

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Betreuer: Prof. Dr. Marco Thomas  
Wintersemester 2011

Masterarbeit im Fach Informatik

Konzeption von Unterrichtsmodulen  
zur Vermittlung kerninformatischer Inhalte  
in der Grundschule

Design of education modules  
for teaching fundamentals of computer science  
in primary school

Jens Brumma

Studiengang: Master of Education  
Fächer: Mathematik, Informatik

## Inhalt

1 Einleitung.....	1
2 Computer in der Grundschule.....	3
2.1 Mediennutzung und kerninformatische Inhalte.....	3
2.2 Kerninformatische Inhalte in der Grundschule.....	4
2.3 Probleme des Anfangsunterrichts der Informatik.....	6
2.4 Besonderheiten für Informatik in der Grundschule.....	8
3 Die fundamentalen Ideen der Informatik.....	11
3.1 Definition der fundamentalen Ideen der Informatik.....	11
3.2 Erweiterungen der fundamentalen Ideen.....	13
3.3 Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen ?.....	15
3.3.1 Rekursion.....	16
3.3.2 Greedy-Methode.....	18
3.3.3 Strukturierte Zerlegung.....	19
3.3.4 Fazit.....	23
4 Die Unterrichtsmodule.....	24
4.1 Der Binärbaum mit Hilfe des Morsealphabets.....	26
4.1.1 Der Binärbaum.....	26
4.1.2 Das Morsealphabet.....	29
4.1.3 Die Unterrichtsmaterialien zum Morsealphabet.....	29
4.1.4 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch.....	32
4.1.5 Fazit.....	34
4.2 Unterrichtsmodul zur Caesarverschlüsselung.....	35
4.2.1 Caesarverschlüsselung.....	35
4.2.2 Verschlüsselung im Sachkundeunterricht.....	37
4.2.3 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch.....	40
4.2.4 Fazit .....	42
4.3 Unterrichtsmodul zur Einführung eines Zustandsgraphen.....	42
4.3.1 Kontextwahl.....	43
4.3.2 Der endliche Automat und seine Darstellung.....	44
4.3.3 Gestaltung des Unterrichtsmaterials.....	45
4.3.4 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch.....	47
4.3.5 Fazit.....	49
4.4 Unterrichtsmodul zur Einführung von Dualzahlen.....	50
4.4.1 Dualzahlen.....	50
4.4.2 Die Einführung der Dualzahlen in der Grundschule.....	51
4.4.3 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch.....	53
4.4.4 Fazit.....	56
4.5 Bewertung der Module durch die Kinder.....	56
5 Reflexion und Ausblick.....	59
6 Literaturverzeichnis.....	61
7 Abbildungsverzeichnis.....	65
8 Anhang.....	66
9 Eidesstattliche Erklärung .....	116

## 1 Einleitung

Der Fachbereich Didaktik der Informatik der Westfälische Wilhelms-Universität Münster hat vor einigen Jahren das Projekt „Informatik für Frauen“ ins Leben gerufen, welches versucht, den aktuell sehr geringen Anteil von Frauen in Informatikstudiengängen und -berufen zu erhöhen. Im Rahmen dieses Projektes werden Kurse und Workshops für Schülerinnen der Sekundarstufe I angeboten, welche Studentinnen in den Schulen durchführen.<sup>1</sup>

Auf Grundlage der Hypothese, dass ein möglichst früher Einstieg in die Informatik das Geschlechterverhältnis angleichen könnte, soll im Rahmen dieser Arbeit überprüft werden, inwieweit Unterrichtsmodule mit informatischen Inhalten schon in der Grundschule durchführbar sind. Ziel ist es herauszuarbeiten, ob ausgewählte Bereiche der Informatik didaktisch so weit reduziert werden können, dass Grundschülerinnen und -schüler ein Verständnis für sie entwickeln. Dazu werden exemplarisch vier Module mit kerninformatischem Inhalt entworfen und in einer Grundschule auf ihre Durchführbarkeit überprüft. Die Auswirkungen eines frühen Einstiegs in die Informatik auf die spätere Studien- und Berufswahl von Frauen sollen und können hier nicht untersucht werden.

Wenn in der Vergangenheit in Grundschulen von Informatik die Rede war, wurde hiermit häufig die Anwendung von Computern verbunden. Die in dieser Arbeit entwickelten Module sollen über eine Anwenderschulung hinaus gehen und Bereiche der Kerninformatik beinhalten. In der Fachwissenschaft versteht man unter Kerninformatik die theoretischen Grundlagen der Informatik, zum Beispiel Algorithmen, Automatentheorie oder Verschlüsselung. Diese anspruchsvollen Themenbereiche können in geeigneter Aufbereitungsform auch bei Grundschülerinnen und -schülern schon Interesse wecken.

Bevor die Module vorgestellt werden, erfolgt zunächst im zweiten Kapitel eine Analyse der Situation in Grundschulen in Bezug auf die Nutzung von Computern. Diese hat zur Zeit nur wenig mit kerninformatischen Inhalten gemein sondern es findet häufig nur eine Computerschulung statt. Außerdem soll der Anfangsunterricht in Informatik<sup>2</sup>, wie er bisher in der Sekundarstufe I stattfindet analysiert werden. Es

---

1 Vgl. Universität Münster: Informatik für Frauen

2 Vgl. Schubert, S.; Schwill, A (2004), S. 287-289

wird diskutiert, inwieweit die sich hieraus ergebenden Probleme mit einem Einstieg in der Grundschule gelöst werden könnten. Am Ende des Kapitels sollen die Besonderheiten der Primarstufe erläutert und deren Auswirkungen auf die Gestaltung von Unterrichtsmodulen beschrieben werden.

Das dritte Kapitel soll klären, welche Themen überhaupt Inhalt des Informatikunterrichts sein sollten. Hierbei werden die fundamentalen Ideen der Informatik von Schwill<sup>3</sup> beschrieben. Schwill selbst führte zu seinen Ideen eine Studie zum Verständnis der informatischen Inhalte von Grundschülern durch. Diese wird beschrieben und kritisch betrachtet.

Da die Studie aber eher theoretische Natur ist, werden im vierten Kapitel vier Unterrichtsmodule entwickelt und dargestellt. Im Anschluss an die jeweilige Entwicklung erfolgt eine praktische Durchführung der Module in der Grundschule. Die Rückmeldungen sowohl der Lehrerin als auch der Schülerinnen und Schüler bezüglich Durchführbarkeit, Lerneffekt und Schülermotivation werden reflektiert, so dass vier Unterrichtsmodule mit kerninformatischem Inhalt entstehen, die mit leichten Änderungen in der Grundschule erfolgreich eingesetzt werden können.

Am Ende der Arbeit erfolgen ein Fazit und ein Ausblick zur Durchführbarkeit von kerninformatischen Inhalten in der Grundschule.

---

<sup>3</sup> Vgl. Schubert, S.; Schwill, A. (2004), S. 65-76

## 2 Computer in der Grundschule

In vielen Grundschulen gibt es sogenannte Medienecken oder Computerecken, in denen in einzelnen Klassenräumen einige wenige Computer vorhanden sind. Hierzu stellt sich die Frage, wofür diese in der Praxis genutzt werden und wofür sie benutzt werden könnten. Oftmals wird die reine Nutzung des Computers im Unterricht mit Informatik bezeichnet, auch wenn aus wissenschaftlicher Sicht keine informatischen Inhalte vermittelt werden. Daher gilt es zwischen der Nutzung des Computers als Medium und Unterrichtsinhalten der Kerninformatik zu unterscheiden.

### 2.1 Mediennutzung und kerninformatische Inhalte

Bei der Nutzung von Computern als Medium lernen Schülerinnen und Schüler keine informatischen Inhalte, sondern die Nutzung des Computers zum Erlernen von Fachinhalten aus anderen Fächern steht im Vordergrund. Die Unterrichtsinhalte können zum Beispiel durch Lernsoftware vermittelt werden, mit deren Hilfe oft Leistungsdefizite ausgeglichen werden.<sup>4</sup> Allerdings sind computergestützte Lernhilfen nur dann erfolgreicher als traditionelle, wenn sie nicht einfach nur eine multimediale Umsetzung von herkömmlichen Lernmitteln sind. „Bei den meisten Programmen fühlen wir uns an die Anfänge der Lernmaschinen- und Lernprogramme in den 60er Jahren erinnert: Rechtschreibung und Rechnen werden geübt – so einfallslos wie damals. Daran ändert auch der zur Belohnung über den Bildschirm hüpfende Löwe nichts.“<sup>5</sup>

Oftmals findet über die Nutzung von Lernsoftware hinaus noch eine „Computerschulung“ statt, in der die Bedienung des Computers vermittelt wird. Dabei stellt sich die Frage, ob eine reine Nutzerschulung ausreichend ist oder ob informatisches Hintergrundwissen erforderlich ist. Durch eine reine Nutzerschulung kann der Anwender zwar immer wiederkehrende Aufgaben mit Hilfe des Computers lösen, sobald kleine Änderungen der Routinen oder technische Probleme bei der Nutzung entstehen, wird wieder fremde Hilfe benötigt.

Im Gegensatz zur Mediennutzung lassen sich unter kerninformatischen Inhalten viele Inhalte der Wissenschaft Informatik bündeln, wie zum Beispiel Problemlösung

---

4 Vgl. Gervé, F. (1998), S. 195

5 Schreier, H.; Lippe, J. (1987), S. 18

und Algorithmen, Automatentheorie oder die theoretische Informatik. Hauptsächlich geht es hierbei um die Grundlagen der Fachwissenschaft Informatik. Hierzu gibt es verschiedene Ansätze, welche Bereiche aus den breitgefächerten fachwissenschaftlichen Inhalten in der Schule vermittelt werden sollen. Im weiteren Verlauf werden die „fundamentalen Ideen der Informatik“ von Schwill vorgestellt<sup>6</sup>, welche eine Auswahl möglicher Unterrichtsinhalte darstellen. Zunächst wird die Frage geklärt, ob überhaupt eine Notwendigkeit für informative Inhalte in der Grundschule vorhanden ist und welchen Zweck diese erfüllen könnten.

## **2.2 Kerninformatische Inhalte in der Grundschule**

Informationstechnische Geräte sind heute allgegenwärtig. Selbst Grundschüler sind im Alltag mit dem Umgang von ihnen vertraut, auch wenn meistens nur eine reine Anwendung erfolgt. Daher wird von verschiedenen Seiten wie zum Beispiel Eltern oder Gewerkschaften eine informative Bildung in der Schule gefordert, um die Kinder und Jugendlichen auf eine erfolgreiche berufliche Karriere vorzubereiten. Solche Forderungen verlangen meist eine Nutzung des Computers als Medium zum Beispiel als klassisches Officeprodukt mit Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation. Aus informatikdidaktischer Sicht steht jedoch keine Anwendungsschulung im Vordergrund des Unterrichtsfachs, sondern vielmehr die Vermittlung kerninformatischer Inhalte der Fachwissenschaft.

Wenn man die Einstellung der Schülerinnen und Schüler zur Technik betrachtet, werden technische Geräte oft als gegeben und vorhanden angesehen, jedoch nicht kritisch hinterfragt, wie diese funktionieren und warum sie manchmal nicht funktionieren. Dieser Aspekt soll auch ein Teilbereich des Informatikunterrichts sein, in dem er die Möglichkeiten und Grenzen neuer Geräte und ihrer Anwendung zeigt. Der Grund, warum Informatik zumindest in einfachen Teilbereichen im Sachunterricht vorkommen sollte, liegt auf der Hand: Selbst für Grundschüler ist heute ein Umgang mit technischen Geräten selbstverständlich. So zeigt eine Studie aus dem Großraum Köln, dass ungefähr 30 % der Neunjährigen bereits ein eigenes Handy besaßen, während es bei den Zehnjährigen schon mehr als die Hälfte waren.<sup>7</sup> Aus eben dieser All-

---

6 Vgl. Kapitel 3

7 Vgl. Detering, S.; Kleedorfer, D.; Petzold, M. (2006), S. 43

gegenwärtigkeit und selbstverständlichen Nutzung informationstechnischer Medien und Produkte durch Grundschüler erscheint ein früherer Einstieg in den Informatikunterricht sinnvoll.

Ein weiterer Grund für einen früheren Einstieg in die Informatik liegt in der Genderproblematik. Aus dem Bericht „Das Schulwesen in NRW aus quantitativer Sicht“ des Landes Nordrhein-Westfalen von 2011<sup>8</sup> geht hervor, dass der Mädchenanteil in der gymnasialen Oberstufe im Grundkurs Informatik nur etwa 25 % beträgt und im Leistungskurs sogar bei unter 20 % liegt. Das ist nicht wünschenswert, so dass ein Ziel sein sollte, den Informatikerinnenanteil in der Schule und in Berufen zu erhöhen.

Die Universität Münster versucht über das Programm „Informatik für Frauen (IFF)“<sup>9</sup> mit speziellen Angeboten für Schülerinnen mehr Mädchen für Informationstechnische Berufe zu gewinnen und deren Interesse an Informatik zu steigern. Hierzu bietet sie viele Workshops oder Kurse exklusiv für Mädchen der Sekundarstufe I an. Die Teilnehmeranzahl ist gering, woraus der Schluss gezogen werden könnte, dass separate Angebote von Mädchen nicht angenommen werden. Wenn man die Geschlechterverhältnisse im Informatikunterricht in der Sekundarstufe I betrachtet, haben die Klassen ebenfalls einen höheren Anteil an Jungen als an Mädchen. Daher kann man vermuten, dass Mädchen entweder kein Interesse an Informatik haben, da dieses bisher nicht geweckt wurde oder aus ihrer Sicht Jungen in ihrem Alter oftmals schon über bessere Informatikkenntnisse verfügen. Um eine Überforderung zu vermeiden meiden sie daher diese schulischen Angebote. Eine Lösung könnte der Einstieg in der Grundschule sein um frühzeitig Vorurteile auszuräumen, eine Leistungs-homogenität der Geschlechter zu erreichen und so ein Interesse der Mädchen an Informatik zu fördern.

Im Gegensatz zum Informatikunterricht in der Sekundarstufe I oder II werden in der Grundschule viele Fachgebiete nicht separat unterrichtet sondern unter dem Fach Sachkundeunterricht gebündelt. Unter diesem sollten auch die kerninformatischen Inhalte eingegliedert werden, so dass durch kleinere Unterrichtsmodule Wissen vermittelt werden kann, da die Unterrichtszeit auf viele verschiedene Wissensgebiete aufgeteilt wird. Für die Schülerinnen und Schüler muss es hierbei nicht offensichtlich zu

---

8 Vgl. Das Schulwesen in NRW aus quantitativer Sicht (2011)

9 Vgl. Universität Münster: Informatik für Frauen

einem Informatikbezug kommen, vielmehr kann durch verschiedene Kontexte ein spielerisches Lernen erreicht werden und erst später ein Zusammenhang zur Informatik deutlich gemacht werden.

Eine Berechtigung für solche Module bietet der Kernlehrplan des Landes Nordrhein-Westfalen. „Aufgabe des Sachunterrichts in der Grundschule ist es, die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung von Kompetenzen zu unterstützen, die sie benötigen, um sich in ihrer Lebenswelt zurechtzufinden, sie zu erschließen, sie zu verstehen und sie verantwortungsbewusst mit zu gestalten.“<sup>10</sup> Zu eben dieser Lebenswelt gehören in der heutigen Zeit informationstechnische Geräte und Medien. Der Informatikunterricht in der Sekundarstufe I trägt dazu bei, dass diese verstanden werden und ein verantwortungsbewusster Umgang mit ihnen gefördert wird. Da informationstechnische Geräte häufig schon von jüngeren Kindern als denen der Sekundarstufe I genutzt werden, könnte ein Beginn des Informatikunterrichts in der Primarstufe gerechtfertigt sein.

Eine einheitliche und frühere Einführung in die Informatik könnte auch einige Schwierigkeiten ausgleichen, die sich durch die derzeitigen unterschiedlichen Einstiegszeitpunkte in den Informatikunterricht ergeben.

### ***2.3 Probleme des Anfangsunterrichts der Informatik***

Bisher gibt es viele verschiedene Einstiegszeitpunkte für den Informatikunterricht in der Schule. Je nach Bundesland, Schulform und schulindividuellen Entscheidungen wird in unterschiedlichen Jahrgangsstufen mit Informatik entweder als Pflichtfach, als Wahlpflichtfach oder als freiwillige Arbeitsgemeinschaft begonnen. Dabei haben sich verschiedene Einstiegsstrategien entwickelt, die hier im Einzelnen nicht näher betrachtet werden.<sup>11</sup> Vielmehr werden die Besonderheiten des Anfangsunterrichts allgemein und des Anfangsunterrichts der Informatik im Speziellen betrachtet.

Immer wenn Schülerinnen und Schüler ein neues Fach im Stundenplan haben, entwickelt sich eine gewisse Vorfreude oder Neugierde, die mit Erwartungen verknüpft wird. Diese Erwartungen wirken sich zunächst positiv auf die Lernmotivation aus. Es muss beachtet werden, dass bei einer Enttäuschung der Erwartungen die Motivation

---

10 Kernlehrplan Sachunterricht für Grundschulen in Nordrhein-Westfalen

11 Vgl. Baumann, R. (1995), S. 13-16

schnell zurück gehen kann. Daher ist es wichtig, die Erwartungen mit den eigentlichen Inhalten eines Faches in Einklang zu bringen.

Bei der Informatik ist der Widerspruch zwischen Erwartungen und Inhalten besonders stark, da auf der einen Seite viele Schülerinnen und Schüler bei Informatik oft nur an eine reine Anwendungsschulung denken und auf der anderen Seite einige Fortgeschrittene unter den Kindern und Jugendlichen der Sekundarstufe an einem Programmierkurs interessiert sind. Allerdings gilt es zu bedenken, dass Informatikunterricht keine Anwenderschulung erfüllen soll und auch nicht nur aus einem Programmierkurs besteht. Er soll noch viele weitere Teilbereiche der Informatik abdecken, wie beispielsweise Automaten, Modellierung oder Sprache.

Wenn diese kerninformatischen Inhalte in stark didaktisch reduzierter Form schon in der Grundschule vermittelt und der Bezug zur Informatik den Schülerinnen und Schülern klar würde, könnte das Bild der Informatik in die richtige Richtung gelenkt werden. Damit stimmen die Erwartungen an das neue Fach, welches in Teilbereichen bereits bekannt ist, mit den fachlichen Inhalten überein und eine Enttäuschung würde vermieden.<sup>12</sup>

Ein weiteres Problem, das im Anfangsunterricht auftreten kann, ist das Lernen auf Vorrat. Es ist wichtig, den Kindern von Beginn an die Nützlichkeit und Wichtigkeit einzelner Module für das zu erreichende übergeordnete Ziel aufzuzeigen und so Motivationsprobleme zu verhindern. Die Kinder dürfen bei neuen Unterrichtsinhalten nicht nur für die Zukunft lernen und müssen bereits bei der Einführung von neuen Themen wissen, wofür sie etwas lernen, da das neue Wissen sonst als nicht wichtig betrachtet wird und es zu keinem effektiven Wissenserwerb kommt. Mit einem Bezug zu ihrem Umfeld oder einem Praxisbezug zum alltäglichen Leben können Schülerinnen und Schüler Gelerntes besser behalten und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abrufen.

Im Konflikt zum Lernen auf Vorrat steht im Anfangsunterricht die Stoffballung. Um Basiswissen für ein komplett neues Sachgebiet wie die Informatik zu erlangen, müssen viele Informationen vermittelt werden, bevor ein Einstieg gelingen kann.<sup>13</sup>

---

12 Vgl. zum Anfangsunterricht: Schubert, S.; Schwill, A. (2004), S. 277f

13 Vgl. Baumann, R. (1995), S. 13-16

Hier ist gerade in der Primarstufe didaktisches Geschick gefragt, um einzelne Themen der Informatik so weit didaktisch zu reduzieren, dass sie auf der einen Seite einfach genug für die Grundschülerinnen und -schüler sind, auf der anderen Seite genügend kerninformatische Inhalte enthalten. Zu beachten ist hierbei, dass in der Grundschule das Lernen oftmals spielerisch erfolgt und wesentliche Unterschiede zum Informatikunterricht in der Sekundarstufe I oder II bestehen. Diese werden in 2.4 vor gestellt.

## **2.4 Besonderheiten für Informatik in der Grundschule**

Wenn man in der Grundschule Informatik unterrichtet, muss man hierbei einige besondere Eigenschaften der Grundschule bei der Umsetzung beachten.

Vergleicht man die Schülerinnen und Schüler der Primarstufe mit denen der weiterführenden Schulen, ist zuerst das Alter signifikant und damit auch die körperliche und geistige Entwicklung. Die damit verbundene geringere Konzentrationszeit führt zu einer wesentlich geringeren Aufmerksamkeitsspanne in der Grundschule im Vergleich zu weiterführenden Schulen. Dies muss auch in den verwendeten Unterrichtsmaterialien beachtet werden. Zu lange Texte überfordern Grundschüler. Nach Rücksprachen mit einigen Lehrerinnen und Lehrern dürfen diese dennoch in der dritten oder vierten Klasse bis zu einer DIN A 4 Seite lang sein, wenn sie mit genügend Zeit gelesen werden. Darüber hinaus wirken kürzere Texte mit Anwendungsbeispielen motivierend auf junge Schülerinnen und Schüler. Diese sollten zusätzlich durch praktische Übungen ergänzt oder unterbrochen werden. Daher sind die hier vorgestellten Unterrichtsmodule so aufgebaut, dass die Kinder relativ zeitnah selbstständig Aufgaben lösen. Bei der Wahl der Aufgaben wurde versucht, diese kindgerecht zu gestalten und die Arbeitsanweisungen kurz und präzise zu formulieren.

Als große Herausforderung der Grundschule stellte sich ebenfalls bei Gesprächen mit Primarstufenlehrerinnen die Heterogenität des Leistungsvermögens der Schülerinnen und Schüler heraus. In der Grundschule findet kaum Selektion statt, so dass hier leistungsstarke und leistungsschwache Schülerinnen und Schüler gemeinsam unterrichtet werden. Es ist zu beachten, dass große Zeitunterschiede bei der Ausführung entstehen und auch das Aufgaben- und Sachverständnis unterschiedlich schnell ent-

wickelt wird. Möglichkeiten unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeiten auszugleichen ergeben sich zum Beispiel durch Extraaufgaben für leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler oder Partnerarbeit. Bei der Partnerarbeit ist zu beachten, dass häufig leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler sich ebenfalls leistungsschwächere Partner oder Partnerinnen suchen, um nicht bloßgestellt zu werden und dass es damit zu einem größeren Abstand der Leistungsunterschiede kommt. Um leistungshomogene Paare zu vermeiden, kann man mit zufällig gewählten Paaren arbeiten.

Bei den Rahmenbedingungen und der Ausstattung der Grundschule muss man beachten, dass der Informatikunterricht an weiterführenden Schulen normalerweise im extra dafür angelegten Computerraum stattfindet. Dort besteht für gewöhnlich die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler zu zweit über einen eigenen Computerarbeitsplatz verfügen. In der Grundschule gibt es zum einen normalerweise keine separaten Computerräume, sondern nur einige wenige Arbeitsplätze in den Klassenräumen. Zum anderen scheint deren Einrichtung auch nicht sinnvoll, da Informatik nur einen Nebenbestandteil von klassischen Lernzielen wie Lesen, Schreiben und Rechnen darstellt. Ebendiese erreicht man über klassisches Üben mit Stift, Papier und Büchern. Der Computer kann hier nur eine unterstützende Funktion einnehmen.

Ein weiterer Unterschied besteht in der Ausbildung der Lehrerinnen und Lehrer. Sie werden im Gegensatz zur fachspezifischen Ausbildung der Sekundarstufenlehrer für die Primarstufe wesentlich pädagogischer und allgemeiner ausgebildet. Zwar entscheiden sich auch Primarstudenstinnen und -studenten für zwei Fächer, die sie schwerpunktmäßig studieren, jedoch ist eines dieser beiden Schwerpunktfächer Deutsch oder Mathematik. Auch in dem nicht gewähltem Bereich müssen Prüfungen abgelegt werden. In der Grundschule wird dann zumeist zusätzlich fachfremd unterrichtet, was auch für den Sachkundeunterricht zutrifft. Daraus folgt, dass die zur Verfügung gestellten Materialien ohne ein Informatikstudium und ohne Vorwissen für Lehrerinnen oder Lehrer verständlich sein müssen.

Bei der inhaltlichen Auswahl der Themen des Sachunterrichts sind weniger Grenzen gesetzt, als es in vergleichbaren Fächern der Sekundarstufe I oder II der Fall ist. Hier wird meist schon zielgerichtet für das Zentralabitur gelernt und die Vorgaben sind dabei klar formuliert.

In der Grundschule kann ein Sachkundelehrer wesentlich selbstständiger die Themen des Unterrichts festlegen. Zwar gibt es auch hier Lehrpläne, die jedoch nicht so unmittelbar wie in der Sekundarstufe II mit einer zentralen Prüfung gekoppelt sind. In Gesprächen mit Grundschatullehrerinnen wurde deutlich, dass sie oftmals sehr dankbar sind, kleine Unterrichtsmodule zu erhalten, die sie ohne großen Aufwand in ihren Unterricht einbinden können. Dazu zählten sie auch informatische Inhalte. Eine generelle Verpflichtung zur Berücksichtigung dieser in der Grundschule besteht nicht, da der Lehrplan sie nicht explizit vorsieht.

Anders verhält es sich auf den weiterführenden Schulen. Hier wird der Informatikunterricht durch qualifizierte Quereinsteiger oder durch Lehrer und Lehrerinnen mit abgeschlossenem Informatikstudium ausgeübt.,

Die Hemmschwelle für informatische Themen in der Grundschule ist höher, da Sachkundelehrer oder -lehrerinnen in ihrem Studium keine Informatikinhalte vermittelt bekommen. Verstärkend wirkt sich dabei noch die oben bereits erwähnte Genderproblematik aus. In der Grundschule herrscht im Lehrerkollegium ein sehr hoher Frauenanteil, in Nordrhein-Westfalen betrug dieser im Schuljahr 2010/11 in etwa 90 %.<sup>14</sup> Zusammen mit vielen traditionellen Sichtweisen und Angst vor Fehlern ergibt sich so eine minimale beziehungsweise nicht vorhandene Einbettung kerninformatischer Themen in den Sachkundeunterricht. Die hier vorgestellten Unterrichtsmaterialien senken die Hemmschwelle und sind leicht verständlich. Zunächst werden mögliche Inhalte des Informatikunterrichts mit Hilfe der fundamentalen Ideen der Informatik eingegrenzt.

---

14 Vgl. Das Schulwesen in NRW aus quantitativer Sicht (2011)

### 3 Die fundamentalen Ideen der Informatik

Bei Verankerung eines neuen Schulfachs in den Fächerkanon sind die Ziele des Unterrichts am Anfang noch sehr wechselhaft und nicht eindeutig definiert. Speziell für die Informatik gilt verstärkend, dass die Trägheit des Schulsystems im starken Widerspruch zur Schnelligkeit der Fachwissenschaft steht. Andreas Schwill versucht mit den fundamentalen Ideen der Informatik diesem Phänomen entgegenzuwirken.<sup>15</sup> Seine Ideen werden in diesem Kapitel vorgestellt.

#### 3.1 Definition der fundamentalen Ideen der Informatik

Mit den fundamentalen Ideen der Informatik erstellt Schwill Richtlinien für den Informatikunterricht in der Schule. Sein Ziel ist es, verschiedene Einflüsse auf den Informatikunterricht miteinander zu kombinieren. Diese Einflüsse sind zum Beispiel politische Vorgaben, die eine informationstechnische Grundbildung in der Schule vorsahen, eine Überforderung der Lehrer oder auch der Mangel an einheitlichen Vorgaben, welche Inhalte im Informatikunterricht unterrichtet werden sollen. Mit den fundamentalen Ideen der Informatik sichert er die dauerhaften Inhalte des Unterrichtsfaches Informatik wissenschaftlich ab, in dem er verschiedene Kriterien zur Charakterisierung der Informatik aufstellt.

Diese Kriterien bauen auf dem Ideenbegriff der Pädagogik von Bruner<sup>16</sup>, dem Begriff der fundamentalen Ideen der Mathematik von Schreiber<sup>17</sup> und einem Aufsatz über die fundamentalen Ideen der Analysis von Schweiger<sup>18</sup> auf. Schwills Definition lautet:

„Eine **fundamentale Idee** bezgl. eines Gegenstandsbereichs (Wissenschaft, Teilgebiet) ist ein Denk-, Handlungs-, Beschreibungs- oder Erklärungsschema, das

(1) in verschiedenen Gebieten des Bereichs vielfältig anwendbar oder erkennbar ist (**Horizontalkriterium**)

15 Vgl. Schubert, S.; Schwill, A. (2004), S.71 ff  
Vgl. Schwill, A. (1993), S. 20-31

16 Vgl. Bruner, J. S. (1960)

17 Vgl. Schreiber, A. (1983), S. 65-76

18 Vgl. Schweiger, F. (1982), S. 103-111

- (2) auf jedem intellektuellen Niveau aufgezeigt und vermittelt werden kann (**Vertikalkriterium**)
- (3) zur Annäherung an eine gewisse idealisierte Zielvorstellung dient, die jedoch faktisch möglicherweise unerreichbar ist (**Zielkriterium**),
- (4) an der historischen Entwicklung des Bereichs deutlich wahrnehmbar ist und längerfristig relevant bleibt (**Zeitkriterium**),
- (5) einen Bezug zu Sprache und Denken des Alltags und der Lebenswelt besitzt (**Sinnkriterium**).<sup>19</sup>

Anhand dieser Kriterien versucht er die fundamentalen Ideen der Informatik zu bestimmen. Daraufhin legte er die „Masterideen“ der „Algorithmisierung“, der „Sprache“ und der „strukturierten Zerlegung“ fest.<sup>20</sup> Aufbauend auf diesen Masterideen definierte er weitere Unterideen, wie zum Beispiel unter „strukturierte Zerlegung“ die Darstellungsform eines Baums, dem sich das Unterrichtsmodul zum Morsecode in der Grundschule widmet.<sup>21</sup>

Interessant für die Unterrichtsmodule in der Grundschule erscheint primär das Vertikalkriterium, da die fundamentalen Ideen auf jedem intellektuellem Niveau im Unterricht und damit auch in der Primarstufe vermittelbar sein müssten. Ob dies wirklich für alle Ideen gilt, kann man kritisch sehen. Sicherlich lässt sich nicht jeder Sachverhalt schon für Grundschüler verständlich vereinfachen, dass er auch gleichzeitig noch den fachlichen Ansprüchen genügt. Einige Beispiele lassen sich aber gut in die Lebenswelt der Kinder übertragen, wie das nachfolgende Beispiel zeigt:

Unter der Masteridee „Algorithmisierung“ nennt Schwill als Unteridee Entwurfsparadigmen mit dem Beispiel „Divide and Conquer“. Anhand dieses Beispiels lässt sich das Vertikalkriterium verdeutlichen. „Divide and Conquer“ ist Bestandteil der Oberstufeninformatik, wo es etwa bei Sortieralgorithmen zum Einsatz kommt. Das Grundprinzip lässt sich sehr einfach und für Grundschüler verständlich erklären.

Angenommen ein Schüler hat in der Pause auf dem Schulhof etwas verloren - beispielsweise seinen Schlüssel - ein sicherlich häufiger vorkommendes Problem aus

19 Schubert, S.; Schwill, A (2004), S. 85-86

20 Ebd., S.89

21 Vgl. Kapitel 4.1

dem Alltag der Grundschüler. Dieser Schüler hat schon, da er in der zweiten Hälfte der Pause den Verlust bemerkt hat, angefangen den Schulhof abzusuchen, war dabei jedoch erfolglos. Auf diesen Sachverhalt lässt sich das „Divide and Conquer“ Verfahren anwenden. Der Schulhof wird dazu in verschiedene Bereiche eingeteilt und jeder Schüler oder jede Schülerin sucht nur noch in einem kleinen Bereich. Die vielen kleinen Bereiche zusammengeführt ergeben zusammengefügt den Schulhof. Die Schülerinnen und Schüler werden sicherlich schnell verstehen, dass so die Erfolgswahrscheinlichkeit wesentlich größer ist, als wenn der Schulhof als Ganzes betrachtet wird und alle Schüler den ganzen Schulhof absuchen. Nach einiger Zeit werden dann alle Schüler wieder versammelt und die Teilbereiche zusammengeführt, so dass ein Suchergebnis für den ganzen Schulhof vorliegt.

Das Beispiel zeigt, dass auch Grundschüler schon einfache informatische Prinzipien und Strukturen verstehen können. Schwill selbst führte zu diesem Thema eine Untersuchung an, die im weiteren Verlauf der Arbeit erläutert wird. Zunächst werden die Erweiterungen der fundamentalen Ideen von Modrow erläutert.

### **3.2 Erweiterungen der fundamentalen Ideen**

Zahlreiche Autoren haben sich mit den fundamentalen Ideen der Informatik von Schwill beschäftigt und sehen sie als noch nicht vollständig an. Eine bekannte Erweiterung ist die von Modrow.<sup>22</sup>

Dieser kritisiert die dritte fundamentale Idee „Sprache“ und ersetzt sie durch „Formalisierung“, führt „formale Sprache“ aber weiterhin als Unterkategorie eben dieser Masteridee auf. Er begründet seine Erweiterung damit, dass „Sprache“ im Gegensatz zu den beiden anderen fundamentalen Ideen, die er als „handlungsorientiert“ bezeichnet, eher „künstlich“ wirkt<sup>23</sup>. Weiterhin stellt er fest, dass er mit der anderen Begriffswahl zwar die gleiche Idee wie Schwill verfolgt, allerdings sei sein Ausdruck treffender, da dieser genauer beschreibt, was Schwill meint. Ergänzend führt er an, dass „Formalisierung“ besser zu den beiden anderen Ideen passen würde, da diese viel weiter verzweigt wären als Schwill es für die Masteridee der „Sprache“ aufgezeigt hat.

---

22 Vgl. Modrow, E. (2003), S. 46 ff

23 Ebd., S.49

Als weitere Unterkategorien von „Formalisierung“ nennt er neben der „formalen Sprache“ noch „Automat“ und „Berechenbarkeit“.

Er rechtfertigt den fundamentalen Gedanken des Begriffs der „Formalisierung“, in dem er auf die vier Kriterien einer fundamentalen Idee eingeht.

Das Horizontalkriterium sei erfüllt, da „Formalisierung“, „Automatisierung“ und den Begriff der Maschine“ beinhaltet und diese „tauchen praktisch in allen Bereichen der Informatik auf.“<sup>24</sup>

Das Vertikalkriterium ließe sich erfüllen, wenn man Maschinen über „Zustände und deren Übergänge“ schematisiert. Diese Maschinen könne man aus verschiedenen Niveaustufen wählen, wie etwa ein „Blumenumautomat“ oder „einfache Addierer“ bis hin zu „Spezialthemen der theoretischen Informatik“

Bei diesem Kriterium lässt sich direkt der Bezug zur Grundschule herstellen. Eine Unterrichtseinheit als Rollenspiel „Wie funktioniert das Internet“ der Universität Oldenburg<sup>25</sup> wurde auf der GI Fachtagung Informatik und Schule 2011 in Münster vorgestellt. Zwar wurden hier keine repräsentativen Studien angefertigt, jedoch sind die Unterrichtsmaterialien bereits mehrfach angewendet worden und in den allermeisten Fällen gelang es den Schülerinnen und Schülern bereits in der Grundschule, ein Sequenzdiagramm zu erstellen.

Daher erscheint es ebenfalls möglich, einen einfachen endlichen Automaten in der Grundschule mit Schülerinnen und Schülern zu entwickeln. Es ist dabei wichtig, einen einfachen Automaten aus dem Umfeld der Schüler zu wählen. Eine Möglichkeit wäre beispielsweise der Bezahlvorgang mit mehreren Münzen bei einem Fahrtkartenautomat oder einem Kaugummiautomat. Ob so ein Kaugummiautomat heutzutage noch einen lebensweltlichen Zugang für Kinder hat, sei dahingestellt. Aus fachlicher Sicht zeigt das Beispiel, dass es sehr einfache Automaten gibt, die auch schon Bestandteil des Grundschulunterrichts sein können und damit eine Erfüllung des Vertikalkriteriums unterstreichen. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit findet der Automat Anwendung im Modul 3.<sup>26</sup>

---

24 Vgl. Modrow, E. (2003), S.49

25 Vgl. Wie funktioniert das Internet (2011)

26 Vgl. Kapitel 4.3

Die Erfüllung des Zeitkriteriums von „Formalisierung“ begründet Modrow einerseits mit bedeutenden Untersuchungen zum Thema „Möglichkeiten und Grenzen von Informatiksystemen“ in der Vergangenheit zum Beispiel durch Turing und mit „theoretische Durchdringung komplexer Systeme [als] aktuelle Forschungsthemen“.<sup>27</sup>

Anschließend erläutert er das Sinnkriterium. „Die automatische Bearbeitung von Aufgaben, die ehemals menschliches Verständnis voraussetzten, gehört nun in der Tat zur lebensweltlichen Bedeutung“.<sup>28</sup>

Mit seinen Erweiterungen zu den fundamentalen Ideen der Informatik wird Modrow meist zusammen mit den Ideen von Schwill genannt, so dass eine Anführung hier ebenfalls sinnvoll erscheint. Darüber hinaus lassen sich möglicherweise mit zustandsgesteuerten Automaten auch die Erweiterungen von Modrow in der Grundschule platzieren und sind daher für diese Arbeit bedeutsam.

Nachdem die Erweiterungen von Modrow erläutert wurden, werden jetzt die Ergebnisse der Studie von Schwill zum Thema Informatik in der Grundschule vorgestellt.

### **3.3 Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen ?**

In diesem Abschnitt wird die Untersuchung von Schwill mit Grundschülern aus dem Jahr 2001 „Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informative Fähigkeiten von Kindern“ vorgestellt. Die Ergebnisse der Studie sind von ihm auf der 9. GI-Fachtagung „Informatik und Schule“ präsentiert worden.<sup>29</sup>

Am Anfang weist er darauf hin, dass aus didaktischer Sicht das Vertikalkriterium im Sinne eines Spiralcurriculums als wichtig anzusehen, jedoch aus fachlicher Sicht gleichzeitig das verblüffendste ist. Lassen sich wirklich alle fundamentalen Ideen schon im Grundschulalter vermitteln? Sein theoretischer Ansatz beruht dabei auf der Theorie der Entwicklung kindlicher Intelligenz in Stadien von Piaget.<sup>30</sup>

Kinder in der Grundschule befinden sich demnach in dem konkret-operationalen Stadium. In diesem können Kinder zwar „Operationen nur im Kopf“ durchführen, jedoch benötigen sie stets „noch konkrete Stützen in Form von Handlungen oder realen

27 Modrow, E. (2003), S.49

28 Vgl. zur Erfüllung der vier Kriterien: Modrow, E. (2003), S.46 ff

29 Vgl. Schwill, A. (2001), S.13

30 Vgl. Flavell, J. H. (1963)

Objekten, denn sie [die Operationen] können noch nicht auf rein symbolischer Ebene angewendet werden.“<sup>31</sup> Hier befindet sich schon der erste Hinweis auf eine erfolgreiche Gestaltung von Informatikunterricht in der Grundschule. Die zu vermittelnden Sachverhalte sollen mit realen Objekten oder konkreten Handlungen der Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden, damit das Unterrichtsziel erreicht wird. Die Fähigkeit, Sachverhalte auf rein symbolischer Ebene zu verstehen, entwickelt sich erst im Alter ab elf Jahren in dem formal-operationalem Stadium, und damit erst nach dem Wechsel auf eine weiterführende Schule. Dies sollte bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien für die Grundschule Beachtung finden, damit die Schülerinnen und Schüler keine Verständnisprobleme der Aufgabenstellung haben.

Im folgenden Teil werden die Untersuchungsergebnisse der einzelnen fundamentalen Ideen gezeigt.

### 3.3.1 Rekursion

Die Rekursion scheint auf dem ersten Blick sehr schwierig für Grundschülerinnen und -schüler zu sein, da der Alltagsbezug fehlt und die Kinder keinerlei Vorerfahrungen mit diesem Thema haben. Schwill verweist jedoch auf drei Beispiele rekursiven Vorgehens.

Im ersten Beispiel befasst er sich mit rekursivem Rechnen. Nach der Studie von Gelman und Gallistel<sup>32</sup> zählen Kinder kurz nach Erlernen des Zahlensystems zumeist iterativ. „Zur Bestimmung der Summe von n und m tue folgendes: Zähle eine Menge S mit n Elementen aus; Zähle eine Menge T mit m Elementen aus; Zähle die Vereinigungsmenge ab.“<sup>33</sup>

Erst bei einer weiteren Festigung des Zählens wechseln sie selbstständig zu dem effizienteren rekursiven Zählen: „Zähle eine Menge S mit n Elementen zuzüglich so vielen Elementen aus, wie durch Auszählen einer Menge T mit m Elementen hinzukommen.“<sup>34</sup>

Für Schwill stellt dies einen ersten Hinweis auf einstufiges rekursives Denken bei Kleinkindern im Vorschulalter dar.

31 Schwill, A. (2001), S.14

32 Gelman, R.; Gallistel, C. R. (1978)

33 Schwill, A. (2001), S.16

34 Ebd., S.16

Im zweiten Beispiel sollen die Kinder rekursive Bilder versprachlichen. Schwill verweist hier auf eine amerikanische Studie, die an den ersten sechs Stufen der „Elementary School“ durchgeführt wurden.<sup>35</sup> Bei dieser konnten in den ersten Schuljahren etwa 20 % der Probanden einstufige rekursive Sachverhalte wiedergeben, in der sechsten Stufe etwa 50 %. Er vermutet in diesen Zahlen jedoch eine untere Schranke, da vermutlich „die Fähigkeit, komplizierte rekursive Sachverhalte zu beschreiben, weit hinter der Fähigkeit zurückbleibt, diese Sachverhalte tatsächlich kognitiv zu erfassen.“<sup>36</sup>

Als letzten Untersuchungsgegenstand verweist er auf verschiedene Studien zur rekursiven Lösung der „Türme von Hanoi“<sup>37</sup>. In diesen geht es für die Kinder immer darum, ein vorgegebenes Scheinmodell mit möglichst minimaler Zugfolge in den Endzustand zu überführen. Die Ergebnisse der verschiedenen Studien unterscheiden sich. In einigen konnten die Kinder das vorgegebene Problem lösen, in anderen nur durch ausprobieren und in anderen Situationen sogar gar nicht.

Sein abschließendes Fazit zu rekursiven Denkweisen in der Grundschule lässt für ihn „verblüffende Fähigkeiten von kleinen Kindern bei der Lösung rekursiver Probleme vermuten.“ Er sieht damit das Vertikalkriterium als erfüllt an, jedoch warnt er gleichzeitig davor „Geschwindigkeit und Fehlerfreiheit“ mit „tatsächlichen Fähigkeiten zu rekursiven Denken“ gleichzusetzen.<sup>38</sup> Er fordert daher eher Versuche, bei denen Kinder Lösungen beschreiben sollen, auch wenn die Versprachlichung der Lösungen Probleme bereiten kann.

Die von Schwill aufgeführten Beispiele zu rekursivem Denken stellen schlüssig rekursive Denkweisen von Grundschulkindern dar; lediglich bei dem „Türme von Hanoi“ Problem sind die Ergebnisse ungenau. Es muss jedoch angezweifelt werden, inwieweit das rekursive Denken bewusst geschieht und damit auch im Unterricht thematisiert werden könnte. Oft geschieht dieses wie beim Zählen lernen unbewusst und damit auch wenig steuerbar.

Grundsätzlich zeigt die Studie aber, dass möglicherweise Anlagen rekursiven Denkens vorhanden sind. Diese gezielt zu schulen erscheint schwierig. Die in dieser

35 Vgl. Miller, P. H.; Kessel, F.S.; Flavell, J. H. (1970), S. 613-623

36 Schwill, A. (2001), S. 17

37 Vgl. u.a. Klahr, D. (1978) und Klahr, D.; Robinson, M. (1981)

38 Schwill, A. (2001), S.20

Arbeit entworfenen Unterrichtsmaterialien verwenden daher keine gezielten rekursiven Operationen. Lediglich bei dem im weiteren Verlauf vorgestellten Modul zum Morsealphabet findet der Binärbaum Anwendung, welcher sich ebenfalls rekursiv beschreiben ließe. Allerdings müssen die Schülerinnen und Schüler diesen nur lesen. Da die Kinder den Baum als ganzes sehen und von oben nach unten durchlaufen werden sie eher iterativ als rekursiv denken. Ziel dieses Moduls ist nicht die Schulung des rekursiven Denkens, sondern das Kennenlernen des binären Entscheidungsbaums.

Das Modul wird im vierten Kapitel<sup>39</sup> dieser Arbeit näher beschrieben. Zunächst wird der zweite Gegenstand der Studie von Schwill betrachtet.

### 3.3.2 Greedy-Methode

Bei der Greedy-Methode werden Teillösungen von Problemen monoton zu einer Gesamtlösung weiterentwickelt. Dabei bleibt jede Teillösung bestehen und ist ein Teil der Gesamtlösung. Schwill ordnet die Greedy-Methode in die fundamentalen Ideen als Programmierparadigma ein und behauptet, Kinder würden diesen Lösungsweg intuitiv zum Beispiel beim Bauen von Sandburgen anwenden. Anschließend präsentiert er eine Untersuchung von Klahr und Wallace zum Fortsetzen von Folgen.<sup>40</sup>

In dieser mussten Kindern im Alter zwischen fünf und sieben Jahren eine Folge von Marken in unterschiedlichen Formen, Farben und Lagen fortsetzen. Viele der Kinder fanden in der Untersuchung die richtigen Ergebnisse heraus. Durch Interviews mit den Probanden versuchten Klahr und Wallace die Lösungsstrategie der Kinder näher zu bestimmen. Die Kinder konstruierten an Hand der gegebenen Folge ein Muster der Länge  $1, \dots, n$ , testeten es an den restlichen Folgegliedern und, sofern es keinen Fehler gab, setzten sie mit Hilfe des Musters die gegebene Folge fort. Wenn ihre getestete Musterfolge sich als falsch herausstellte, wurde das nächste Folgeglied bei der Suche nach der nächsten Musterfolge einbezogen, bis die richtige Folge gefunden wurde.

Der Zusammenhang mit der Greedy-Methode wird dadurch deutlich, dass ein Element der Folge, das einmal als Hilfe beim Finden der Musterfolge diente, nie wieder

---

39 Vgl. Kapitel 4.1

40 Vgl. Klahr, D.; Wallace, J. G. (1970)

beim Suchen einer Musterfolge unberücksichtigt bleibt. Zwar führt die Methode nicht bei jeder Folge zu einem Erfolg, dieses könne man jedoch laut Schwill von den Kindern auch nicht verlangen.

Sein Fazit zu der Untersuchung bewertet die empirischen Befunde zwar als dünn, er schließt aber aus den Ergebnissen eine intuitive Anwendung der Greedy-Methode durch Kinder insbesondere bei Entwurfsproblemen. Selbige könne man durch gezielten Unterricht weiter fördern.

### 3.3.3 Strukturierte Zerlegung

Als dritten Untersuchungspunkt wählt Schwill die fundamentale Idee der strukturierten Zerlegung. Sie wurde schon oft von Psychologen untersucht und dabei häufig in zwei Teilbereiche eingeteilt. Zum ersten Bereich lässt sich die „Wahrnehmung und Nachbildung hierarchischer/baumartiger Strukturen“ zuordnen, während der zweite Bereich sich mit „Strategien zum Planen und Problemlösen“ beschäftigt. Schwill beschreibt dabei den ersten Teil als sehr analytisch ausgeprägt, wohingegen er den zweiten Teil als konstruktiv sieht.

Als wesentliche kognitive Voraussetzung sieht Schwill die Fähigkeit an, auf der einen Seite ein gegebenes Konstrukt als Ganzes wahrzunehmen, auf der anderen Seite aber auch die Einzelteile zu erkennen. Er nimmt hierbei Bezug zu einer Studie von Elkind, Koegler und Go.<sup>41</sup>

In dieser Studie bekamen Kinder ein Bild vorgelegt und sollten beschreiben, was sie sehen.



Abbildung 3.3.1:  
Mehrdeutiges Bild

---

41 Vgl. Elkind, D.; Koegler, R. R.; Go, E. (1964)

Der erwachsene Betrachter erkennt sofort, dass es sich um zwei Giraffen handelt, die mit ihren Körpern ein Herz formen. Für Kinder ist dies schwieriger. Daher wurden die Kinder nach ihrer ersten Antwort aufgefordert, ein weiteres Mal ganz genau hinzugucken, ob sie noch etwas anderes sähen.

Bei den Antworten der Kinder wird ein Zusammenhang zwischen dem Alter und den Antworten deutlich. In der jüngsten Testgruppe mit Kindern im Alter von vier bis fünf Jahren sahen 70 % nur die Giraffen. Dieser Anteil reduziert sich in den älteren Testgruppen (fünf bis neun Jahre) auf bis zu 20 %. Umgekehrt stieg die Anzahl der Kinder, die sowohl die Giraffen als auch das geformte Herz entdecken konnten, von den jüngsten Testkandidaten von 10 % auf bis über 80 % bei den Ältesten. Auf Grund dieser Ergebnisse teilten die Forscher die Entwicklung der Kinder in vier Phasen ein, von denen für die Primarstufe die Phasen zwei und drei interessant sind, da sich Kinder in diesen Phasen im Grundschulalter befinden. Schwill beschreibt diese Entwicklungsphasen wie folgt:

*Phase 2 (Altersstufe: 7-8 Jahre): Wahrnehmung des Ganzen und unabhängig davon, teilweise im schnellen Wechsel, die Wahrnehmung der Teile. Typische Aussage der Kinder: "Zwei Giraffen. Oh! Ein Herz".*

*Phase 3 (Altersstufe: 8 Jahre): Wahrnehmung des Ganzen, seiner Teile und erstmalig der Relation zwischen Teil und Ganzem, erkennbar an der verbalen Integration beider Begriffe (Abb. 12). Typische Aussage der Kinder: "Ein Herz aus zwei Giraffen".*

Schwill leitet aus diesen Versuchen ab, „dass die wichtigste kognitive Voraussetzung für ein Verständnis der strukturierten Zerlegung, nämlich die Wahrnehmung eines Objekts als strukturierte Summe seiner Teile schon im Grundschulalter weitgehend vorliegt.“<sup>42</sup>

Fraglich an dieser Stelle ist jedoch, ob mit der Zerlegung eines mehrdeutigen Bildes überhaupt die strukturierte Zerlegung der fundamentalen Ideen der Informatik gemeint ist. Üblicherweise beschreibt diese die Zerlegung eines Gegenstandes in eine horizontale oder vertikale Hierarchieebene. Sie lässt sich bei dem Bild aber nicht feststellen, da es hier nur um das Erkennen verschiedener Deutungsmöglichkeiten

---

<sup>42</sup> Schwill, A. (2001), S. 25

geht. „Wir können also aus den Versuchen ableiten, dass die wichtigste kognitive Voraussetzung für ein Verständnis der strukturierten Zerlegung, nämlich die Wahrnehmung eines Objekts als strukturierte Summe seiner Teile schon im Grundschulalter weitgehend vorliegt.“ Ob dieses Wahrnehmen wirklich eine Voraussetzung darstellt, sei dahingestellt.

Als weitere Studie zum Thema strukturierte Zerlegung verweist Schwill auf eine Untersuchung von Greenfield und Schneider.<sup>43</sup> In der Studie sollten siebzig Kinder zwischen drei und elf Jahren in sieben Untersuchungsgruppen mit jeweils zehn Personen ein vorgegebenes Mobile aus Baukastenelementen nachbauen. Untersucht wurden die Lösungsstrategien und wie sich die Nachbauten von dem vorgegebenen Mobile (Vgl. Abbildung 3.3.2 Vorgegebenes Mobile) unterschieden.

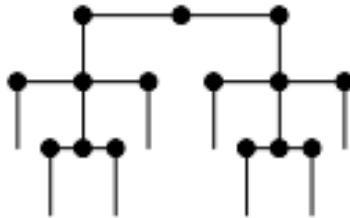


Abbildung 3.3.2:  
Vorgegebenes Mobile

Als Altersgrenze stellte sich in der Studie das sechste Lebensjahr heraus. Bei den älteren Kindern konnte nur ein Versuchsteilnehmer das Mobile nicht exakt nachbauen, bei den Jüngeren konnte nur ein Proband das Mobile exakt kopieren. Auf das deutsche Schulsystem übertragen bedeutet dies, dass Grundschüler ab der ersten Klasse mit Baumstrukturen umgehen können. Sie sind also befähigt einfache Vergleiche durchzuführen und Kopien anzufertigen.

Bei den älteren Versuchsteilnehmern wurde zusätzlich die Lösungsstrategie ermittelt. Hier gab es im Wesentlichen zwei entgegengesetzte Strategien. Die erste nennt Schwill Baumstrategie, in der die Kinder die Kopie hierarchisch mit einer bottom-up oder einer top-down Methode nachbauen. Im Gegensatz dazu steht die Kettenstrategie, bei der die Lösungserstellung iterativ anhand einer Breitenachse erfolgte.

---

43 Vgl. Greenfield, P.; Schneider, L. (1977)

Darüber hinaus bestimmten die Forscher noch einen Shift-Score. Mit dessen Hilfe ermittelten sie, wie oft bei der Anfertigung der Kopie die Kettenstrategie verletzt wurde und die Kinder in einen anderen Teilbaum wechselten. Aus dem Shift-Score schlossen sie auf die rekursive Denkfähigkeit zurück und damit auch auf das hierarchische Verständnis der Kinder von Bäumen.

Als letzten Untersuchungsgegenstand zum Thema der strukturierten Zerlegung verweist Schwill auf das Planungsverhalten von Kindern, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Den Zusammenhang zur strukturierten Zerlegung sieht er bei der Erstellung von Teilzielen, um das große Ziel zu erreichen. Dass diese Kompetenzen bereits von Kleinkindern beherrscht werden, zeigt er mit verschiedenen Studien. Interessant fürs Grundschulalter sind für ihn zwei Studien, welche sich mit dem „Türme von Hanoi“ Problem beschäftigen.<sup>44</sup>

Den Schwerpunkt bei den Studien setzt er auf die Planungsbreite (Wie viele Teilziele werden erstellt?) und die Planungstiefe (Wie viele weitere Teilziele werden hierarchisch angelegt?). Für Schwill ist das Mindestmaß für die Erfüllung der fundamentalen Idee der strukturierten Zerlegung bei einer hierarchischen Zerlegung in drei Ebenen erfüllt. Das heißt, das vorher definierte Ziel wird in Teilziele zerlegt und auch diese werden wiederum in weitere Teilziele aufgespalten.

Aus der Planungsbreite folgert Schwill die Unteridee der Modularisierung. Nach den Ergebnissen der Studie kann „spätestens bei Grundschulkindern von einer schon weitreichenden Fähigkeit zur Modularisierung in bis zu sechs verschiedene 'Komponenten' ausgegangen werden“<sup>45</sup>.

Bei der Planungstiefe werden das Verhalten der Kinder und deren Lösungsstrategien analysiert. Von den festgestellten neun Vorgehensweisen „beruhen vier auf fortgeschrittenen Zerlegungstechniken, also darauf, dass Teilziele des Gesamtziels mindestens noch einmal (ggf. noch ein weiteres Mal) in Unterteilziele zerlegt werden.“<sup>46</sup> Hieraus folgert Schwill, dass Kinder im Grundschulalter die Fähigkeiten zum Verständnis von Baumstrukturen besitzen.

---

44 Vgl. Klahr, D. (1978) und Klahr, D.; Robinson, M. (1981)

45 Schwill, A. (2001), S.28

46 Ebd., S.28

### 3.3.4 Fazit

Aus den Ergebnissen der verschiedenen Studien schließt Schwill, dass die fundamentalen Ideen der Informatik - und damit kerninformatische Inhalte - in der Grundschule Unterrichtsgegenstand sein können, wenn sie altersentsprechend vermittelt werden. Dieses heißt für ihn, durch Handlungen oder Gegenstände abstrakte Inhalte verständlich darzustellen. Informatik in der Grundschule soll aus seiner Sicht die Kinder auf die Wissensgesellschaft vorbereiten oder Vorerfahrungen für einen späteren Informatikunterricht vermitteln. Dieser Ansatz wird auch in den erstellten Modulen verfolgt.

Die Studie von Schwill ist sehr theorielastig und beschäftigt sich nur mit den Voraussetzungen für ein Verständnis der fundamentalen Ideen der Informatik. Eine exakte Überprüfung der Erlernbarkeit von kerninformatischen Inhalten durch Grundschüler im Unterricht wird nicht gegeben. Bestandteil dieser Arbeit ist es daher, verschiedene Module zu erstellen und praktisch durchführen zu lassen, in denen Bestandteile der fundamentalen Ideen der Informatik grundschulgerecht erarbeitet werden und damit Einzug in den Schulalltag der Grundschule erhalten könnten.

Im folgenden werden daher vier verschiedene Module vorgestellt, die in der Grundschule an Grundschülern getestet wurden. Thematisch richten sich diese nicht ausschließlich an der Studie von Schwill, sie lassen sich aber alle über den Lehrplan der Informatik für die weiterführenden Schulen oder über die fundamentalen Ideen der Informatik begründen.

## 4 Die Unterrichtsmodule

In diesem Kapitel werden die Unterrichtsmodule beschrieben, mit denen kerninformative Unterrichtsinhalte in der Grundschule unterrichtet werden können. Es wird zuerst der fachliche Inhalt der Stunden erklärt, anschließend erfolgen die didaktischen Überlegungen und zum Schluss werden die Rückmeldungen aus den Unterrichtsversuchen in der Grundschule und aus Gesprächen mit Sachkundeunterrichtslehrerinnen vorgestellt.

Zur Überprüfung der Module wurden sie einer Primarstufenlehrerin zur Ansicht vorgelegt, um so bereits vor der Durchführung mögliche Probleme aufzudecken. Nach den Rückmeldungen wurden die Module nochmals überarbeitet und zum Teil in der Schwierigkeit angepasst. Auf die genauen Änderungen wird jeweils in den einzelnen Modulbeschreibungen eingegangen.

Die einzelnen Module wurden im Unterricht durch die im Unterrichtsplan eingeteilte Lehrkraft durchgeführt, um so den Unterrichtsalltag zu entsprechen und nicht durch eine externe Lehrkraft eine Besonderheit herzustellen. Der Test fand in einer Computerarbeitsgemeinschaft einer Grundschule statt, in der alle vier Module behandelt wurden. Die Arbeitsgemeinschaft wird stufenübergreifend von der zweiten bis zur vierten Klasse angeboten, so dass hier eine erhöhte Aufmerksamkeit auf den Schwierigkeitsgrad gelegt werden muss. Um den unterschiedlichen Lerngeschwindigkeiten gerecht zu werden, wurden die jüngeren Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft intensiver betreut. Die Rückmeldungen aus dem Unterrichtsversuch werden im Folgenden zu jedem einzelnen Modul separat erläutert.

In der Planung dieser Arbeit war ebenfalls vorgesehen, die Module im Sachunterricht der dritten oder vierten Klasse einer anderen Grundschule durchzuführen. Die kooperierende Schule sagte jedoch kurzfristig aus unterrichtsorganisatorischen Gründen ab.

Nach der Ausführung in der Arbeitsgemeinschaft in der Grundschule gab die damit befasste Lehrkraft ein Feedback zu den einzelnen Stunden. Die Rückmeldungen entstanden zum einen in persönlichen Gesprächen mit der Lehrkraft, zum anderen auch aus einer schriftlichen Ausarbeitung nach einem vorgefertigtem Leitfaden, um

so die Auswertung in eine bestimmte Richtung lenken zu können. Der Leitfaden befindet sich wie auch die Unterrichtsmaterialien im Anhang.

Bei der Erstellung des Leitfadens war es wichtig, die Beurteilung der Materialien kurz zu gestalten, um die Lehrerin zu einer Rückmeldung zu motivieren. Es war ebenfalls wichtig, einen roten Faden bei der Auswertung zu erstellen. Daher gliedert sich der Leitfaden in drei Bereiche:

Mit der ersten Frage werden die Rahmenbedingungen des Unterrichtsversuchs dargestellt. Unter diesen fallen zum Beispiel die Klassengröße oder der Jahrgang. Diese Angaben helfen Verständnisschwierigkeiten der Aufgabenstellungen angemessen zu bewerten. Unterstützend zu den Informationen werden Vorerfahrungen bei den Schülerinnen und Schülern mit informatischen Inhalten abgefragt, um die Module in den sonstigen Unterrichtskontext setzen zu können und mögliche Erwartungen der Kinder abzufragen. Aus diesen Erwartungen lassen sich Rückschlüsse bezüglich der Motivation ziehen.

Der zweite Bereich des Leitfadens richtet sich an die durchführende Lehrkraft. Mit Hilfe der Vorerfahrungen sollen Rückschlüsse bezüglich einer Durchführung durch fachfremde Lehrerinnen und Lehrer gezogen werden.

Der Hauptteil des Leitfadens richtet den Fokus auf das jeweilige Modul sowie die Durchführung des Unterrichtsversuchs.

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob die gewählten Themen in der Grundschule durchführbar sind und ob der gewählte Schwierigkeitsgrad primarstufengerecht ist. Daher deckt der dritte Teil des Fragebogens Schwierigkeiten bei der Durchführung auf und ermöglicht Verbesserungsvorschläge für eine Aufwertung der Materialien. Hierzu wird zuerst geprüft, wie originalgetreu die Materialien verwendet und der Modulplan vollzogen wurde. Anhand der Abweichungen lassen sich mögliche Verbesserungen ableiten. Trotzdem werden Verbesserungsvorschläge noch explizit abgefragt, um mehr Rückmeldungen zur Aufwertung des Materials zu erhalten.

Abschließend wird eine Frage zur möglichen Wiederverwendbarkeit der Materialien gestellt. Hiermit wird die Alltagstauglichkeit überprüft. Interessant ist, ob die Lehrkraft die Materialien nur zu Versuchszwecken durchgeführt hat oder ob sie auch in Zukunft noch Berücksichtigung finden könnten, wenn diese zum Beispiel im Inter-

net veröffentlicht werden würden. Daraus lässt sich ableiten, ob kerninformatische Inhalte in der Grundschule bei einem entsprechenden Angebot dauerhaft Bestand haben könnten.

Es ist bei dem Unterrichtsversuch zu beachten, dass er keine repräsentativen Rückschlüsse zulässt. Ziel ist es daher, eine Tendenz zur Durchführung von kerninformatischen Inhalten in der Grundschule zu erhalten, sowie mögliche Defizite bei den erstellten Materialien aufzudecken.

Um Erfolge aufzuzeigen und um ein abschließendes Fazit zu erhalten, fand nach der Durchführung aller Module ein Abschlussgespräch mit der zuständigen Lehrkraft statt. In diesem wurden aufbauend auf den Fragebogen alle Module kritisch betrachtet und ein Gesamteindruck zu kerninformatischen Inhalten in der Grundschule erstellt. Die Inhalte des Gesprächs werden zum einen modulbezogen in der jeweiligen Kritik wiedergegeben, zum anderen im Gesamtfazit bezüglich aller Module.

Im Folgenden werden zuerst die einzelnen Materialien thematisiert werden.

## **4.1 Der Binärbaum mit Hilfe des Morsealphabets**

In dem Unterrichtsmodul zum Binärbaum sollen die Schülerinnen und Schüler durch spielerisches Lernen zuerst das Morsealphabet und bei der Rückübersetzung eines Textes vom Morsecode in einen Buchstabentext die Vorteile des Binärbaumes erkennen.<sup>47</sup> Ein expliziter Bezug zur Informatik wird nicht hergestellt, so dass für die Kinder im Sachkundeunterricht das Thema Morsen im Vordergrund steht. Durch den Kontext wird eine Abschreckung durch komplizierte Inhalte oder eine falsche Erwartung im Bezug zur Informatik vermieden. Viele Schülerinnen und Schüler würden bei einem Thema aus der Informatik mit einem Computereinsatz rechnen und eine Enttäuschung der Erwartung würde voraussichtlich zu einer abfallenden Motivation führen.

### **4.1.1 Der Binärbaum**

Der Binärbaum ist eine spezielle Form eines Baumes, welcher wiederum eine spezielle Form eines Graphen ist.

---

<sup>47</sup> Vgl. Bischof, E.; Mittermeir, R. (2008), S. 9-15

Ein Graph ist eine abstrakte Struktur, die Beziehungen zwischen mehreren Objekten herstellt. Einzelne Objekte werden mittels Knoten symbolisiert, die Beziehung zwischen zwei Objekten wird mit einer Kante dargestellt. Ein alltägliches Beispiel für einen Graphen ist der Stammbaum, mit dessen Hilfe Familienstrukturen aufgezeigt werden können. Einzelne Personen sind die Objekte, die über Rechtecke dargestellt werden können. Kanten verbinden bei dem Stammbaum Eheleute und von den Eltern gehen Kanten zu ihren Kindern.

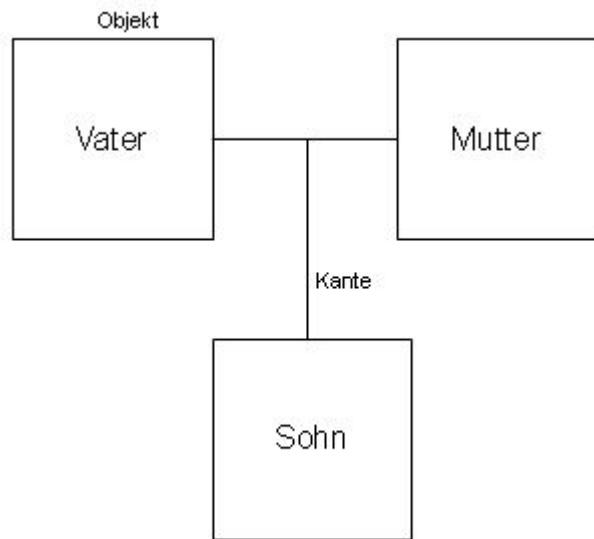
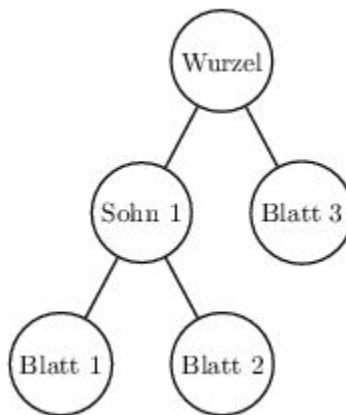


Abbildung 4.1.1: Beispiel für einen Graphen

Ein Baum ist eine spezielle Form eines Graphen, der zyklenfrei und zusammenhängend ist. In der Informatik wird ein Baum als dynamische Datenstruktur betrachtet. Der hier verwendete Baum ist ein gewurzelter Baum, das heißt ein bestimmter Knoten ist die Wurzel des Baumes und richtet ihn aus. Von der Wurzel aus werden alle Nachfahren über Kanten erreicht. Ein direkter Nachfahre eines Knotens wird Kindknoten oder auch Sohn genannt, ein direkter Vorfahre Vater. Wenn von einem Knoten keine weitere Kante abgeht und sie somit keinen Sohn hat, spricht man von einem Blatt.

Das Besondere eines Binärbaumes ist darüber hinaus die Anzahl der Kindknoten. Von jedem Knoten gehen höchstens zwei Kanten zu zwei Söhnen ab. Die wohl wichtigste Anwendung eines Binärbaumes in der Informatik ist der binäre Suchbaum. Da dieser Grundschüler überfordern würde, wird hier nicht weiter auf ihn eingegangen. Die Effektivität des Morsebaums ist vorhanden, da es sich um einen balancierten

Baum handelt. Das heißt, dass die Abstände zweier Blätter von der Wurzel, auch Tiefe genannt, sich höchstens um die Zahl eins unterscheiden.<sup>48</sup>



*Abbildung 4.1.2: Beispiel für einen Binärbaum mit der Tiefe 2*

Von Schwill wird ein Baum als fundamentale Idee der Informatik eingeordnet.<sup>49</sup> Das heißt, er erfüllt das Horizontal-, Vertikal-, Ziel- und Sinnkriterium. Damit sollte er Bestandteil des Informatikunterrichts sein. Schwill selbst ordnet den Baum unter der Masteridee „strukturierte Zerlegung“ ein, welche er schon für Grundschüler als lernbar ansieht. Da die Schülerinnen und Schüler in diesem Modul einen Baum nur lesen lernen, aber keinen erstellen müssen, ist der Schwierigkeitsgrad der Grundschule angepasst.

Das Land Nordrhein-Westfalen setzt im Zentralabitur des Fachs Informatik ebenfalls die Baumstruktur als „inhaltlichen Schwerpunkt“ voraus.<sup>50</sup> Zwar werden hier kompliziertere Baumstrukturen und -operationen angewendet, die Benennung als inhaltlichen Schwerpunkt zeigt dennoch, dass der Baum eine wichtige Datenstruktur im Unterrichtsfach Informatik darstellt. Damit rechtfertigt sich eine einfache Einführung in der Grundschule, um die Schülerinnen und Schüler mit kerninformatischen Inhalten in Kontakt zu bringen. Der Kontext zum kerninformatischen Inhalt im ersten Modul ist das Morsealphabet, welches im folgenden Kapitel beschrieben wird.

48 Vgl. Duden Informatik (2001), zum Baum S.71, zum Binärbaum S. 100

49 Vgl. Schubert, S.; Schwill, A. (2004), S. 74

50 Vgl. Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe im Jahr 2012

### 4.1.2 Das Morsealphabet

Das Morsealphabet oder auch der Morsecode ist eine Kodierung von Zeichen zur Nachrichtenübermittlung. Es ist benannt nach Samuel Morse, welcher einen der ersten Schreibtelegraphen entwickelte. Der von ihm entwickelte Code hat jedoch mit dem heutigen nicht sehr viel gemeinsam, da er nur Zahlen enthielt, welche mittels Tabellen in Buchstaben umgewandelt wurden. Darauf aufbauend entwickelte dann Alfred Vail, ein Mitarbeiter Morses, einen Code zur Darstellung von Buchstaben. Da dieser sowohl unterschiedlich lange Signale als auch Signalpausen enthielt und die Signalpausen zu Problemen bei der Übertragung führten, wurde er abermals von Friedrich Clemens Gerke im Jahre 1848 modifiziert. Nach weiteren kleinen Veränderungen ist der Code schließlich 1865 auf dem Internationalen Telegraphenkongress in Paris zum Standard erklärt worden.

Die Übermittlung des Morsealphabets erfolgt seitdem über ein konstantes Signal, welches ein- und ausgeschaltet wird. Der Morsecode lässt sich also binär übertragen (zum Beispiel mit einer Lampe), wobei die Länge des eingeschalteten Signals nach wie vor von Bedeutung ist. Es wird zwischen einem kurzen und einem langen Signal unterschieden. Da es keine feste Signallänge für jedes Zeichen gibt, wird ein Trennzeichen zwischen den einzelnen Buchstaben oder Zahlen benötigt.

Die Zeichen des Morsealphabets sind „•“, „—“ und „|“, umgangssprachlich als „kurz“, „lang“ und „Pause“ bezeichnet. Diese Bezeichnung wird zur Vereinfachung auch in der Grundschule benutzt.<sup>51</sup>

Um eine schnelle Datenübermittlung zu erreichen, wurde für häufig vorkommende Buchstaben eine kürzere Kodierung gewählt als für längere. Daher wird beispielsweise ein „E“ nur mittels eines kurzen Signals und ein „X“ mit vier Signalen dargestellt. Das komplette Morsealphabet findet sich im Anhang in dem Unterrichtsmodul zum Morsecode.<sup>52</sup>

### 4.1.3 Die Unterrichtsmaterialien zum Morsealphabet

Ziel bei der Gestaltung aller Unterrichtsmodule zur Grundschule war es, Arbeitsmaterialien zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe Grundschullehrerinnen und -lehrer

---

51 Vgl. Pierpont, W. G. (2001)

52 Vgl. Arbeitsblätter zum Morsealphabet im Anhang

auch ohne informatische Vorkenntnisse und ohne eine lange Einarbeitungszeit kern-informatische Inhalte in der Grundschule unterrichten können. Dies führt zu einer niedrigeren Hemmschwelle vor den neuen Unterrichtsthemen und ist vermutlich Voraussetzung dafür, dass die Materialien angenommen werden. Die Materialien sind als Arbeitsblätter im DIN A 4 Format konzipiert, damit diese in den in der Grundschule im Sachkundeunterricht üblichen Schnellhefter abgeheftet werden können. Als Gemeinsamkeit enthalten alle Arbeitsblätter darüber hinaus Felder für den Namen der Schüler und ein Datum, welche zu einem strukturierten Arbeitsstil anregen und eine chronologische Heftführung erleichtern.

Gleichzeitig werden die kerninformatischen Inhalte nicht unter der Überschrift „Informatik“, sondern unter einem anderem Kontext im Sachkundeunterricht eingebettet und einen allgemeinbildenden Charakter besitzen. Dieser wird bei der ersten Unterrichtseinheit mit dem Morsealphabet hergestellt. Da die Materialien sowohl im Sachkundeunterricht als auch in einer Computerarbeitsgemeinschaft durchgeführt werden können, stellt sich für die Schülerinnen und Schüler der Computerarbeitsgemeinschaft die Frage, was das Morsealphabet mit Computern zu tun hat. Die Erklärung hierfür muss die betreuende Lehrerin liefern und auf die binären Entscheidungsmöglichkeiten eines Computers verweisen.

Auch wenn das Morsealphabet in der modernen Kommunikation keine alltägliche Bedeutung für Schülerinnen und Schüler wie beispielsweise eine SMS hat, hat es einen geschichtlich bedeutenden Hintergrund und kann somit Bestandteil des Sachunterrichts sein.

Ein weiterer Vorteil des Morsealphabets sind die vorhandenen Vorkenntnisse bei den Lehrerinnen und Lehrern. Es kann davon ausgegangen werden, dass fast jeder schon mal von ihm gehört hat und über die Funktionsweise mit kurzen und langen Signalen informiert ist. Das häufige Beispiel SOS als Notruf im Morsecode hat einen hohen Bekanntheitsgrad. Über das vorhandene Vorwissen fällt das Verständnis für den Binärbaum, den im ersten Modul vorkommenden kerninformatischen Inhalt, leicht.

In einem Vorgespräch mit einer Lehrerin wurde gerade ein hiermit verbundenes Bedürfnis deutlich. In der Grundschule wird oftmals fachfremd unterrichtet und

Sachkundelehrerinnen und -lehrer sind dankbar für kurze, kleine Unterrichtseinheiten, die sie ohne große Vorbereitung im Unterricht durchführen können. Das Modul zum Morsealphabet erfüllt diese Voraussetzung.

Es ist dabei so aufgebaut, dass nach einem kurzen Einstiegstext zum Thema relativ schnell praktische Übungen erfolgen. Der Text liefert zum einen Hintergrundwissen, zum anderen weckt er eine Motivation bei den Schülern. Sie haben sich möglicherweise bereits in ihrer Freizeit mit Piraten oder Seefahrern beschäftigt und deren Kommunikationswege wie Licht- oder Rauchzeichen spielerisch kennengelernt. Auf diesem Interesse wird dann aufgebaut. Darüber hinaus erzeugt die Einführung einer Geheimschrift eine hohe Motivation bei den Schülerinnen und Schülern, da sie so sich geheime Botschaften mit ihren Freunden oder Freundinnen schreiben können.

Im Anschluss an die allgemeine Einführung des Morsealphabets wird der Bezug zum Binärbaum hergestellt. Die Kinder lernen durch ihre praktischen Erfahrungen, dass eine Verwendung des Baumes zu einer schnelleren Rückübersetzung führt als eine tabellarische Lösung, welche sie bei der Überprüfung des Nachbarnamens durchgeführt haben.

Die Wahl der Partnerarbeit als Sozialform hat den Vorteil, dass sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig unterstützen und bei Fehlern oder einem Stocken bei der Lösung helfen können. Gleichzeitig werden durch die gegenseitige Kontrolle Fehler früher erkannt, so dass die Fortführung des Moduls nicht durch sie gebremst wird. Weiterhin wird durch die Partnerarbeit im Vergleich zu einer Einzelarbeit die Kommunikation angeregt, wodurch über das fachliche Lernen hinaus ein soziales Lernen stattfindet.<sup>53</sup> Die Hemmschwelle des Austausches ist dabei nicht so hoch, da als Partner in den Modulen der Sitznachbar und dieser in den meisten Fällen im Vorfeld aufgrund von Sympathie gewählt wurde.

Neben den Vorteilen können sich durch Partnerarbeit auch Nachteile entwickeln. Die sympathiegesteuerte Partnerwahl kann auch zu einer schnellen Ablenkung vom eigentlichen Unterrichtsinhalt führen. Hier muss die Lehrkraft aufmerksam das Unterrichtsgeschehen verfolgen und notfalls disziplinarisch eingreifen. Darüber hinaus kann es zu Meinungsverschiedenheiten oder Streitigkeiten kommen, die die Schüle-

---

53 Vgl. Sociolexikon (1999)

rinnen und Schüler nicht untereinander lösen können. Auch hier muss der Lehrer oder die Lehrerin dann eingreifen.

Nach der Durchführung des Unterrichtsmoduls sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, einen Entscheidungsbaum zu lesen und seinen Geschwindigkeitsvorteil im Vergleich zu einer linearen Suche in einer Tabelle praktisch erfahren und verstanden haben.

Vor der Durchführung des ersten Moduls wurde es zur Ansicht einer Grundschullehrerin vorgelegt, um eine grundsätzliche Durchführbarkeit zu gewährleisten. Die Rückmeldung von ihr war positiv. Neben formalem Aufbau wie die Wahl einer größeren Schriftart und eines größeren Zeilenabstandes schlug sie vor, bei der Einführung des Baumes einen Beispieldpfad hervorzuheben, um den Schülerinnen und Schülern das Verständnis des Baumes zu erleichtern. Grundsätzlich hielt sie eine erfolgreiche Durchführbarkeit für wahrscheinlich und erklärte sich bereit, an ihrer Schule einen Test durchzuführen. Aus unterrichtsorganisatorischen Gründen fand dieser Probedurchlauf jedoch nicht an dieser Schule statt, so dass die Materialien an einer anderen Schule ohne vorherige Bewertung oder Bearbeitung der entsprechenden Lehrerin durchgeführt worden sind.

Nach der Durchführung wurden sowohl die Schüler und Schülerinnen als auch die durchführende Lehrkraft mittels eines Fragebogens zu ihren Erfahrungen befragt. Auf die Schülerantworten wird im Gesamtfazit zu den Modulen eingegangen, da diese nach der Durchführung aller Module einen separaten Fragebogen erhielten.

Nachfolgend werden zunächst die Kritikpunkte der Lehrerin zu dem ersten Unterrichtsmodul wiedergegeben.

#### **4.1.4 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch**

Direkt nach der Durchführung des Moduls gab die durchführende Lehrerin in einem Gespräch eine Rückmeldung zu dem Unterrichtsversuch. Dieser wurde später durch ein schriftliches Feedback zu einem vorgefertigtem Leitfaden ergänzt.

Vor der Durchführung im Unterricht erwartete die Lehrerin ein Unverständnis bei den Schülerinnen und Schülern, warum sie den Baum und nicht die Tabelle zur Rückübersetzung benutzen sollen. Nach der Durchführung führte sie dies jedoch im direkten Gespräch nicht mehr als Kritikpunkt auf. Auf eine spätere Nachfrage erläu-

terte die Lehrerin, dass es zwar Nachfragen seitens der Schülerinnen und Schüler gab, warum sie einen Baum benutzen sollen, wenn sie doch auch die Tabelle nehmen könnten. Sie erklärte daraufhin den Schülern, dass ein Computer das Alphabet auch codieren müsse und der Baum zu einer wesentlich schnelleren Bearbeitung führt als die Tabelle. Diese Antwort ist zwar fachlich nicht ganz korrekt, da der Computer das Alphabet nicht mittels des Morsealphabets codiert, allerdings gaben sich die Schülerinnen und Schüler mit der Erklärung zufrieden, nutzten den Baum zur Rückübersetzung und sahen im weiteren Verlauf den Geschwindigkeitsvorteil ein.

In ihrer späteren schriftlichen Rückmeldung bestätigte die Lehrerin auf der einen Seite „sehr viel Freude“ bei den Kindern, auf der anderen Seite auch Nachfragen der Schülerinnen und Schüler, warum der Baum benutzt werden sollte. „Ihnen war aber unklar, warum sie den Morsebaum durchlaufen sollten um die Buchstaben zu finden, wo sie doch auf der ersten Seite das ABC mit seinen Morsezeichen stehen hätten“<sup>54</sup>

Um den Kindern Hinweise diesbezüglich zu geben, wäre es eventuell ratsam, den einleitenden Text zur Erarbeitung der Baumstruktur mit einem Hinweis auf die Bearbeitungszeit zu versehen. Die Schülerinnen und Schüler würden dadurch im Vorfeld die Vorteile einer Baumnutzung aufgezeigt bekommen und sie wären für die Wahrnehmung der Bearbeitungszeit sensibilisiert.

Eine weitere sinnvolle Ergänzung wäre es, zusätzlich zu den Unterrichtsmaterialien den betreuenden Lehrern ein Erklärungsblatt zum Binärbaum zur Verfügung zu stellen, damit sie auf Nachfragen der Schüler den Zusammenhang zur Informatik fachlich korrekt beantworten können.

Ein kleinerer Kritikpunkt war die Verwendung des Beispielwortes „Schule“ zur Einführung des Morsealphabets. Da zur Arbeitsgemeinschaft auch Schülerinnen und Schüler der zweiten Klasse gehörten, war für diese der Laut „Sch“ als eigenständige Buchstabenkombination bekannt, so dass sie in der Tabelle nicht zuerst nach einem S, dann nach einem C und dann nach einem H gesucht haben, sondern nach dem „SCH“. Dieser Kritikpunkt lässt sich leicht beheben und somit die Materialien auch in der zweiten Klasse nutzen.

In dem Gespräch berichtete sie abschließend von den Erfolgen des Moduls. Die Schülerinnen und Schüler hätten sehr viele Wörter mit dem Morsealphabet darge-

---

<sup>54</sup> Vgl. schriftliche Rückmeldung der Lehrerin im Anhang

stellt und hätten Freude bei der Arbeit gehabt, so wie bei der Rückübersetzung den Entscheidungsbaum verwendet und verstanden. Veränderungen an dem Arbeitsblatt hätte sie nicht vorgenommen; lediglich die Hausarbeit wäre entfallen.

#### 4.1.5 Fazit

Die Durchführung des Unterrichtsmoduls kann als Erfolg gewertet werden. Ausschlaggebende Punkte sind hierfür die hohe Motivation der Schülerinnen und Schüler, der relativ reibungslose Ablauf der Stunde und der Wissenserwerb der Klasse. Es hat sich gezeigt, dass die praktischen Erfahrungen den Zeitvorteil eines Suchbaumes im Vergleich zu einer linearen Suche den Schülerinnen und Schüler bewusst werden ließen.

Die Motivation der Klasse verdeutlicht sich an den Rückmeldungen des Fragebogens. Vor allem das Modul zum Morsealphabet und das zur Verschlüsselung waren sehr beliebt. Gerade das gegenseitige Schreiben codierter Nachrichten hat eine hohe Motivationswirkung auf die Kinder.

Die Lehrerin selbst gab an, die Materialien wiederverwenden zu wollen. Dazu müssten die in der Kritik angesprochenen Veränderungen berücksichtigt werden. Das Hauptaugenmerk sollte dabei bei einer Verdeutlichung der Vorteile eines Baumes liegen.

Unklar bleibt, inwieweit der Zusammenhang zur Informatik geschlossen wurde. Da der besondere Kontext der Computerarbeitsgemeinschaft die Schüler anregt, einen Zusammenhang zumindest zum Computer zu suchen, sind die Ergebnisse hierzu nicht aussagekräftig. Zu Beachten ist darüber hinaus, dass der Fragebogen der Kinder erst vier Wochen nach Behandlung des ersten Moduls ausgefüllt wurde. Zu diesem Zeitpunkt konnte kein Kind sich an einen korrekten Zusammenhang zwischen dem Morsealphabet und der Informatik erinnern.<sup>55</sup> Ob dies direkt nach der Durchführung des Moduls anders gewesen wäre, bleibt unklar. Durch entsprechende Hinweise während der Durchführung kann aber ein Zusammenhang deutlicher gemacht werden.

---

<sup>55</sup> Vgl. Fragebögen der Schüler im Anhang

## 4.2 Unterrichtsmodul zur Caesarverschlüsselung

Das zweite Unterrichtsmodul befasst sich mit der Verschlüsselung eines Textes mit Hilfe der Caesarverschlüsselung. Es wirkt damit auf den ersten Blick ähnlich zu dem vorherige Modul zum Binärbaum mit Hilfe des Morsecodes, jedoch ist nur der gewählte Kontext ähnlich. Zwar geht es in beiden Modulen darum, einen Text zu codieren, in dem ersten Modul ist dies aber nur der gewählte Kontext zum Binärbaum, während es in diesem Modul tatsächlich um die informatische Verschlüsselung geht.

### 4.2.1 Caesarverschlüsselung

Die Caesarverschlüsselung erhielt ihren Namen durch eine Anwendung von Julius Caesar.<sup>56</sup> Dieser nutzte die Verschlüsselung zur Übermittlung von Daten zu militärischen Zwecken. Weitere Namen für diese Kryptographietechnik sind Caesar-Verschiebung oder Verschiebechiffre.

Die historische Verwendung von vor über 2000 Jahren lässt schon darauf schließen, dass die Verschlüsselung relativ einfach und ohne hohen technischen Einsatz funktioniert. Darüber hinaus ist dies gleichzeitig ein Hinweis darauf, dass die Verschlüsselung sehr unsicher ist und daher in der modernen Informatik kaum Anwendung findet. Trotzdem ist sie jedoch ein beliebtes Einstiegsbeispiel für kryptographische Themen in der Schule und kann auf Grund der Einfachheit auch in der Grundschule verwendet werden.

Die Caesarverschlüsselung ist eine symmetrische Verschlüsselungstechnik. Damit wird sowohl zum Ver- als auch zum Entschlüsseln der gleiche Schlüssel verwendet. Ein sinnvoller Schlüssel bei der Verschiebechiffre ist immer eine Zahl zwischen 1 und 25.

Das Funktionsprinzip der Verschlüsselung ist sehr einfach. Jeder Buchstabe des Alphabets wird einem anderen zugewiesen, indem es zu einer Verschiebung kommt. Ist der Schlüssel beispielsweise 3, dann ergibt sich daraus, dass im Klartext ein „A“ um drei Positionen im Alphabet verschoben wird und damit im verschlüsselten Text zu einem „D“ wird. Da die Anzahl der Buchstaben im Alphabet 26 beträgt, gibt es somit auch nur 26 verschiedene Schlüssel (0-25). Der Schlüssel 26 würde die gleiche

---

<sup>56</sup> Vgl. zur Caesarverschlüsselung: Kippenhahn, R. (2006), S.80-86

Verschlüsselung erzeugen, wie 0, bei dem es zu keiner Verschiebung des Alphabets kommt und der Klartext identisch zum verschlüsseltem Text ist.

Mathematisch betrachtet bedeutet dies für die Verschlüsselung eines Buchstabens des Klartextes K mit dem Schlüssel n:

$$\text{Verschlüssel}_n(K) = (K + n) \bmod 26$$

Für die Entschlüsselung eines verschlüsselten Buchstabens V mit dem Schlüssel n:

$$\text{Entschlüssel}_n(V) = (V - n) \bmod 26$$

Die Caesarverschlüsselung ist wie alle anderen monoalphabetischen Verschlüsselungen nicht sehr sicher. Da jede Sprache eine bestimmte Struktur verfolgt, ergeben sich hieraus auch bestimmte Muster. In der deutschen Sprache bedeutet dieses, dass das „E“ am Meisten vorkommt. Die relative Häufigkeit beträgt hiervon knapp 18 % und ist damit doppelt so hoch wie die des nächst häufigsten Buchstabens („N“). Daher genügt es zur Entschlüsselung eines Textes, die vorkommenden Buchstaben zu zählen. Ist der Text ausreichend lang, kann man davon ausgehen, dass der häufigste Buchstabe einem E entspricht. An Hand dieser Information kann man dann den Schlüssel herausfinden und den kompletten Text entschlüsseln. Damit lässt sich sehr einfach zeigen, dass die Verschlüsselung nicht sicher ist, sie bietet sich zum Einstieg aufgrund der Überschaubarkeit trotzdem an. Für die Grundschüler ist es ein guter Einstieg, um die Begriffe Klartext, Verschlüsselung und Schlüssel zu erklären und ein spielerisches Interesse für Kryptografie zu wecken.

Verschlüsselung selbst spielt eine zentrale Rolle in der Informatik. Ihre Behandlung im Unterricht ist, wie schon der Binärbaum, ebenfalls eine Vorgabe des Landes Nordrhein-Westfalen, als Thema im Zentralabitur. Kryptographie ist als Unterpunkt eingeordnet unter „I.3 Modellieren und implementieren kontextbezogener Problemstellungen als Netzwerkanwendungen“. Als weiterer Unterpunkt ist hierbei explizit die Symmetrische Verschlüsselung angegeben und als Beispiel auch die Caesarverschlüsselung.<sup>57</sup>

Zwar werden im Zentralabitur die Aufgaben einen höheren Schwierigkeitsgrad haben als im Unterrichtsmodul der Grundschule, jedoch zeigt sich durch ihren Einsatz

---

<sup>57</sup> Vgl. Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe im Jahr 2012

im Zentralabitur die Bedeutsamkeit der Verschlüsselung für das Schulfach Informatik und rechtfertigt damit eine Einführung in der Grundschule im Sachkundeunterricht.

#### **4.2.2 Verschlüsselung im Sachkundeunterricht**

Die Einführung von Verschlüsselungstechniken im Sachunterricht wird spielerisch mit einer Bastelarbeit erfolgen und dadurch die Motivation bei den Kindern wecken. Darüber hinaus soll die Themenüberschrift „Geheimschrift“ Neugierde und damit Interesse an dem neuen Thema wecken.

Das Ziel für die Schülerinnen und Schüler wird es sein, ihren Freundinnen und Freunden verschlüsselte Botschaften zu schreiben. Der eigentliche Lernzuwachs der Kinder soll aber darin bestehen, ein Verständnis von Verschlüsselung sowie deren Notwendigkeit und Risiken für die Gesellschaft zu erlernen. Dabei werden sie spielerisch lernen, wie man etwas verschlüsseln kann und darüber hinaus gleichzeitig die Risiken einer zu trivialer Verschlüsselungen erkennen.

Um die Einführung in die Thematik möglichst einfach und grundschulgerecht zu gestalten, basteln die Kinder am Anfang der Stunde eine Chiffrierscheibe.<sup>58</sup> Neben dem fachlichen Lernen werden durch diesen Einstieg ihre taktilen Fähigkeiten geschult. Gleichzeitig müssen sie sorgfältig bei der Durchführung der Bastelarbeiten arbeiten, um im Anschluss mit der Scheibe schnell Texte verschlüsseln zu können.

Eine Chiffrierscheibe besteht aus einer äußeren und einer inneren Kreisscheibe, die über eine Verbindung im Mittelpunkt miteinander verdreht werden können. Auf der äußeren Scheibe ist hierbei das normale Alphabet kreisförmig angeordnet, während auf der inneren Scheibe die verschlüsselten Zeichen stehen. Da bei der Caesarverschlüsselung sowohl der Klartext als auch der verschlüsselte Text aus dem lateinischen Alphabet besteht, sind auf beiden Scheiben die gleichen Zeichen zu finden.

Durch ein Verdrehen der Scheiben wird jeder Klartextbuchstabe seinem verschlüsselten Buchstaben zugewiesen. Der Empfänger des verschlüsselten Textes muss dann zum Entschlüsseln lediglich wissen, welche Chiffrierscheibe verwendet wurde und wie oft sie weiter gedreht wurde. Die Rückübersetzung erfolgt von der inneren Scheibe auf die äußere.

---

58 Vgl. Kippenhahn, R. (2006), S.81-83

Um den Schülerinnen und Schülern die Ver- und Entschlüsselung zu erleichtern, erhält jeder Buchstabe der inneren Scheibe zusätzlich einen nummerischen Schlüssel zugewiesen. Dieser entspricht genau der Anzahl an Buchstaben, um die die Chiffrierscheibe weitergedreht wurde. Dadurch verstehen die Kinder schnell, dass durch ein zweimaliges Weiterdrehen der Scheibe der Schlüssel ebenfalls 2 ist und damit ein „A“ im Klartext verschlüsselt ein „C“ ergibt.

Aus didaktischer Sicht kann durch diese Vereinfachung auf einen langen einleitenden und erklärenden Text verzichtet werden. Die Schülerinnen und Schüler lernen vielmehr durch ihre eigenen Erfahrungen, was ein Schlüssel ist und können sich so das Lernziel selbst erarbeiten.

Ein weiterer Vorteil entsteht dadurch in der Bearbeitungszeit. Grundschülerinnen und -schüler sind noch nicht so vertraut mit dem Alphabet, dass sie schnell zählen können, welcher Schlüssel entsteht, wenn beispielsweise aus einem A ein H wird. Daher ist es einfacher, wenn sie die Anzahl der Verschiebungen leicht auf der Scheibe ablesen können.

Die ersten Überlegungen zum Modul sahen vor, dass die Schülerinnen und Schüler, nachdem sie sich gegenseitig verschlüsselte Botschaften geschrieben haben, eine Zusatzaufgabe erhalten. Diese hielt für fleißige Kinder einen Text bereit, den sie lesen sollten, um anschließend Fragen über Verschlüsselung zu beantworten. Mit Hilfe des Textes und der Fragen sollten ihnen dann kerninformatische Inhalte vermittelt werden. Zusätzlich sollte durch reflektierende Fragen zur vorherigen Übung das erworbene Wissen gefestigt und mit Fachbegriffen abgesichert werden.

Dies kritisierte jedoch die Fachlehrerin in dem Vorgespräch. Sie merkte an, dass die Motivation für schnelles und exaktes Arbeiten mit einer Zusatzaufgabe, die aus einem Text besteht, nicht hergestellt werden kann. Stattdessen schlug sie vor, als Zusatzaufgabe vorgefertigte verschlüsselte Sätze zu verwenden, welche die Schülerinnen und Schüler selbstständig entschlüsseln sollen. Hierbei stellte sie auch verschiedenen Möglichkeiten des Schwierigkeitsgrades fest, in dem sie vorschlug, auch verschlüsselten Text ohne Bekanntgabe des Schlüssels entschlüsseln zu lassen.

Diese Möglichkeit der Aufgabenstellung erschien im Vorfeld als zu schwierig, aufgrund der Rückmeldung ist sie nun in die Aufgabenblätter integriert. Hier wird die

Praxis zeigen, ob eine Entschlüsselung ohne Schlüssel bereits in der Primarstufe möglich ist.

Die Vermittlung des theoretischen Hintergrunds durch den Text erfolgte vor der Anleitung zur Erstellung der Chiffrierscheibe, jedoch wurde der Text etwas gekürzt und durch den historischen Bezug zu Caesar kindgerechter gestaltet.

Durch die Aufteilung der Aufgaben in Sollaufgaben und Zusatzaufgaben wird die Heterogenität der Leistung in der Grundschule ausgeglichen. Nach Rücksprache mit einigen Grundschullehrerinnen ist dies eine große Herausforderung in der Grundschule, da hier anders als in der Sekundarstufe I noch keine Leistungsselektion erfolgt ist. Daher werden Unterrichtsmaterialien für die Grundschule auf diese unterschiedlichen Leistungsniveaus angepasst.

Der erste Entwurf zum Thema Verschlüsselung sah ebenfalls vor, dass die Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig verschlüsselte Botschaften schreiben. Ziel der Partnerarbeit war es, dass die Kinder sich gegenseitig helfen. Auch dieses wurde jedoch im Vorfeld von der Fachlehrerin kritisiert, da hier unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeiten nicht ausgeglichen werden können. Sie hielt es für wahrscheinlich, dass einige Kinder sehr viel länger zum Verschlüsseln brauchen würden, als ihre Klassenkameraden. Außerdem würden Schülerinnen und Schüler sich freuen, wenn sie eine vorgefertigte Aufgabe richtig lösen können. Allenfalls als Zusatzaufgabe wäre das gegenseitige Schreiben von Nachrichten denkbar.

Da zu befürchten ist, dass mit dieser Partnerarbeit die Zeitvorgaben für ein Modul nicht eingehalten werden können, entfiel die Aufgabe vor der Durchführung und wurde durch die Zusatzaufgabe mit bereits verschlüsselten Sätzen ersetzt.

Auch das zweite Unterrichtsmodul wurde nach diesen Rückmeldungen in der Grundschule durchgeführt. Die hierfür eingesetzte Klasse ist die selbe wie bei dem vorherigen Modul, so dass die Schülerinnen und Schüler schon in Kontakt mit kern-informatischen Inhalten gekommen sind. Auch zu diesem Modul gab die durchführende Lehrerin Feedback durch ein kurzes mündliches Gespräch sowie in der Folge durch die Beantwortung des gleichen Fragebogens wie zum ersten Modul.

### 4.2.3 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch

Nach der Durchführung des zweiten Moduls zeigte sich die Lehrerin in einem Gespräch insgesamt begeistert von den Arbeitsblättern. Dies begründete sie damit, dass die Schülerinnen und Schüler außerordentlich motiviert gearbeitet hätten und dabei jegliches Zeitgefühl verloren hätten. So wäre es in der Computer AG eigentlich üblich, dass am Ende der Stunde die Schülerinnen und Schüler noch Gelegenheit bekommen, an den Schulcomputern frei zu spielen oder im Internet zu surfen. In dieser Stunde hätte kein einziges Kind nachgefragt, wann es denn endlich so weit wäre, so dass bis zum Ende verschlüsselt wurde und die Schülerinnen und Schüler sich mit großer Freude Nachrichten geschrieben haben.

Bei einer abschließenden Besprechung nach Durchführung aller Module berichteten einige Kinder, dass sie zu Hause auch noch verschlüsselte Texte geschrieben hätten und mit diesen ihren Freundinnen und Freunden geheime Nachrichten geschrieben haben. Dies ist ein Indiz dafür, dass es sich für die Kinder um ein spielerisches Lernen gehandelt hat und sie sehr begeistert waren.

Im weiteren Verlauf des Gespräches mit der Lehrerin merkte sie drei Punkte zur Verbesserung an.

Der erste Hinweis bezog sich auf die Chiffrierscheibe. Diese war zwar schon durch die aufgedruckten Schlüssel kindgerecht gestaltet, allerdings hatten die Kinder Schwierigkeiten mit den Begriffen „Außenkreis“ und „Innenkreis“ auf den Arbeitsblättern. Hier wäre es hilfreich gewesen, wenn die Scheiben verschiedene Hintergrundfarben oder Schriftfarben gehabt hätten. Dann hätte man die für die Grundschülerinnen und -schüler abstrakten Begriffe bildlich beschreiben können und sie somit objektiviert. Diese Verständnisschwierigkeiten werden durch Piagets Einordnung von Grundschülern in die „konkret-operationale“<sup>59</sup> Stufe ebenfalls begründet, aber bei der Anfertigung der Arbeitsblätter nicht bedacht. Der Kritikpunkt lässt sich leicht durch eine Modifizierung der Chiffrierscheibe ändern, so dass dies kein Hindernis für weitere Durchführungen des Moduls darstellt. Die Bestätigung des Verbesserungsvorschlags äußert die Lehrerin ebenfalls in ihrer schriftlichen Rückmeldung, da sie bei einer möglichen Wiederverwendung „die Drehscheibe mit dem 'richtigen' ABC z.B.

---

59 Vgl. Flavell, J. H. (1963)

in rot kopieren und das andere ABC ruhig weiß lassen“ würde. In der jetzigen Form waren für die erfolgreiche Durchführung „einige gemeinsame Beispiele an der Tafel notwendig“<sup>60</sup>

Der zweite Kritikpunkt betraf ebenfalls die Einführung der Chiffrierscheibe, was belegt, dass der Einstieg in die Verschlüsselung nicht so einfach wie gedacht von Grundschülern verstanden werden kann. Die Lehrerin regte an, dass ein Beispieltext oder -wort, das einmal im Klartext und einmal in der verschlüsselten Form auf den Arbeitsblättern abgedruckt gewesen wäre, dem Verständnis der Schülerinnen und Schülern sehr geholfen hätte. Sie haben diese Verständnisschwierigkeiten umgangen, in dem sie selbst ein Beispielwort mit den Schülerinnen und Schülern an der Tafel verschlüsselt und anschließend wieder gemeinsam entschlüsselt hätte. Dadurch hätten dann alle Schülerinnen und Schüler das Verschlüsselungsprinzip des Caesarchiffres verstanden und es sei zu keinen weiteren Verständnisproblemen bei der Durchführung gekommen.

Der letzte Kritikpunkt bezog sich auf die Zeitplanung des Moduls. Die Kinder hätten sich bei der Verschlüsselung ihrer Botschaft sehr lange Sätze ausgedacht, so dass die Zusatzaufgaben nicht mehr durchgeführt werden konnten. Dies ist zwar zum einen ein positives Signal, da es ein Beleg für die Freude der Kinder während der Durchführung ist, zum anderen spiegelt es wieder, dass der Umfang des Moduls zu lang ist. Eine Verbesserung wäre zum Beispiel durch die Vorgabe eines bestimmten kurzen Satzes zum Verschlüsselung erreicht. Die dadurch gewonnene sicherere Zeitplanung hat den Verlust der eigenen Satzbildung und damit der Kreativität der Aufgabe zur Folge. Da ein Verständnis der Verschlüsselung auch ohne die Zusatzaufgaben erreicht wird, ist das Unterrichtsziel erreicht und damit handelt es sich um keinen großen Nachteil bei der Durchführung. Es ist allerdings schade, dass nicht getestet werden konnte, ob es den Grundschülerinnen und -schülern gelungen wäre, den Schlüssel eines verschlüsselten Textes herauszufinden.

In der schriftlichen Bewertung bleiben die Gründe dafür unklar. „Kein Kind hat jedoch die Aufgaben c) und d) geschafft“<sup>61</sup>. Während man hier annehmen kann, dass die Aufgaben zu schwierig waren, begründete sie in dem persönlichen Gespräch die

---

60 Vgl. schriftliche Rückmeldung der Lehrerin im Anhang

61 Ebd.

Zeitplanung als Hauptgrund für das Weglassen dieser Aufgaben. Sicherlich ist festzustellen, dass gegen Ende einer Stunde am Nachmittag einer Ganztagschule die Konzentration für so eine Aufgabe nicht mehr reicht, so dass weitere Versuche notwendig wären, um herauszufinden, ob eine Schlüsselfindung durch Grundschüler bei der Caesarverschlüsselung möglich ist.

#### 4.2.4 Fazit

Es hat sich gezeigt, dass durch das spielerische Lernen mit der Chiffrierscheibe ein großer Lernerfolg erzielt werden kann. Die Kinder gingen am Ende der Stunde mit Begriffen wie Schlüssel, Verschlüsselung, Klartext und Geheimtext um und konnten sowohl Texte ver- als auch entschlüsseln. Damit kann Verschlüsselung bereits Unterrichtsthema in der Primarstufe sein.

Eine Verknüpfung der Unterrichtsthematik zur Informatik fand jedoch überwiegend nicht statt. Nur einige Kinder schlossen einen Zusammenhang zu Passwörtern und der Notwendigkeit von verschlüsselt gespeicherten Informationen bei Computern.<sup>62</sup> Für die Kinder war der Zusammenhang zu Computern über den Text hergestellt. Im Laufe der Stunde geriet dies jedoch in den Hintergrund, so dass für die Kinder das Schreiben von geheimen Botschaften im Vordergrund stand. Abhilfe würde eventuell eine abschließende Reflexion der Lehrerin mit der Gruppe bewirken, um nochmals darauf hinzuweisen, was die Chiffrierscheibe mit Informatik oder Computern gemeinsam hat. Eventuell könnte auch hierbei eine Handreichung für die durchführende Lehrerin oder Lehrer helfen, damit diese über den Zusammenhang informiert ist und diesen auch weitergeben kann.

Insgesamt ist der Unterrichtsversuch positiv zu bewerten. Die angemerkten Verbesserungsvorschläge lassen sich leicht umsetzen und damit die Materialien wiederverwenden.

### 4.3 Unterrichtsmodul zur Einführung eines Zustandsgraphen

Das dritte Unterrichtsmodul ist im Vergleich zu den ersten beiden weitaus komplexer und weniger spielerisch und wird daher eher in der vierten Klasse Bestandteil des Unterrichts sein. Ziel dieses Moduls ist es, den Schülerinnen und Schülern eine Ein-

---

<sup>62</sup> Vgl. Fragebögen der Schüler im Anhang

führung in die Automatentheorie zu geben und die Darstellungsform eines Zustandsgraphen näher zu bringen.

Dieses Modul wurde im ständigen Austausch mit einer Grundschullehrerin erstellt, da es eine Herausforderung war, den relativ komplexen Inhalt für Grundschüler verständlich zu machen. Da der endliche Automat durch die Erweiterungen von Modrow Bestandteil der fundamentalen Ideen geworden ist, wird hier ein Versuch durchgeführt, die Erfüllbarkeit des Vertikalkriteriums mit Grundschülerinnen und -schülern zu testen. Als Kontext zur Einführung wurde ein Fahrkartautomat gewählt und hierbei die Bezahlung der Fahrkarte herausgegriffen

### 4.3.1 Kontextwahl

Der schwierigste Schritt bei der Erstellung der Materialien war es, einen geeigneten Kontext zu finden. Dieser muss so gewählt werden, dass es mit ihm auf der einen Seite möglich erscheint, die Komplexität so weit zu reduzieren, dass der Automat für die Schülerinnen und Schüler verständlich ist. Auf der anderen Seite soll ein Lebensweltbezug hergestellt werden können. Aus den genannten Gründen viel die Wahl zur Einführung des neuen Moduls auf den Fahrkartautomaten.

Im weiteren Verlauf des Unterrichtsmoduls werden die leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler den Bezahlvorgang eines Kaugummiautomaten visualisieren, da für diesen Kontext die gleichen Argumente wie für den Fahrkartautomaten gelten. Zusätzlich entstehen durch den ähnlichen Bezahlvorgang ähnliche Münzkombinationen und damit sind Parallelen für die Schülerinnen und Schüler erkennbar. Dadurch wird eine erfolgreiche Lösung der Aufgabe unterstützt.

Es erwies sich hierbei als schwierig, geeignete Aufgaben zu finden, da durch verschiedene Münzwahlen oder Beträge die Lösungen sehr komplex werden und es viele verschiedene Zustände gibt. Daher wurden bei dem Fahrkartautomat als Zielbetrag zwei Euro gewählt und nur fünfzig Cent, ein Euro sowie zwei Euro Münzen zugelassen. Der Wahl dieses Betrages hat den Vorteil, dass wesentlich weniger Zustände möglich sind als bei der Verwendung von weiteren Münzen wie zum Beispiel zwanzig Cent Münzen.

Analog dazu und aus den gleichen Gründen wurde bei dem Kaugummiautomaten ein Betrag von zwanzig Cent gewählt sowie nur fünf Cent, zehn Cent und zwanzig

Cent Münzen zugelassen. Durch diese Münzwahl entsteht ein ähnlicher Zustandsgraph wie beim Fahrkartenautomat, lediglich die Beschriftung des Graphen ändert sich. Dadurch wird den Kindern der Transfer erleichtert und so eine erfolgreiche Lösung der Aufgabe unterstützt.

Um weiterhin die Komplexität gering zu halten, ist auf die Möglichkeit eines ungültigen Münzwurfs, mit dem die Gesamtsumme überschritten würde, verzichtet worden. Lediglich die schnelleren Schülerinnen und Schüler werden in einer Knobel-aufgabe gefragt, was passiert, wenn eine Münze eingeworfen wird, mit der der Bezahlbetrag überschritten wird. In diesem Fall wird die Münze einfach durchfallen und ansonsten werden keine weiteren Veränderungen auftreten. So ein Szenario sollte trotzdem Bestandteil einer Aufgabe sein, um leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler zu fordern, da diese möglicherweise sich auch selbst schon die Frage nach einem zu hohem Münzeinwurf gestellt haben.

Ein weiterer Vorteil dieser Reduzierung entsteht bei der Darstellung des endlichen Automaten mit einem Übergangsgraphen.

### 4.3.2 Der endliche Automat und seine Darstellung

Der Automat, oder auch Zustandsmaschine, ist ein Modell, das Verhalten (zum Beispiel einer Maschine) darstellt und dabei aus der „Menge der Eingabesignale, die Menge der Ausgabesignale, die Menge der Zustände, den Anfangszustand und die Übergangsfunktion“<sup>63</sup> besteht. Wenn die Anzahl der Zustände eines Automaten begrenzt ist, spricht man von einem endlichen Automaten.

Die Grundschülerinnen und -schüler sollen den endlichen Automaten als Zustandsgraphen darstellen, welcher jedoch aus didaktischen Gründen leicht reduziert ist. In dem benutzten Graphen stehen Kreise für die verschiedenen Zustände und die Pfeile zwischen diesen Kreisen stellen Zustandsübergänge wie auch bei einem gewöhnlichen Zustandsgraphen dar. Die Beschriftung des Pfeils stellt die Übergangsfunktion dar. Dieser Begriff wird nicht explizit genutzt, da der Funktionsbegriff in der Grundschule nicht geläufig ist und es für die Schülerinnen und Schüler reicht, wenn der Zustandsübergang mit „Münzeinwurf“ beschrieben wird.

---

<sup>63</sup> Duden Informatik (2001), S. 218

Da die Schülerinnen und Schüler auf dem Arbeitsblatt lediglich mit dem Bezahlvorgang von zwei Automaten in Kontakt kommen, stellen die verschiedenen Zustände immer die Summe der eingeworfenen Münzen und die Übergänge die aktuell eingeworfene Münze dar. Damit ist es für die Schülerinnen und -schüler verständlicher, die voneinander getrennten Zustände zu erkennen und den Unterschied zwischen Zustand und Übergang zu verstehen. Der Startzustand wird nicht explizit gekennzeichnet. Über die Beschriftung (0) ist klar, dass hier noch keine Münze eingeworfen wurde und somit hier der Startpunkt ist.

Eine weitere Reduzierung des Graphen wurde bei den Zustandsveränderungen realisiert. Wie oben bereits erwähnt, wurde die Möglichkeit des zu viel Bezahlens bei falschem Münzeinwurf nicht thematisiert und bei der Lösung der Aufgabe nicht berücksichtigt. Der Hauptgrund dies nur als Zusatzaufgabe zu stellen war, dass durch den Wegfall von Zustandsübergängen auf den gleichen Zustand der Graph übersichtlicher und damit für die Grundschülerinnen und -schüler leichter zu verstehen ist. Ein Nebeneffekt ist darüber hinaus noch die mögliche Differenzierung zwischen leistungsstarken und leistungsschwächeren Schülern.

Ebenfalls wurde auf den üblichen Startpfeil im Zustandsgraphen verzichtet. Bei dem gewählten Beispiel ist der Zustand (0) für die Schüler offensichtlich der Startzustand, da hier noch keine Münze eingeworfen wurde und so der Graph weiter reduziert werden kann.

Durch diese vielen kleinen Reduzierungen soll es den Kindern gelingen, einen Einblick in die Automatentheorie und ein Leseverständnis für Graphen, insbesondere des Zustandsgraphen, zu erwerben. Nachfolgend werden die zur Verfügung gestellten Arbeitsmaterialien vorgestellt.

### 4.3.3 Gestaltung des Unterrichtsmaterials

Im Gegensatz zu den ersten beiden Modulen enthält das dritte Modul nur einen geringen Anteil an kreative Arbeit und setzt weniger auf selbstständig erstellte Lösungen der Kinder und mehr auf ein Verstehen des vorgegebenen Graphens. Dies liegt daran, dass zwar auf der einen Seite der Zustandsgraph den Schülerinnen und Schülern vertraut werden soll, auf der anderen Seite nach der Rückmeldung aus den Vorgesprächen mit einer Grundschullehrerin für leistungsschwächere Schüler die Erstellung ei-

nes solchen Graphen zu schwierig ist. Daher beschränkt sich die Aufgabenstellung darauf, einen gegebenen Zustandsgraphen zu analysieren und seinen Aufbau nachvollziehen zu können.

Lediglich für die schnelleren Schülerinnen und Schüler ist vorgesehen, dass sie auch selbst einen Zustandsgraphen zeichnen. Dieser ist von der Aufgabenstellung sehr an den gegebenen Automaten angelehnt, so dass eine selbstständige Lösung zumindest für einen Teil der Klasse möglich sein wird. Anhand der Rückmeldung aus dem Unterrichtsversuch kann dann entschieden werden, ob diese Zusatzaufgabe möglicherweise auch für die ganze Klasse lösbar ist.

Die Einführung des Graphen im Modul erfolgt schrittweise, da eine Gesamtübersicht des fertigen Graphen zu unübersichtlich und damit zu schwierig für die Primarstufe ist. Daher sieht die erste Aufgabe vor, dass die Klasse erst einmal überlegt, welche Münzeinwürfe überhaupt möglich sind, um zwei Euro mit den vorgegebenen Münzen zu bezahlen. Ziel dieser Aufgabe ist es, die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Pfade des Zustandsgraphen durch eigene Überlegungen erschließen zu lassen und Überlegungen über die verschiedenen Bezahlmöglichkeiten anzuregen.

Anhand dieser Überlegungen erfolgt dann die Einführung des Graphen. Dafür wird beispielhaft ein Pfad herausgenommen und dieser dann mit weiteren Pfaden ergänzt. So wird die relativ komplexe Grafik in die Einzelteile zerlegt und den Schülerinnen und Schülern der schrittweise Aufbau verdeutlicht.

Um jedoch nicht nur ein passives und theorielastiges Modul durchzuführen soll die Klasse die von ihnen gefundenen Bezahlmöglichkeiten in dem Graphen finden, die vorherige Einführung des Graphen rückwärts durchführen und die Figur in ihre Einzelteile zerlegen. Mit dieser Aufgabe wird das konstruktivistische Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler angeregt und der Lerninhalt gefestigt.

Zum Abschluss folgen noch die Zusatzaufgaben, auf die oben schon eingegangen worden ist. Diese verfolgen zum einen ebenfalls das konstruktivistische Lernprinzip, zum anderen wird durch sie darüber hinaus die Motivation der Leistungsstarken geweckt, indem sie eine Knobelaufgabe bekommen und so die Möglichkeit erhalten einen kompletten Zustandsgraphen zu erschließen.

Nach diesen theoretischen Überlegungen widmet sich das nachfolgende Kapitel den Rückmeldungen aus der Durchführung des Moduls.

#### **4.3.4 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch**

Nach der Durchführung des Moduls in der Computer-AG berichtete mir die Lehrerin von ihren Erfahrungen mit dem Material.

Zunächst beschrieb sie ein anfängliches Interesse der Schülerinnen und Schüler an dem Kontext des Fahrkartautomaten. Jedoch kam es bei der Aufgabe 1 zu Schwierigkeiten, da vielen Kindern nicht klar war, was es heißt, dass Münzen auch in unterschiedlicher Reihenfolge eingeworfen werden können. Erst nach längeren Erklärungen hätten es die Meisten der Schülerinnen und Schüler verstanden. Ein möglicher Grund dafür könnte die Zusammensetzung der Arbeitsgemeinschaft sein, da an dieser ebenfalls Zweitklässler teilnehmen. Diese haben noch ein anderes Verständnis als die älteren Grundschüler, so dass dieses Modul eher für die höheren Jahrgänge der Grundschule geeignet ist.

Dieses Verständnisunterschiede der verschiedenen altrigen Kinder zogen sich durch das gesamte Modul. Die Lehrerin berichtete zum Teil von sehr guten Schülerinnen und Schülern, die selbst die Zusatzaufgaben relativ problemlos lösen konnten, auf der anderen Seite gab es ebenfalls überforderte Kinder.

Die Gründe sah sie zum einen in den unterschiedlichen Jahrgangsstufen, zum anderen berichtete sie von grundlegenden Unterschieden bezüglich des logischen Denkens innerhalb einer Jahrgangsstufe. Hierbei stach ein Schüler der dritten Klasse besonders heraus, welcher sich bereits im Laufe des Schuljahres talentiert zeigte und auch bei der Erstellung des Zustandsgraphen keine Probleme hatte. Das Beispiel zeigt, dass auch in der Grundschule die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Fähigkeiten ausgebildet haben. Die Kunst der kerninformatischen Module ist es, für alle Kinder gleichermaßen einen Zugang zu schaffen.

Als Verbesserungsvorschlag für das Modul wäre eine spielerische Einführung möglich. Bei den Lösungen der Schüler zeigte sich, dass diese eine Notation des Geldes verwendeten, die auf dem Arbeitsblatt so nicht eingeführt wurde. Viele Lösungsblätter enthielten eine von den Schülern erstellte bildliche Darstellung der Münzen. Das heißt, Rechnungen mit Geld sind den Schülern schon aus anderen Fächern wie

zum Beispiel dem Mathematikunterricht vertraut. In diesem wird oft mit Spielgeld gerechnet um so die rationalen Zahlen einzuführen. Dieses Spielgeld könnte man nutzen und das Modul mit einem Rollenspiel eröffnen.

Bei diesem Rollenspiel schlüpft einer der beiden Teilnehmer in die Rolle des Automaten und der Partner in die Rolle des Münzeinwerfers. Da dieser viele verschiedene Münzen zur Verfügung hat und diese auch in verschiedener Reihenfolge einwerfen könnte, würden die Schüler mit einer solchen Eröffnung vielleicht eher auf die Lösung der Aufgabe 1 kommen. Ob dies wirklich eine Hilfe darstellt, müsste ein weiterer Praxisversuch in einer anderen Referenzgruppe zeigen. Für solch einen Versuch fehlte im Rahmen dieser Arbeit die Zeit sowie ein möglicher Kooperationspartner.

Eine weiterer Kritikpunkt nach der Durchführung war der Begriff des Zustandsgraphen. Dieser ist zwar fachlich korrekt, aber nicht grundschulgerecht. Viele Schülerinnen und Schüler stolperten immer wieder über diesen Begriff, so dass die Lehrerin schließlich von einem Diagramm sprach, da dieses Wort den Schülern aus anderen Fächern geläufig war. Hierzu müsste man Überlegungen anstellen, wie man den Kindern den Fachbegriff näher bringen könnte oder einen speziellen, kindgerechten Begriff einzuführen.

Auf der einen Seite wäre es sinnvoller, die Fachsprache zu benutzen und ihnen den Schülern vertrauter zu machen. Auf der anderen Seite hat ein so komplizierter Begriff eine abschreckende Wirkung. Da der Zustandsgraph bereits schrittweise eingeführt wurde, scheint eine weitere Vereinfachung der Begriffserklärung schwierig. Vielleicht würde die Verwendung des kürzeren Begriffes „Graph“ etwas die Problematik beseitigen und gleichzeitig einen Zusammenhang zur Fachsprache aufrechterhalten.

In der schriftlichen Rückmeldung stellt die Lehrerin die größten Schwierigkeiten bei der Übertragung der Münzeinwürfe auf den Zustandsgraphen heraus: „Es fehlte ihnen eine deutlichere Beschriftung der Euro- und Centmünzen am Zustandsgraphen“<sup>64</sup>. Dadurch würde sich der erstellte Graph von einem Zustandsgraphen unterscheiden, so dass hier ein Kompromiss für die Grundschule gefunden werden müsste.

---

64 Vgl. schriftliche Rückmeldung der Lehrerin im Anhang

### 4.3.5 Fazit

Das Unterrichtsmodul zur Automatentheorie stößt an die Leistungsgrenzen der jüngeren Grundschülerinnen und -schüler und geht teilweise sogar über sie hinaus. Es zeigte besonders deutlich den Leistungsunterschied in heterogenen Lerngruppen in der Grundschule. Zwar wurden diese Unterschiede in dem Unterrichtsversuch vor allem stufenübergreifend festgestellt, allerdings gab es auch unter gleichaltrigen Kindern große Leistungsunterschiede. Die erstellten Materialien waren nicht klar genug für alle Schülerinnen und Schüler.

Ziel einer erfolgreichen Durchführung eines Moduls zur Automatentheorie wäre ein Verständnis für alle Schülerinnen und Schüler zu erreichen. Daher sollten die verbesserten Materialien vor allem eine Vereinfachung bei der Einführung des Automatenbegriffs enthalten. Sinnvoll wäre hier eine Lösung mittels des oben beschriebenen Rollenspiels.

Im Gegensatz zu den Schwierigkeiten einiger Schülerinnen und Schüler zeigte das Modul bei einigen Kindern schon sehr gut ausgebildeten Fähigkeiten des logischen Denkens, welche durch gezielte Schulung weiter ausgeprägt werden könnten. Gerade für die Leistungsstärkeren und damit gleichzeitig auch für die älteren Jahrgänge der Grundschule sind daher Materialien empfehlenswert, in denen auch sie gefordert werden.

Da die Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler zu den spielerischen Modulen eins und zwei viel positiver waren, sollte ein zukünftiges Modul zur Automatentheorie spielerischer aufgebaut sein. Im Gegensatz zu den ersten beiden Modulen zeigte sich die Arbeitsgemeinschaft am Ende der Unterrichtsstunde enttäuscht, in dieser Stunde keine praktischen Übungen am Computer durchgeführt zu haben. Scheinbar hatten die spielerische Module eins und zwei genügend Spaß erzeugt um selbst in einer Computerarbeitsgemeinschaft auf die sonst übliche Computerarbeit zu verzichten, ohne dass diese von der Klasse vermisst wird.

Die insgesamt unterschiedlichen Leistungsstände der Schülerinnen und Schüler zeigen sich auch in den Rückmeldungen auf den Fragebögen wieder. Insbesondere

die älteren Kinder bewerteten dieses Modul positiver als ihre jüngeren Mitschülerinnen und -schüler.<sup>65</sup>

#### **4.4 Unterrichtsmodul zur Einführung von Dualzahlen**

In dem letzten erstellten und getesteten Modul mit kerninformatischem Inhalt soll den Schülerinnen und Schülern klar werden, dass ein Computer binär arbeitet und dass beispielsweise das Zahlensystem auch nur mit 0 und 1 erzeugt wird.

Als motivierender Einstieg basiert dieses Modul nicht wie die vorherigen auf einem Text, sondern auf einem Filmausschnitt aus der Sachgeschichte „Die Sendung mit der Maus – Wie funktioniert ein Computer“<sup>66</sup>, mit dessen Hilfe die Kinder das Dualzahlensystem verstehen. Im Anschluss daran erfolgt die Bearbeitung eines Arbeitsblattes aufbauend auf dem Inhalt dieses Filmes.

##### **4.4.1 Dualzahlen**

Elektronische Rechenanlagen arbeiten nur mit zwei Zuständen, da sie sämtliche Zahlen oder Rechenarten mit „Strom aus“ oder „Strom an“ darstellen müssen. Daher gelten die Binärzahlen oder auch Dualzahlen als eine Grundlage der Informatik. Mit ihnen werden die Schüler in diesem Modul arbeiten.

Üblicherweise werden die beiden verschiedenen Zustände mit 0 und 1 dargestellt, wobei 0 für „Strom aus“ und 1 für „Strom an“ steht. Ein einzelner Zustand symbolisiert ein Bit.

Die einzelnen Ziffern werden wie beim Dezimalsystem ebenfalls direkt hintereinander geschrieben, lediglich ihr Stellenwert ändert sich. Bei einer dezimalen Zahl entspricht jede Ziffer einer Zehnerpotenz, beim Dualsystem einer Zweierpotenz. Der Exponent ergibt sich bei beiden Systemen aus der Stelle der Ziffer in der Zahl  
Ganze Dualzahlen Z werden also als

$$Z = z_m z_{m-1} \dots z_0, m \in \mathbb{N}, z_i \in \{0,1\}$$

dargestellt, wobei die Betrachtung ganzzahliger Dualzahlen für das vierte Unterrichtsmodul ausreichend ist, da die Verwendung von rationalen Zahlen zu schwierig

---

65 Vgl. Fragebögen der Schüler im Anhang

66 <http://www.youtube.com/watch?v=5PJZz04JGjs>, abgerufen am 19.12.2011

für die Grundschule ist und damit nur ganzzahlige Dualzahlen in dem Unterrichtsmo-  
dul vorkommen.

Um den Wert von Z im üblichen Dezimalsystem auszurechnen, muss man die Summe

$$Z = \sum_{i=0}^m z_i \cdot 2^i$$

berechnen.<sup>67</sup>

Ziel des Unterrichtsmoduls ist es nicht, dass die Schülerinnen und Schüler diese Rechnung nachvollziehen können. Es geht viel mehr darum, dass sie verstehen, welche Dualzahlen von 0000 bis 1111 welcher Dezimalzahl entsprechen und warum der Computer dieses für die Kinder auf den ersten Blick sicher sonderbar erscheinende Zahlensystem verwendet.

Ebenfalls Ziel des Moduls ist es, dass die Kinder lernen, dass die Anzahl Zahlen, die mit einer bestimmten Anzahl von Bits dargestellt werden können, beschränkt ist und sie die Rechnung selbst nachvollziehen können. Zur Berechnung der höchsten Zahl gilt folgende Rechnung:

$$Z_{max} = 2^m - 1.$$

Da in der Primarstufe keine Exponentialrechnungen verwendet werden, muss diese Formel für die Grundschule abgewandelt eingeführt werden. Die Erläuterungen hierzu befinden sich in dem nächsten Kapitel, welches sich mit den Unterrichtsmaterialien und dem Ablauf des Moduls beschäftigt.

#### **4.4.2 Die Einführung der Dualzahlen in der Grundschule**

Das vierte Unterrichtsmodul beginnt mit einer Videovorführung eines Ausschnittes aus der Sachgeschichte „Wie funktioniert der Computer“ aus „Die Sendung mit der Maus“.<sup>68</sup> Hierbei werden die Schülerinnen und Schüler nur den Anfang des Video bis zu 2:47 (Minuten:Sekunden) angucken, da es nur in diesem Teil des Videos um die binäre Arbeitsweise eines Computers geht und die Kinder so den Fokus auf das We-  
sentliche richten können. Durch die Vorführung eines Videos und den hohen Be-

---

67 Vgl. Duden Informatik (2001), S. 199

68 Vgl. „Wie funktioniert der Computer“ aus „Die Sendung mit der Maus“

kanntheitsgrad der „Sendung mit der Maus“ wird das Interesse der Kinder für die neue Thematik geweckt.

Im Anschluss daran erfolgt eine kurze Reflexion des Films durch einen kleinen Text, der den für das weitere Unterrichtsmodul wesentlichen wichtigen Inhalt wiedergibt. Der Text bezieht sich unmittelbar auf das Video und verweist auf die vorkommenden Lampen, auf die Darstellung der Zustände der Lampen mit 0 und 1 sowie auf den Fachbegriff Bit. Dadurch wird der Inhalt des Films wiederholt und gefestigt und damit die weitere Bearbeitung der Aufgaben durch die Kinder erleichtert.

Bei der ersten Aufgabe des Arbeitsblattes sollen die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Bits den Zahlen null bis sieben zuordnen und so ihr eigenes kleines Binärsystem erfinden. Da hierbei die Klasse willkürlich nach Kombinationsmöglichkeiten von 0 und 1 sucht, ist anzunehmen, dass sich ihr Zahlensystem von dem in der Informatik üblichen Dualsystem unterscheidet.

Ziel der Aufgabe ist es daher nicht, dieses Dualsystem zu erhalten, sondern ein Interesse zu wecken und den Kindern zu verdeutlichen, dass man mit drei Bit mehr als nur drei Zahlen darstellen kann, wenn nicht jeder Lampe beziehungsweise jedem Bit eine feste Zahl zugeordnet wird.

Durch die Vorgabe von sieben Tabellenzeilen merken die Kinder selbst, wenn sie fertig mit der Aufgabe sind. Ihnen ist allerdings nicht bewusst, dass sie alle möglichen Kombinationen gefunden haben. Dieses lernen sie anschließend in einem kurzen Text. Weiterer Inhalt des Textes ist der Wertigkeitsbereich des Dualsystems. Dieses fängt bei null an und somit ist die höchste darstellbare Zahl um eins kleiner ist als die Anzahl der Möglichkeiten.

Danach sollen die Kinder das eben erworbene Wissen über die Berechnung der Kombinationsmöglichkeiten sowie der höchsten Zahl von drei Bit auf vier Bit übertragen und somit die Formel verstehen. Da die Exponentialrechnung kein Bestandteil der Grundschule ist, wird die umgangssprachliche Formulierung „Pro Lampe schreibt man eine 2 auf und multipliziert diese am Ende“ gewählt. Diese, zumindest für eine geringe Bitzahl einfache Rechnung, wird dann auch in den höheren Primarstufen drei und vier lösbar sein.

Im letzten Teil des Moduls erfahren die Kinder, welches System der Computer zur Darstellung von Zahlen verwendet, in dem dieses schrittweise eingeführt wird. In der abschließenden Tabelle des Dualsystems sollen die Kinder die Lücken vervollständigen und somit eine Tabelle der Dualzahlen von 0000 bis 1111 erhalten. In dieser Tabelle sind einige Zahlen bereits vorgegeben, um so den Schülerinnen und Schülerin eine Hilfestellung zu geben.

Insgesamt ist dieses Modul sehr theoretisch. Um dies zu umgehen, erfolgt die Eröffnung anschaulich mittels des Videos. Die Lehrerin, mit der die Entwürfe vor der Durchführung durchgesprochen wurden, sah in dieser Theorielast keine Nachteile. An ihrer Schule seien einfache Kombinatorikaufgaben bereits in der dritten Klasse Bestandteil des Mathematikunterrichts und daher würden die Aufgaben auch für die Grundschüler lösbar sein. Als sehr positiv lobte sie auch den Einstieg mit der „Sendung mit der Maus“, da diese „von den Kindern geliebt wird“.

Nach der positiven Rückmeldung wurde auch dieses Modul in der Computerarbeitsgemeinschaft in der Grundschule durchgeführt. Hier sei nochmal darauf hingewiesen, dass die Lehrerin, die im Vorfeld die Materialien beurteilt hat, nicht an der Schule unterrichtet, an der die Module durchgeführt wurden.

#### **4.4.3 Feedback der Lehrerin aus dem Unterrichtsversuch**

Direkt nach der Übergabe der Materialien merkte die Lehrerin, die sich bereit erklärt hatte die Materialien zu testen, an, dass sie deren Niveau als recht hoch empfindet. Anders als bei ihrer Kollegin sei Kombinatorik an ihrer Schule kein Bestandteil des Mathematikunterrichts und sie befürchtete Verständnisschwierigkeiten.

Während der Durchführung stellte sich heraus, dass zwar die Motivation der Schülerinnen und Schüler durch die „Sendung mit der Maus“ anfänglich sehr hoch war, allerdings der Schwierigkeitsgrad der folgenden Aufgaben tatsächlich nicht angemessen war und damit im Verlauf der Stunde die Motivation der Klasse sank.

Leichte Verzögerungen gab es bei der Aufgabe 1. Zwar hatte die Arbeitsgemeinschaft am Anfang die erwarteten Schwierigkeiten die vierte Zahl darzustellen, diese konnten jedoch schnell durch Hinweise gelöst werden. Der Fehler war, dass der überwiegende Teil der Arbeitsgemeinschaft die Zahl 2 als 011 und die Zahl 3 als 111 dargestellt hatte und es dann zu einem Stocken kam. Die Schülerinnen und Schüler be-

haupteten, man könne keine höhere Zahl als Drei darstellen. Durch den Tipp der Lehrerin, dass ja noch andere Kombinationsmöglichkeiten möglich wären und nicht die Summe der einzelnen 0 oder 1 Vier ergeben müsste, konnten dann einige Schülerinnen und Schüler noch weitere Möglichkeiten finden, einige kamen sogar selbstständig auf alle sieben verschiedene Kombinationen.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Aufgabe lag in der Konzentrationsfähigkeit der Kinder. Viele hatten in ihrer Lösung eine oder mehrere Kombination doppelt aufgeführt und hatten deshalb die Annahme, alle Möglichkeiten gefunden zu haben. Durch eine zwischenzeitliche Korrektur der Lehrerin wurden diese Fehler korrigiert und die meisten Schülerinnen und Schüler fanden während der Bearbeitung alle Möglichkeiten.

Bei der zweiten Aufgabe bestand die Hauptschwierigkeit in der Herleitung der Rechnung. Viele Kinder verstanden zwar, dass man pro Lampe eine 2 aufschreiben musste. Schwieriger war es für sie zu verstehen, warum man für die Anzahl der Möglichkeiten diese dann multiplizieren und nicht addieren muss. Hierzu gab die Lehrerin in der späteren Rückmeldung den Tipp, die Anzahl der Möglichkeiten als Baum aufzumalen und so die Rechnung grafisch zu beweisen. Im Vorfeld war davon ausgegangen worden, dass die Schüler und Schülerinnen die Formel einfach hinnehmen würden. Um so erfreulicher ist ihr kritisches Verhalten zu bewerten. Für eine weitere Durchführung des Moduls sollte ein Beweis oder zumindest eine Herleitung der Formel in das Modul aufgenommen werden.

Als eine weitere Möglichkeit zur Erklärung der Formel schlug die Lehrerin vor, die Kombinatorik über die Kleidung der Schülerinnen und Schüler einzuführen. Angenommen man hat als Schüler zwei verschiedene Hosen und nur einen Pullover. Dann hat man logischerweise nur zwei verschiedene Kombinationen, nämlich Hose A mit dem Pullover und Hose B mit dem Pullover. Dieses Modell lässt sich dann erweitern, beispielsweise mit zwei Paar Schuhen. Dann erhält man die Möglichkeiten Schuhe A mit Pullover A, Schuhe A mit Pullover B, Schuhe B mit Pullover A und Schuhe B mit Pullover A. Damit hätten die Grundschülerinnen und -schüler einen greifbaren Beweis für die Anzahl der Kombinationen.

Da im Vorfeld bei der Erstellung des Arbeitsmaterials nicht mit solchen Schwierigkeiten bei der Formelherleitung gerechnet wurde, ist die Einführung vom Umfang her relativ knapp. Der zeitliche Rahmen des Moduls ist relativ hoch, deshalb wäre es möglich, den Teil der Berechnung der höchsten Zahl auszulagern und somit ein separates Modul zu erstellen, welches nach dem einführenden Modul zu den Dualzahlen durchgeführt werden könnte. Es hat sich gezeigt, dass die gesamte Thematik für die Kürze der Zeit einer Unterrichtsstunde zu schwierig ist und so ein höherer Aufwand für die Einführung nötig ist.

Bei der dritten Aufgabe waren viele Schülerinnen und Schüler dann schon unkonzentriert und es gelang ihnen nicht, das Dualzahlensystem herzuleiten. Erst nach dem Hinweis, sich die einzelnen Spalten zu betrachten und hier zu versuchen, ein Muster zu erkennen, konnten die meisten Kinder dieses fortsetzen und somit die Tabelle ausfüllen. Eine solche Hilfestellung äußerte die Lehrerin auch in ihrem schriftlichen Gutachten. „Bei der großen Tabelle von Aufgabe 3 war der Tipp notwendig, in den einzelnen Spalten eine Systematik (etwas, was sich wiederholt) herauszufinden.“<sup>69</sup> Da sie hierzu auch die Lösungsfindung der Schüler beschrieb, kann festgestellt werden, dass einige Schülern die Folge nach der Greedy-Methode wie in 3.3.2 beschrieben fortsetzen.

Diese Lösungserarbeitung ist kritisch zu sehen. Zwar war das Ergebnis bei den Schülerinnen und Schülern richtig, aber die Tabelle ist von ihnen nur noch Spaltenweise betrachtet worden und somit wussten sie zwar, dass in der rechten Spalte immer 0,1,0,1 ... steht, aber sie wussten nicht, warum dieses so ist. Darüber hinaus vergaßen sie die eigentliche Bedeutung der Tabelle. Welche Dezimalzahl welcher Dualzahl zugeordnet ist konnte kaum ein Schüler beantworten.

Da die Stunde an dieser Stelle zu Ende war, konnte dieser wichtige Schritt nicht mehr durchgeführt werden und somit wurde das Unterrichtsziel nicht erreicht. Mit etwas mehr Zeit wäre dieser Schritt zwar möglich gewesen, jedoch war die Konzentration der Arbeitsgemeinschaft an dieser Stelle ebenfalls zu Ende.

---

<sup>69</sup> Schriftliche Rückmeldung der Lehrerin im Anhang

#### 4.4.4 Fazit

Das Modul zu Dualzahlen weist einige Verbesserungsmöglichkeiten auf und überforderte insbesondere die jüngeren Kinder gerade gegen Ende der Stunde in der Konzentrationsfähigkeit. Um das zu umgehen, müsste das Modul ausgedünnt werden und in zwei Teile aufgeteilt werden. Der erste Teil sollte sich dann mit der Einführung der Dualzahlen beschäftigen, der zweite mit der Formel und dem Beweis zur Anzahl aller Möglichkeiten.

Als sehr positiv hat sich der Medieneinstieg über die Sendung mit der Maus herausgestellt, so dass dieser Modulbestandteil bleiben kann. Die Internetseite Youtube<sup>70</sup> bietet noch einige weitere Folgen zum Thema Computer oder Internet, so dass damit noch weitere Module erstellt werden können. Eine Anfrage über das Internetportal der Sendung zu weiteren Folgen oder der Möglichkeit, diese auf DVD zu bekommen, wurde leider mit einer Standardantwort für Kinder abgelehnt.

Interessant wäre es, dieses Modul in den Mathematikunterricht zu integrieren und damit auf die in einigen Grundschulen im Unterricht bereits vorkommende Thematik der Kombinatorik einzugehen. Hierbei würde auf der einen Seite ein für die Mathematik erstrebenswerter Praxisbezug entstehen, auf der anderen Seite könnte die Schwierigkeit des Moduls verringert werden, wenn die Kombinatorik vorher bereits im Unterricht eingeführt wurde. Damit würden die beiden Hauptkritikpunkte der zeitlichen und inhaltlichen Überladung verringert werden und das Modul erfolgreich in der Grundschule eingesetzt werden.

#### 4.5 Bewertung der Module durch die Kinder

Nach der Durchführung des vierten Moduls bekamen die Kinder in der darauffolgenden Woche einen abschließenden Fragebogen zu allen entworfenen Modulen. Ziel des Fragebogens war es festzustellen, welche Module den Kindern gefallen haben sowie inhaltliche Rückschlüsse zu ermöglichen. Der überwiegende Teil der Arbeitsgemeinschaft beantwortete den Fragebogen selbst schriftlich. Bei einigen jüngeren oder leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern notierte die Lehrerin die mündlichen Antworten.<sup>71</sup>

---

70 <http://www.youtube.com>, abgerufen am 19.12.2012

71 Vgl. Fragebögen der Schüler im Anhang

In der ersten Frage des Fragebogen sollten die vier Module innerhalb der vier Stufen „sehr gut“, „gut“, „eher nicht“ oder „gar nicht“ bewertet werden . Es stellte sich heraus, dass es hierzu ganz unterschiedliche Urteile gab. Den meisten Kindern, auch denen der zweiten Klasse, hatten die Module zur Geheimschrift und zum Morsecode besonders gut gefallen. Für sie war es interessant, geheime Botschaften zu schreiben.

Der überwiegende Teil der Schülerinnen und Schüler bewertete die Module zur Automatentheorie oder zu den Dualzahlen schlechter als die ersten beiden. Selbst wenn sie beim Ankreuzen teilweise „gut“ oder nur „eher nicht“ geschrieben haben, wurde bei der nächsten Frage „Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht und was nicht?“ oft geschrieben, dass sie die Module nicht verstanden haben und nur an den ersten beiden Modulen Spaß hatten.

Ein kleinerer Teil der Schülerinnen und Schüler, insbesondere die älteren Kinder, bewerteten hingegen diese Module positiv. Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang bei der Bewertung der Module zwischen Verständnis und Gefallen. Oftmals schrieben die Kinder, dass sie ein Modul nicht mochten, da sie es nicht verstanden haben. Demgegenüber schrieben die älteren Schülerinnen und Schüler, dass ihnen das Modul Spaß gemacht hat, da sie es verstanden haben.

Insgesamt wird bei den Rückmeldungen deutlich, dass die Materialien der Module zwei und drei für die älteren Kinder angemessen waren, die Jüngeren jedoch teilweise überfordert waren. Sie konnten zwar mit Hilfestellungen die Arbeitsblätter lösen, dauerhaft haben sie aber nur einen geringen Wissenszuwachs gewinnen können.

Mit der nächsten Frage des Fragebogens „Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?“ wurde ermittelt, ob die Schülerinnen und Schüler eine Verbindung von den Themen zur Computerarbeitsgemeinschaft und damit auch zur Informatik hergestellt haben. Der Begriff „Informatik“ wurde an dieser Stelle extra nicht gewählt, da er eventuell für einige Kinder unklar ist. Deshalb wurde abschließend noch die Frage „Was ist für dich Informatik?“ gestellt.

Eine Verbindung zur Informatik bildeten die wenigsten Kinder. Dies ist grundsätzlich nicht negativ zu interpretieren, da während der Durchführung der Module kein ausdrücklicher Zusammenhang zur Informatik herausgearbeitet wurde, sondern dieser im Hintergrund steht. Um so erfreulicher ist es jedoch, dass ein Schüler der

dritten Klasse antwortete „Automaten werden auch vom Computer gesteuert.“ und „Der Computer wird auch mit Zeichen (1, 0) gesteuert wie die Lampen.“ Eine Schülerin ebenfalls aus der dritten Klasse beschrieb den Zusammenhang von Dualzahlen zu Computern „mit den Glühbirnen und den Zahlen 0 und 1“<sup>72</sup>. Das heißt, dass die Schülerinnen und Schüler, die die Aufgabenstellung verstanden und dann sorgfältig gearbeitet haben, zumindest verstanden haben, dass ein Computer bitweise mit zwei verschiedenen Zuständen arbeitet. Dies ist als Teilerfolg zu werten.

Bei dem ersten Modul konnte keines der Kinder eine Verbindung zur Informatik herstellen. Dies liegt vermutlich daran, dass sie das Modul nur mit dem Morsealphabet verbunden haben und nicht mit dem Binärbaum. Wenn hierbei ein engerer Zusammenhang hergestellt werden sollte, müsste man diesen expliziter angeben.

Bei der Verschlüsselung wurde der Zusammenhang zur Informatik zumindest etwa der Hälfte der Schülerinnen und Schüler deutlich. Sie gaben Antworten wie: „Geheimschriften können andere nicht lesen, am Computer gibt es auch Passwörter“ Sie stellten also teilweise eine korrekte Verbindung zur Informatik und zum Thema Datenschutz her. Auf diesen Zusammenhang wurde in dem Sachtext zu dem Modul hingewiesen, so dass dies einen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler wiedergibt. Ebenfalls die Benutzung der Fachbegriffe Schlüssel und Verschlüsselung von einigen Schülern gibt einen Lerneffekt wieder.

Bei der abschließende Frage, was Informatik sei, stellte die Hälfte der Schüler einen Zusammenhang zum Computer dar, für die andere Hälfte war der Begriff fremd.

---

<sup>72</sup> Fragebögen der Schüler im Anhang

## 5 Reflexion und Ausblick

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass kerninformatische Inhalte für Grundschülerinnen und -schüler verständlich sind, wenn sie altersgerecht umgesetzt werden. Altersgerecht gelungen sind die ersten beiden Module zum Binärbaum und zur Caesarverschlüsselung, bei denen die wenigsten Kinder Schwierigkeiten hatten. Primäres Ziel der Module war es, kerninformatische Inhalte kindgerecht zu gestalten. Dieses wurde über verschiedene Kontexte wie beispielsweise das Morsealphabet verwirklicht. Dieser Weg hat zu einem hohen Lernfortschritt der Kinder geführt. Allerdings ist anzumerken, dass beim Modul zum Binärbaum mit Hilfe des Morsealphabets das Morse für die Schülerinnen und Schüler so weit im Vordergrund stand, dass der eigentliche kerninformatische Inhalt des Binärbaumes verdrängt wurde. Daher wäre dieses Modul vor einer wiederholten Durchführung zu überarbeiten, um den Fokus der Kinder zum Beispiel durch abschließende Fragen auf den Binärbaum zu verschieben.

Die Module drei und vier sind weniger spielerisch und richten sich eher an die dritten und vierten Klassen der Grundschule, während die ersten beiden Module durchaus schon in der Jahrgangsstufe zwei behandelt werden können. Für den Unterricht in den ersten beiden Jahrgangsstufen müssen die Inhalte spielerischer gestaltet werden, um zu einem höheren Verständnis zu gelangen. Die Kunst der Aufbereitung von kerninformatischen Inhalten für die Grundschule besteht darin, einen Kompromiss zwischen spielerischem Lernen, fachlicher Korrektheit und Begeisterungsfähigkeit für die Kinder zu finden.

Durch den nicht hergestellten Bezug der Module zum Begriff Informatik verwundert es nicht, dass der abschließende Fragebogen der Schülerinnen und Schüler zeigt, dass der Begriff „Informatik“ in der Grundschule nur bei wenigen Kindern mit Inhalt gefüllt ist. Die Kinder, die einen Bezug zu dem Begriff herstellen konnten, stellten einen Zusammenhang mit dem Computer dar. Dies ist zwar korrekt, deckt jedoch nur einen kleinen Teilbereich der Informatik ab. Um ein höheres Interesse von Jugendlichen in der Sekundarstufe I an Informatik herzustellen und insbesondere den Gendereffekt zu minimieren, muss der Begriff frühzeitig mit korrektem Inhalt gefüllt werden. Dafür wäre es sinnvoll, die in dieser Arbeit getesteten kerninformatischen Inhal-

te so in den Unterricht zu integrieren, dass die Schülerinnen und Schüler den Bezug der Module zur Informatik herstellen können.

Ziel der Arbeit war nicht, zu einer Begriffsbildung bei den Kindern beizutragen, sondern eine grundsätzliche primarstufengerechte Umsetzbarkeit kerninformatischer Inhalte zu testen. Dieser Test ist mit den oben beschriebenen Einschränkungen positiv verlaufen.

## 6 Literaturverzeichnis

Baumann, R. (1995): Probleme des Anfangsunterrichts. In: Login 15.1: 13-16

Bischof, E.; Mittermeier, R. (2008): Informatik erleben. Klagenfurt: 9-15

Bruner, J. S. (1960): The process of education. Cambridge Mass.: Harvard University Press

Detering, S.; Kleedörfer, D.; Petzold, M (2006): Handynutzung in der Grundschule. In: merz medien + erziehung 50.2: 43

Elkind, D.; Koegler, R. R.; Go, E. (1964): Studies in perceptual development: II. Part-whole perception. In: Child Development 35: 81-90

Flavell, J. H. (1963): Developmental Psychology of Jean Piaget. New York: D. Van Nostrand

Gelman, R.; Gallistel, C. R. (1978): The child's understanding of number. Cambridge, Mass.: Harvard University Press

Gervé, F. (1998): Der Computer als Medium im Sachunterricht. In: Mitzlaff, H.; Speck-Hamdan, A. (Hrsg.): Neue Medien in der Grundschule. Frankfurt am Main

Greenfield, P.; Schneider, L. (1977): Building a tree structure: The development of hierarchical complexity and interrupted strategies in children's construction activity. In: Developmental Psychology 13: 299-313

Kippenhahn, R. (2006): Verschlüsselte Botschaften - Die Geheimschrift des Juluis Caesar – Geheimschriften im I. und II. Weltkrieg – Das Codebuch des Papstes. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG

Klahr, D.; Wallace, J. G. (1970): Formal assessment of problem-solving and planning processes in pre-school children. In: British J. of Psychology 61: 243-257

Klahr, D. (1978): Goal formation, planning and learning by pre-school problem solvers or: "My socks are in the dryer". In: (R.S. Siegler, ed.) Children's Thinking: What Develops?: 181-212

Klahr, D.; Robinson, M. (1981): Formal assessment of problem-solving and planning processes in pre-school children. In: Cognitive Psychology 13: 113-148

Miller, P. H.; Kessel, F. S.; Flavell, J. H. (1970): Thinking about people thinking about people thinking about ...: A study of social cognitive development. In: Child Development 41: 613-623

Meyers Lexikonredaktion (2001): Duden Informatik – Ein Fachlexikon für Studium und Praxis. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag

Schreier, H.; Lippe, J. (1987): Vom ABC zu bits und bytes. In: Pädagogik heute. 11/1987: 18

Schreiber, A. (1983): Bemerkungen zur Rolle universeller Ideen im mathematischen Denken. In: mathematica didactica 6

Schweiger, F. (1982): Fundamentale Ideen der Analysis und handlungsorientierter Unterricht. In: Beiträge zum Mathematikunterricht (Vorträge auf der 16. Bundestagung für Didaktik der Mathematik)

Schubert, S.; Schwill, A. (2004): Didaktik der Informatik. 1. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

Schwill, A. (1993): Fundamentale Ideen der Informatik. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 1: 20-31

Schwill, A. (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informative Fähigkeiten von Kindern. In: Informatikunterricht und Medienbildung: 13-30

**Onlineverweise:**

Das Schulwesen in NRW aus quantitativer Sicht (2011):

[http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulsystem/Statistik/2010\\_11/StatUebers373.pdf](http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulsystem/Statistik/2010_11/StatUebers373.pdf), abgerufen am 27.09.2011

Kernlehrplan Sachunterricht für Grundschulen in Nordrhein-Westfalen:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplaene-gs/sachunterricht/lehrplan-sachunterricht/>, abgerufen am 27.09.2011

Modrow, E. (2003): Pragmatischer Konstruktivismus und fundamentale Ideen als Leitlinien der Curriculumentwicklung am Beispiel der theoretischen und technischen Informatik:

<http://ddi.cs.uni-potsdam.de/Examensarbeiten/Modrow2003.pdf>, abgerufen am 20.01.2012

Pierpont, W. G. (2001): Die Kunst der Radiotelegrafie:

<http://www.tasrt.ca/TASRTVersions/TASRT-German.pdf>, abgerufen am 12.01.2012

Sociolexikon (1999):

<http://www.socioweb.org/lexikon/index.html>, abgerufen am 20.12.2011

Universität Münster: Informatik für Frauen:

<http://ddi.uni-muenster.de/iff>, abgerufen am 15.01.2012

Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe im Jahr 2012 :

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/abitur-gost/getfile.php?file=2033>, abgerufen am 17.10.2011

Wie funktioniert das Internet? eine Unterrichtseinheit für die Grundschule:

<http://begeistern.fuer.informatik.uni-oldenburg.de/>, abgerufen am 25.10.2011

Youtube:

<http://www.youtube.com>, abgerufen am 19.12.2012

„Wie funktioniert der Computer“ aus „Die Sendung mit der Maus“

<http://www.youtube.com/watch?v=5PJZz04JGjs>, abgerufen am 19.12.2011

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.3.1: Mehrdeutiges Bild.....	19
Abbildung 3.3.2: Vorgegebenes Mobile.....	21
Abbildung 4.1.1: Beispiel für einen Graphen.....	27
Abbildung 4.1.2: Beispiel für einen Binärbaum mit der Tiefe 2.....	28

## **8 Anhang**

Auf den folgenden Seiten werden die Arbeitsblätter mit Teillösungen der Unterrichtsmodule der Arbeit angehängt. In dieser Form wurden die Materialien den Grundschullehrerinnen zur Beurteilung und Durchführung zur Verfügung gestellt.

Im zweiten Teil des Anhangs befindet sich der Leitfaden zu den Rückmeldungen, welcher der durchführenden Sachkundeunterrichtslehrerin vorgelegt wurde sowie die von ihr formulierte Antwort auf diesen.

Im letzten Teil des Anhangs sind die ausgefüllten Fragebögen der Grundschülerinnen und -schüler zu den Modulen angefügt.

## 8.1 Arbeitsblätter zu den Unterrichtsmodulen

### 8.1.1 Arbeitsblätter zum Modul Binärbaum

Name	
Datum	

#### Das Morsealphabet

Früher gab es noch keine Handys oder Telefone um sich über weite Strecken zu unterhalten. Aber auch damals konnten zum Beispiel Seefahrer Nachrichten austauschen, etwa über Licht- oder Rauchzeichen. Vielleicht hast du schon mal von dem Morsealphabet gehört? Mit dem Morsealphabet kann man Texte über Lichtzeichen übermitteln. Hier siehst du eine Tabelle, die das normale Alphabet ins Morsealphabet übersetzt. Jeder Buchstabe hat genau eine bestimmte Übersetzung, so dass es nicht zu Verwechslungen kommen kann.

A	• —	H	• • • •	O	— — —	V	• • • —
B	— • • •	I	• •	P	• — — •	W	• — —
C	— • — •	J	• — — —	Q	— — • —	X	— • • —
D	— • •	K	— • —	R	• — • —	Y	— • — —
E	•	L	• — • •	S	• • •	Z	— — • •
F	• • — •	M	— —	T	—		
G	— — •	N	— •	U	• • —		

Der Kreis (•) steht hierbei für ein kurzes Lichtzeichen, der Strich (—) für ein langes. Um die einzelnen Buchstaben auseinander zu halten, schreibt man zwischen ihnen einen Querstrich (|). Die Seefahrer machten zwischen zwei Buchstaben einfach eine kurze Pause, so dass dem Empfänger klar war, dass ein Buchstabe zu Ende war.

Beispiel: Schule = • • • | — • — • | • • • • | • • — | • — • • | •

Vielleicht habt ihr auch schon mal von dem Notrufsignal SOS gehört? Dieses kommt ebenfalls aus dem Morsealphabet.

Beispiel: SOS = • • • | — — — | • • •

#### Aufgabe 1:

Schreibe deinen Namen im Morsealphabet auf. Achte auf das Trennzeichen | zwischen zwei Buchstaben. Lasse ihn von deinem Nachbarn überprüfen!

Name:

Name	
Datum	

**Aufgabe 2:**

Schreibe zehn Wörter im Morsealphabet. Schreibe zwischen zwei Wörter immer || .

---



---



---



---



---



---



---



---



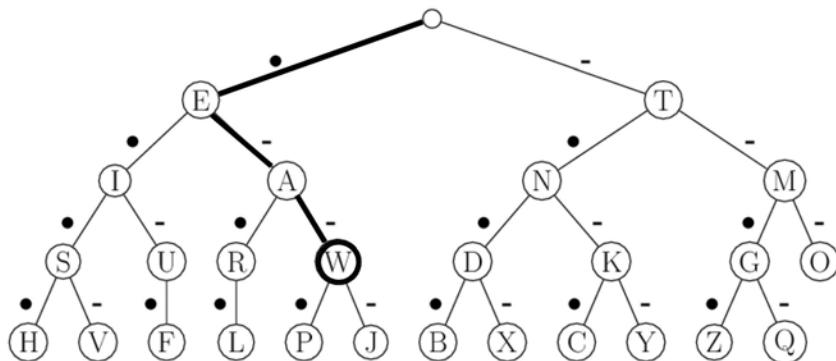
---



---

Sicherlich habt ihr gemerkt, dass es nicht so einfach ist herauszufinden, wofür eine bestimmte Kombination aus Lichtzeichen besteht. Daher verwenden zum Beispiel Informatiker einen Entscheidungsbaum. In diesem gibt es verschiedene Knoten (Kreise), bei denen man sich entscheiden muss, in welche Richtung man weitergehen will. Weiter unten seht ihr das Morsealphabet als Baum dargestellt. In einem Baum fängt man immer oben an zu lesen. Am höchsten Knoten entscheidet man sich dann: Gehe ich nach rechts, oder nach links?

Bei dem Morsebaum heißt nach rechts immer — und nach links •. Um herauszufinden, was zum Beispiel • — — heißt, geht man von oben aus nach links, im nächsten Knoten nach rechts und dann noch einmal nach rechts.



Name	
Datum	

**Aufgabe 3:**

Auf der nächsten Seite seht ihr nochmal den Morsebaum. Malt in diesem folgende Pfade für verschiedene Buchstaben in verschiedenen Farben nach. Für welchen Buchstaben stehen die Signale? Schreibt den Buchstaben in die Tabelle!

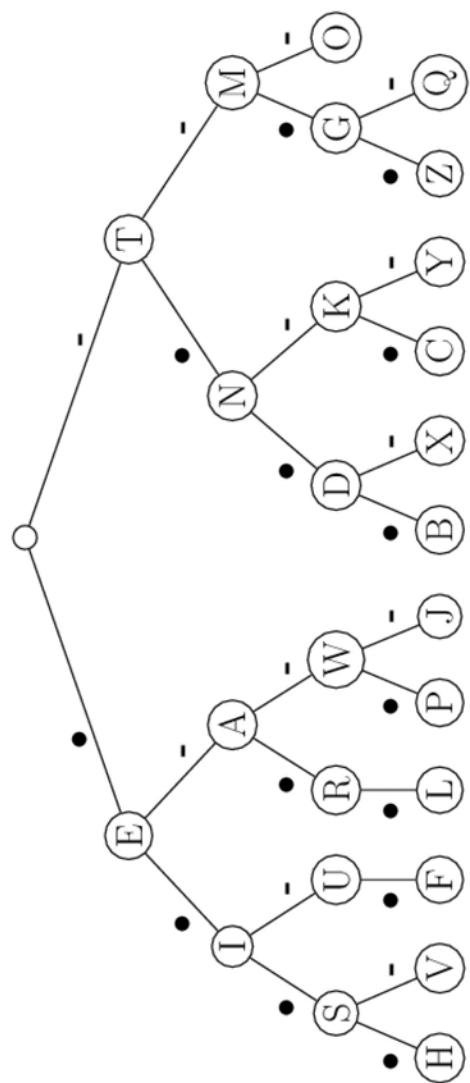
Morsecode	Buchstabe
• • —	
— —	
— • — •	

**Aufgabe 4:**

Tauscht eure Wörter von Aufgabe 2 mit eurem Nachbarn aus. Versucht die Wörter eures Nachbarn mit Hilfe des Morsebaums zu lesen.

**Aufgabe 5 (Hausaufgabe):** Schreibe einen Satz im Morsealphabet. In der nächsten Stunde überprüft dein Nachbarn deinen Satz mit dem Morsebaum!

Der Morsebaum



### 8.1.2. Arbeitsblätter zur Caesarverschlüsselung

Name	
Datum	

#### Geheime Botschaften verschicken

Schon vor ungefähr 2000 Jahren war es für viele Menschen wichtig, dass sie sich Nachrichten zu kommen lassen konnten, die niemand anderes lesen konnte. Aber das war nicht so einfach, weil die Boten mit ihren Pferden Wege über mehrere hundert Kilometer zurücklegen mussten. Wurden die Boten abgefangen, so konnten wichtige Informationen schnell in falsche Hände geraten. Deshalb dachte sich der römische Kaiser Julius Cäsar eine besondere Methode aus, um geheime Botschaften zu verschicken. Sie wird die Caesarverschlüsselung genannt.

##### Aufgabe 1:

Wir wollen heute selbst mit Hilfe der Caesarverschlüsselung geheime Botschaften schreiben. Dazu musst du zuerst folgendes machen:

- a) Schneide die beiden Buchstabenscheiben aus!
- b) Steche ein Loch in die Mitte der beiden Scheiben!
- c) Verbinde die beiden Scheiben mit einer Musterklammer!

Wie bei jeder anderen Methode, um Botschaften zu verschlüsseln, benötigst du auch hier einen sogenannten „Schlüssel“. Das bedeutet, dass du und auch derjenige, dem du die Botschaft schickst, wissen muss, wie er sie „entschlüsseln“, also lesen, kann.

Aber Vorsicht: Auch ein Fremder könnte eure Nachricht lesen, wenn er herausfindet, welchen Schlüssel ihr benutzt habt. Es gibt nämlich nur eine bestimmte Anzahl an Schlüsseln.

Auch heute ist es noch wichtig, dass Nachrichten verschlüsselt werden. Deshalb ist Verschlüsselung ein wichtiges Thema in der Informatik. Aber heutige Computer verwenden für wichtige Daten viel kompliziertere Verfahren. Stell dir einmal vor, die Kontodaten einer Bank wären nicht verschlüsselt. Dann könnte jeder über das Internet auf das Konto eines Fremden zugreifen.

Name	
Datum	

**So geht es**

Deine Scheibe, die du zur Caesarverschlüsselung brauchst, besteht aus einem Außenkreis mit Buchstaben und einem Innenkreis mit Buchstaben. Jedem Buchstaben des Innenkreises ist eine Zahl zugeordnet.

Schreibe dir jetzt einen Satz, den du verschlüsseln möchtest, auf eine der schwarzen Linien mit weißem Hintergrund unten auf.

Drehe nun an dem äußeren Kreis, so dass nicht mehr das A außen dem A innen gegenüberliegt. Die Zahl, die jetzt unter dem A im Außenkreis steht, ist dein Schlüssel. Schreibe ihn auch unten auf.

Du merkst jetzt, dass jedem Buchstaben ein neuer Buchstabe zugeordnet worden ist. Versuche deinen Satz als geheime Botschaft aufzuschreiben. Benutze hierfür die grauen hinterlegten Linien direkt unter deinem Satz.

TIPP: Achte darauf, dass du die Scheibe nicht mehr drehst!

Schlüssel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Name	
Datum	

**Zusatzaufgabe****Versuche, folgende Sätze zu entschlüsseln!****Bei den ersten beiden Sätzen ist der Schlüssel vorgegeben. Bei dem dritten und vierten Satz musst du ihn raten.**

- a) bjss iz ifx qjxjs pfssxy, mfxv iz fqqjx wnhmynl ljrjhmy.

**Schlüssel:** 5

---

---

- b) re nrnidve krxve zd jfddvi xvyve nzi zd wivzsru jtynzzdve.

**Schlüssel:** 17

---

---

- c) lqm stiaamvnipzb qv lqm jmzom nqvimb qu rcvq abibb.

**Schlüssel:**

---

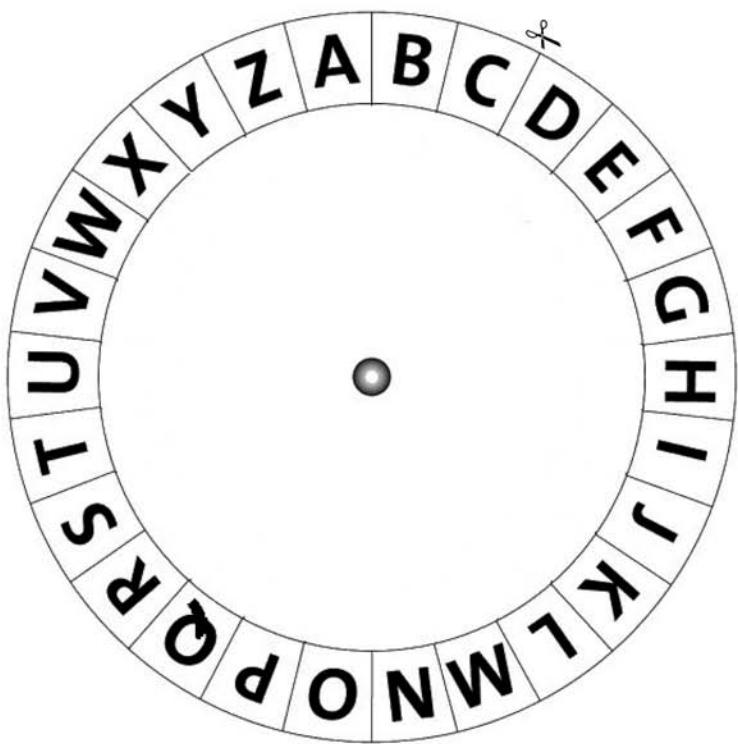
---

- d) qyl hcwbn quan, xyl hcwbn ayqchhn.

**Schlüssel:**

---

---



### **Lösungen zum Arbeitsblatt „Geheimschrift“**

- a) Wenn du das lesen kannst, hast du alles richtig gemacht.
- b) An warmen Tagen im Sommer gehen wir im Freibad schwimmen.
- c) Die Klassenfahrt in die Berge findet im Juni statt. (Schlüssel: 8)
- d) Wer nicht wagt, der nicht gewinnt. (Schlüssel: 20)

### 8.1.3 Arbeitsblätter zur Einführung des Zustandsgraphen

Name	
Datum	

#### Wie zählt ein Fahrkartautomat das Geld?

Bevor du mit einem Zug, einer Straßen- oder einer U-Bahn fahren darfst, musst du dir ein Ticket kaufen. Dieses kannst du an einem Automaten an der Haltestelle machen. Nachdem du das passende Ticket ausgewählt hast, musst du noch den richtigen Geldbetrag einwerfen. Aber wie rechnet ein Automat das Geld zusammen und überprüft, ob genug bezahlt wurde? Wir gucken uns erstmal einen Automaten an, der überprüft, ob jemand zwei Euro gezahlt hat.

#### Aufgabe 1:

Damit wir den Automaten verstehen können, müssen wir erstmal überlegen, welche Möglichkeiten es gibt, 2 Euro zu bezahlen. Schreibe die sechs verschiedenen Möglichkeiten auf. (Nur mit 50 Cent, 1 Euro und 2 Euro Münzen)

Tipp: Die Münzen können auch in unterschiedlicher Reihenfolge eingeworfen werden. Es werden mindestens eine und maximal vier Münzen benötigt.

1. 50 Cent, 1 Euro, 50 Cent

2.

3.

4.

5.

6.

Name	
Datum	

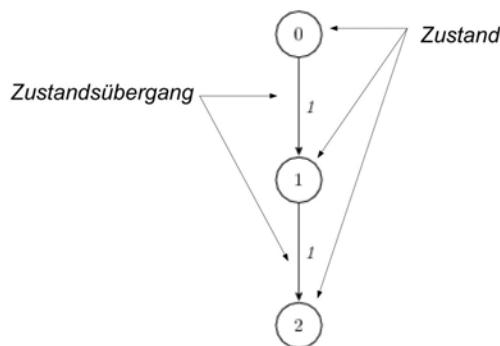
Als Bild kannst du diese Einwurfreihenfolge über einen „Zustandsgraphen“ darstellen. Bei so einem Graphen sind die zusammengerechneten eingeworfenen Münzen mit einem Kreis dargestellt. Gucken wir uns erstmal ein Beispiel an, in dem zwei mal hintereinander in den Automaten eine ein Euro Münze eingeworfen wurde.



Bei diesem Automat gibt es drei Zustände.

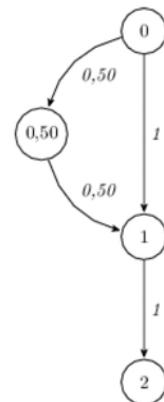
1. Einen Startzustand (0) bei dem du noch keine Münze eingeworfen hast.
2. Einen Zustand (1) bei dem du eine ein Euro Münze eingeworfen hast.
3. Einen Zielzustand (2) bei dem du noch eine weitere ein Euro Münze eingeworfen hast. Die zusammengerechneten Münzen ergeben also zwei.

Zwischen den verschiedenen Zuständen sind die Zustandsübergänge über Pfeile dargestellt, an denen das eingeworfene Münzstück steht.

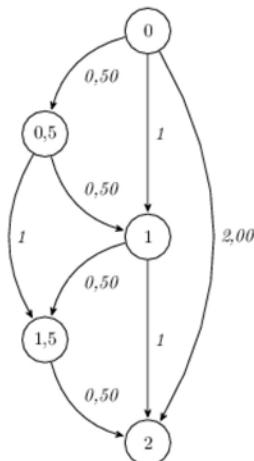


Name	
Datum	

Dieser Graph lässt sich jetzt erweitern. Zum Beispiel kannst du ja auch zuerst zwei 50 Cent Stücke und danach ein 1 Euro Stück einwerfen.



So kann man dann den Zustandsgraphen nach und nach erweitern, bis man alle möglichen Kombinationen von Münzeinwürfen gezeichnet hat.



Name	
Datum	

**Aufgabe 2:**

Unterstreiche deine Münzreihenfolgen eins bis sechs aus Aufgabe 1 jeweils in einer anderen Farbe. Male in dem Graphen die Pfade jeweils in dieser Farbe nach!

**Zusatzaufgabe 3:**

Betrachten wir jetzt einen Kaugummiautomaten, der 20 Cent zusammenrechnen muss. Erlaubt zur Bezahlung sind 5 Cent, 10 Cent und 20 Cent Stücke.

Damit gibt es wie bei Aufgabe 1 und 2, sechs unterschiedliche Möglichkeiten zu bezahlen.

1. 5 Cent, 10 Cent, 5 Cent

2.

3.

4.

5.

6.

b) Male den Zustandsgraphen zu dem Automaten auf der Rückseite!

**Zusatzaufgabe zum Knobeln:**

Wenn du bei unserem Automaten aus Aufgabe 2 eine Münze einwirfst, mit der du zu viel bezahlen würdest, fällt die Münze einfach durch und wird nicht mitgerechnet.

Was bedeutet dies für den Zustandsgraphen?

Kannst du einen Pfeil einzeichnen, bei dem sich die Summe der eingeworfenen Münzen nicht verändert?

**Lösungen zum Arbeitsblatt „Fahrkartenautomat“****Aufgabe 1**

1. 50 Cent, 1 Euro, 50 Cent

2. 1 Euro, 1 Euro

3. 2 Euro

4. 50 Cent, 50 Cent, 50 Cent, 50 Cent

5. 1 Euro, 50 Cent, 50 Cent

6. 50 Cent, 50 Cent, 1 Euro

**Aufgabe 3**

1. 5 Cent, 10 Cent, 5 Cent

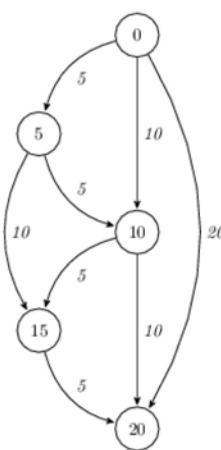
2. 5 Cent, 5 Cent, 10 Cent

3. 10 Cent, 5 Cent, 5 Cent

4. 20 Cent

5. 10 Cent, 10 Cent

6. 5 Cent, 5 Cent, 5 Cent, 5 Cent



**Lösung zur Knobelaufgabe:**

Der Zustand verändert sich dadurch nicht. Der Pfeil geht also von einem Zustand auf sich selbst.,

Beispiel: Wird bei dem Zustand (1) eine zwei Euro Münze eingeworfen, geht ein Pfeil von (1) auf (1), der mit einer 2 beschriftet ist.

### 8.1.4 Arbeitsblätter zur Einführung der Dualzahlen

Name	
Datum	

#### Ein Computer besteht aus 0 und 1

Gerade in dem Video aus „Der Sendung mit der Maus“ hast du gesehen, was die Software und die Hardware eines Computers ist. In der Sendung wurde auch gezeigt, dass ein Computer aus ganz vielen verschiedenen Schaltern besteht. Diese können entweder eingeschaltet oder ausgeschaltet sein und wurden mit Glühlampen dargestellt. Eine eingeschaltete Lampe wird mit einer 1 dargestellt, eine ausgeschaltete mit einer 0.

Diese Lampen gibt es natürlich so nicht im Computer, aber die Schalter schon. Jeder Schalter stellt ein so genanntes Bit dar.

#### Aufgabe 1:

**Du hast 3 Lampen (3 Bit) zur Verfügung. Überlege dir, wie du damit verschiedene Zahlen darstellen kannst. Wie viele verschiedene Zahlen kannst du darstellen? Trage die verschiedenen Zahlen mit ihren Lampen in die Tabelle ein!**

**Gehe dabei der Reihe nach vor. Versuch also als nächstes die Zahl 2 mit den drei Lampen darzustellen. Achte darauf, dass keine Lampenkombination für zwei verschiedene Zahlen stehen darf.**

Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3	Zahl
0	0	0	0
0	0	1	1
			2
			3
			4
			5
			6
			7

Name	
Datum	

**Wie viele Zahlen kann man darstellen?**

Sicherlich habt ihr in der Klasse viele verschiedene Darstellungen gefunden. Habt ihr es denn auch geschafft, für alle Zahlen von null bis sieben verschiedene Darstellungen zu finden? Wenn ja, herzlichen Glückwunsch!!! Ihr habt alle Möglichkeiten gefunden. Mehr als acht Kombinationen gibt es nämlich nicht.

Aber warum gibt es mit drei Lampen nur acht verschiedene Zahlen? Die Rechnung ist ganz einfach: Pro Lampe schreibt man eine Zwei auf und multipliziert diese am Ende.

$$\text{Anzahl Zahlen} = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$$

Aber Acht ist nicht die höchste Zahl, die der Computer mit drei Bit darstellen kann. Er fängt nämlich nicht bei Eins sondern bei Null an zu zählen. Für die höchste Zahl die der Computer darstellen kann müssen wir noch einen abziehen.

$$\text{Höchste Zahl} = 2 \cdot 2 \cdot 2 - 1 = 8 - 1 = 7$$

**Aufgabe 2:**

**Wie viele Zahlen kannst du mit vier Lampen darstellen? Welches ist die höchste Zahl?**

Anzahl Lampen = \_\_\_\_\_

Höchste Zahl = \_\_\_\_\_

Du merkst, dass du mit nur einer zusätzlichen Lampe gleich doppelt so viele Zahlen darstellen kannst. Ein Computer hat nahezu unendlich viele dieser Bits. Daher kann auch er auch beliebig große Zahlen darstellen.

Name	
Datum	

**Wie macht der Computer das?**

Der Computer verwendet für die Darstellung von Zahlen ein ganz bestimmtes System.

Man nennt es Binärsystem und es besteht auch nur aus Bits mit 0 und 1. Vielleicht habt ihr ja das gleiche System bei Aufgabe 1 benutzt?

Der Computer fängt immer mit dem hintersten Bit an zu zählen. Ist dies 1, ist auch die Zahl eine Eins. Ist es 0, dann ist die Zahl auch eine Null. Das gilt aber nur, wenn man nur dieses eine Bit hat.

Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3	Lampe 4	Zahl
			0	0
			1	1

Es ist klar, dass man mit einem Bit nur zwei verschiedene Zahlen darstellen kann. Für größere Zahlen nimmt der Computer also das nächste Bit dazu.

Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3	Lampe 4	Zahl
			0	0
			1	1
		1	0	2
		1	1	3

Da man aber beim Computer nicht so einfach ein Bit hinzunehmen kann, nimmt man immer die gleiche Anzahl an Bits. In die ersten nicht genutzten Bits wird eine 0 gespeichert.

Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3	Lampe 4	Zahl
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3

Name	
Datum	

**Aufgabe 3:** Fülle die Tabelle so aus, dass du das gleiche System wie der Computer benutzt, um die Zahlen von Null bis Fünfzehn darzustellen.

Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3	Lampe 4	Zahl
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
	1			5
	1			6
	1			7
1	0	0	0	8
1				9
1				10
1				11
1				12
1				13
1				14
1				15

## 8.2 Rückmeldungen zu den Modulen

### 8.2.1 Leitfaden für Rückmeldungen der Lehrerin

#### **Leitfaden für Rückmeldungen zu Unterrichtsmodulen „Informatik in der Grundschule“**

Nach der Durchführung eines Unterrichtsmoduls wäre ich Ihnen für eine kurze Rückmeldung sehr dankbar. Die nachfolgenden Fragen können bei dieser Helfen.

1. In welcher Gruppe wurden die Module durchgeführt? Welche Größe hatte die Klasse und in welcher Jahrgangsstufe wurde das Modul durchgeführt? In welchem Unterrichtsfach wurden die Module durchgeführt und was sind die sonstigen Unterrichtsthemen?
2. Welche Erfahrungen haben Sie bisher mit Informatik sowohl privat als auch in der Schule? Welches sind ihre studierten Unterrichtsfächer?
3. In welchem Rahmen haben Sie das Modul durchgeführt? Wurden beispielsweise die Texte in Stillarbeit gelesen oder im Klassenverbund? Wo gab es Probleme bei der Durchführung? Gab es Abweichungen bei der Durchführung oder bei den Arbeitsblättern?
4. Welche Kritik würden Sie an dem jeweiligem Modul äußern? Was hat gut funktioniert und wo gab es Probleme?
5. Würden sie das Material wiederverwenden? Würden sie dabei etwas verändern?
6. Wie war das Arbeitsverhalten der Schüler im Vergleich zu sonstigen Unterrichtsstunden? Waren sie während der gesamten Bearbeitung oder nur in Teilbereichen motiviert?
7. Haben die Schülerinnen und Schüler eine Verbindung zur Informatik hergestellt oder wurde ihnen diese aufgezeigt?
8. Sonstige Anmerkungen oder Hinweise.

### **8.2.2. Rückmeldung der Lehrerin zu den Modulen**

1. In welcher Gruppe wurden die Module durchgeführt? Welche Größe hatte die Klasse und in welcher Jahrgangsstufe wurde das Modul durchgeführt? In welchem Unterrichtsfach wurden die Module durchgeführt und was sind die sonstigen Unterrichtsthemen?

Die Module wurden im Rahmen einer Computer-AG der OGS durchgeführt, d. h. jeweils dienstags von 15 – 16 Uhr im Computerraum der Martinschule. Zu Beginn des ersten Moduls waren 12 Kinder in der Gruppe. Bei den folgenden Modulen waren es 10-11 Kinder. Es handelte sich um eine heterogene, altersgemischte Gruppe bestehend aus 3 Kindern der zweiten Klasse und 9 Kindern der 3. Klasse (wobei ein Kind das 3. Schuljahr wiederholt). Da die Module im Rahmen einer Computer-AG durchgeführt wurden, lassen sich schwer „Unterrichtsthemen“ benennen. Ziel der Computer-AG ist es, den Kindern das Arbeiten mit/an dem Computer und unter „Word“ zu zeigen und die Anwendungsmöglichkeiten anhand von praktischen Übungen zu trainieren. So haben die Kinder beispielsweise am Anfang erst einmal kennengelernt, wie man einen Rechner „hochfährt“, wie die einzelnen Teile des Computers heißen, wie die Maus gesteuert wird, wie man in Word seinen Namen mit unterschiedlichen Schriftarten und –größen gestalten kann, wie man Seitenränder hinzufügt, wie man mit „Word Art“ arbeitet und wie viele verschiedene Möglichkeiten allein in dieser Anwendung stecken. Des Weiteren wurde das Erstellen eines Textfeldes (um z.B. Fotos einzufügen) geübt, es wurden geeignete Seiten aus dem Internet gezeigt (z.B. Antolin, Blinde Kuh, Hamsterkiste, Kidsweb, ...) und die Kinder haben Erfahrungen mit dem Einlesen von Daten über einen externen Datenträger machen können. Zudem durften sie zu Beginn jeder Computer-AG-Stunde 10 Minuten an einem Programm aus der Lernwerkstatt (oft aus dem Bereich Logik) arbeiten.

2. Welche Erfahrungen haben Sie bisher mit Informatik sowohl privat als auch in der Schule? Welches sind Ihre studierten Fächer?

Insgesamt habe ich mit dem Bereich „Informatik“ nur wenig Erfahrung. Während meiner eigenen Schulzeit habe ich in der 9. Klasse in einem Informatikkurs mit der Programmierung unter Turbo Pascal (?) (readln, writeln, Repeat-Until-Schleife und While-Do-Schleife ?) kleine Erfahrungen gemacht. Ansonsten habe ich mir mein Wissen über den PC bzw. das Arbeiten mit dem PC größtenteils selbst angeeignet, zusätzlich 2 Computerkurse für Lehrer besucht und das Zertifikat „E-Card-NRW“ durch eine Prüfung erhalten. Mit Informatik an sich habe ich gar keine Erfahrungen.

Meine studierten Fächer sind Deutsch, Mathematik, Erziehungswissenschaften, Textilgestaltung und Katholische Religion. Zudem habe ich eine Erweiterungsprüfung im Fach Englisch (C1-Qualifikation) gemacht.

3. In welchem Rahmen haben Sie das Modul durchgeführt? Wurden beispielsweise die Texte in Stillarbeit gelesen oder im Klassenverband? Wo gab es Probleme bei der Durchführung? Gab es Abweichungen bei der Durchführung oder bei den Arbeitsblättern?

Das Modul wurde im Rahmen einer AG der OGS durchgeführt. Durch das Nachmittagsangebot und die vorangegangenen Hausaufgaben waren die Kinder oft schon sehr müde, so dass wir den größten Teil der Aufgaben und Texte gemeinsam gelesen haben (teilweise haben Kinder aus den 3. Klassen gelesen, teilweise ich selbst). Bei den Kindern aus den 2. Klassen waren oft zusätzliche Erklärungen aufgrund der Sprache notwendig.

Probleme bei der Durchführung ergaben sich meist nur bedingt durch den zeitlichen Rahmen. Oft konnten wir erst um 15:10 Uhr mit dem Modul beginnen, es aber nicht vollständig beenden, weil die Zeit dann um war. Zudem ergab sich kein Mal die Gelegenheit, das Modul in der folgenden Woche fortzusetzen bzw.

zu beenden und das nächste Modul vollständig zu bearbeiten. Darum sind die Ergebnisse auf den Arbeitsbögen auch nur in Ansätzen vorhanden.

Beim 1. Modul hatten die Kinder sehr viel Freude daran, Wörter mit dem Morsealphabet zu verschlüsseln. Ihnen war aber unklar, warum sie den Morsebaum durchlaufen sollten um die Buchstaben zu finden, wo sie doch auf der ersten Seite das ABC mit seinen Morsezeichen stehen hatten. Dennoch haben sie auch den Baum mit Freude durchzeichnet und entdeckt.

Im 2. Modul bei der Caesarverschlüsselung war das Arbeiten mit der Drehscheibe besonders interessant für die Kinder. Zwar waren einige gemeinsame Beispiele an der Tafel notwendig (Welcher Kreis mit den Buchstaben ist nun der, den ich ablesen muss?), damit die Kinder im letzten Teil die Zusatzaufgaben auch richtig entschlüsseln konnten. Kein Kind hat jedoch die Aufgaben c) und d) geschafft.

Der Fahrkartenautomat (3. Modul) war für die Kinder rein logisch zwar zu verstehen (Schreibe 6 Möglichkeiten auf, wie du 2 Euro mit 50 Cent, 1 Euro und 2 Euro in einen Münzautomat werfen kannst.) Als es jedoch an die Visualisierung mit dem Zustandsgraphen ging, konnten einige Kinder dem überhaupt nicht folgen und benötigten zusätzliche Erklärungen an der Tafel (v.a. die Kinder aus den 2. Klassen). Die Zusatzaufgabe 3 konnten viele lösen, aber das analoge Umsetzen in einen Zustandsgraphen machte mehreren Kindern Probleme.

Beim 4. Modul haben die Kinder mit Interesse das Video über den PC angesehen und auch versucht, die Lampenkombinationen für die Zahlen 0-7 aufzuschreiben. Bei der letzten Aufgabe Nr. 3 brauchten sie zusätzliche Hinweise zu der Notation in den Spalten, um eine Systematik zu entdecken. Dann konnten sie die Notation in der Tabelle weiter fortsetzen.

4. Welche Kritik würden Sie an dem jeweiligen Modul äußern? Was hat gut funktioniert und wo gab es Probleme?

Vorab würde ich sagen, dass die Informations- und Aufgabentexte für die meisten Kinder recht gut zu verstehen waren.

Zum 1. Modul: In meinen Augen war den Kinder zunächst nicht klar, warum sie die Buchstaben des Alphabets noch einmal über den Morsebaum herausfinden sollen, wo doch bereits auf der 1. Seite alle Zuordnungen standen. Mit der zusätzlichen Erklärung, dass es auch beim Computer nur die Zeichen an oder aus (0 oder 1) gibt, wurde der Morsebaum dann verständlicher und die Verbindung zum PC wurde in dem Augenblick etwas klarer.

Zum 2. Modul: Bei der Caesarverschlüsselung waren die Kinder mit großer Begeisterung bei der Sache. Hilfreich wäre vielleicht noch gewesen die Drehscheibe farbig zu kopieren oder zu markieren, die die „richtige“ ABC Drehscheibe ist. Das hätte bei der Codierung bzw. Decodierung sicherlich manchen Irrweg (siehe Ergebnisse auf den Arbeitsblättern) verhindert und die Kinder hätten schneller Erfolgserlebnisse gehabt.

Zum 3. Modul: Beim Münzautomat war das Problem, dass die Kinder zwar die Möglichkeiten aufschreiben konnten, in welcher Reihenfolge man welche Münzen in den Automaten werfen kann. Ihnen war aber der Zustandsgraph fremd, d. h. es fehlte ihnen eine deutlichere Beschriftung der Euro- und Centmünzen am Zustandsgraphen und die Begründung dafür, wozu die Kinder so eine grafische Darstellung brauchen. Die Zusatzaufgabe zum Knobeln konnte nur mit zusätzlichen kleinen Hinweisen verstanden werden.

Zum 4. Modul: Die Abstraktion, mit Lampen und den Ziffern 0 und 1 Zahlen zu verschlüsseln war für die Kinder schon recht schwer. Die Kinder aus den 2. Klassen haben versucht, den Texten und Anweisungen zu folgen. Allerdings hatten sie schon Schwierigkeiten zu verstehen, wie der Computer das macht. Bei der großen Tabelle von Aufgabe 3 war der Tipp notwendig, in den einzelnen Spalten eine Systematik (etwas, was sich wiederholt) herauszufinden. Danach konnte von den meisten Schülerinnen und Schülern die Tabelle ausgefüllt werden.

5. Würden Sie das Material wieder verwenden? Würden Sie dabei etwas verändern?

Gern würde ich das Material noch einmal verwenden, allerdings nur innerhalb einer Klasse im Rahmen der Schulvormittage und wahrscheinlich auch nur in einem 3. und / oder 4. Schuljahr. Ich hätte es auch interessant gefunden zu sehen, wie z.B. Kinder aus einer 4. Klasse **selbstständig** mit den Texten und dem Aufgabenteil zurechtkommen. Im Rahmen der AG waren doch viele Hilfen und Erklärungen notwendig. Beim wiederholten Einsatz des Materials würde ich die Drehscheibe mit dem „richtigen“ ABC z.B. in rot kopieren und das andere ABC ruhig weiß lassen. So haben die Kinder eine bessere Orientierungshilfe. Zudem könnte man ihnen im Rahmen des Schulvormittags mehr Zeit für das thematisierte Modul einräumen, so dass die Kinder mehr Aufgaben bearbeiten können und mehr Erfolgserlebnisse hätten. Das war in diesem zeitlichen Rahmen leider nicht möglich.

6. Wie war das Arbeitsverhalten der Schüler im Vergleich zu sonstigen Unterrichtsstunden? Waren sie während der gesamten Bearbeitung oder nur in Teilbereichen motiviert?

Obwohl die Kinder in den sonstigen AG-Stunden immer mit großer Begeisterung in die AG kommen, war hier die Vorfreude auf jedes neue „Modul“ immer groß und die Kinder haben sich neugierig auf das jeweilige Thema eingelassen. Hinterher ließ die Begeisterung etwas nach, weil die Kinder in den AG-Stunden nicht mehr am Computer arbeiten konnten. Die Anwendungen und das Spielen am PC stehen für viele Kinder bei der Wahl so einer AG deutlich im Vordergrund. Das Erlesen der Texte war für die Kinder manchmal etwas mühsam (obwohl ich fand, dass die Länge der Texte sehr angemessen gewählt war). Insgesamt kann man aber von einer durchgehend guten Motivation sprechen.

7. Haben die Schülerinnen und Schüler eine Verbindung zur Informatik hergestellt oder wurde ihnen diese aufgezeigt?

Ich denke, dass nur einige Kinder eine Verbindung zur Informatik erkannt haben, bzw. sie in Ansätzen auch verstanden haben. Viele Kinder wussten mit dem Begriff „Informatik“ jedoch kaum etwas oder gar nichts anzufangen. Ich konnte ihnen auch nur bedingt diese Verbindungen oder Parallelen erläutern. Für viele Kinder war der Begriff auch vollkommen zweitrangig. Sie fanden die behandelten Themen für den Zeitraum interessant und damit war es für viele Kinder gut. Nur 3 Kinder wollten noch mehr über die Themen erfahren (siehe Fragebogen).

8. Sonstige Anmerkungen oder Hinweise.

Gern hätte ich für die Durchführung und auch für die Evaluation der Module mehr Zeit gehabt (insgesamt mindestens 90 Minuten). Da viele Kinder am Ende keine Lust mehr hatten, die letzten 4 Wochen noch einmal rückblickend zu betrachten, ist der Fragebogen bei vielen Kindern auch sehr „mager“ ausgefallen und beantwortet worden. Bei einigen Kindern habe ich den Text geschrieben, weil sie nicht mehr dazu in der Lage waren, ihre Gedanken entsprechend zu formulieren. Die Rechtschreibung musste ich auch bei einigen Kindern korrigieren bzw. ich habe die Wörter oben drüber geschrieben, da sonst manche Formulierungen kaum zu lesen /verstehen gewesen wären.

(Beim Fragebogen hätte ich in der ersten Tabelle zur Meinungsabfrage evtl. etwas ausführlicher geschrieben: sehr gut, gut, eher nicht so gut, gar nicht gut oder Smileys verwendet: ☺☺ ☺ ☹ ☺.)

### 8.3 Fragebögen der Kinder zu den Modulen

#### Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden

Ich bin in der 2a Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung	X			
Fahrkartenautomat			X	
Binärzahlen		X	X	

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Das Morsealphabet hat mir gefallen weil ich Wörter gleich lösen konnte.

Den Fahrkartenautomat hat die Schülerin nicht verstanden, weil sie nicht wusste, wozu sie das braucht.

zu 4) Der Schülerin hat der Vergleich mit den Lampen (im Video) und dem PC gefallen.

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet**

Weis ich  
n, j

**Caesarverschlüsselung**

**Fahrkartenautomat**

**Binärzahlen** (s.o.)

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

Wenn ich am Computer sitze und da  
was mache.

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 2b Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet				
Caesarverschlüsselung				
Fahrkartenautomat		X		
Binärzahlen				

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

das Morsealphabet hat mir gefallen (konnte mir gefallen)

*VR erschwinglich*

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet**

---

---

**Caesarverschlüsselung**

---

---

**Fahrkartenautomat**

---

---

**Binärzahlen**

---

---

---

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

*Ich glaube es hat etwas mit dem Computer zu tun.*

---

---

---

---

---

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 2b Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet <input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Caesarverschlüsselung <input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Fahrkartenautomat			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Binärzahlen	<input checked="" type="checkbox"/>			

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

zu 1) Wie hat das Morsealphabet mir gefallen  
Wegen das mir spaß gemacht selber  
Wörter geschrieben. Das war schwer  
war wegen das kaputt gegangen ist  
Das ist kaputt gegangen und das ist blöd.

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

Morsealphabet

wai s ich nis

Caesarverschlüsselung

wai s ich nis  
4'

Fahrkartenautomat

wai s ich nis

Binärzahlen

tal s ich nis

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

~~Wegen das Land wird bissig war~~  
~~Waldmann etwas mit dem~~  
~~Computer machen kann.~~

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3a Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung	X			
Fahrkartenautomat	X			
Binärzahlen		X		

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Das Morsealphabet war toll  
ich konnte Wörter die  
mir ein Seemann lesen kann.  
Die Verschlüsselung war auch  
toll weil ich <sup>die</sup> eine geschwungene  
Schrift schreiben konnte. Bei  
Automaten fand ich alles toll.  
Das mit den Binärzahlen war  
nicht so toll weil ich es nicht  
(Kopiert) gebraucht habe.

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

Morsealphabet

Weißt ich nicht

Caesarverschlüsselung

Weißt ich nicht

Fahrkartenautomat

Weißt ich nicht

Binärzahlen

Weißt ich nicht

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

Weißt ich nicht

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3a Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung	X			
Fahrkartenautomat				X
Binärzahlen				X

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Mir habt alle Stunde gefallen ~~aller~~ manche  
nich so. Das Morsealphabet habt  
woll ich selbst wörter schreiben konnte.  
Mir habt alles gefallen Setz wurde ich  
gut Caesarverschlüsselung weil ich selbst  
Gehemelliuren selbst erarbeitet habt.  
Ich habe das Fahrkartenautomat nich  
gefalen weil ich das nicht verstanden habt.  
Die Binärzahlen das fügt mir auch nich  
ich habe das auch nich verstanden.

Computer

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet**

Weisig nicht

**Caesarverschlüsselung**

Manche machen eine Geheim Schrift das  
kein andrer kennt was lesen kann.

**Fahrkartenautomat**

Weisig Weisig Nicht

**Binärzahlen**

Weisig Nicht

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja

Nein.

Was ist für dich Informatik?

Arbeiten mit dem Computer,  
Es heißt nur mich Computer

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**Ich bin in der 3b Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung		X		
Fahrkartenautomat		X		
Binärzahlen		X		

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Das Morsealphabet ist gut weil man da Punkte und Striche schreiben kann und weil man da die Geschichten verschäppeln kann. Bei der Caesarverschlüsselung ist es gut dass man da eine geheime Botschaft schreiben kann. Beim Fahrkartenautomat ist es gut weil man da was mit Geld macht. Bei den Binärzahlen ist es gut weil ich es verstanden habe.

Ich finde die Computer AG ist toll. ☺

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet**

das sind Schriftzeichen der - oder der.

**Caesarverschlüsselung**

die Debschreib

**Fahrkartenautomat**

man kann damit geld rechnen

**Binärzahlen**

mit den Cylühlöinen und den Zahler  
0 und 1.

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

Das Wott kenn ich nicht.

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3b Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet			X	
Caesarverschlüsselung			X	
Fahrkartenautomat	X			
Binärzahlen			X	

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

mir hat das Fahrkartenautomat  
mir hat caesar Fahrkartenautomat  
nix geblen

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet**

weißt ich nicht

**Caesarverschlüsselung**

weißt ich nicht

**Fahrkartenautomat**

weißt ich nicht

**Binärzahlen**

weißt ich nicht

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja

Nein.

Was ist für dich Informatik?

der Fahrkartenaautomat  
ist informatik.

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3b Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung	X			
Fahrkartenautomat	X			
Binärzahlen	■■			

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Das Morsealphabet hat mir sehr gut  
spaß gemacht weil man eine geheim  
Schrift machen konnte. Bei der Caesarverschlüsselung  
fand ich vergil weil man da lachen  
konnte. Ich fand den Fahrkartenautomat  
sehr gut weil man verschiedene geld rein  
auw konnte. Ich war nicht da!

---

---

---

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet** W e i s i c h n i c h t

**Caesarverschlüsselung** W e i s i c h n i c h t

**Fahrkartenautomat** W e i s i c h n i c h t

**Binärzahlen** I c h w a r n i c h t d a :

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja

Nein.

Was ist für dich Informatik?

D a s W o r d h a b i c h n o c h n i c h t g e h ö r t :

Schule kommt nach Hause

### Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden

Ich bin in der 3c Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	✓			
Caesarverschlüsselung	✓			
Fahrkartenautomat	✗	Schüler war Peinik		
Binärzahlen	✗	u u u		

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

- 1) Morsealphabet: Mir hat gefallen, dass ich eigene Wörter aufschreiben konnte.
  - 2) Caesarverschlüsselung: Mir hat gefallen, dass man einen Code (Schlüssel) brauchte um die Nachricht herauszufinden.
  - 3) Fahrkarten
  - 4) Binärzahlen
- Schüler war Peinik,

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet** W E S I C H N I C H T

**Caesarverschlüsselung**: Die Drehscheibe hat Buchstaben „verschlüsselt“. Große Firmen verschlüsseln ihre Computer auch vor Freunden, dass niemand hineinschauen kann.

**Fahrkartenautomat**

/ A. O.

**Binärzahlen**

/ D. O.

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

Es könnte bedeuten, dass es eine Info ist und dass es um ein Passwort geht

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3C Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Schüler konnte  
Fragen nicht beantworten.

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung	X			
Fahrkartenautomat	X			
Binärzahlen	X			

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Das ich eigene Wörter schreiben  
durfte.  
Mit der Drehscheibe

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet**

---

---

**Caesarverschlüsselung**

---

---

**Fahrkartenautomat**

---

---

**Binärzahlen**

---

---

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3c Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet		X		
Caesarverschlüsselung		X		
Fahrkartenautomat		X		
Binärzahlen	X			

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

1. Das Morsealphabet hat mich gut darüber Wörter schreiben können. 2. An der Caesarverschlüsselung hat mich gut das ich Geheimnisse entziffern konnte. 3. Der Fahrkartenautomat hat mir ein Brotchen hinunter gegeben aber es hat mir Spaß gemacht. 4. Die Binärzahlen haben mir sehr gut gefallen weil ich

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet** Weis ich nicht

**Caesarverschlüsselung** Geheimschriften können andere nicht lesen, am Computer gibt es auch Passwörter

**Fahrkartenautomat** : Automaten werden auch vom Computer gesteuert

**Binärzahlen** Der Computer wird auch mit Zeichen (1,0) gesteuert wie die Lampen.

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

Arbeiten am Computer

**Fragebogen zu den letzten Unterrichtsstunden**

Ich bin in der 3c Klasse und bin ein  Junge  Mädchen.

Die nächsten Fragen beziehen sich alle auf die letzten Unterrichtsstunden

- 1) zum Morsealphabet
- 2) zur Caesarverschlüsselung
- 3) zum Fahrkartenautomat
- 4) zu Binärzahlen

Wie haben dir diese Stunden gefallen? Kreuze in der Tabelle für jede Stunde an, wie du sie fandest. Du kannst auch mehrere gleich bewerten!

	sehr gut	gut	eher nicht	gar nicht
Morsealphabet	X			
Caesarverschlüsselung		X		
Fahrkartenautomat	X			
Binärzahlen		X		

Was genau hat dir an den Stunden Spaß gemacht oder was nicht?

Mir hat das Morsealphabet gefallen,  
weil ich das gut konnte.  
Die Caesarverschlüsselung gehörte  
weil ich das nicht ganz verstanden  
habe. Der Fahrkartenautomat mag  
ich es ist sehr schwierig aber ich  
konnte es. Die Binärzahlen gingen nur  
gut weil es nicht so gut geklärt hat,

---

---

---

Weißt du, was die Themen mit Computern gemeinsam haben?

**Morsealphabet** Das Leuchten (langes + kurzes Lichtzeichen) kann man mit dem Computer vergleichen.

**Caesarverschlüsselung** Das auch bei großen Firmen nicht jeder an die Daten kommt (Passwort).

**Fahrkartenautomat** → Er wird vom Computer gesteuert.

**Binärzahlen** → Nur durch das Signal An/Aus kann der Computer funktionieren (so wie die Lampen)

Möchtest du noch mehr über die Themen erfahren?  Ja  Nein.

Was ist für dich Informatik?

Elektrische Funktion vom Computer

## **9 Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich meine Masterarbeit

„Konzeption von Unterrichtsmodulen  
zur Vermittlung kerninformatischer Inhalte  
in der Grundschule“

selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe und dass ich alle von den anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anliegenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Münster,