wie arbeitet der „Mitarbeiter-Automat“? – Erarbeitung im Gespräch	Ausprobieren des Automatenmodells anhand einer kleinen Geschichte	Kinokreis/ gemeinsame Erarbeiten	Geschichtenkarte Zeigefingerkarte	Durchspielen des Automaten an der Tafel, sodass die Zeigefingerkarte auf den aktuellen Zustand zeigt. „Wir wollen ausprobieren, ob der Automat so funktionieren kann. Ich lese dir eine Geschichte vor. Du meldest dich, wenn du glaubst, dass der Automat seinen Zustand verändern muss.“
10 min	(2) Schritt 3: Wie arbeitet der „Mitarbeiter-Automat“? – Sicherung und Ausprobieren des Automatenmodells	1) Sicherung des Automatenmodells auf einem Arbeitsblatt 2) Ausprobieren des Automatenmodells anhand von Geschichtenkarten	1) Einzelarbeit 2) Partnerarbeit/ Aufgaben stellen und Lernumgebung bereitstellen	AB 1 + Wortspeicher 1 Geschichtenkarten	1) Das Automatenmodell auf dem AB1 soll vervollständigt werden. Abkürzungen sollen erklärt werden. Differenzierung: Die SuS, die sich noch nicht sicher fühlen, können im Kreis verbleiben und noch eine Geschichte gemeinsam an dem Automatenmodell an der Tafel durchgehen. 2) Anleitung der Partnerarbeit: 1. „Nutzt das Automatenmodell auf eurem AB, um die Geschichtenkarten zu bearbeiten. Auf der Rückseite der Karte könnt ihr euch selbst kontrollieren.“ 2. „Wechselt euch mit Vorlesen und Bedienen des Automaten ab.“ Differenzierung: Je nach Arbeitstempo variiert die Anzahl der bearbeiteten Geschichtenkarten
5 min	Pause				

5 min	<p>③ Grenzen bzw. Weiterentwicklung des "Mitarbeiter-Automaten"</p>	<p>Weiterentwicklung des Mitarbeiter-Automaten im Unterrichtsgespräch: der Automat muss zählen können</p>	<p>Kinokreis/ gemeinsame Erarbeiten</p>		<p>„Wir haben nun das Modell für einen Mitarbeiter-Automaten entwickelt. Wir wollen als nächstes das Modell von einem Automaten entwickeln, der auch die Besucher zählen kann.“ <i>„Wie kannst du das Automatenmodell weiterentwickeln, damit er alle Besucher zählen kann?“</i> <i>„Warum können wir dazu nicht das Modell von dem Automaten nutzen, den wir gerade entwickelt haben?“</i> <u>→ der Automat hat zu wenige Zustände, d.h. wenn mehr als 4 Personen im Museum sind, kann er die weiteren Personen nicht zählen</u> <i>„Warum können wir nicht einfach mehr Zustände hinzufügen?“</i> <u>→ du weißt nicht, wie viele Besucher insgesamt in das Museum kommen, dann weißt du auch nicht vorher, wie viele Zustände du brauchst</u> <i>„Was muss der Besucher-Automat können?“</i> <u>→ der Automat muss die Besucher zählen, wenn sie raus- und reingehen und sich die Anzahl der Menschen irgendwie merken</u> <i>„Wie könntest du so etwas machen?“</i></p>
15 min	<p>④ Schritt 2: Bauelemente des „Besucher-Automaten“</p>	<p>1) Einführung des Kellerspeichers: mit dem Kellerspeicher kann der Automat zählen, dafür nutzt er Kellerzeichen 2) Ausprobieren des Kellerspeichers 3) Integration des Kellerspeichers in das Automatenmodell</p>	<p>Kinokreis/ Aufbau von Denkvor- gängen und gemeinsame Erarbeiten</p>	<p>Wortspeicher Tafel Kellerspeicher als Tafelbild Kellerzeichen zum an die Tafel kleben Geschichte Satzvorlagen zerschnittenes (groß ausge- drucktes) Über- gangsdiagramm</p>	<p>1) Das Bauelement Kellerspeicher wird anhand des realen Konzeptes Keller eingeführt. <i>„Wie kann man mit Dingen zählen, die man irgendwo reinlegt und wieder rausnimmt?“</i> <i>„Wann muss der Automat etwas in den Kellerspeicher legen?“</i> <i>„Wann muss er etwas aus dem Kellerspeicher rausnehmen?“</i> 2) Die Geschichte wird vorgelesen. Jedes Mal, wenn die SuS glauben, dass ein Zeichen in den Kellerspeicher gelegt werden muss oder ein Zeichen aus dem Kellerspeicher entfernt werden muss, sollen sie die Hand heben. <i>„Warum musst du jetzt diese Karte in den Kellerspeicher legen?“</i> <i>„Woran erkennst du, dass nun niemand mehr im Museum ist?“</i> Festhalten der Regeln für den Kellerspeicher mithilfe der Satzvorlagen während des Vorlesens der Geschichte 3) „Du hast jetzt den Keller gespielt und wir haben Regeln aufge-</p>

				des Besucher-Automaten	<p>stellt, wie der Keller funktioniert. Nun müssen wir den Keller in ein Automatenmodell einfügen.“</p> <p>„Was braucht man für ein Automatenmodell?“ (evtl. auf den Wortspeicher verweisen)</p> <p>„Welche Zustände brauchen wir?“ (evtl. die Zustandskreise der beiden Farben als Impuls an die Tafel pinnen)</p> <p>„Warum brauchen wir nur zwei Zustände?“</p> <p>→ es ist nicht wichtig, wie viele Menschen im Museum sind, sondern nur ob jemand da ist oder keiner</p> <p>„Zustandsübergänge bestehen beim Kellerautomaten nicht nur aus Augen-Pfeilen. (Anpinnen des unausgefüllten Zustandsübergangs von grün nach rot). Beschreibe den Zustandsübergang beim Kellerautomaten.“</p> <p>„Warum sind die Pfeile blau?“</p> <p>„Worauf mustest du achten, als du den Keller gespielt hast?“</p> <p>„Sieh dir noch einmal die Satzvorlagen für den Kellerspeicher an.“</p>
--	--	--	--	------------------------	---

15 min	<p>(4) Schritt 3: Wie funktioniert der „Besucher-Automat“? - Erarbeitung/Sicherung des Besucher-Automaten und Ausprobieren des Automaten</p>	<p>1) Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ 2) Erprobung des „Besucher-Automaten“</p>	<p>Partnerarbeit/ Aufgaben stellen und Lernumgebung bereitstellen</p>	<p>AB 2 Tippkarte Kellerspeicher für die SuS</p>	<p>1) Mithilfe des AB 2 soll das Automatenmodell des „Besucher-Automaten“ erarbeitet werden. 2) Mit den Geschichtenkarten wird die Funktion des Automatenmodells getestet.</p> <p>Anleitung der Partnerarbeit:</p> <p><u>1. „Der Professor hat begonnen, ein Modell von dem „Besucher-Automaten“ zu erstellen. Ihr sollt es ausfüllen. Die Satzvorlagen können euch dabei helfen.“</u></p> <p><u>2. „Wenn ihr fertig seid, dann könnt ihr euch das Lösungsblatt an der Tafel ansehen.“</u></p> <p><u>3. „Danach könnt ihr zusammen die Geschichtenkarten bearbeiten. Nutzt dafür den „Besucher-Automaten“ und die Kellerspeicher.“</u></p> <p>Differenzierung: Die SuS, die sich noch nicht sicher fühlen, können im Kreis verbleiben und die Satzvorlagen gemeinsam an die passende Stelle des Besucherautomaten ordnen.</p> <p>Differenzierung: Tippkarte</p>
10 min	Stundenabschluss	Sicherung und Wiederholung der Begriffe und des Modells	Plenum – gemeinsames Erarbeiten	Fragekarten von Max	<p>Die SuS sollen die gelernten Inhalte wiederholen <u>und reflektieren</u>, indem sie Fragen von Max zu dem Modell beantworten.</p> <p>„Was bedeuten die Kreise in dem Modell?“ „Was bedeuten die kleinen dünnen Pfeile?“ „Warum gibt es beim „Besucher-Automaten“ drei Teile über den Pfeilen?“ „Was ist das für ein Keller? Muss man sich da gruseln?“ „In welchem Zustand kann das Museum abgeschlossen werden?“ „Was ist denn ein Startzustand?“ <u>„Wo könnte man so einen Automaten noch benutzen?“</u> <u>„Findest du es sinnvoll, einen Automaten zu entwickeln?“</u></p>

ii. Verlaufsplanung

Verlaufsplanung

Lernziele:

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.
2. Die SuS sind in der Lage das formale Modell des endlichen Automaten („Mitarbeiter-Automaten“) zu beschreiben und zu ergänzen.
3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.
4. Die SuS können ein Automatenmodell mit integriertem Kellerspeicher („Besucher-Automat“) erstellen und beschreiben.

Dauer	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Aktionsform	Material/ Medien/ Werkzeuge	didaktisch methodischer Kommentar
5 min	Einstieg	1) Sachbezogene Motivation anhand eines Zeitungsartikels soll zum Problemlösen anregen 2) Stundentransparenz herstellen	Kinokreis/ darbieten und gemeinsames Erarbeiten	Zeitungsartikel Verlaufsplan des Unterrichts	1) Die Lehrkraft liest den Zeitungsartikel vor <i>„Was könnte man machen, damit niemand in ein Museum eingeschlossen wird?“</i> 2) Verlaufsplan für die Stunde vorstellen
5 min	① Eigenschaften von Automaten(-modellen)	Klärung der Begriffe „Automat“ und „Modell“	Kinokreis/ Aufbau von Denkvor-gängen	Wortspeicher Tafel	Begriff/ Konzept Automat wird erarbeitet: <i>„Was ist ein Automat?“, „Welche Automaten kennst du?“, „Was können Automaten (nicht)?“, „Was muss der Museumsautomat können?“</i> „Max bekommt Hilfe vom Professor. Der Professor kann einen Automaten entwickeln. Max muss ihm aber beschreiben, wie der Automat funktionieren soll. Dafür, sagt der Professor, Max soll ein Modell erstellen.“ <i>„Was ist ein Modell?“</i>

15 min	② Schritt 2: Bauelemente des „Mitarbeiter-Automaten“	1) Erarbeitung der Bauelemente eines Automatenmodells (Zustandsübergangsdiagramm) 2) Vervollständigung des Modells	Kinokreis/ gemeinsame Erarbeiten	In seine Einzelteile zerschnittenes (groß ausgedrucktes) Modell des Mitarbeiter-Automaten Wortspeicher Tafel Magnetstreifen	1) Als Ausgangspunkt werden die ersten drei Zustände inklusive Zustandsübergangen an der Tafel aufgehängt. Diese sollen beschrieben werden. „Der Professor hat begonnen ein Modell von dem Automaten zu erstellen. Ich habe euch den Beginn mitgebracht. Beschreibe, was du siehst.“ „Was könnten die Zeichen bedeuten?“ Die entsprechenden Fachbegriffe werden eingeführt und im Wortspeicher festgehalten. 2) Das Modell soll von den SuS mit den fehlenden Zuständen und Zustandsübergängen ergänzt werden.
5 min	② Schritt 3: Wie arbeitet der „Mitarbeiter-Automat“? – Erarbeitung im Gespräch	Ausprobieren des Automatenmodells anhand einer kleinen Geschichte	Kinokreis/ gemeinsame Erarbeiten	Geschichtenkarte Zeigefingerkarte	Durchspielen des Automaten an der Tafel, sodass die Zeigefingerkarte auf den aktuellen Zustand zeigt. „Wir wollen ausprobieren, ob der Automat so funktionieren kann. Ich lese dir eine Geschichte vor. Du meldest dich, wenn du glaubst, dass der Automat seinen Zustand verändern muss.“
10 min	② Schritt 3: Wie arbeitet der „Mitarbeiter-Automat“? - Ausprobieren des Automatenmodells	Ausprobieren des Automatenmodells anhand der Geschichtenkarten	Partnerarbeit/ Aufgaben stellen und Lernumgebung bereitstellen	AB 1 Geschichtenkarten	Anleitung der Partnerarbeit: 1. „Nutzt das Automatenmodell auf eurem AB, um die Geschichtenkarten zu bearbeiten. Auf der Rückseite der Karte könnt ihr euch selbst kontrollieren.“ 2. „Wechselt euch mit Vorlesen und Bedienen des Automaten ab.“ Differenzierung: Die SuS, die sich noch nicht sicher fühlen, können im Kreis verbleiben und noch eine Geschichte gemeinsam an dem Automatenmodell an der Tafel durchgehen. Differenzierung: Je nach Arbeitstempo variiert die Anzahl der bearbeiteten Geschichtenkarten
10 min	③ Grenzen bzw. Weiterentwicklung des "Mitarbeiter-	Weiterentwicklung des Mitarbeiter-Automaten im Unterrichtsgespräch: der Automat muss zählen können	Kinokreis/ gemeinsame Erarbeiten		„Wir haben nun das Modell für einen Mitarbeiter-Automaten entwickelt. Wir wollen als nächstes das Modell von einem Automaten entwickeln, der auch die Besucher zählen kann.“ „Wie kannst du das Automatenmodell weiterentwickeln, damit er

	Automaten				<p><i>alle Besucher zählen kann?“</i> <i>„Warum können wir dazu nicht das Modell von dem Automaten nutzen, den wir gerade entwickelt haben?“</i> → der Automat hat zu wenige Zustände, d.h. wenn mehr als 4 Personen im Museum sind, kann er die weiteren Personen nicht zählen <i>„Warum können wir nicht einfach mehr Zustände hinzufügen?“</i> → du weißt nicht, wie viele Besucher insgesamt in das Museum kommen, dann weißt du auch nicht vorher, wie viele Zustände du brauchst <i>„Was muss der Besucher-Automat können?“</i> → der Automat muss die Besucher zählen, wenn sie raus- und reingehen und sich die Anzahl der Menschen merken <i>„Wie könntest du so etwas machen?“</i></p>
10 min	④ Schritt 2: Bauelemente des „Besucher-Automaten“	1) Einführung des Kellerspeichers: mit dem Kellerspeicher kann der Automat zählen, dafür nutzt er Kellerzeichen 2) Ausprobieren des Kellerspeichers	Kinokreis/ Aufbau von Denkvor- gängen und gemeinsa- mes Erar- beiten	Wortspeicher Tafel Kellerspeicher als Tafelbild Kellerzeichen zum an die Tafel kleben Geschichte Satzvorlagen	<p>1) Das Bauelement Kellerspeicher wird anhand des realen Konzeptes Keller eingeführt. <i>„Wie kann man mit Dingen zählen, die man irgendwo reinlegt und wieder rausnimmt?“</i> <i>„Wann muss der Automat etwas in den Kellerspeicher legen?“</i> <i>„Wann muss er etwas aus dem Kellerspeicher rausnehmen?“</i> Kellerspeicher wird als Fachbegriff eingeführt und in den Wortspeicher ergänzt</p> <p>2) Die Geschichte wird vorgelesen. Jedes Mal, wenn die SuS glauben, dass ein Zeichen in den Kellerspeicher gelegt werden muss oder ein Zeichen aus dem Kellerspeicher entfernt werden muss, sollen sie die Hand heben.</p> <p><i>„Warum musst du jetzt diese Karte in den Kellerspeicher legen?“</i>, <i>„Woran erkennst du, dass nun niemand mehr im Museum ist?“</i> Festhalten der Regeln für den Kellerspeicher mithilfe der Satzvorlagen während des Vorlesens der Geschichte</p>

20 min	<p>④ Schritt 3: Wie funktioniert der „Besucher-Automat“? - Erarbeitung/ Sicherung des Besucher-Automaten und Ausprobieren des Automaten</p>	<p>1) Erarbeitung des „Besucher-Automaten“ 2) Erprobung des „Besucher-Automaten“</p>	<p>Partnerarbeit/ Aufgaben stellen und Lernumgebung bereitstellen</p>	<p>AB 2 Tippkarte 1 Tippkarte 2 zerschnittenes (groß ausgedrucktes) Übergangsdiagramm des Besucher-Automaten Kellerspeicher für die SuS</p>	<p>1) Mithilfe des AB 2 soll das Automatenmodell des „Besucher-Automaten“ erarbeitet werden. 2) Anschließend wird mit den Geschichtenkarten die Funktion des Automatenmodells getestet.</p> <p>Anleitung der Partnerarbeit</p> <p>1. „Der Professor hat begonnen, ein Modell von dem „Besucher-Automaten“ zu erstellen. (AB zeigen). Ihr sollt es ausfüllen. Die Satzvorlagen können euch dabei helfen. Wenn ihr einen Tipp braucht, schaut euch zuerst Tippkarte 1 an. Wenn ihr noch einen Tipp braucht, schaut euch Tippkarte 2 an.“ 2. „Wenn ihr fertig seid, dann könnt ihr euch das Lösungsblatt an der Tafel ansehen.“ 3. „Danach könnt ihr zusammen die Geschichtenkarten bearbeiten. Nutzt dafür den „Besucher-Automaten“ und die Kellerspeicher.“</p> <p>Differenzierung: Die SuS, die sich noch nicht sicher fühlen, können im Kreis verbleiben und das Zustandsübergangdiagramm gemeinsam an der Tafel besprechen/ evtl. die Satzvorlagen an die passende Stelle des Besucherautomaten ordnen.</p> <p>„Beschreibe, was du siehst.“ „Was bedeuten die Zeichen?“ „Beschreibe die Zustandsübergänge.“ „Warum sind die Pfeile blau?“ „Worauf musstest du achten, als du den Keller gespielt hast?“ „Sieh dir noch einmal die Satzvorlagen für den Kellerspeicher an.“</p> <p>Differenzierung: Tippkarte 1 und 2</p>
10 min	Stundenabschluss	<p>1) inhaltliche Reflexion der Partnerarbeit 2) Sicherung und Wiederholung der Begriffe und des Mo-</p>	<p>Kinokreis/ gemeinsames Erarbeiten</p>	<p>ausgefülltes Modell des „Besucher-Automat“ Zeigefingerkarte</p>	<p>1) Flexible Reflexion abhängig von Problemen und Fragen der SuS</p> <p>Möglichkeiten: - SuS können Fragen und Probleme der Modellierung anspre-</p>

		dells		Fragekarten von Max	chen - Durchspielen des Automaten an der Tafel anhand einer Geschichtenkarte 2) Die SuS sollen die gelernten Inhalte wiederholen und reflektieren, indem sie Fragen von Max zu dem Modell beantworten. <i>„Wo könnte man so einen Automaten noch benutzen?“</i> <i>„Findest du es sinnvoll, einen Automaten zu entwickeln?“</i>
--	--	-------	--	---------------------	---

III Absicherung der Planung durch eine Grundschullehrkraft

i. Unausgefüllter Fragebogen

Fragebogen zu der geplanten Unterrichtsstunde „Der Besucher-Automat“

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.

Die letzte Frage (11) folgt diesem Schema nicht, hier können Sie direkt in das freie Feld schreiben.

1. Bauen die Unterrichtsphasen sinnvoll aufeinander auf?

Ja Nein

2. Sind die Zeitangaben für die Unterrichtsphasen realistisch?

Ja Nein

3. Unterstützen die Methoden das inhaltliche Lernen?

Ja Nein

4. Wird in der Unterrichtsstunde ausreichend differenziert?

Ja Nein

5. Sind die Arbeitsaufträge verständlich formuliert?

Ja Nein

6. Sind die Arbeitsblätter verständlich gestaltet?

Ja Nein

7. Erzeugt der Unterrichtseinstieg über den Zeitungsartikel eine sachbezogene Motivation?

Ja Nein

8. Ist die Erweiterung des Mitarbeiter-Automaten mit dem Kellerspeicher über das „Nachspielen des Kellerspeichers“ nachvollziehbar?

Ja Nein

9. Vertieft das „Ausprobieren“ des Automaten anhand der Geschichtenkarten das Verständnis der SuS für die Funktion des Automatenmodells?

Ja Nein

10. Vertiefen und sichern die Fragen in der Phase des Stundenabschlusses das Verständnis der SuS für den Kellerautomaten?

Ja Nein

11. Welche Änderungen würden Sie vornehmen, wenn Sie diese Unterrichtsstunde durchführen würden?

ii. Ausgefüllter Fragebogen

Fragebogen zu der geplanten Unterrichtsstunde „Der Besucher-Automat“

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.

Die letzte Frage (11) folgt diesem Schema nicht, hier können Sie direkt in das freie Feld schreiben.

1. Bauen die Unterrichtsphasen sinnvoll aufeinander auf?

Ja Nein

Komplexer Aufbau der Unterrichtsphasen, aber sinnvoll aufeinander aufbauend

2. Sind die Zeitangaben für die Unterrichtsphasen realistisch?

Ja Nein

- Kurzer Einstieg ist positiv
- Andere Phasen sind schwer abschätzbar, aber realistisch eingeschätzt

3. Unterstützen die Methoden das inhaltliche Lernen?

Ja Nein

- Es gibt Partnerarbeit und Phasen im Kinokreis
- Der Unterricht ist recht lehrerzentriert. Dieses ist dem recht komplexen Thema jedoch angemessen und das Ausprobieren der Automaten anhand der Geschichtenkarten durchbricht diese Phasen.

4. Wird in der Unterrichtsstunde ausreichend differenziert?

Ja Nein

- Nach der gemeinsamen Erarbeitung des „Mitarbeiter-Automaten“ ist eine zusätzliche Differenzierung möglich: Die SuS, die sich noch nicht sicher fühlen, eine Geschichte selbst am Automaten durchzuführen, können noch im Kreis verbleiben und eine weitere Geschichte gemeinsam mit der Lehrkraft durchgehen.
- Es sollten ausreichend Geschichtenkarten für die schnellen SuS bereitliegen

5. Sind die Arbeitsaufträge verständlich formuliert?

Ja Nein

6. Sind die Arbeitsblätter verständlich gestaltet?

Ja Nein

Die Arbeitsblätter sind verständlich gestaltet. Die Arbeitsaufträge sind klar formuliert.
Die Geschichtenkarten sind ansprechend und passend hinsichtlich Schriftgröße und Länge der Texte.

7. Erzeugt der Unterrichtseinstieg über den Zeitungsartikel eine sachbezogene Motivation?

Ja Nein

Die SuS kennen den Kontext Museum und die im Zeitungsartikel verwendeten Begriffe (Museumsmitarbeiter, Professor etc.).
Anmerkung zu meiner Klasse: Die Klasse war bereits gemeinsam im Naturkundemuseum und hat sich die Ausstellung zum Thema Gehirn angeschaut.

8. Ist die Erweiterung des Mitarbeiter-Automaten mit dem Kellerspeicher über das „Nachspielen des Kellerspeichers“ nachvollziehbar?

Ja Nein

Es wird nicht direkt klar, warum eine Erweiterung des „Mitarbeiter-Automaten“ über den Kellerspeicher passieren muss und nicht über das Hinzufügen weiterer Zustände. Die SuS könnten auf die Idee kommen, ein Limit für die Besucheranzahl zu setzen und hätten damit eine feste Anzahl an Zuständen für den Automaten.

9. Vertieft das „Ausprobieren“ des Automaten anhand der Geschichtenkarten das Verständnis der SuS für die Funktion des Automatenmodells?

Ja Nein

10. Vertiefen und sichern die Fragen in der Phase des Stundenabschlusses das Verständnis der SuS für den Kellerautomaten?

Ja Nein

Die Fragen sind rein reproduktiv. Damit werden die Inhalte der Unterrichtsstunde gut zusammengefasst. Allerdings wäre der Bezug zu den Anforderungsbereichen „Zusammenhänge herstellen“ und „Verallgemeinern und Reflektieren“ wünschenswert, da somit ein weiterführendes Nachdenken der SuS angeregt wird. Vielleicht könnte man die Fragen dahingehend erweitern.

11. Welche Änderungen würden Sie vornehmen, wenn Sie diese Unterrichtsstunde durchführen würden?

- Der Zeitungsartikel sollte von der Lehrkraft vorgelesen werden, da die SuS sich so besser auf den Inhalt des Artikels konzentrieren können
- Der Begriff „Zustand“ ist den SuS wahrscheinlich nicht bekannt. Es wäre sinnvoll, hier ein Beispiel aus dem Alltag der SuS zu finden, um die Bedeutung des Begriffes zu klären.
- Der Begriff „Bedingung“ für den Zustandsübergang ist den SuS wahrscheinlich auch nicht bekannt bzw. sie können sich schwer etwas darunter vorstellen. Hier könnte man evtl. über eine vereinfachte Wortwahl nachdenken.
- In der Phase „Sicherung und Ausprobieren des Automatenmodells“ sollte die Partnerwahl für die Partnerarbeit evtl. nicht frei gestellt werden, da sich damit eher schwächere Partner zusammenfinden und die Aufgaben nicht lösen könnten.
- Außerdem sollte vorher klar gesagt werden, wie das Ausprobieren des Automaten anhand der Geschichtenkarten organisiert wird. Er sollte erklärt werden, welcher Partner vorliest und welcher Partner den Automaten spielt, um Konflikten vorzubeugen

IV Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde

i. Unausgefüllter Fragebogen

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 bis 7 können während des Unterrichts beantwortet werden. Die Fragen 8 bis 10 beziehen sich auf das Produkt und können nach dem Unterricht beantwortet werden.

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 keine Abweichung vorgenommen wird, obwohl diese sinnvoll gewesen wäre? Welche?

3. Ist das Modell des Mitarbeiter-Automaten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

4. Ist die Erweiterung des Mitarbeiter-Automaten mit dem Kellerspeicher für die SuS nachvollziehbar?

5. Ist das Modell des Besucher-Automaten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

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

Lernziele für den Unterricht (in Form von Kompetenzen):

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.
2. Die SuS können das Modell des endlichen Automaten (Mitarbeiter-Automaten) beschreiben und ergänzen.
3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.
4. Die SuS können ein Automatenmodell mit integriertem Kellerspeicher erstellen und beschreiben.

7. Konnten die SuS die angestrebten Kompetenzerwartungen erreichen? Wie zeigt sich dieses?

8. Gab es Unterschiede zwischen den SuS im Erreichen der Kompetenzen?

9. Habe die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Kompetenzen unterstützt?

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

ii. Ausgefüllter Fragebogen – Fachlehrkraft A

Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde – Fachlehrkraft A

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 bis 7 können während des Unterrichts beantwortet werden. Die Fragen 8 bis 10 beziehen sich auf das Produkt und können nach dem Unterricht beantwortet werden.

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

- Die Erarbeitung der Bauelemente des Mitarbeiter-Automaten hat länger gedauert. Die Änderung war gut, weil die Kinder so das Modell besser verstanden haben. Sie konnten auch die Fachbegriffe anwenden.

- Das erste Arbeitsblatt zum Mitarbeiter-Automaten war überflüssig. Die Kinder haben das Modell im Kinokreis schon verstanden und mussten es nur von der Tafel abschreiben. Das Ausfüllen hat sehr lange gedauert. Man könnte den Kindern auch einfach das Automatenmodell ausdrucken, sodass sie es für die Geschichtenkarten nutzen können. Wenn die Kinder die Geschichtenkarten bearbeiten, wird ihr Verständnis für das Modell auch nochmal gesichert.

- Es war gut, dass die Stunde geteilt wurde. Das Ausfüllen des ersten Arbeitsblattes hat sehr lange gedauert. So konnte der Rest der Stunde ohne Zeitdruck eine Woche später durchgeführt werden.

- Nach der zweiten Partnerarbeit wurde nochmal eine Geschichte an der Tafel besprochen, weil in der Partnerarbeit die Frage aufgekommen ist, wie gleichzeitig der Automat und der Keller bedient werden kann. Ich hatte den Eindruck, dass die Kinder das Modell dadurch nochmal besser verstanden haben.

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

Die Erprobung des Mitarbeiter-Automaten an der Tafel dauerte aus meiner Sicht zu lange, da die Kinder das Bedienen des Automaten auch noch in der PA machen.

3. Ist das Modell des Mitarbeiter-Automaten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

Ja. Besonders die Symbole (Häuser, Strichmännchen) waren anschaulich und selbsterklärend. Die Farben haben das Verständnis auch unterstützt.

4. Ist die Erweiterung des Mitarbeiter-Automaten mit dem Kellerspeicher für die SuS nachvollziehbar?

Das Nachspielen des Kellerspeichers hat sehr lange gedauert. Einige Kinder konnten sich nicht so lange konzentrieren. Eine kürzere Geschichte wäre eventuell besser.

5. Ist das Modell des Besucher-Automaten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

Ja

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

- Die Geschichtenkarten waren gut differenziert. Die Gestaltung der Karten hat die Kinder zum Nachdenken gebracht. So war es nicht langweilig, viele Karten zu bearbeiten. Gut fand ich auch die Möglichkeit sich eine eigene Geschichte auszudenken.
- Die Karten können bei Bedarf an andere Schülergruppen oder Schüler mit Förderbedarf angepasst werden.

Lernziele für den Unterricht (in Form von Kompetenzen):

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.
2. Die SuS können das Modell des endlichen Automaten (Mitarbeiter-Automaten) beschreiben und ergänzen.
3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.
4. Die SuS können ein Automatenmodell mit integriertem Kellerspeicher erstellen und beschreiben.

7. Konnten die SuS die angestrebten Kompetenzerwartungen erreichen? Wie zeigt sich dieses?

- 1 und 2 wurde meiner Meinung nach von allen Kindern erreicht. Die meisten Kinder haben auch 4 erreicht. 3 konnten nicht alle Kinder.
- Die Kinder konnten die Funktion der Automaten gut erklären (Verschieben der Hand an den Automatenmodellen an der Tafel)

8. Gab es Unterschiede zwischen den SuS im Erreichen der Kompetenzen?

Das dritte Lernziel haben nicht alle Kinder erreicht. In dem Unterrichtsgespräch haben nicht alle Kinder mitgedacht. Das lag aus meiner Sicht auch an der langen Phase an der Tafel. Trotzdem konnten die Kinder dann wieder mitmachen, als der Kellerspeicher ausprobiert wurde.

9. Habe die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Kompetenzen unterstützt?

Die Geschichtenkarten waren sehr ansprechend. Die Kinder haben total motiviert gearbeitet. Durch das enaktive Handeln haben die Kinder den Automaten besser verstanden.

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

- Der Unterricht könnte insgesamt noch mehr in PA stattfinden. Zum Beispiel könnte die Erprobung des Kellerspeichers und das Aufstellen der Regeln in PA gemacht werden. Das ist allerdings nicht in 90 min Unterrichtszeit möglich.
- Der Einstieg könnte gekürzt werden. 10 Minuten sind recht lange. Auch wenn weniger Kinder ihre Ideen mitteilen können, wirkt der Zeitungsartikel schon motivierend. 5 Minuten Einstieg reichen und so bleibt mehr Zeit für die inhaltliche Arbeit.

iii. Ausgefüllter Fragebogen – Fachlehrkraft B

Fragebogen zur Beobachtung der Unterrichtsstunde – Fachlehrkraft B

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 bis 7 können während des Unterrichts beantwortet werden. Die Fragen 8 bis 10 beziehen sich auf das Produkt und können nach dem Unterricht beantwortet werden.

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

- Die Schüler haben das ausgefüllte Automatenmodell bekommen, um die Geschichtenkarten zu bearbeiten. Ich finde das sinnvoll, da die Schüler das Modell sonst nur abgeschrieben hätten.
- Die flexible Phasenaufteilung am Ende von Phase 2 wurde ausgelassen. Ich hatte den Eindruck, dass die Kinder zu diesem Zeitpunkt gut wussten, was zu tun ist. Die PA macht die zusätzliche Erklärung zusätzlich obsolet.

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

Ich hätte evtl. die gemeinsamen Erprobungen an der Tafel etwas gekürzt, um das stärker in die PA zu integrieren und abschließend evtl. zu reflektieren.

3. Ist das Modell des Mitarbeiter-Automaten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

Ja

4. Ist die Erweiterung des Mitarbeiter-Automaten mit dem Kellerspeicher für die SuS nachvollziehbar?

Ich glaube einige Kinder taten sich mit dem Begriff „Keller“ schwer, weil sie ihn wörtlich nahmen (bspw. „Taschen in den Keller legen“)

5. Ist das Modell des Besucher-Automaten verständlich und für die SuS nachvollziehbar?

Ja.

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

Entlastung im Bereich Lesen wäre für ein Kind mit LRS sinnvoll gewesen. Hat sich aber durch die PA erübrig. Je nach Klasse/ Kindern können die Karten weiter angepasst werden.

Lernziele für den Unterricht (in Form von Kompetenzen):

1. Die SuS können zwischen Automaten und Automatenmodellen (sprachlicher Beschreibung von Automaten) unterscheiden und begründen, warum formale Automatendarstellungen in Form eines Zustandsübergangsdiagramms sinnvoll und notwendig sind.
2. Die SuS können das Modell des endlichen Automaten (Mitarbeiter-Automaten) beschreiben und ergänzen.
3. Die SuS sind in der Lage, die Grenzen eines endlichen Automaten zu erkennen, Lösungsansätze zu finden und den Kellerspeicher als Erweiterung des endlichen Automaten zu beschreiben.
4. Die SuS können ein Automatenmodell mit integriertem Kellerspeicher erstellen und beschreiben.

7. Konnten die SuS die angestrebten Kompetenzerwartungen erreichen? Wie zeigt sich dieses?

Für die Kompetenzen 3 und 4 hätten die SuS noch stärker selbstständig an der Problemlösung arbeiten müssen.

8. Gab es Unterschiede zwischen den SuS im Erreichen der Kompetenzen?

Lässt sich aus meiner Sicht erst beurteilen, wenn die Kinder das auf eine neue Situation transferieren.

9. Habe die eingesetzten Materialien und Aufgaben das Erreichen der Kompetenzen unterstützt?

Ja.

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

Die Reflexionen am Lösungsblatt durch die Kinder waren gut. Diese könnte man für eine gemeinsame Reflexion nutzen.

V Unterrichtsmaterialien für die Lehrkraft

i. Zeitungsartikel

Kind in Museum eingeschlossen

Nachts im Museum: Ein neunjähriger Junge war offenbar so vertieft in die Ausstellung des Naturkundemuseums, dass er vergaß, das Museum vor Schließung zu verlassen.

Im Naturkundemuseum im nordrheinwestfälischen Münster gibt es noch bis zum 05.01.2020 eine Sonderausstellung zum Thema Gehirn. Wie steuert das Gehirn unsere Bewegungen und wie funktioniert das Gehirn von Tieren? Der neunjährige Max D. war von diesen Fragen so begeistert, dass er die Zeit vergaß und nicht mitbekam, wie die Türen des Museums verschlossen wurden. Er hat daraufhin versucht, durch Klopfen an die Tür auf sich aufmerksam zu machen. Doch niemand hörte seine Hilferufe. „Als Max nicht zum Abendessen zuhause war“, berichtet seine Mutter Sabine D., „machte ich mir Sorgen und fuhr zum Naturkundemuseum“. Dort sah sie ihren Sohn hinter verschlossenen Türen und rief die Notfallnummer des Museums. Der Museumsmitarbeiter Franz U. kam, um den neunjährigen Jungen aus dem Museum zu befreien. Auf Nachfragen unserer Redaktion berichtet Franz U. davon, bereits einmal abends von einem Kollegen im Museum eingeschlossen worden zu sein, als er seine Schlüssel vergessen hatte. Nach einem kurzen Schock, versucht Max D. nun, eine Möglichkeit zu finden, eine solche Situation in Zukunft zu vermeiden. Dafür konnte er bereits den bekannten Professor Dr. Spiegel begeistern, der ihn nun bei seiner Entwicklung unterstützt.

ii. Geschichte „Mitarbeiter-Automat“ (1)

Guten Morgen im Naturkunde Museum in Münster. Heute kommt Frau Mayer als erstes zur Arbeit. Sie betritt das Museum um 8:15 Uhr. Zehn Minuten später kommt erst Frau Bauer und dann Herr Müller. Oh nein, Frau Mayer hat vergessen, ihr Fahrrad abzuschließen. Sie verlässt das Museum noch einmal. Gerade pünktlich betritt um 8:25 Uhr Herr Schulz das Museum. Kurz danach kommt auch Frau Mayer wieder herein. Der Arbeitstag beginnt. Kurz vor 12 Uhr verlassen Frau Bauer und Herr Schulz das Museum. Sie haben heute Nachmittag frei. Auch Herr Müller verlässt das Museum, um sich beim Bäcker ein Brötchen zum Mittagessen zu kaufen. 30 Minuten später kommt er wieder. Er arbeitet weiter und verlässt das Museum kurz vor 18 Uhr.

Kann er das Museum abschließen oder ist noch ein anderer Mitarbeiter da?

iii. Geschichte „Mitarbeiter-Automat“

Guten Morgen im Naturkunde Museum in Münster: Heute kommt Frau Mayer als erstes zur Arbeit.

Danach kommt Frau Bauer

und dann Herr Müller. Oh nein Frau Mayer hat vergessen, ihr Rad abzuschließen. Sie verlässt das Museum noch einmal.

Dann kommt Herr Schulz ins Museum.

Jetzt kommt auch Frau Mayer wieder.

Um 12 Uhr verlässt erst Herr Bauer das Museum.

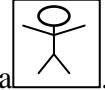
Dann verlässt Herr Müller das Museum.

Kann das Museum abgeschlossen werden?

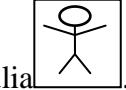
iv. Geschichte Kellerspeicher (1)



Guten Morgen im Naturkundemuseum in Münster! Als erstes betritt heute Morgen Lena das Museum 



Als nächstes kommt Julia 



Gleich danach betritt auch schon Paul das Museum 



Lena hat sich alles angeschaut. Sie verlässt das Museum 

Auch Paul verlässt nun das Museum 



Jetzt kommt Karim und betritt das Museum 

Auch Karims Mutter ist dabei und geht in das Museum 

Als nächstes verlässt Julia das Museum 

Kann das Museum abgeschlossen werden?



Jetzt verlässt zuerst Karim das Museum 

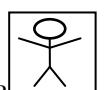
Dann geht auch Karims Mutter 

Kann das Museum abgeschlossen werden?

v. Geschichte Kellerspeicher



Guten Morgen im Naturkundemuseum in Münster! Als erstes betritt heute Morgen Lena das Museum 



Als nächstes kommt Julia 

Lena hat sich alles angeschaut. Sie verlässt das Museum 

Jetzt kommt Karim und betritt das Museum 

um 



Als nächstes verlässt Julia das Museum 

Kann das Museum abgeschlossen werden?



Jetzt verlässt Karim das Museum 

Kann das Museum abgeschlossen werden?

VI Unterrichtsmaterialien für die Tafel

- i. Stundentransparenz**
- ii. Wortspeicher**
- iii. Zeigefingerkarte**
- iv. Zerschnittener „Mitarbeiter-Automat“**
- v. Satzbausteine**
- vi. Tafelbild Kellerspeicher**
- vii. Zerschnittener „Besucher-Automat“**

Mitarbeiter - Automat

Entwickelt das Modell für einen
Automaten, der anzeigt, ob noch
Mitarbeiter im Museum sind.



Weiterentwicklung

Überlegt, wie wir das Modell
des Mitarbeiter - Automaten
erweitern können, damit er
auch für Besucher funktioniert.



Besucher - Automat

Entwickelt das Modell für
einen Automaten, der anzeigt,
ob noch Besucher im Museum
sind.



der Automat

das Modell

der Zustand

der Endzustand

der Startzustand

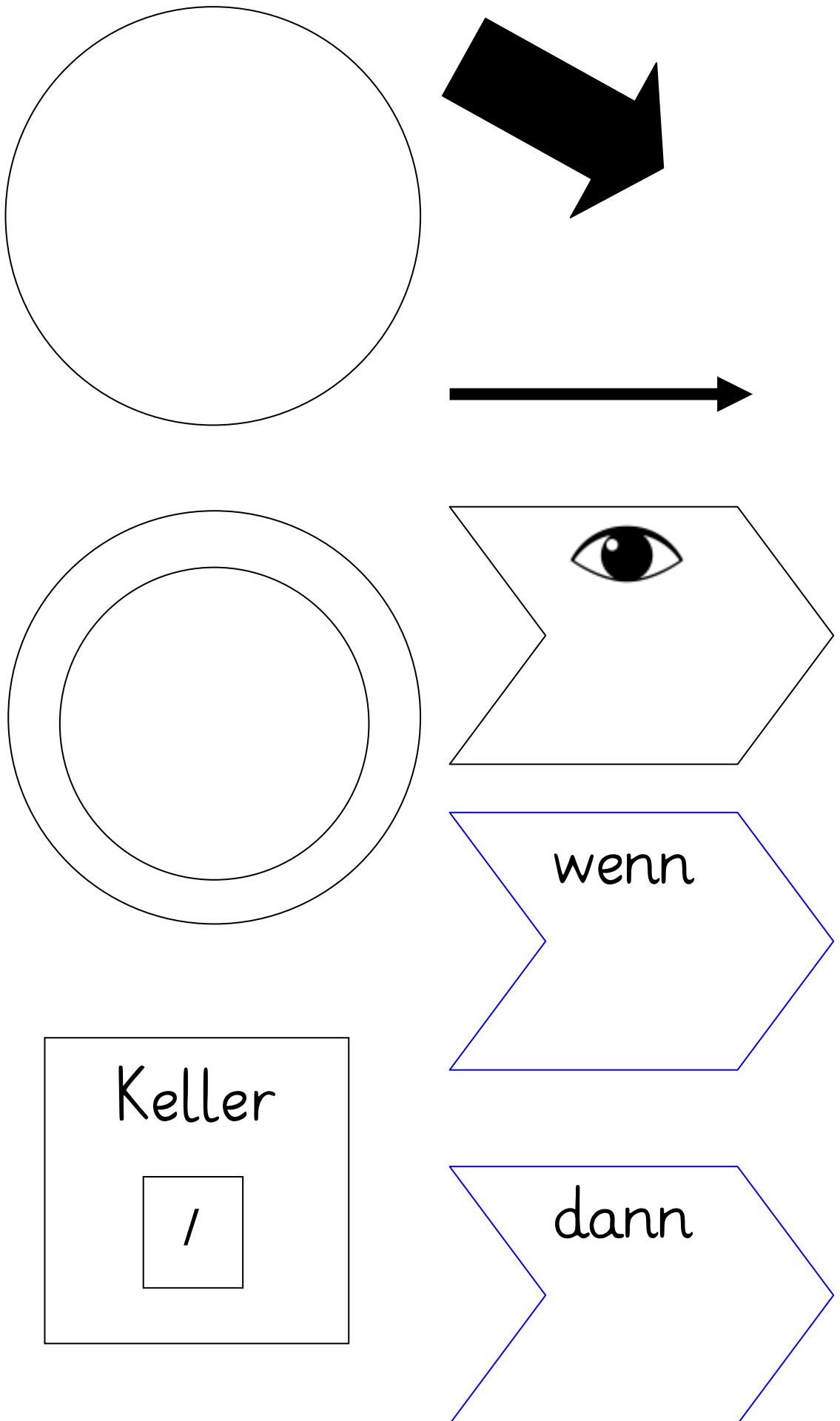
der Zustandsübergang

der Augen - Pfeil

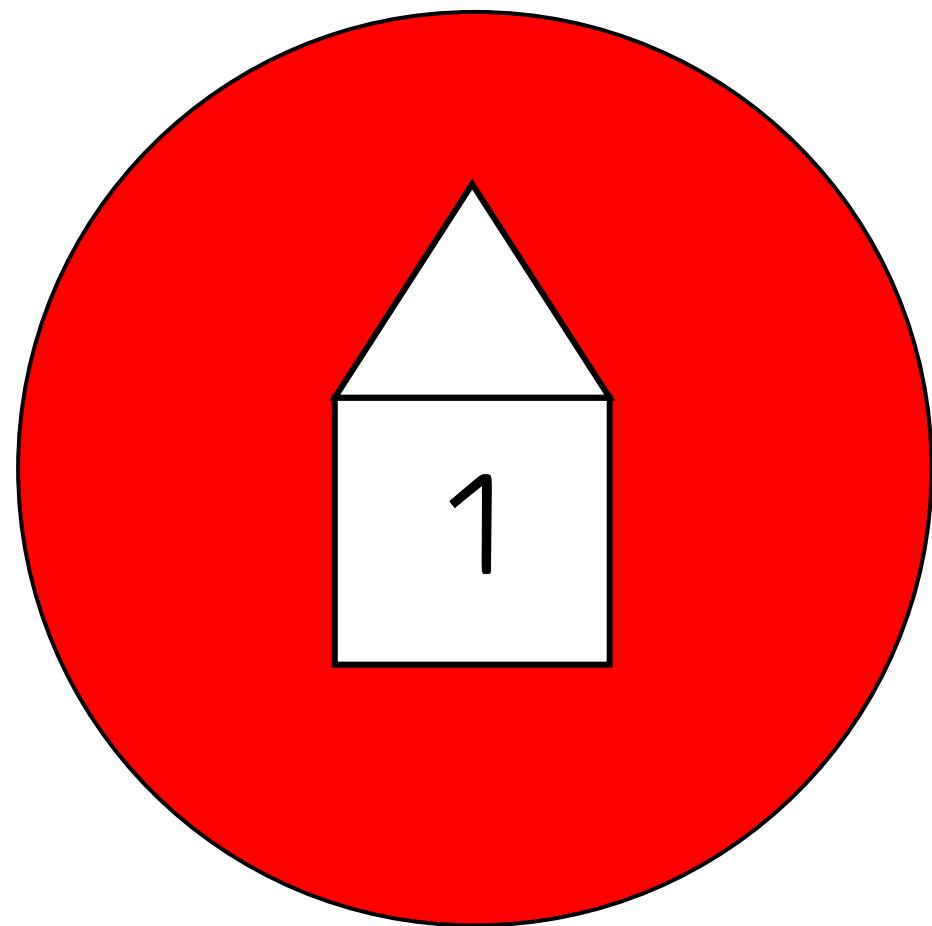
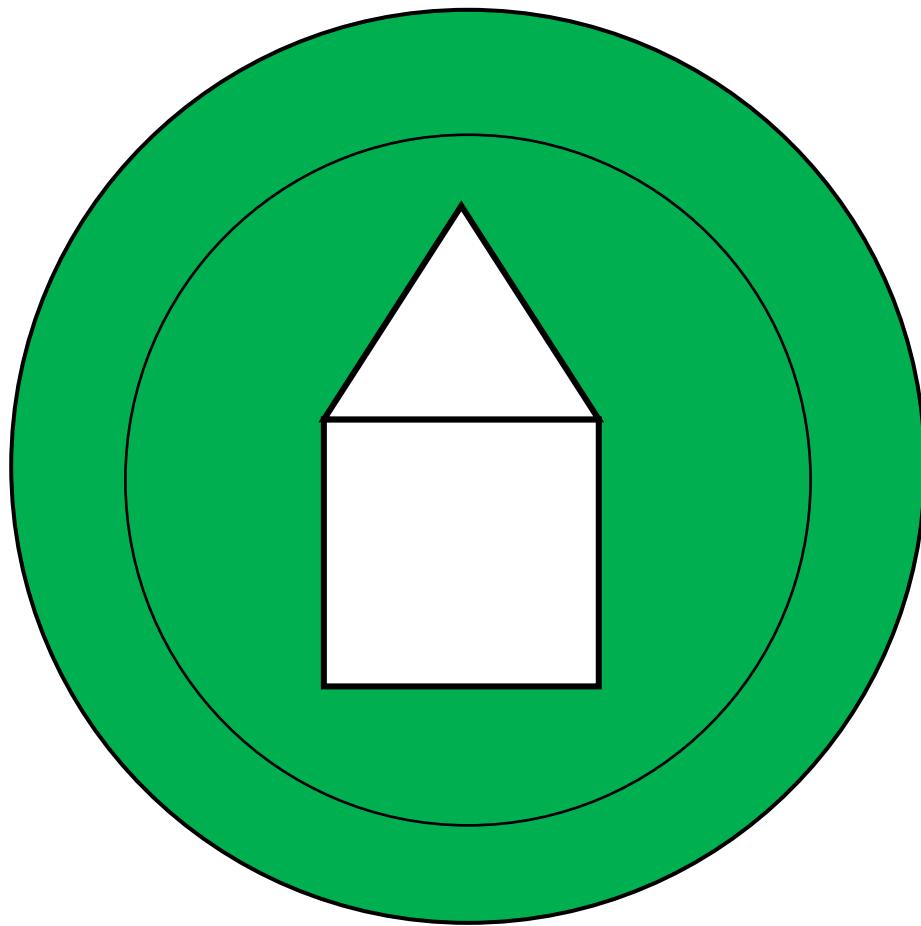
der Wenn - Pfeil

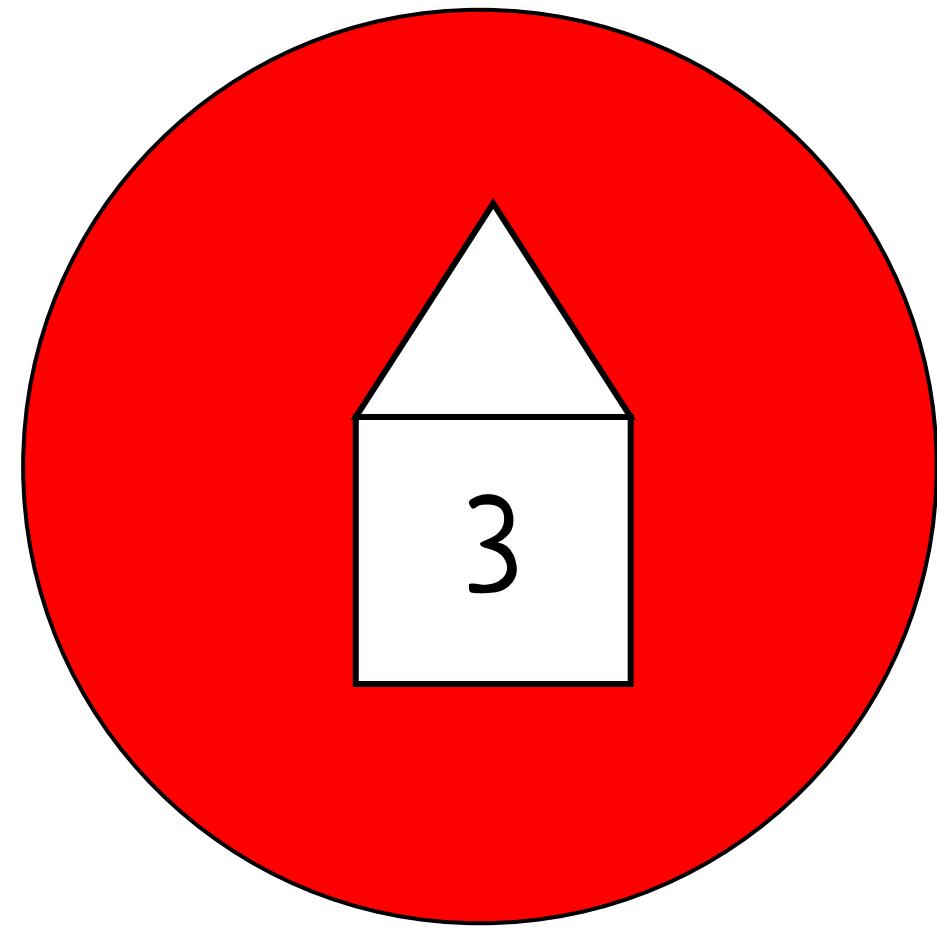
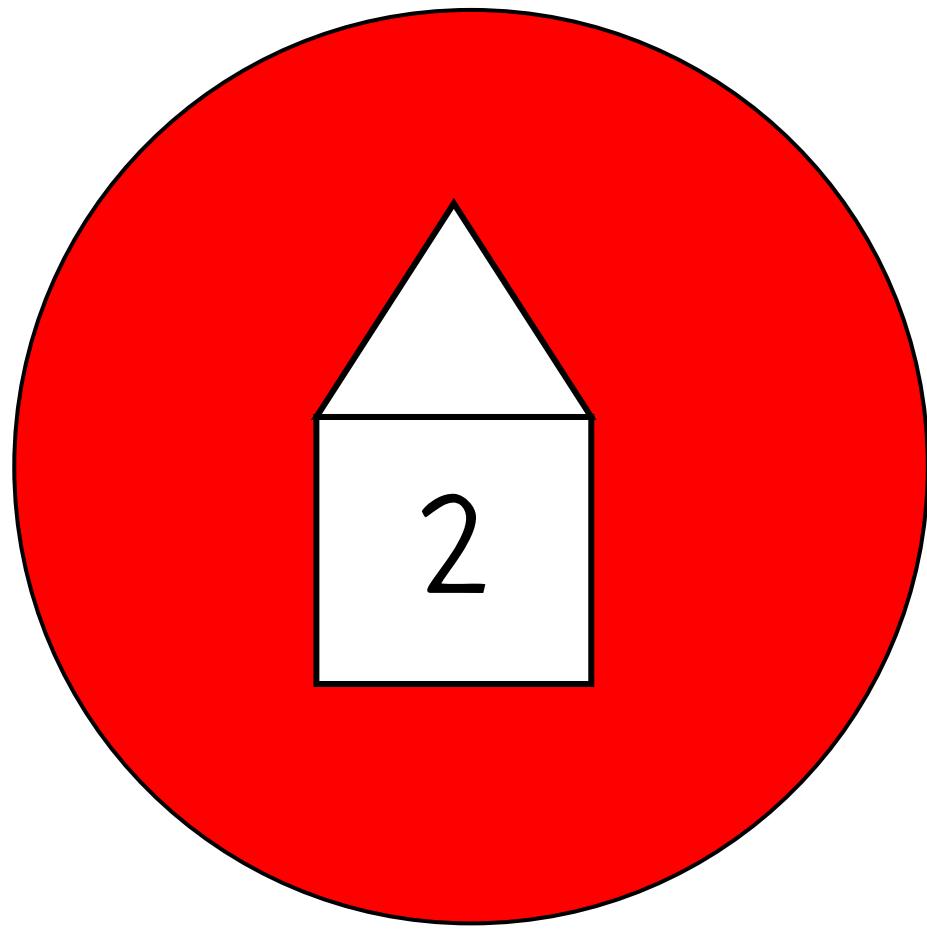
der Dann - Pfeil

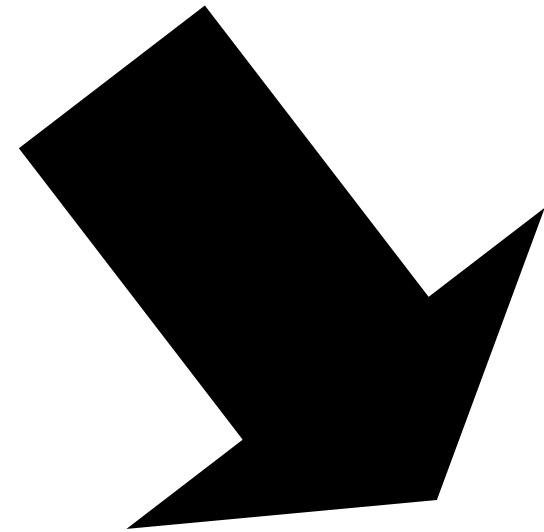
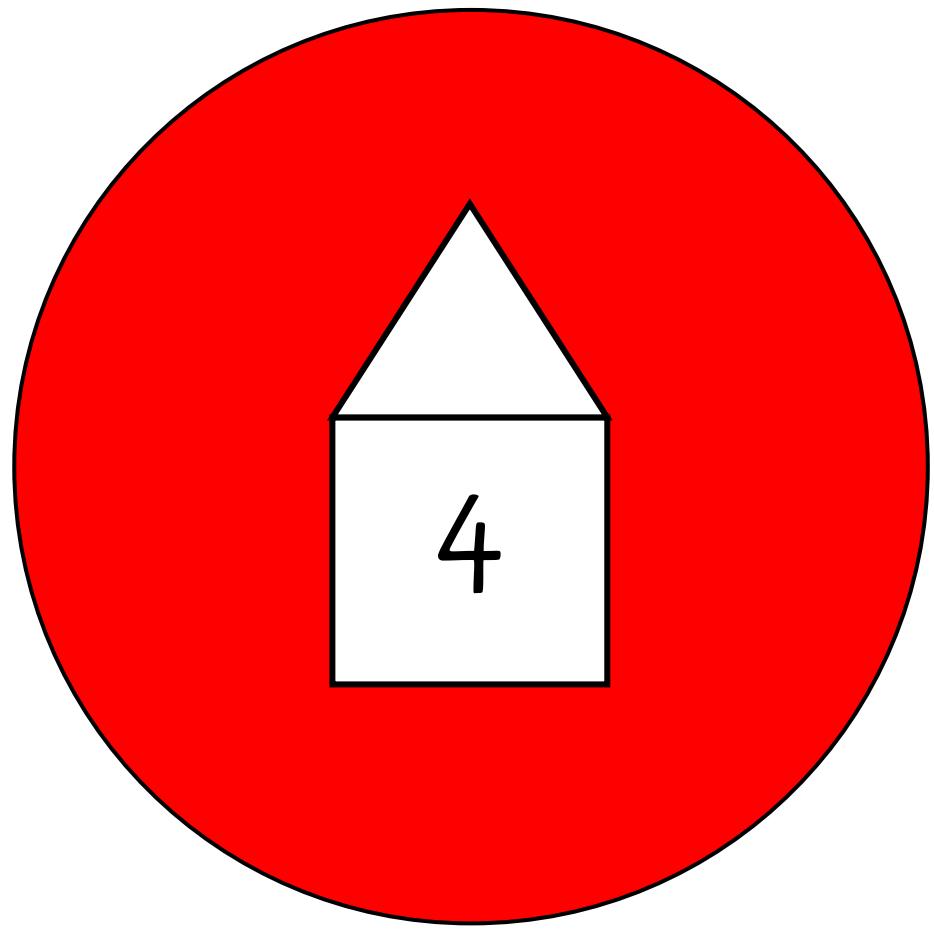
der Kellerspeicher

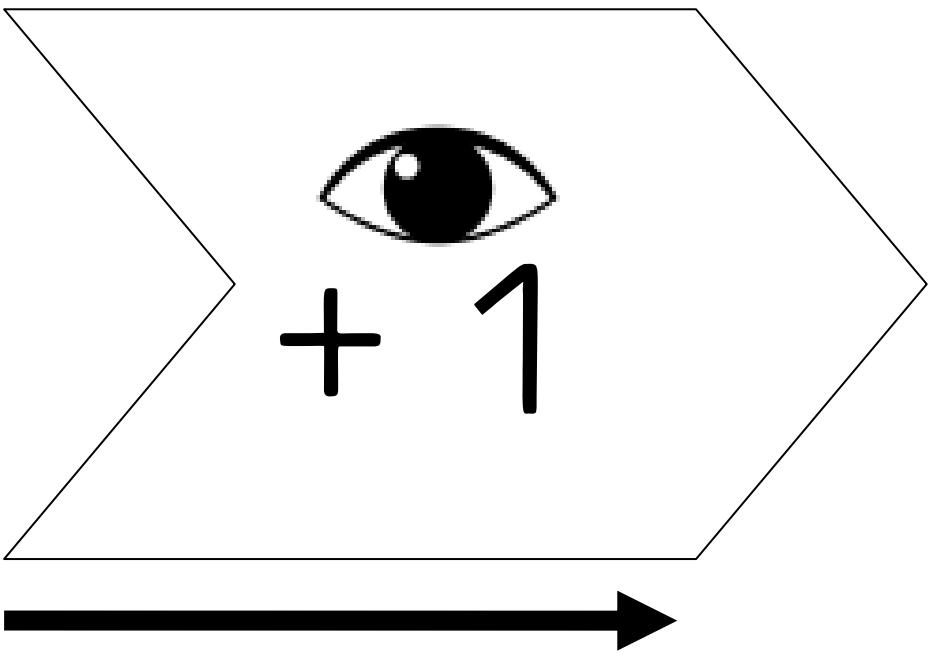
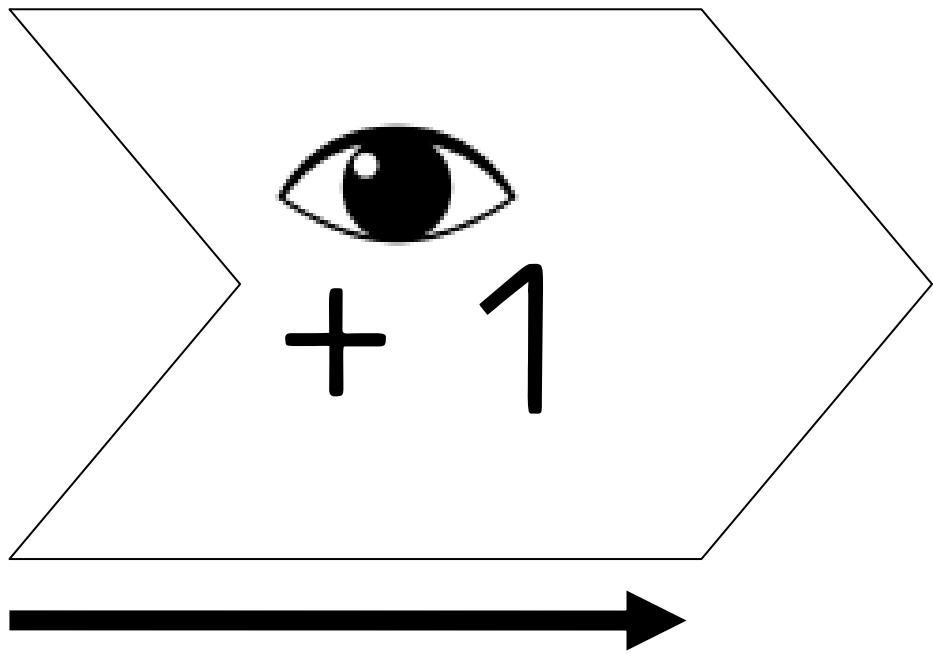
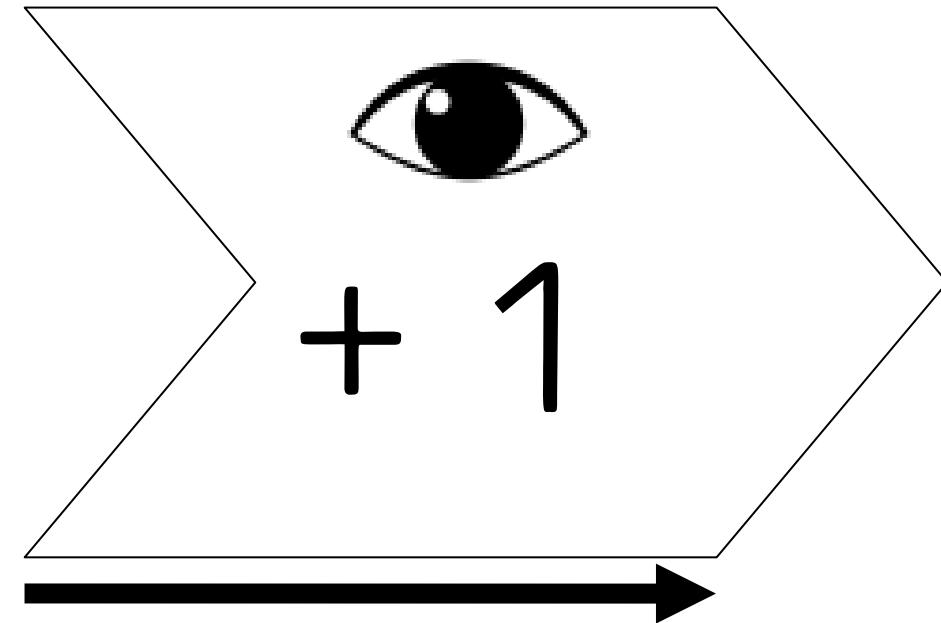
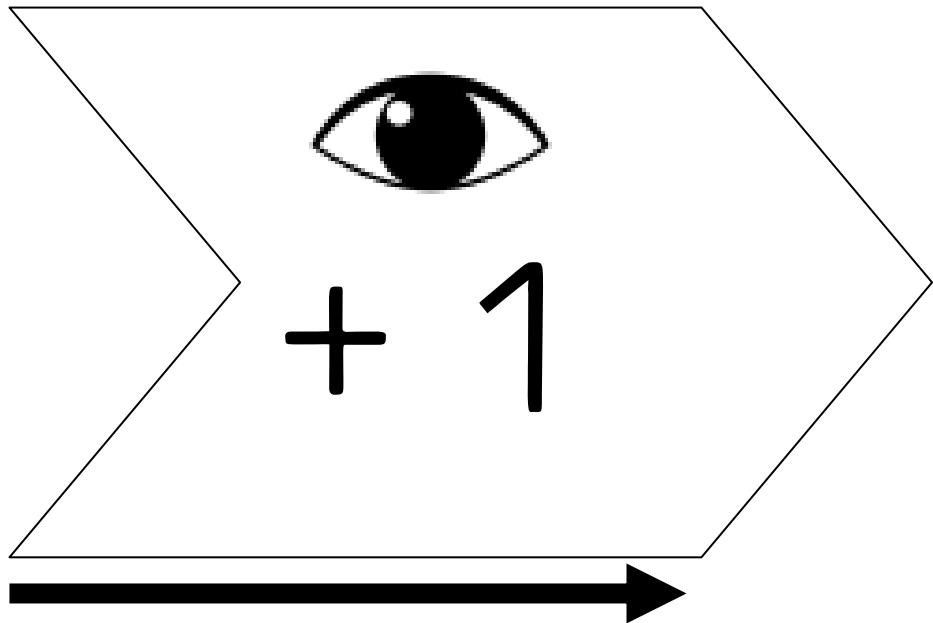


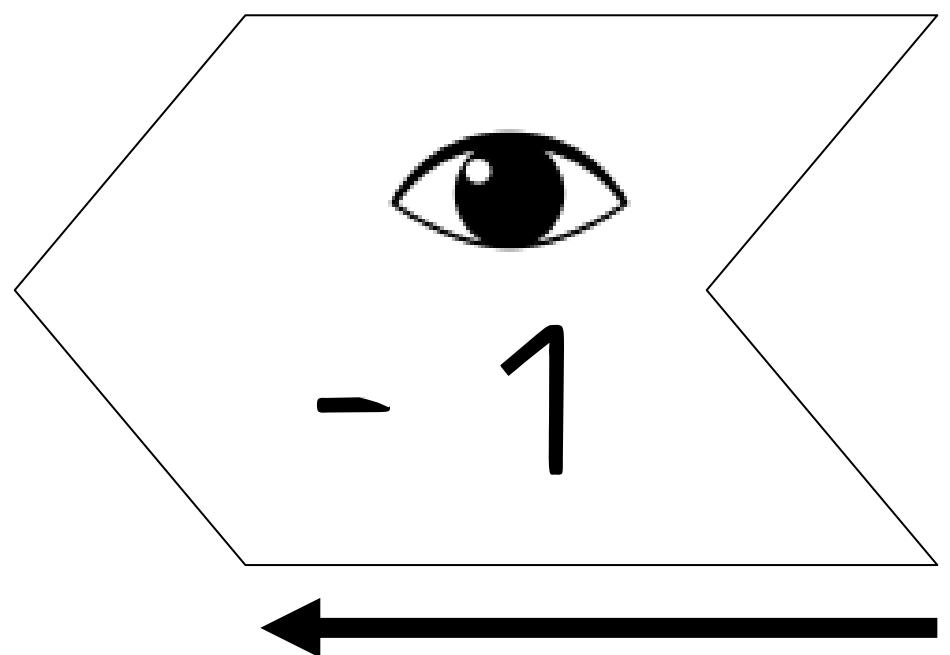
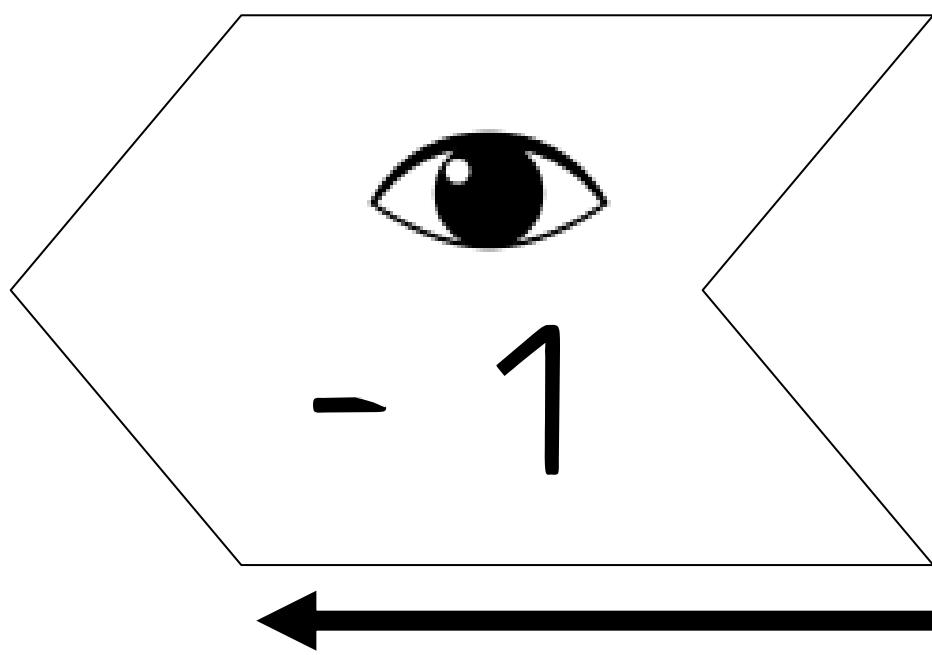
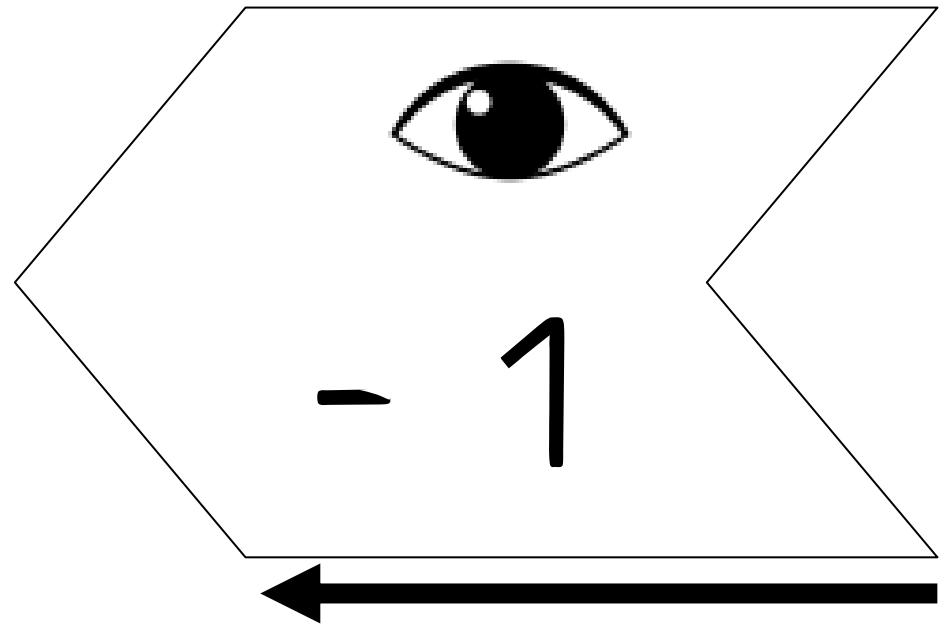
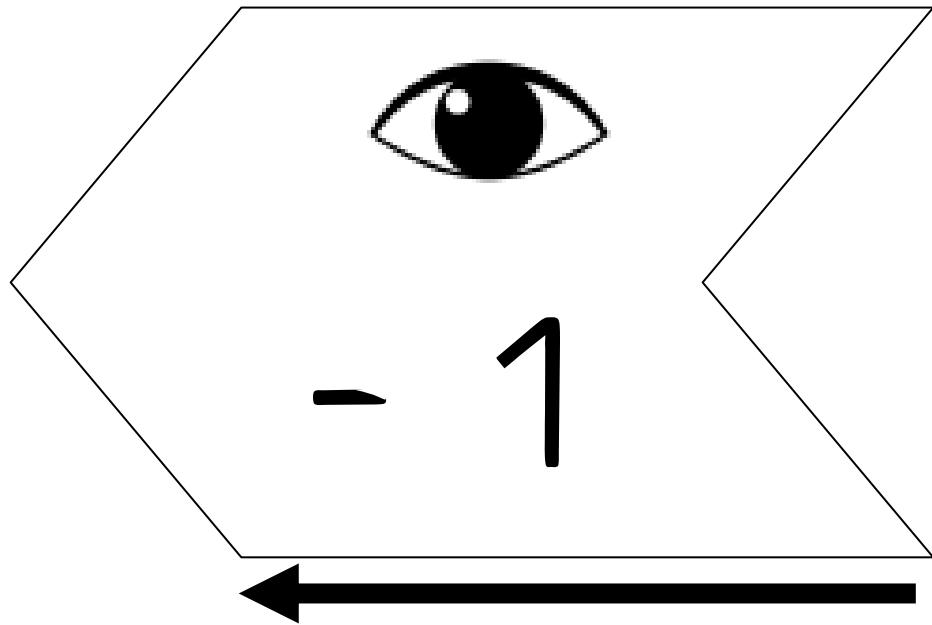




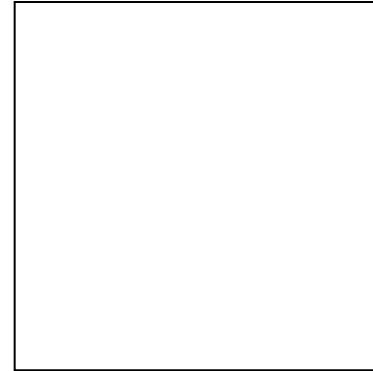








Wenn im Kellerspeicher

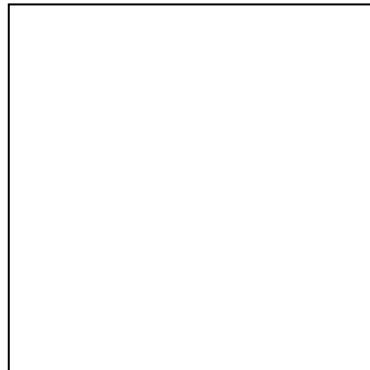


liegt



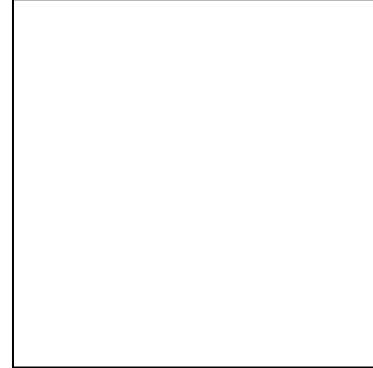
und ein Besucher das Museum betritt,

dann lege



auf den Kellerspeicher

Wenn im Kellerspeicher

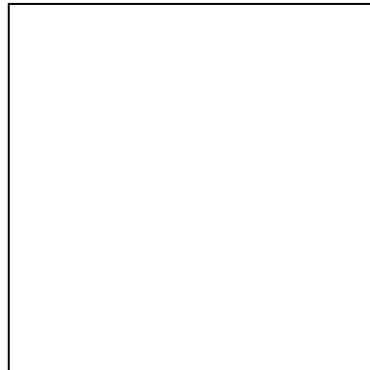


liegt



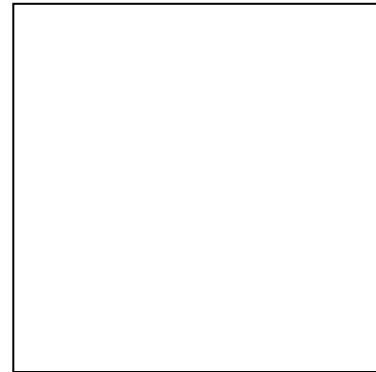
und ein Besucher das Museum betritt,

dann lege



auf den Kellerspeicher

Wenn im Kellerspeicher

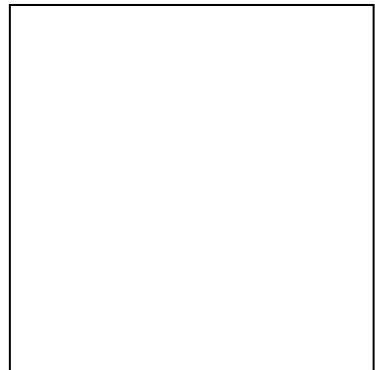


liegt



und ein Besucher das Museum verlässt,

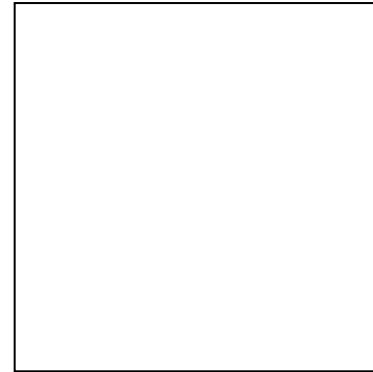
dann entferne



von dem Keller -

speicher.

Wenn im Kellerspeicher



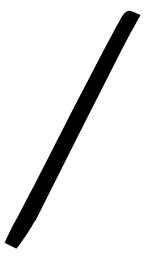
liegt

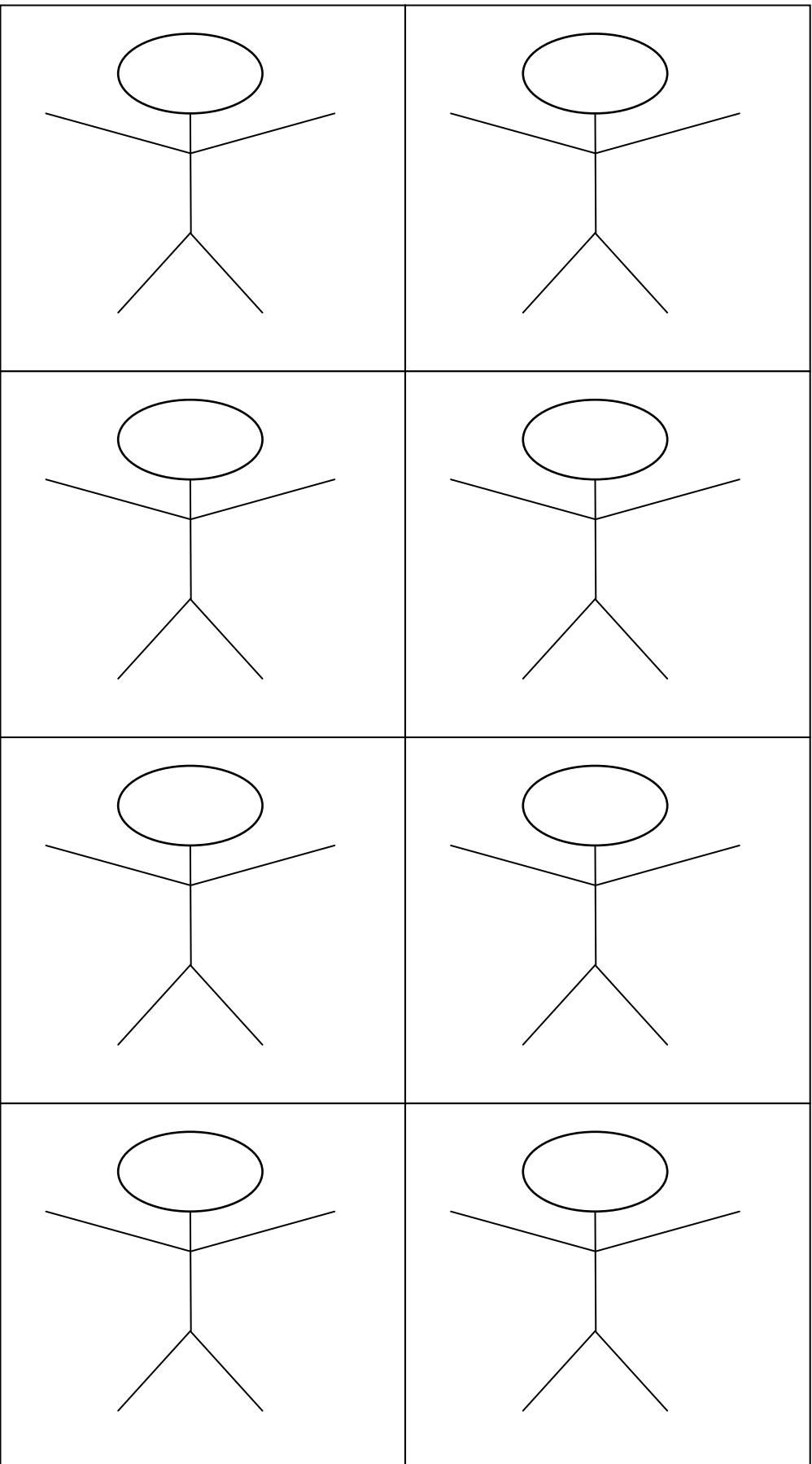


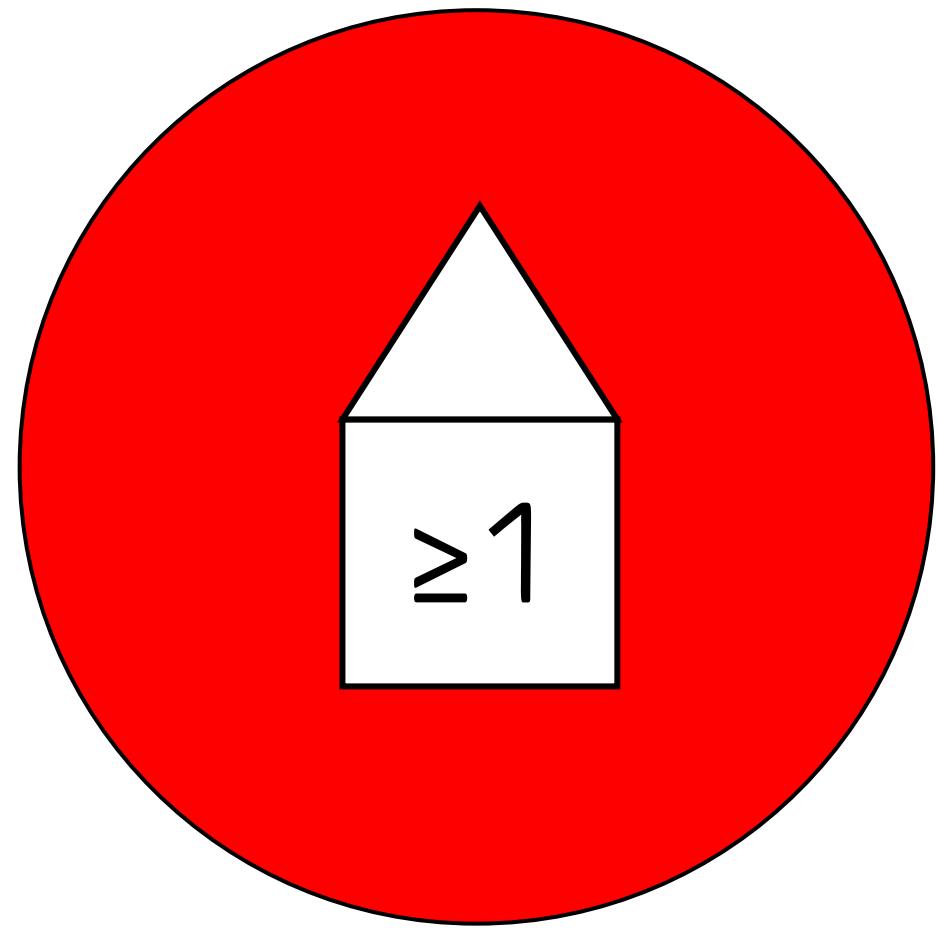
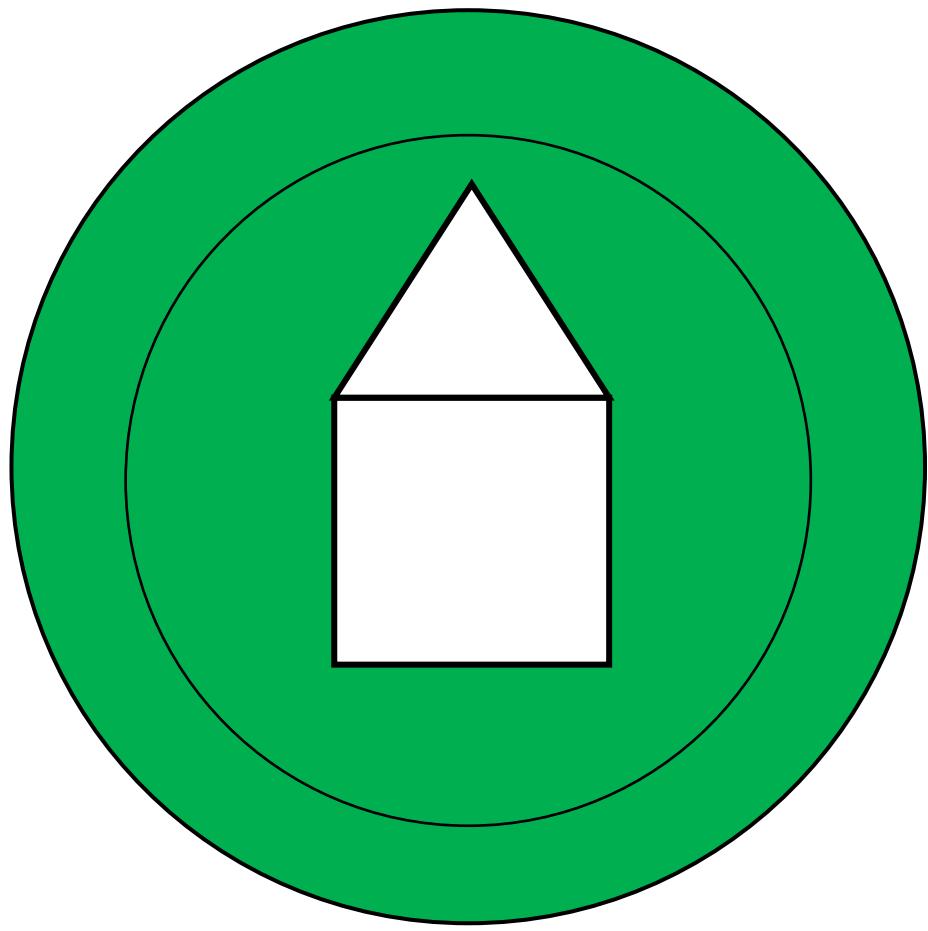
und nichts / passiert,

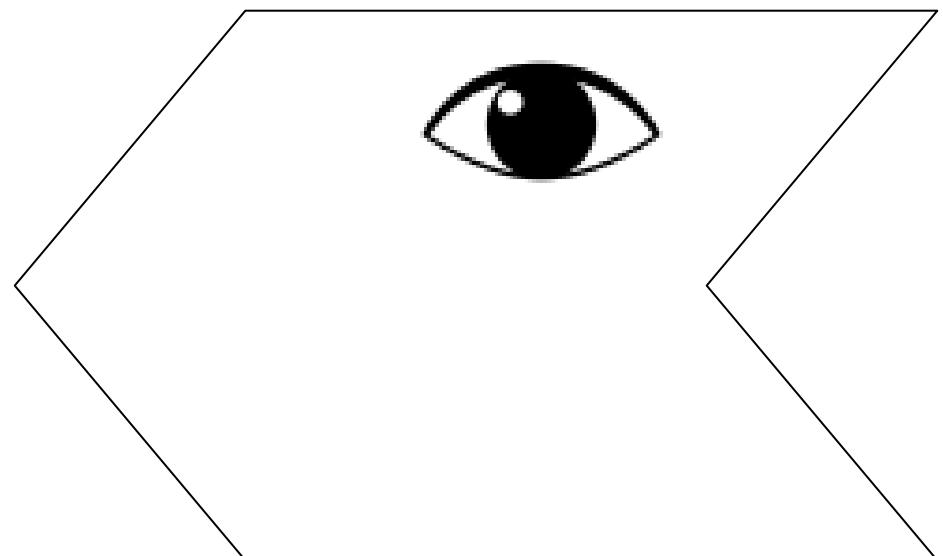
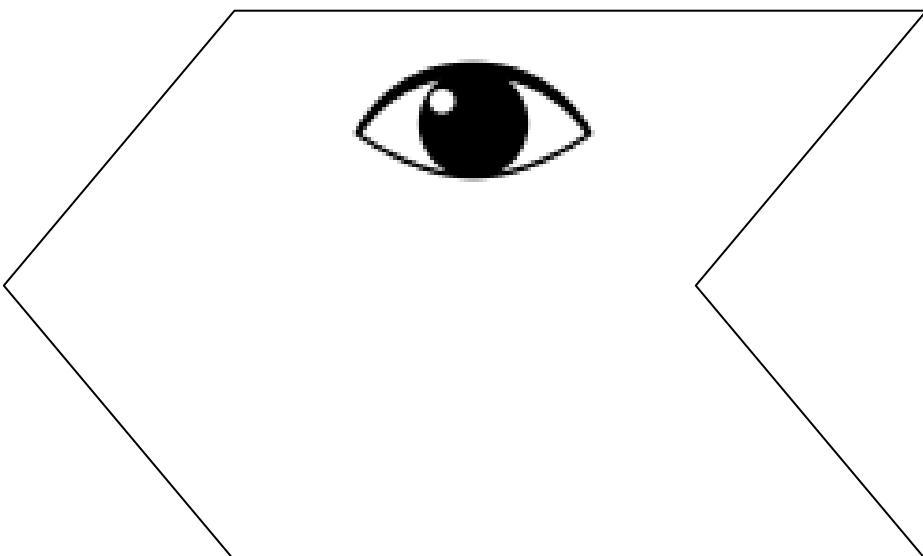
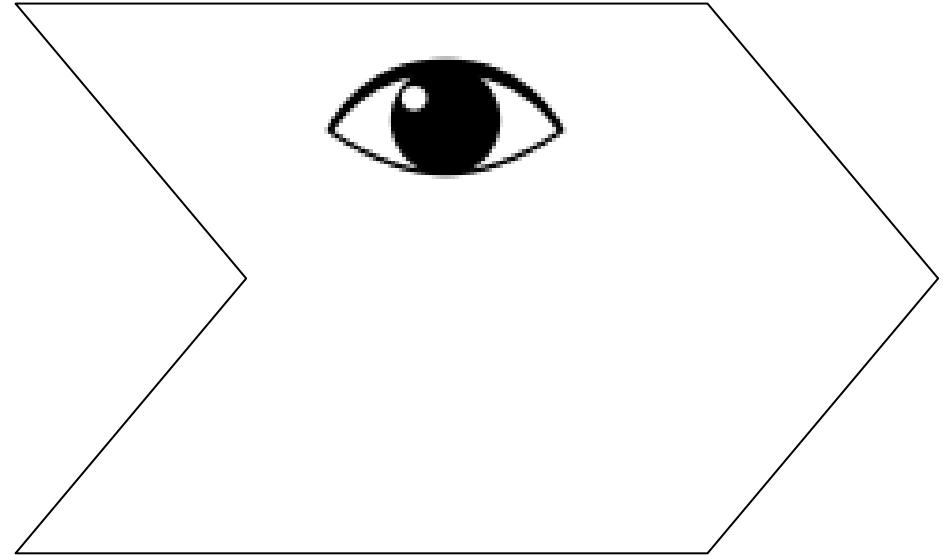
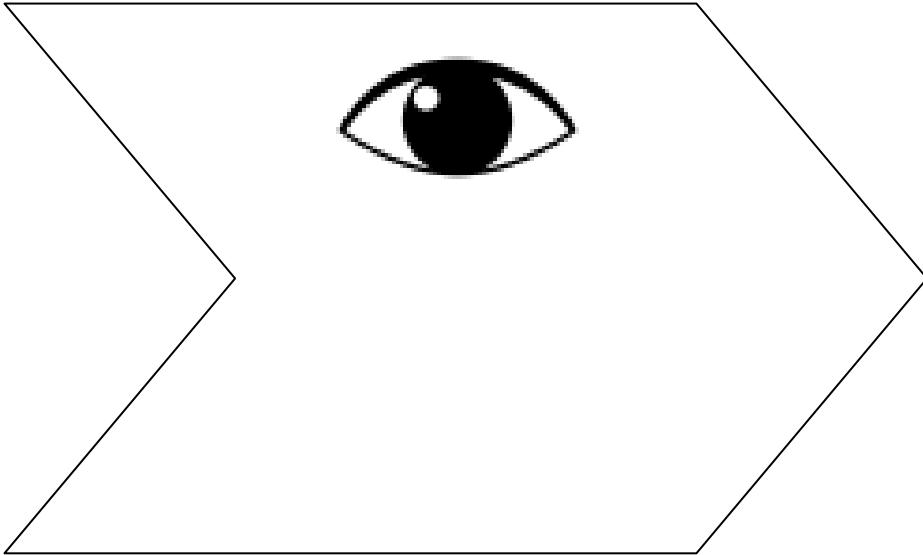
dann ändere nichts / am Kellerspeicher.

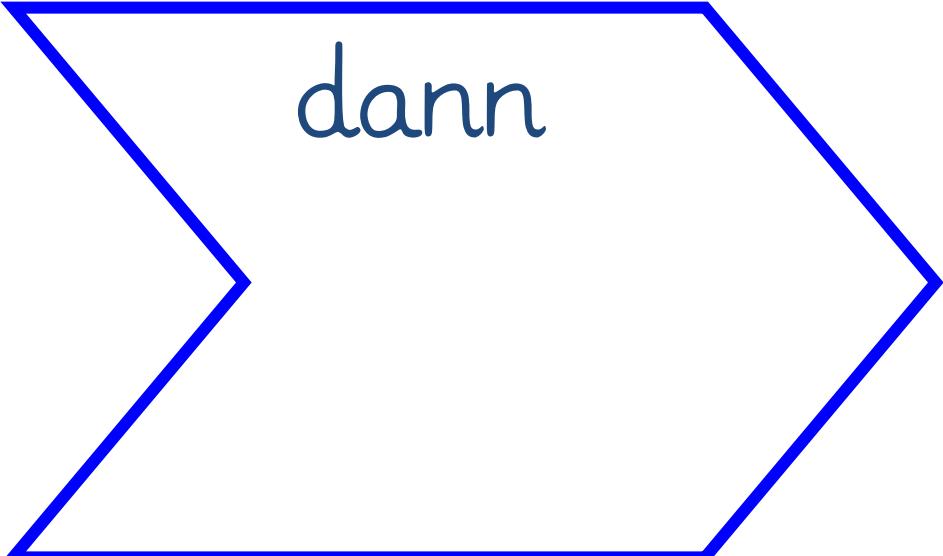
Keller



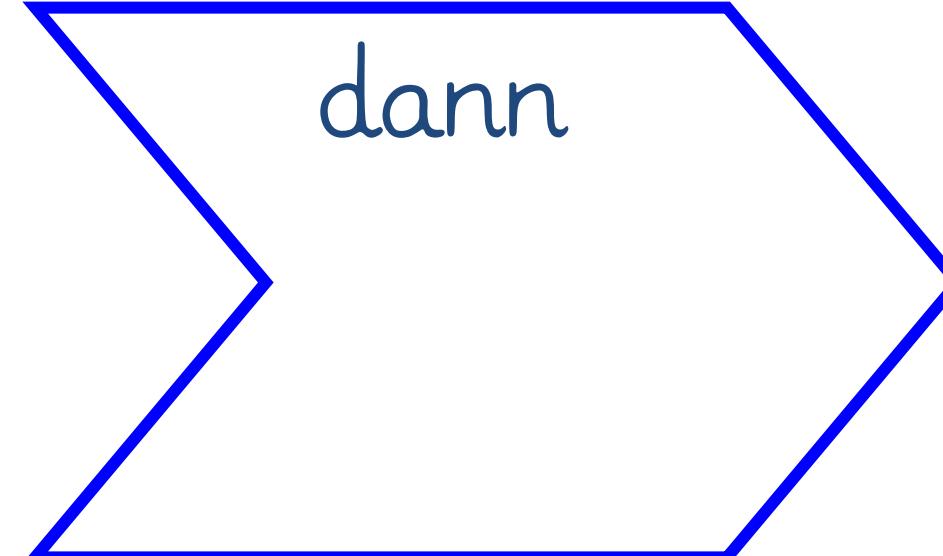




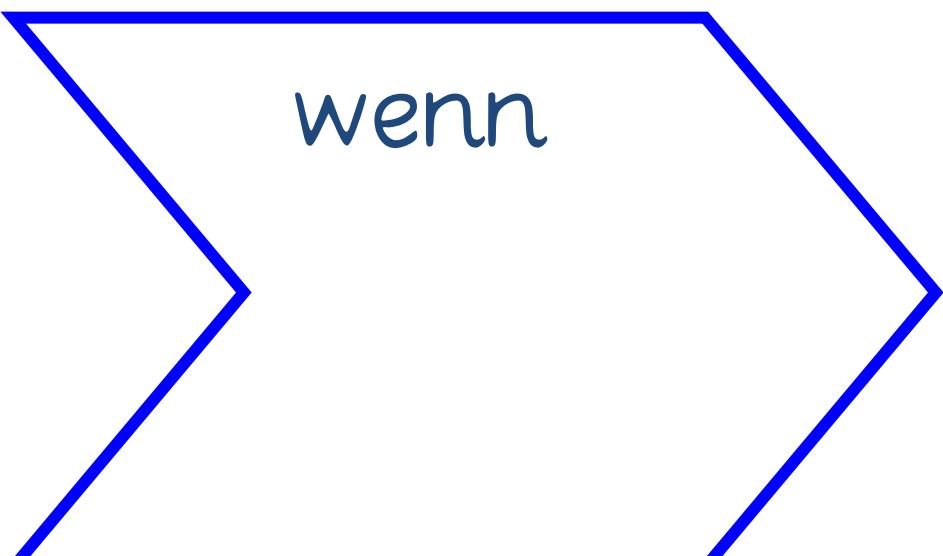




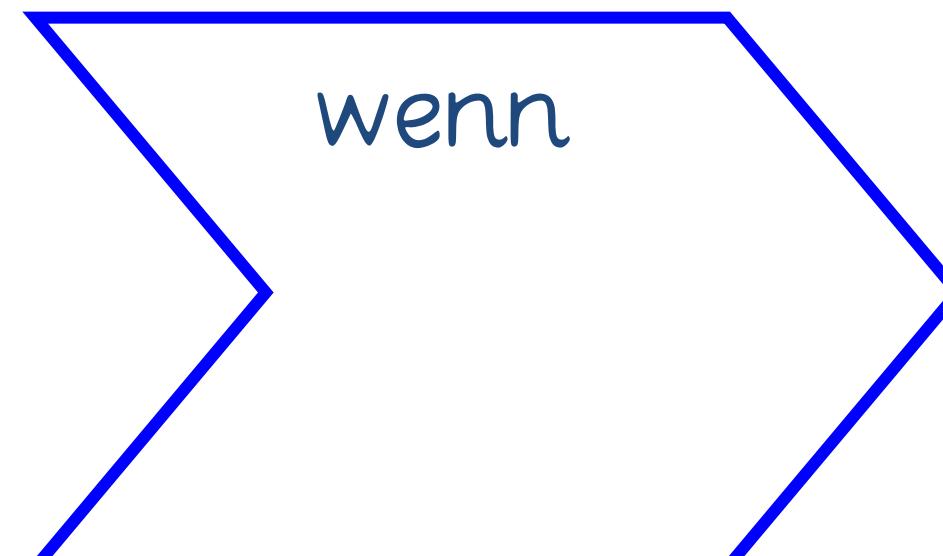
dann



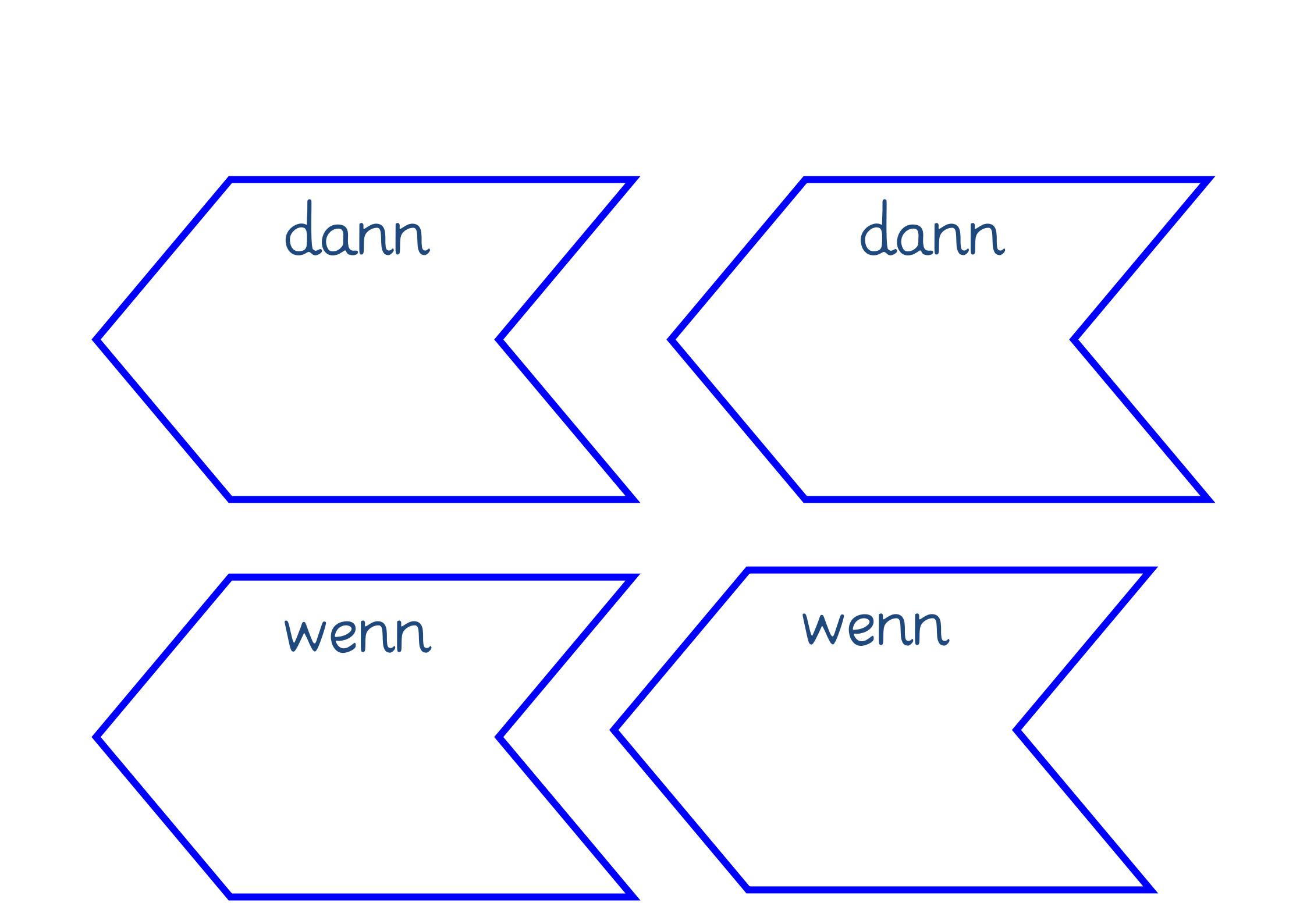
dann



wenn



wenn

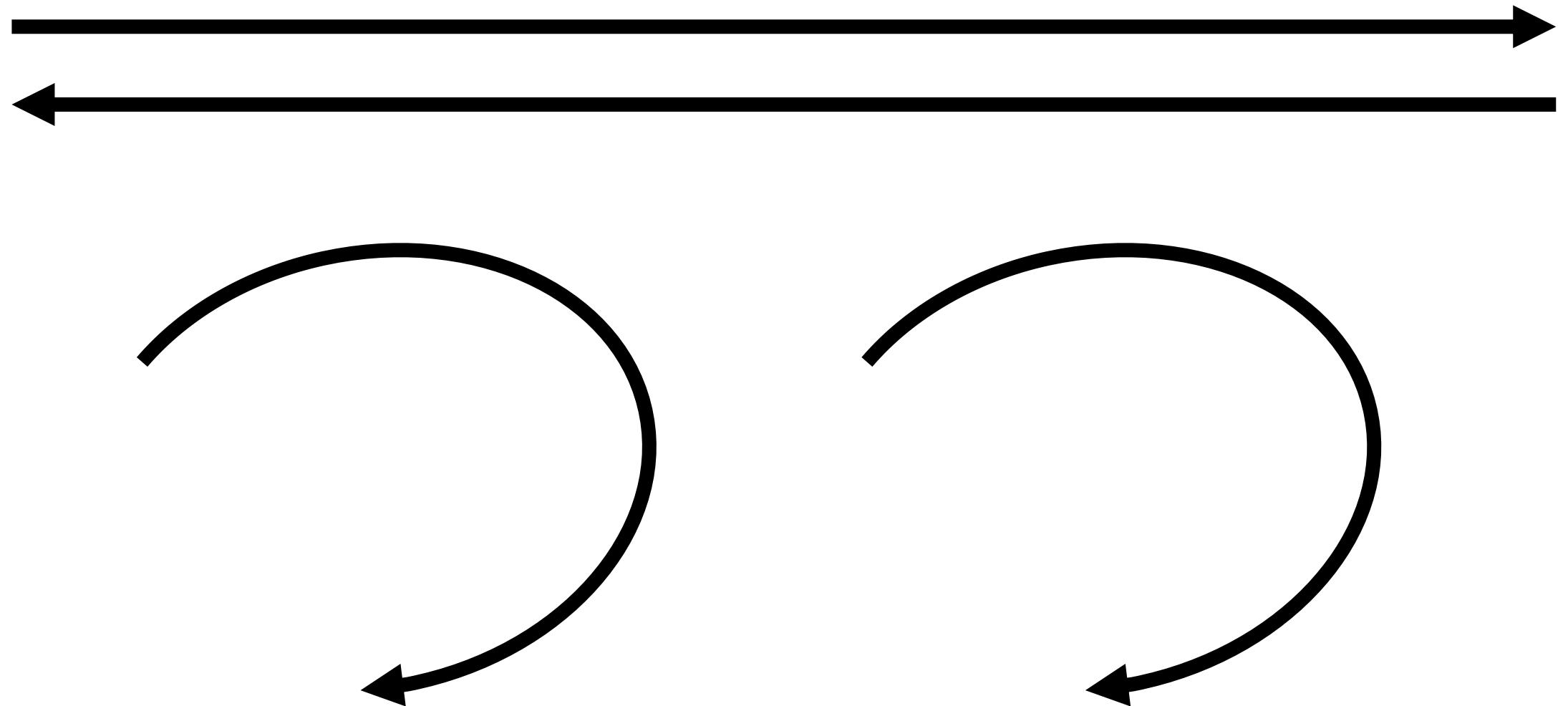


dann

dann

wenn

wenn

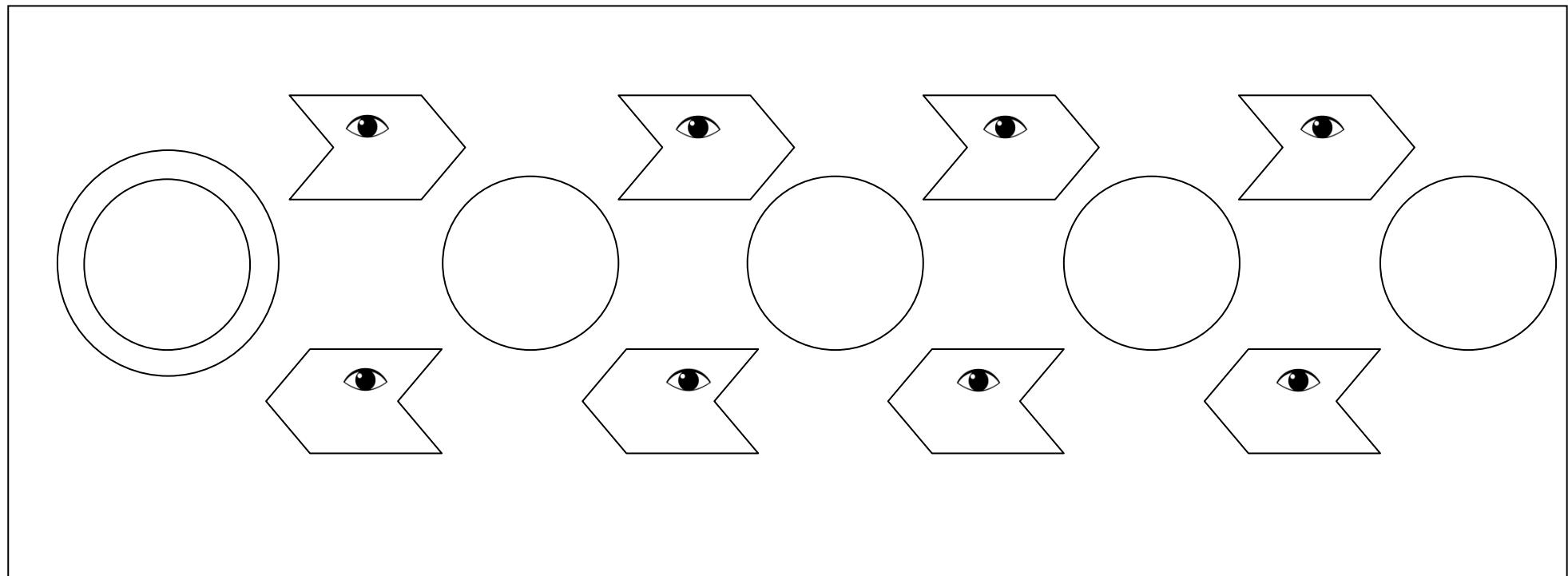


VII Unterrichtsmaterialien für die Arbeitsphasen

- i. Arbeitsblatt 1 (1)**
- ii. Arbeitsblatt 1**
- iii. Arbeitsblatt 1 – Wortspeicher/ Abkürzungen (1)**
- iv. Arbeitsblatt 1 – Wortspeicher/Abkürzungen (2)**
- v. Geschichtenkarten „Mitarbeiter-Automat“**
- vi. Arbeitsblatt 2**
- vii. Arbeitsblatt 2 – Lösung**
- viii. Tippkarte 1**
- ix. Tippkarte 2**
- x. Geschichtenkarten „Besucher-Automat“**
- xi. Kellerspeicher für die Partnerarbeit**

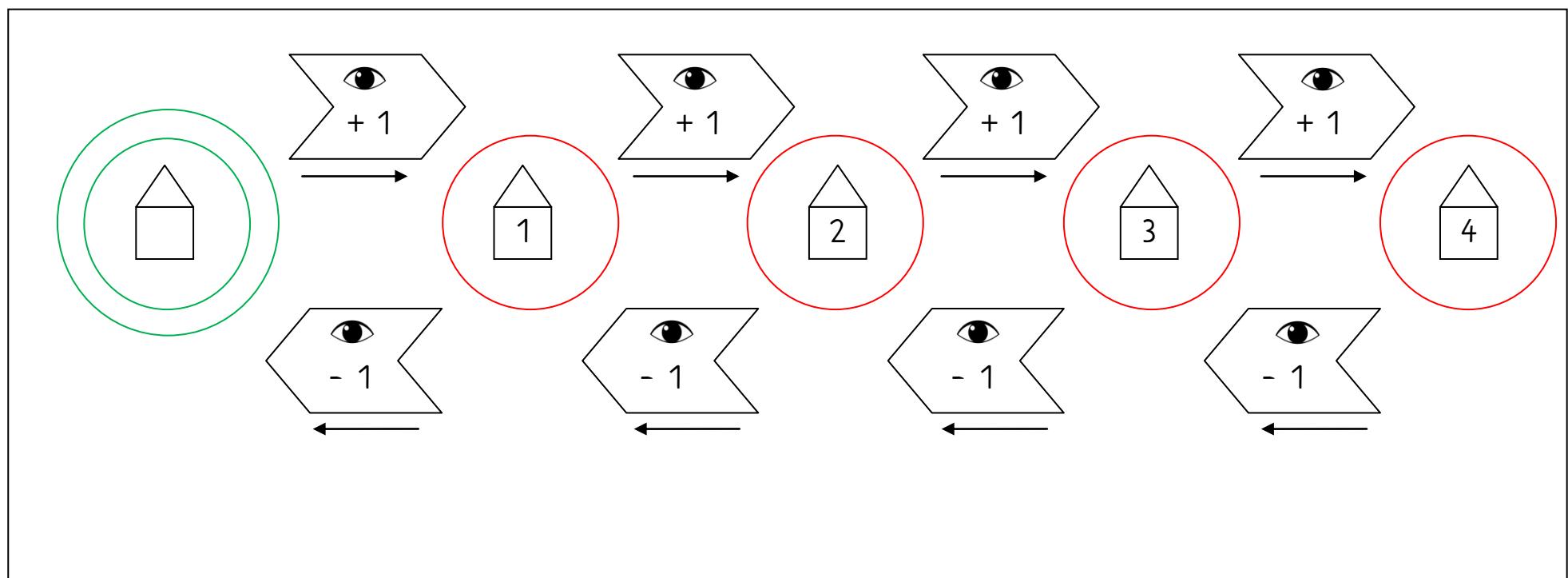
(1) AB 1: Der Mitarbeiter - Automat

Aufgabe: Vervollständige das Modell des Mitarbeiter - Automaten.



AB 1: Der Mitarbeiter - Automat

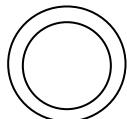
Aufgabe: Vervollständige das Modell des Mitarbeiter - Automaten.



(1) Wortspeicher:



Der Kreis wird **Zustand** genannt.



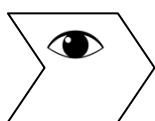
Der Doppelkreis heißt **Endzustand**. Wenn nichts mehr passiert, dann ist der Automat fertig.



Der dicke, kurze Pfeil markiert den **Startzustand**. Der Automat beginnt immer in diesem Zustand.



Der dünne, lange Pfeil heißt **Zustandsübergang**. Der Pfeil wird mit einer Bedingung beschriftet. Wenn die Bedingung erfüllt ist, darf der Automat dem Pfeil folgen. Es können Abkürzungen verwendet werden, die erklärt werden müssen.



Bei diesem Automaten besteht der Zustandsübergang aus einem **Augen - Pfeil**. Er zeigt an, was passieren muss, damit der Automat den Zustand wechselt.

Abkürzungen:

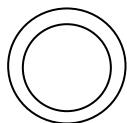
Welche Zeichen können in den Zuständen stehen? Was bedeuten sie?

Welche Zeichen können an den Zustandsübergängen stehen? Was bedeuten sie?

(2) Wortspeicher:



Der Kreis wird Zustand genannt.



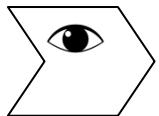
Der Doppelkreis heißt Endzustand. Wenn nichts mehr passiert, dann ist der Automat fertig.



Der dicke, kurze Pfeil markiert den Startzustand. Der Automat beginnt immer in diesem Zustand.



Der dünne, lange Pfeil heißt Zustandsübergang. Der Automat muss einen Zustandsübergang benutzen, um von dem einen in einen anderen Zustand zu wechseln.



Bei diesem Automaten besteht der Zustandsübergang aus einem Augen - Pfeil. Er zeigt an, was passieren muss, damit der Automat den Zustand wechselt.

Abkürzungen:

Welche Zeichen können in den Zuständen stehen? Was bedeuten sie?

Welche Zeichen können an den Zustandsübergängen stehen? Was bedeuten sie?

1

Guten Morgen im Naturkunde Museum in Münster. Heute kommt Frau Mayer als erstes zur Arbeit. Sie betritt das Museum um 8:15 Uhr. Zehn Minuten später kommt erst Frau Bauer und dann Herr Müller. Oh nein, Frau Mayer hat vergessen, ihr Fahrrad abzuschließen. Sie verlässt das Museum noch einmal. Gerade pünktlich betritt um 8:25 Uhr Herr Schulz das Museum. Kurz danach kommt auch Frau Mayer wieder herein. Der Arbeitstag beginnt. Kurz vor 12 Uhr verlassen Frau Bauer und Herr Schulz das Museum. Sie haben heute Nachmittag frei. Auch Herr Müller verlässt das Museum, um sich beim Bäcker ein Brötchen zum Mittagessen zu kaufen. 30 Minuten später kommt er wieder. Er arbeitet weiter und verlässt das Museum kurz vor 18 Uhr. Kann er das Museum abschließen oder ist noch ein anderer Mitarbeiter da?

2

8:30 Uhr: Frau Mayer betritt das Museum
8:35 Uhr: Frau Bauer betritt das Museum
8:45 Uhr: Herr Müller betritt das Museum
 Herr Schulz betritt das Museum
12:05 Uhr: Herr Schulz verlässt das Museum
12:23 Uhr: Herr Schulz betritt das Museum
12:46 Uhr: Frau Bauer verlässt das Museum
15:30 Uhr: Frau Mayer verlässt das Museum
15:45 Uhr: Frau Mayer betritt das Museum
16:00 Uhr: Herr Müller verlässt das Museum
16:05 Uhr: Frau Mayer verlässt das Museum
 Kann sie abschließen?

3

- + 1 bedeutet: jemand betritt das Museum
- 1 bedeutet: jemand verlässt das Museum

+ 1 + 1 - 1 - 1 + 1 + 1 - 1 - 1

Kann das Museum abgeschlossen werden?

4

- Eine Person betritt das Museum.
- Eine Person betritt das Museum.
- Eine Person verlässt das Museum.
- Eine Person verlässt das Museum.
- Eine Person betritt das Museum.
- Eine Person betritt das Museum.
- Eine Person verlässt das Museum.
- Eine Person betritt das Museum.
- Eine Person betritt das Museum.
- Eine Person verlässt das Museum.

Kann das Museum abgeschlossen werden?

5

Eine Person betritt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Kann das Museum abgeschlossen werden?

6

+ 1 bedeutet: jemand betritt das Museum
- 1 bedeutet: jemand verlässt das Museum

+ 1 - 1 + 1 + 1 + 1 - 1 - 1 - 1

Kann das Museum abgeschlossen werden?

7

Guten Morgen im Naturkundemuseum in Münster. Ein Mitarbeiter des Museums kommt zur Arbeit in das Museum. Noch ein Mitarbeiter betritt das Museum. Ein Mitarbeiter verlässt das Museum wieder und holt sein Frühstück aus dem Auto. Jetzt betritt er das Museum wieder. Noch ein Mitarbeiter betritt das Museum. Zwei Mitarbeiter verlassen das Museum wieder. Kann das Museum abgeschlossen werden?

8

1. Frau Rot
2. Herr Grün
3. Frau Blau
4. ~~Frau Rot~~
5. ~~Herr Grün~~
6. Herr Gelb
7. ~~Herr Gelb~~
8. ~~Frau Blau~~

Kann das Museum abgeschlossen werden?

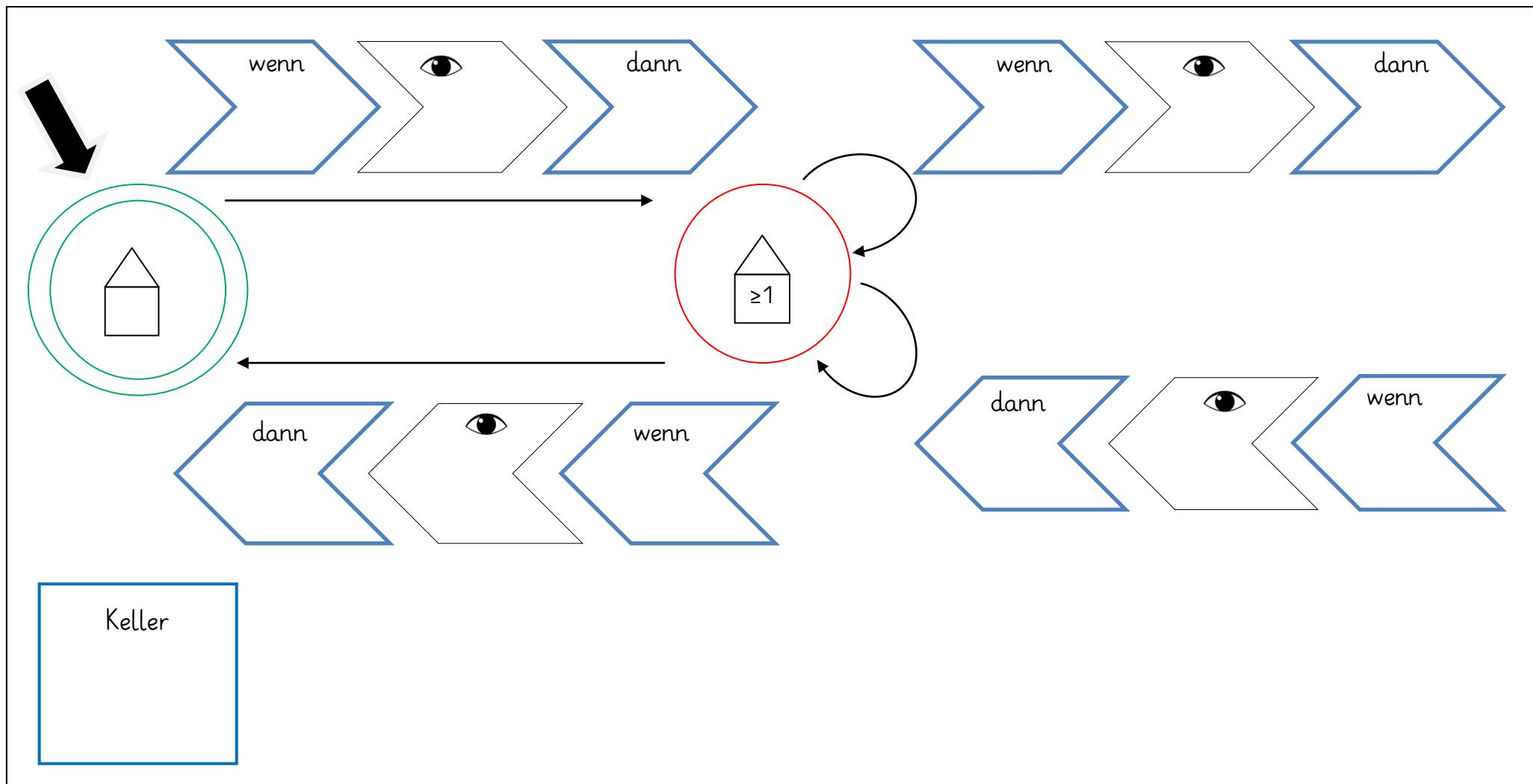


Denkt euch selbst eine Geschichte aus.
Partner 1 denkt sich eine Geschichte aus.
Partner 2 spielt den Automaten.

Tauscht die Rollen.

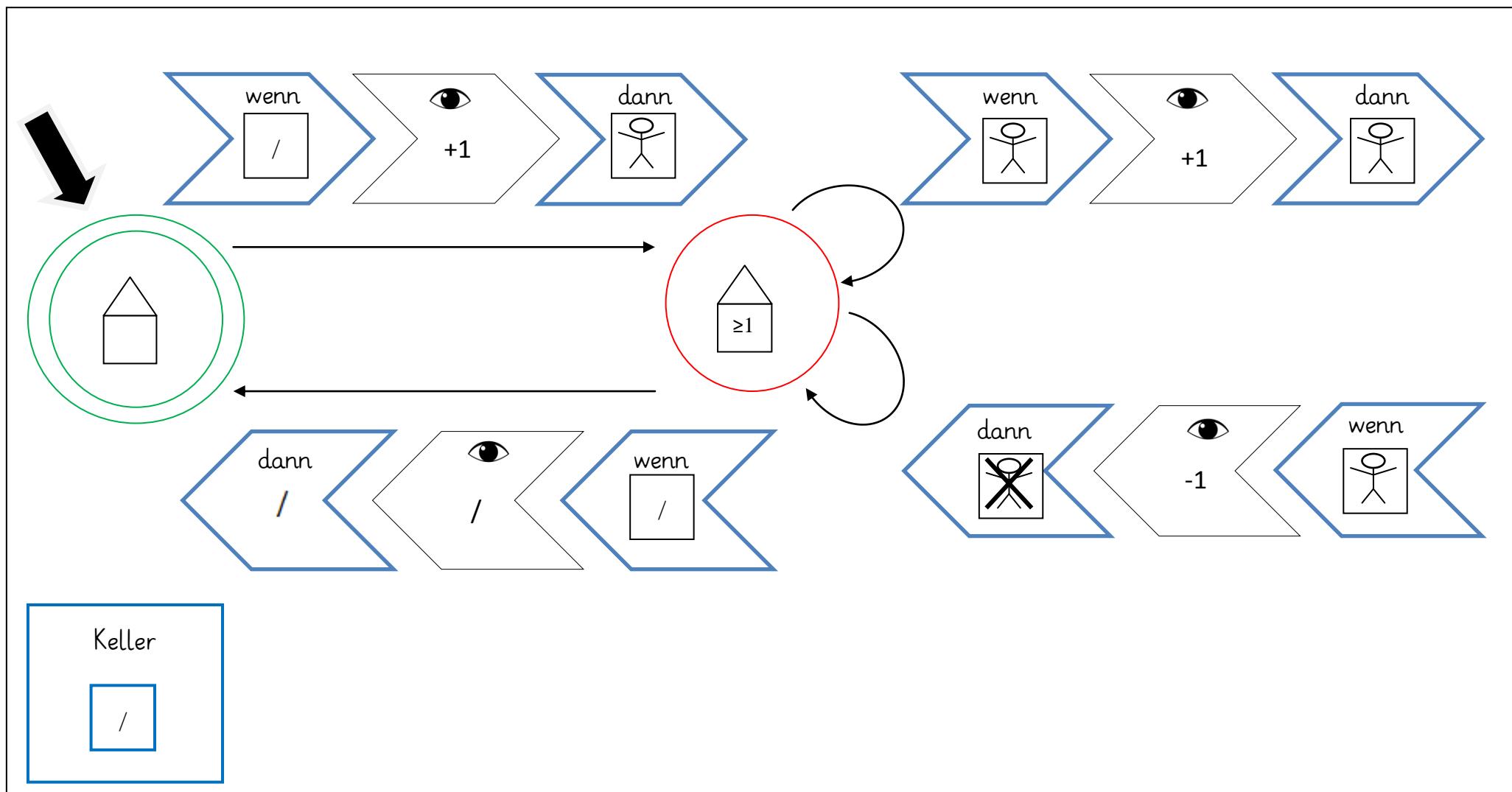
AB 2: Der Besucher - Automat

Aufgabe: Vervollständige das Modell des Besucher - Automaten.



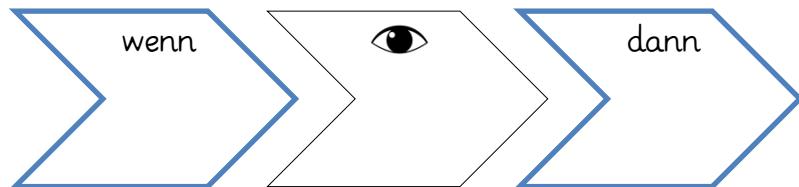
Der Besucher - Automat – Lösung

Aufgabe: Vervollständige das Modell des Besucher - Automaten.





Vergleiche die Zustandsübergänge mit den Satzbausteinen.



Wenn im Kellerspeicher liegt

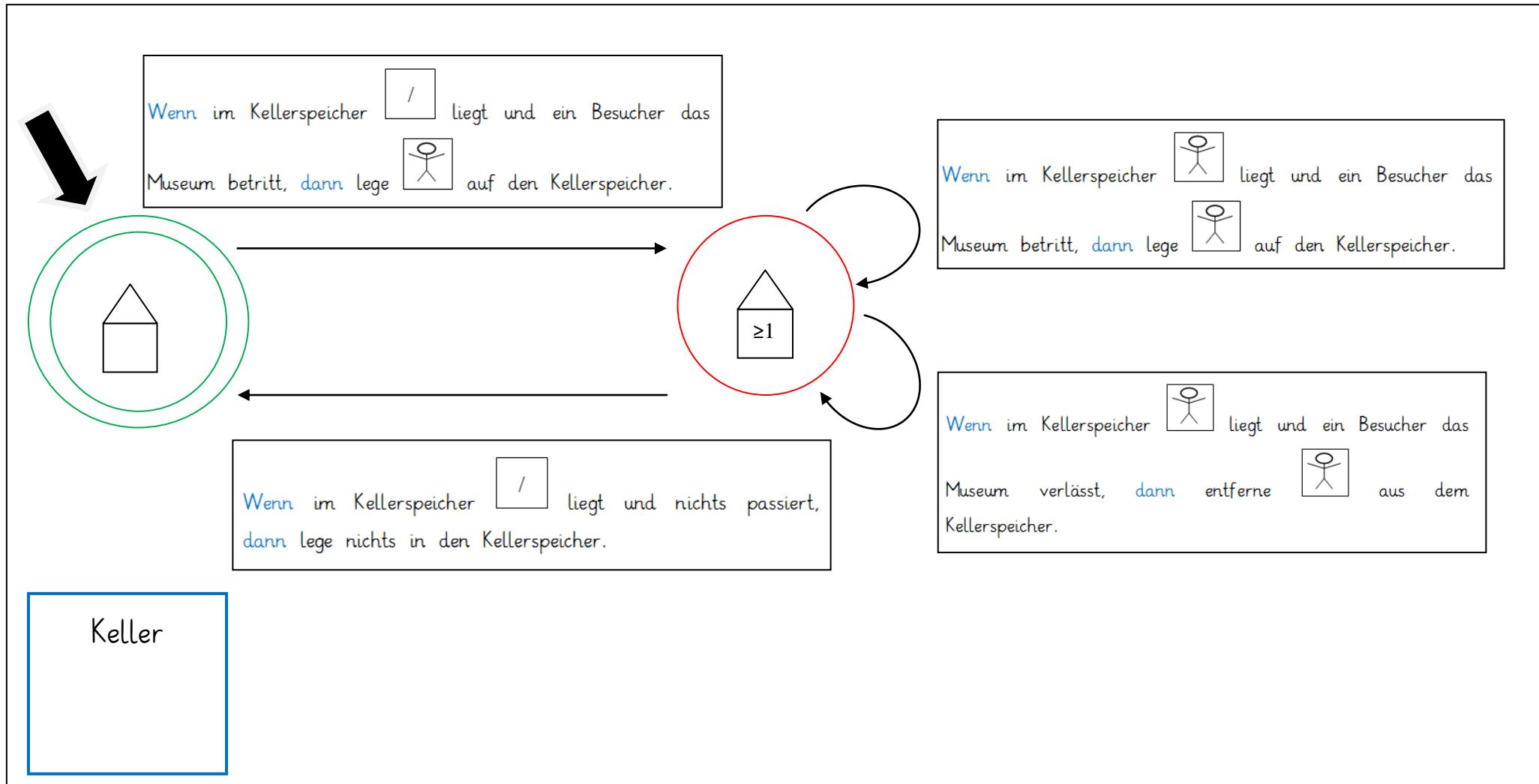
und ein Besucher das Museum
betritt,

dann lege auf den Kellerspeicher



Der Besucher - Automat

Aufgabe: Vervollständige das Modell des Besucher - Automaten.



1

- | | |
|------------|-----------------------|
| 1. Johanna | 12. Tobi |
| 2. Nina | 13. Nina |
| 3. Lisa | 14. Johanna |
| 4. Tobi | 15. Linda |
| 5. Sara | 16. Farid |
| 6. Linda | |
| 7. Jonas | Kann das Museum |
| 8. Farid | abgeschlossen werden? |
| 9. Lisa | |
| 10. Jonas | |
| 11. Sara | |

2

- Eine Person betritt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Eine Person betritt das Museum.
Eine Person verlässt das Museum.
Kann das Museum abgeschlossen werden?

3

- + 1 bedeutet: jemand betritt das Museum
- 1 bedeutet: jemand verlässt das Museum

+ 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 - 1 - 1
- 1 - 1 + 1 - 1 + 1 + 1 - 1 - 1
- 1 - 1

Kann das Museum abgeschlossen werden?

4

Guten Morgen im Naturkundemuseum in Münster. Am Eingang des Museums kommen Besucher vorbei

→ eine Person betritt das Museum
← eine Person verlässt das Museum
→ → → → → → ← ← ← → ← →
→ ←

Kann das Museum abgeschlossen werden?

5

Guten Morgen im Naturkundemuseum in Münster! Als erstes betritt heute Morgen Franzi das Museum. Als nächstes kommt Kai. Gleich danach betritt auch schon Jan das Museum. Jetzt kommt Jule mit ihrer Schwester Klara. Franzi hat sich alles angeschaut. Sie verlässt das Museum. Auch Jan verlässt nun das Museum. Jetzt kommt Ole und betritt das Museum. Auch Oles Mutter ist dabei und geht in das Museum. Als nächstes verlässt Kai das Museum. Jetzt kommen Julius und sein Vater. Jule und Klara verlassen das Museum. Auch Ole und seine Mutter gehen wieder nach Hause.

Kann das Museum abgeschlossen werden?



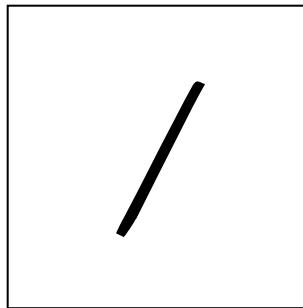
Denkt euch selbst eine Geschichte aus.

Partner 1 denkt sich eine Geschichte aus.

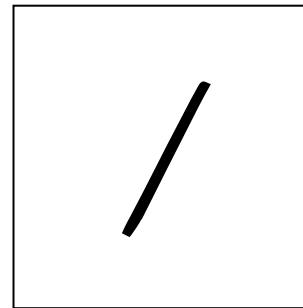
Partner 2 spielt den Automaten.

Tauscht die Rollen.

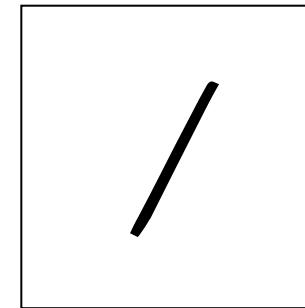
Keller



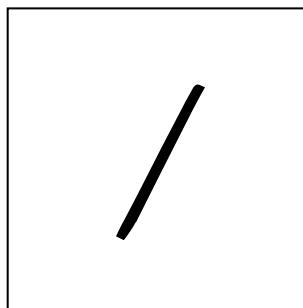
Keller



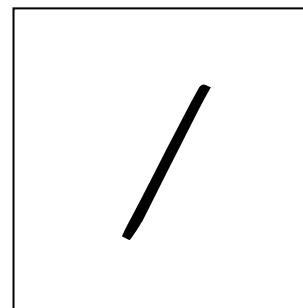
Keller



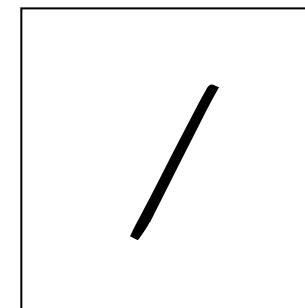
Keller

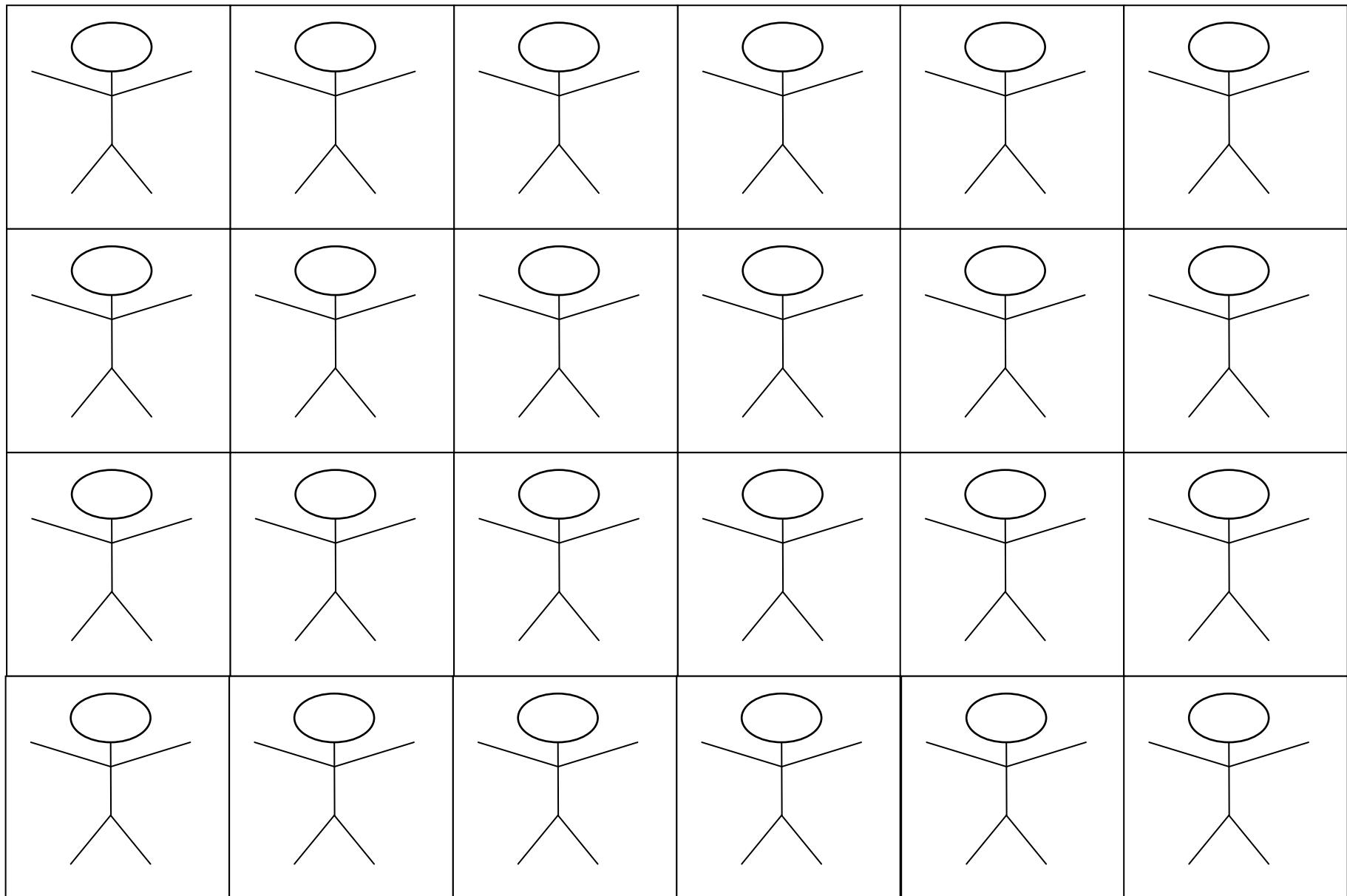


Keller



Keller





Antiplagiatserklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit mit dem Titel „*Museums-Automat“- Pilotstudie zu einer Unterrichtseinheit im Bereich "Sprachen und Automaten" für die Jahrgangsstufe vier* selbstständig 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.

12.02.2020 Noeylard
Datum, Unterschrift

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 eine Datenbank einverstanden.

12.02.2020, Noeylard
Datum, Unterschrift

Verwertungsrechte

„Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die vorliegende Arbeit durch den Arbeitsbereich Didaktik der Informatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster verwertet werden darf. Dazu gehören die Nutzung und/oder die Veränderung in zukünftigen Lehrveranstaltungen sowie für zukünftige digitale und/oder gedruckte Veröffentlichungen.“

Die folgenden Daten werden grundsätzlich aus dem Dokument entfernt: E-Mail-Adresse, Anschrift und Matrikelnummer.

12.02.2020 , Noeylard
Datum, Unterschrift