

Technische Informatik für Kinder als Teil der Allgemeinbildung

Thesis
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Master of Education (M.Ed.)

Teilstudiengang der Thesis: Informatik

Studiengang Master of Education
Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen
der Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von
Eike Sebastian Großkopf
Matrikelnummer: 1025819
e.grosskopf@uni-wuppertal.de

Erstprüfer: Herr Prof. Dr. Humbert
Zweitprüferin: Frau Dr. Müller

Datum: 26.10.2016

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird über den Platz der Informatik in der Grundschule sowie der Stellenwert der Technischen Informatik als Teil der Kerninformatik in der Grundschule diskutiert. In diesem Kontext wird die Einführung der Informatik, mit besonderem Blick auf die Technische Informatik, in der Primarstufe besprochen, erste Erfahrungen werden analysiert und Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt. Vertiefend wird über Mikrocontroller – als mögliche Schnittstelle zur Technischen Informatik – im Unterricht der Grundschule gesprochen. Der Theorieteil wird ergänzt durch ein praktisches Beispiel, in dem eine mögliche Einstiegsstunde in der Primarstufe entworfen wird.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Anmerkung zur Thesis	1
1.2	Technische Informatik für Kinder als Teil der Allgemeinbildung als Thema der Arbeit	2
1.2.1	Technische Informatik	2
1.2.2	Für Kinder	2
1.2.3	Als Teil der Allgemeinbildung	4
2	Der Allgemeinbildungsanspruch	5
2.1	Allgemeinbildende Schulinformatik	6
2.1.1	Bildung für alle	7
2.1.2	Neu zu durchdenkendes Gefüge des Allgemeinen	7
2.1.3	Bildung aller humaner Fähigkeitsdimensionen	9
2.2	Transitionsproblematik	10
2.2.1	Allgemeine Problematik	11
2.2.2	Die Naturwissenschaften	12
2.3	Informatik im Sachunterricht	13
2.3.1	Legitimation von Informatik im Sachunterricht	14
2.3.2	Theoretische Hindernisse der Integration	18
2.4	Technische Informatik und Informatik	19
2.4.1	Positive Auswirkungen	19
2.4.2	Bedingungen	21
2.5	Zusammenfassung des Kapitels	29
3	Informatik im Primarbereich	30
3.1	Auswahl informatischer Inhalte	31
3.2	Mikrocontroller	34
3.3	Erfahrungen mit Informatik im Primarbereich	34
3.3.1	Erfahrungen in Großbritannien und in Deutschland	35
3.3.2	Kategorien möglicher Mikrocontroller-Projekte	37
3.3.3	Erfahrungen in der Primarstufe	37
3.4	Einführung von Informatikunterricht in der Grundschule	42

3.4.1	Allgemeines	42
3.4.2	(Fort-) Bildung	42
3.5	Didaktik und Methodik mit Mikrocontrollern	47
3.5.1	Kreativität	47
3.5.2	Theoretisch fundierte Reihenfolge von Technischer Infor- matik im Unterricht	53
3.6	Zusammenfassung des Kapitels	55
4	Technische Informatik im Primarbereich	57
4.1	Beispielhafte Einstiegsstunde	57
4.1.1	Rahmenbedingungen	58
4.1.2	Vorwissen und Reiheneinordnung	58
4.1.3	Kompetenzen und Legitimation	59
4.1.4	Vorbereitungen	60
4.1.5	Verlaufsplanung	65
4.1.6	Beispielhaftes Realweltproblem	65
4.2	Zusammenfassung des Kapitels	66
5	Fazit und Ausblick	67
5.1	Zusammenfassung und Resümee	67
5.2	Ausblick	69
	Abkürzungsverzeichnis	71
	Index	72
	Literatur	73
	Abbildungsverzeichnis	87
	Anhang	88
	Erklärungen	100

Kapitel 1


Einleitung

Wir haben [...] gesehen, dass der Informatikunterricht die erwarteten allgemeinen Kompetenzen besser umsetzen könnte als der [Mathematikunterricht].

(Oldenburg, 2009, S. 84)

Als Einführung werden nachfolgend Nutzungsanmerkungen (Abschnitt 1.1) zur Thesis dargestellt sowie Intention und Inhalt der Thesis näher erläutert und eingegrenzt (Abschnitt 1.2).

1.1 Anmerkung zur Thesis

Die Arbeit wird – für die Stellen, für die es möglich ist, unter einer »Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0)«-Lizenz () veröffentlicht. Der genauere Inhalt der Lizenz ist unter (CC, 2016) einsehbar.

1.2 Technische Informatik für Kinder als Teil der Allgemeinbildung als Thema der Arbeit

Der Titel der Thesis bezieht sich auf drei Themenbereiche – »Technische Informatik«, »für Kinder« sowie »als Teil der Allgemeinbildung«. Um diese Bereiche zu konkretisieren, wird zunächst erläutert, worauf sich das im Folgenden bezieht und welche Einschränkungen vorgenommen werden.¹

1.2.1 Technische Informatik

Technische Informatik ist eines der drei Fachgebiete der Kerninformatik (Humbert, 2006, S. 10). SCHWILL fasst in (Schwill, 1997, S. 3) die Technische Informatik so zusammen:

In der Technischen Informatik befaßt [sic.] man sich mit dem funktionellen Aufbau von Computern und den zugehörigen Geräten sowie mit dem logischen Entwurf und der konkreten Entwicklung von Rechnern, Geräten und Schaltungen (Hardware). Die Schnittstelle zu Betriebssystemen und die Zusammenstellung von Computern spielen eine wichtige Rolle.

Laut HUMBERT ist die Technische Informatik in der Didaktik der Informatik unterrepräsentiert (Humbert, 2006, S. 58). Es geht im Folgenden nicht nur, jedoch hauptsächlich, um Überlegungen zur Technischen Informatik als Ausgangs- beziehungsweise Ankerpunkt für Informatik in der Grundschule.

In Kapitel 4, »Technische Informatik im Primarbereich«, wird ein Umsetzungsbeispiel der theoretischen Vorüberlegungen aus Kapitel 3 vorgestellt.

1.2.2 Für Kinder

Die Kindheit ist ein längerer, äußerst wichtiger Abschnitt im Leben eines jeden Menschen. Dass zumindest Elemente der Informatik spätestens bereits im

¹Die folgenden Überschriften orientieren sich an diesen Themenbereichen.

KAPITEL 1. EINLEITUNG

1.2. TECHNISCHE INFORMATIK FÜR KINDER ALS TEIL DER ALLGEMEINBILDUNG ALS THEMA DER ARBEIT

Kindergarten – auf angemessenem Niveau – verstanden werden können, hat WEISS in (Weiß, 2015) gezeigt. Für Informatik in der Primarstufe liegt mit (Brumma, 2012) Evidenz vor.

Es ist sinnvoll, die kognitiven Fähigkeiten der betrachteten Zielgruppe näher zu betrachten. Nach PIAGET gibt es drei – aufeinander aufbauende und sich nacheinander weiterführende (Piaget und Inhelder, 1973, S. 153) – Hauptstadien², die in der Grundschulzeit auftreten können (Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 138):

1. *Präoperationales Stadium* (2-6 Jahre): »Denken [...] durch konkrete Handlungen an Objekten geprägt« (d. h. kein Vergleichen von Bildern usw.)
2. Stadium der *konkreten Operationen* (7-11 Jahre): »Erfahrungen der unmittelbaren Anschauung [...] gedanklich zusammenfügen und umkehren« (d. h. auch gedankliche Vergleiche von Bildern möglich)
3. Stadium der *formalen Operationen* (ab etwa 12 Jahre): »[A]us Sprache und Symbolen abstrakte Sachverhalte erschließen«

Die Altersangaben sind lediglich Richtwerte, die von Individuum zu Individuum abweichen können (Piaget und Inhelder, 1973, S. 153).

Die meisten der betrachteten Schülerinnen und Schüler befinden sich im Stadium der konkreten Operationen. Sehr abstrakte Sachverhalte, wie sie für ein tiefgehendes Verständnis der Kerninformatiken notwendig sind (Brakensiek, 2015, S. 17), wären demnach noch nicht lernbar. Allerdings gibt es – wie bereits erwähnt – Hinweise, dass einige basale Kompetenzen vermittelbar sind. Es muss mit den Möglichkeiten, die auf dem »Präoperationalem Stadium« sowie dem »Stadium der konkreten Operationen« vorhanden sind, gearbeitet werden.

²Auch anhand dieser Stadien entwickelte BRUNER sein Repräsentationsmodell (Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 138). In Abschnitt 3.3.3.1 wird darauf eingegangen.

Das 3. Kapitel, »Informatik im Primarbereich«, handelt von theoretischen, (fach)didaktischen Überlegungen hinsichtlich der Einführung der (Technischen) Informatik in der Grundschule. Diese Einführung wird in Kapitel 2 durch den Allgemeinbildungsanspruch der Informatik begründet.

1.2.3 Als Teil der Allgemeinbildung

Es wird im folgenden Kapitel erläutert, warum Teile der Informatik und insbesondere Teile der Technischen Informatik als allgemeinbildend angesehen werden können. An dieser Stelle werden daraus folgende Fokussierungen der Thesis dargelegt.

Jene Instanz – welche (Technische) Informatik vermitteln soll – wird an dieser Stelle auf die allgemeinbildende Schule gelegt; genauer auf die Primarstufe. Innerhalb der Primarstufe hat v. a. die dritte und vierte Klasse – sprich im Alter von in der Regel von 8-10 Jahren – einen besonderen Fokus. Dies ist das Alter, in dem die Schülerinnen und Schüler Deutschlands in den meisten Bundesländern ihre letzten Grundschuljahre erleben. Der Grund für die Fokussierung auf die Grundschule ist, dass eine schulische Einbindung der (Technischen) Informatik in die allgemeinbildende Grundschule zur Zeit stärker diskutiert wird. Für die Primarstufe gibt es allerdings, wie HASELMEIER, FRICKE, HUMBERT, MÜLLER UND RUMM den status quo konstatieren, in Deutschland nahezu keine Erfahrungen und keine Bildungsdokumente (Haselmeier u. a., 2016, S. 105).

Die These, dass Teile der Informatik allgemeinbildend sind, wird als Basis aller weiteren Überlegungen herangezogen. Somit ist zuallererst über den Allgemeinbildungsanspruch der Informatik und weitergehend über einen Platz der Informatik in der Primarstufe zu reden. Dem wird im 2. Kapitel genüge getan.

Kapitel 2

Der Allgemeinbildungsanspruch

Ich wünsche mir, dass die Schule hilft, unsere Kinder zu digital souveränen Bürgern zu machen.

S. Noller, Beirat des
Bundeswirtschaftsministeriums, in (Noller,
2016)

In diesem Kapitel wird zunächst in Abschnitt 2.1 über einen möglichen Allgemeinbildungsanspruch der Informatik diskutiert. Es wird in Abschnitt 2.2 dargelegt, warum es wünschenswert ist, dass Informatikunterricht bereits in der Grundschule stattfindet, worauf Abschnitt 2.3 folgt, wo ein möglicher Platz der Informatik in der Primarstufe verordnet wird. In Abschnitt 2.4 wird letztendlich für die Grundschule der Stellenwert der Technischen Informatik hinsichtlich der anderen Bereiche diskutiert, wobei am Ende (Abschnitt 2.4.2.2) über Mikrocontroller im Informatikunterricht der Primarstufe gesprochen wird.

2.1 Schulinformatik gehört in die Primarstufe, da sie allgemeinbildend ist

Selbstverständlich ist Informatik ein allgemeinbildendes Schulfach und muss als solches begriffen werden. Daher gehört es von der Grundschule an bis in die Oberstufe in den Pflichtbereich der Stundentafeln und Curricula.

J. Gallenbacher, in (Gallenbacher, 2015)

Auch wenn es stichhaltige wirtschaftliche Argumente für eine Informatik in der Schule (Noller, 2016), u. U. sogar schon in der Grundschule, gibt, muss im allgemeinbildenden Schulsystem Deutschlands ein allgemeinbildender Anspruch ausschlaggebend sein. Eine Begründung für einen Allgemeinbildungsanspruch der Informatik – aufgrund von u. a. Selbst- und Mitbestimmungsüberlegungen – von HUMBERT ist in (Humbert, 2006, S. 65) nachzulesen: »Informatische Bildung ist Bestandteil allgemeiner Bildung für eine verantwortliche Gestaltung der Zukunft in Selbstbestimmung«. Auch (Dorothee Müller, Frommer, und Humbert, 2012, S. 99) sprechen sich dafür aus, dass Elemente der informatischen Allgemeinbildung in die Allgemeinbildung gehören.³ Ein weiterer Ansatz ist mit (Brakensiek, 2014) und (Brakensiek, 2015) vorhanden.

An dieser Stelle werden Ideen formuliert, die den Terminus »Allgemeinbildung«, beschrieben nach KLAFKI, auf die Informatik anwenden. Nach KLAFKI ist Allgemeinbildung im »dreifachem Sinn zu bestimmen« (Klafki, 2007, S. 53), was (Rosenbach, 2008) bündig wie folgt zusammenfasst:

- [...] Bildung für alle zur Selbstbestimmungs-, Mitbestimmungs- und Solidaritätsfähigkeit,
- [...] kritische Auseinandersetzung mit einem neu zu durchdenkenden Gefüge des Allgemeinen als des uns alle Angehenden und

³Wenn im Folgenden davon gesprochen wird, Informatik sei allgemeinbildend, so ist damit stets gemeint, dass Elemente der Informatik allgemeinbildend sind.

- [...] Bildung aller uns heute erkennbaren humanen Fähigkeitsdimensionen des Menschen.

Im Folgenden wird anhand KLAFFKIS Allgemeinbildungsbegriff versucht Ansatzpunkte für einen Allgemeinbildungsanspruch der Informatik zu finden.⁴

2.1.1 Bildung für alle

GALLENBACHER schreibt in (Gallenbacher, 2015): »Informatik ist der Schlüssel um diese [von Informationstechnologie geprägte Arbeits- und Lebenswelt] zu verstehen und um sie aktiv mitzugestalten«, sie fördere »Verständigung und Kooperation«.

Wer wirklich selbstbestimmt, mitbestimmend und solidarisch leben möchte, muss Phänomene der Informatik erkennen und selbst produzieren können, muss die Auswirkungen von Informatik auf das Leben verstehen können. Dafür ist auch ein basales Verständnis der Struktur und Funktion (Best, Borowski, u. a., 2016, S. 9) von Informatiksystemen⁵ – welches nur die Informatik (wie WEISS in (Weiß, 2015) zeigt bereits schon im Kindergarten) liefern kann – notwendig (Acht, 2015, S. 327), (Steinhaus, 2013). Ein von Vielen erhoffter ungerichteter Erwerb der der Informatik zugehörigen Kompetenzen ist, soweit ist man sich inzwischen weitestgehend einig, nicht möglich (Herper und Hinz, 2009, S. 74). Gerade deshalb ist es Aufgabe des allgemeinbildenden Schulsystems, diese Informatikkompetenzen zu entwickeln.

2.1.2 Neu zu durchdenkendes Gefüge des Allgemeinen

Es gibt mehrere Ansätze zur Bestimmung bedeutsamer, in der allgemeinbildenden Schule lernwürdiger Inhalte der Informatik. Genannt seien hier die »fundamentalen Ideen der Informatik« sowie darauf aufbauend die »Master-

⁴Die folgenden Überschriften orientieren sich an dieser Aufzählung.

⁵Informatiksysteme sind laut (Humbert, 2006, S. 5) eine »Einheit von Hard-, Software und Netzen einschließlich aller durch sie intendierten oder verursachten Gestaltungs- und Qualifizierungsprozesse bezüglich der Arbeit und Organisation«.

ideen der Informatik« nach SCHWILL (Schwill, 1993) und die »Great Principles of Computing« nach DENNING (Borowski, Diethelm, und Mesaros, 2010, S. 4f).

BRUMMA begründet in (Brumma, 2012, S. 4) den Stellenwert der Informatik in der Primarstufe (und somit indirekt einen möglichen Allgemeinbildungsanspruch) mit der Allgegenwärtigkeit von Technik auch schon für Schülerinnen und Schüler der Grundschule und der dadurch notwendigen Kompetenz des kritischen Hinterfragens. Fällt also jene Technik unter den Oberbegriff »Gefüge des Allgemeinen als des uns alle Angehenden«? KLAFKI nennt in (Klafki, 2007, S. 53) »Bildung im Medium des Allgemeinen«: »Allgemeinbildung muß [sic.] verstanden werden als Aneignung der die Menschen gemeinsam angehenden Frage- und Problemstellungen ihrer geschichtlich gewordenen Gegenwart und der sich abzeichnenden Zukunft und als Auseinandersetzung mit diesen gemeinsamen Aufgaben, Problemen, Gefahren« und verweist hierbei auf die epochaltypischen Schlüsselprobleme (Klafki, 2007, S. 53), (Klafki, 2009, S. 8). Unter diesen Schlüsselproblemen fällt eines hinsichtlich der Informatik besonders ins Auge: »Gefahren und die Möglichkeiten der neuen Steuerungs-, Informations- und Kommunikationsmedien« (Klafki, 2007, S. 59). *Medienbildung*⁶ kann dieses epochaltypische Schlüsselproblem nur durch *Vorgaben* der Handlung lösen, *informatische Allgemeinbildung* kann Menschen ein *Verständnis der Hintergründe* liefern (Borowski, Diethelm, und Mesaros, 2010, S. 1). Somit ermöglicht die informatische Bildung *selbstständig* für sich und andere Möglichkeiten und Gefahren abzuschätzen. Wie KLAFKI zu diesem Schlüsselproblem weiter ausführt: »Wir brauchen in einem zukunftsorientierten Bildungssystem auf allen Schulstufen und in allen Schulformen eine gestufte, kritische informations- und kommunikationstechnologische Grundbildung als Moment einer neuen Allgemeinbildung« (Klafki, 2007, S. 60). Die Frage, ob Informatik eines der Fächer – bzw. das Fach – ist, welches genau diese kritische Grundbildung fördert, ist Streitpunkt u. a. zwischen Medienpädagogik und Didaktik der Informatik.⁷

⁶Die Begriffe Medienbildung, -didaktik und -pädagogik werden hier der Einfachheit halber synonym verwendet. Es gibt zwischen diesen dennoch (hier unwichtige) Unterschiede.

⁷Informatik in der Schule wird, in Abgrenzung zur Medienpädagogik, an dieser Stelle überdauernde Inhalte in Form von Gegenstandsverständnis zugesprochen, während letzteres daraus resultierende, (temporäre) konkrete Ausgestaltungen und deren sinnvolle Verwendung in Form von Medien und Werkzeugen im Fokus hat. Diese Unterscheidung zwischen Gegenstand, Medium und Werkzeug, wie sie auch (Borowski, Diethelm, und Mesaros, 2010,

2.1.3 Bildung aller humaner Fähigkeitsdimensionen

Zu dieser zusammenfassenden Überschrift von ROSENBACH lautet es wörtlich bei (Klafki, 2007, S. 54):

Allgemeinbildung muß [sic.] [...] als Bildung in allen Grunddimensionen menschlicher Interessen und Fähigkeiten verstanden werden, also als Bildung

- des [...] Umgangs mit dem eigenen Leib,
- der kognitiven Möglichkeiten,
- der handwerklichen–technischen und der hauswirtschaftlichen Produktivität,
- der Ausbildung zwischenmenschlicher Beziehungsmöglichkeiten, m. a. W. der Sozialität des Menschen,
- der ästhetischen Wahrnehmungs-, Gestaltungs- und Urteilsfähigkeit,
- der ethischen und politischen Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit

Ist informatische Allgemeinbildung für all diese Fähigkeitsdimensionen bildend? »Kognition« wird in (Schweizer, 2014-04-11) mit »geistige[r] Wahrnehmung« beschrieben, die »kognitiven Fähigkeiten« mit »Fähigkeit Signale aus der Umwelt wahrzunehmen und weiterzuverarbeiten«. (Schweizer, 2014-04-11) legt weiterhin beispielhaft dar, warum die Bereiche der Kognition in der Medieninformatik präsent sind. Da Medieninformatik ein Teilgebiet der Informatik ist, gelten diese Aussagen auch für die Informatik.

S. 1) mit Bezug auf (Hartmann, Näf, und Reichert, 2006, S. 6) vornehmen, zeigt, dass für einen überdauernden Allgemeinbildungsanspruch das Gegenstandsverständnis nötig ist.

Informatik, im Sinne von (Humbert, 2006, S. 9) aus »Information«⁸ und »Automatik« ableitbar, ist nach (Breier, 2005, S. 70) die »Lehre von der Information und deren Verarbeitung« und kann einen Beitrag zur handwerklich-technischen und hauswirtschaftlichen Produktivitätbildung bieten.

Im Sinne von »Informatik, Mensch und Gesellschaft«, wie ein Teilgebiet der Informatik in (Best, Borowski, u. a., 2016) genannt wird, bildet die Informatik auch zu Teilen die Sozialität. Paradigmen als »›Brille‹ auf den Problembe-
reich« (Humbert, 2006, S. 20) und informatische Modellbildung (Humbert, 2006, S. 109 u. a.) können der »ästhetischen⁹ Wahrnehmungs-, Gestaltungs- und Urteilsfähigkeit« (Klafki, 2007, S. 54) dienlich sein.

Mit Blick z. B. auf autonome Kampfdrohnen und Internetsperren ist auch hinsichtlich der ethischen und politischen Entscheidungen Informatik mit bildend. Ob Informatik auch den »Umgang mit dem eigenen Leib« (Klafki, 2007, S. 54) bildet, ist auf jeden Fall diskussionswürdig und kann aus Zeitgründen an dieser Stelle nicht weiter verfolgt werden; dennoch kann hier auf SIEBRECHTS Masterthesis »Informatik in Bewegung« als mögliche Antwortquelle verwiesen werden (Siebrecht, 2013).

2.2 Transitionsproblematik

Eines der Ziele von Informatik in der Primarstufe ist dem Interessensverfall am Fach entgegenzuwirken, denn gerade Mädchen bleiben dem Informatikwahlunterricht der Sekundarstufe – so überhaupt angeboten – tendentiell eher fern (Humbert, 2006, S. 170). Dies liegt wohl in tradierten männlichen Fachkonnotationen und damit einhergehend einem niedrigem fachlichen Selbstkonzept begründet, welche durch Informatikunterricht abgebaut werden können (Dorothea Müller, 2016, S. 26) nach (Kuhl, 2008, S. 120), (Dorothea Müller, 2016,

⁸(Humbert, 2006, S. 11) fasst unter dem Terminus »Information« eine technische (»Übertragung von [...] Daten«), personale (»Kognition allgemein und insbesondere die Interpretation von Daten durch Menschen«), organisationsbezogene (»Rolle von Information bei Aktion und Entscheidungsfindung«) sowie mediale (»Information als eigenständiges, speicherbares und weitergebbares Gut«) Dimensionen zusammen.

⁹Der Terminus »Ästhetik« wird in (Duderstadt, 2007) »im pädagogischen Kontext [...] als die Lehre von der Wahrnehmung« beschrieben.

S. 78). Es ist besser, bereits in der Grundschule ein positives Bild von der Informatik und ein hohes informatisches Selbstkonzept zu bilden (Dorothea Müller, 2016, S. 204). Die Idee durch Informatik in der Grundschule dem Interessensverfall entgegenzuwirken resultiert auch aus analogen Überlegungen in anderen Fächern: Zu Grundschulzeiten ist das Interesse an Fachinhalten des Sachunterrichts hoch, erst gegen Ende der Grundschulzeit bzw. erst gegen Ende der sechsten Klasse (in den meisten Bundesländern in der weiterführenden Schule) tritt in naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere bei Mädchen, tritt das zuvor genannte Problem auf (Logan und Skamp, 2008, S. 1,4f) (Kleickmann, 2011, S. 221f) (Pollmeier u. a., 2014, S. 130,132,139) (Möller, 2014, S. 33). Es gilt also, für einen gewinnbringenden Informatikunterricht nicht nur in der Grundschule, sondern auch in weiterführenden Schulen Ursachen hierfür zu bestimmen, damit dieselben Fehler nicht auch von der Informatik fortgeführt werden.

2.2.1 Allgemeine Problematik

Angenommen wird u. a., dass es nach der Transition von der Primarstufe in die Sekundarstufe zu einer Interessensausdifferenzierung kommt (Pollmeier u. a., 2014, S. 141), sodass ein Interessensrückgang bei einigen Schülerinnen und Schülern unvermeidlich ist. Das ist an sich sogar etwas positives, da das bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler ohne Interesse an diesem Bereich sich dafür umso mehr für einen anderen (z. B. sprachlichen) interessieren. Dennoch ist auffällig, dass Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften – hierbei insbesondere Mädchen – schnell das Interesse verlieren (Möller, 2014, S. 34). Ob es in der Primarstufe bereits eine Genderproblematik hinsichtlich der Informatik gibt, wird z. B. in (Dorothea Müller, 2016, S. 66) nach (Faulstich-Wieland u. a., 2008, S. 93) positiv beantwortet. In (Straube u. a., 2013, S. 4) und (Hauck, 2015, S. 3) hingegen negativ. Diese beiden gegensätzlichen Positionen können teilweise vereinigt werden, indem angenommen werden kann, dass sich dieses Problem im Laufe der Primarstufenzeit langsam entwickelt. Wenn zumindest eine Verschlechterung der Problematik mit der Transition angenommen wird, muss es also – wie für die Naturwissenschaften auch – Faktoren geben, welche die Interessensentwicklung an ihnen negativ beeinflussen.

2.2.2 Die Naturwissenschaften

Für die Naturwissenschaften liegt die Problematik höchstwahrscheinlich in der Naturwissenschaftenunterrichtsausgestaltung in der weiterführenden Schulstufe: zu viel Lehrerzentrierung und geschlossene Gestaltung der Lernwege (Pollmeier u. a., 2014, S. 131), (Möller, 2014, S. 35), ein Mangel an Alltags- und Zukunftsrelevanz des Gelernten (Logan und Skamp, 2008, S. 5) (Möller, 2014, S. 33) und an praktischen Tätigkeiten (Pollmeier u. a., 2014, S. 136). Der Unterricht der Grundschule ist in diesen Punkten das Gegenteil: Ansprechen des Individuums durch Ermutigung zum Entdecken und ergründen von Erklärungen statt Lehrerinnen und Lehrer im Zentrum des Unterrichts (Pollmeier u. a., 2014, S. 131), (Möller, 2014, S. 35,38), klarer Alltagsbezug und sehr viel praktische Tätigkeiten (Möller, 2014, S. 38). Diese positiven Merkmale sollten im Informatikunterricht in der Primarstufe wiederzufinden sein.

Wie ein Fach wahrgenommen wird, hängt von vielen Faktoren ab. Frühere positive Erfahrungen und Fähigkeitsselbstkonzepte wirken sich positiv auf die aktuelle Wahrnehmung aus. Curriculum, Eltern (vgl. Abschnitt 3.4.2.3), Lehrerinnen und Lehrer (vgl. Abschnitt 3.4.2.2), Peers, ... beeinflussen auf verschiedene Weise die Schülerinnen und Schüler (Logan und Skamp, 2008, S. 6f). Auch dies sind also Stellschrauben, die es zu betrachten gilt, wenn Informatik endlich sinnvoll in der Grundschule eingeführt wird.

Es lässt sich also zusammenfassen, dass die Ursachen der Transitionsproblematik bei den Naturwissenschaften höchstwahrscheinlich in der weiterführenden Schulstufe zu suchen sind. Die Informatik in eben jener Schulstufe hat die Aufgabe, genau das bei der Ausgestaltung zu beachten, v. a. hinsichtlich der praktischen Tätigkeiten. Eine solche gute Ausgestaltung kann gelingen, wenn ein zum praktischen Arbeiten einladendes Informatiksystem genutzt wird. Informatikunterricht in der Grundschule hingegen wird wohl gelingen, wenn der Unterricht von der Didaktik und Methodik her die o. g. Eigenschaften des Grundschulunterrichts weiterführt.

2.3 Informatik im Sachunterricht der Primarstufe

»Wie immer die Gesellschaft sich entwickeln wird – auch in vielen Jahrzehnten wird es noch notwendig sein, sich zu verständigen, Regeln zu beachten, für begehrte Güter eine Gegenleistung zu erbringen und zwischen dem zu unterscheiden, was von Menschen machbar ist, und dem, was sich gezielter Gestaltung entzieht.«

J. Kahlert über die Dimensionen des Zusammenlebens als fachliche Perspektive des Sachunterrichts, in (Kahlert, 2009, S. 21)

Die Perspektiven des Sachunterrichts sind mannigfaltig (Kahlert, 2009, S. 21). Bevor zu den Zielen und Inhalten des Sachunterrichts mögliche Beiträge der Informatik diskutiert werden, muss zunächst auch überlegt werden, ob Informatik einen fachlich eigenständigen Platz in der Primarstufe haben sollte. Auch wenn die KMK in (KMK, 2015, S. 16) eine informatische Vorbildung empfiehlt, Informatik als eigenes Fach in der Primarstufe ist – aufgrund des notwendigen Zeit- und Geldbudgets – eher unwahrscheinlich (Brakensiek, 2015, S. 26). Die KMK empfiehlt eine Einbindung von Informatik im Rahmen des Sachunterrichts, der Mathematik, des Werken, der Medienbildung bzw. im Fach Naturwissenschaften (KMK, 2015, S. 16). Auch wenn in vielen Fächern der Grundschule bereits Informatik, zuweilen eher verstanden als Medienbildung¹⁰ (Best und Marggraf, 2015, S. 60), integriert ist, muss auch überlegt werden, wie auf diese hingewiesen wird. Es ist eine klare Herausstellung dessen, was Informatik ist, im Unterricht vonnöten, um die dort gemachten Erfahrungen mit einem übergeordneten Fachgebiet verbinden zu können. Allerdings betont (Wittmann, 1967, S. 188), dass für die ersten Schuljahre zwischen den einzelnen zuordbaren Fächern noch nicht disjunkt unterschieden werden sollte, da dies nicht der Weltanschauung der Kinder entspräche. Zumindest für die erste

¹⁰Zur Abgrenzung zwischen Informatik und Medienpädagogik siehe Fußnote 7.

Schulzeit wäre eine Hervorhebung, was z. B. der Informatik zugehörig ist, demnach noch kein geeignetes Einordnungsmerkmal. Sobald dies aber gut möglich ist, sollte über diese Zuordnung nachgedacht werden – immerhin hat die Zuordnung zu einem übergeordneten Fachgebiet auch seine Vorteile. BRUMMA spricht sich in (Brumma, 2012, S. 5f) ebenfalls für eine später folgende Fachzuordnung aus.

Viele Personen, die sich mit Informatik in der Grundschule auseinandersetzen, sehen es am Wahrscheinlichsten an, dass Informatik im Rahmen des Sachunterrichts erfolgen wird. Im Folgenden wird diese Perspektive ergründet.

2.3.1 Legitimation von Informatik im Sachunterricht

Am Wahrscheinlichsten wäre eine Integration der Informatik im Rahmen des Sachunterrichts (Straube u. a., 2013, S. 1), (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 3), denn Aufgabe des Sachunterrichts ist es u. a. den Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen in der technisch, und somit auch stark informatisch, geprägten Lebenswelt verständlich, selbstverantwortlich, und beeinflussungskompetent interagieren zu können (GDSU, 2013, S. 9)¹¹ (Kahlert, 2009, S. 19f). Dies ist etwas, was nur unter Einbeziehung von Informatikunterricht, nach HEIDEMANN insbesondere mit technischem Informatikunterricht (Heidemann, 2011, S. 53)¹², möglich ist (vgl. Abschnitt 2.1)! Es spricht nichts dagegen, dass Lehrerinnen und Lehrer mit entsprechenden Fähigkeiten und Interessen dies bereits jetzt umsetzen, da die Kompetenzenformulierungen für den Sachunterricht sehr offen gehalten sind (GDSU, 2013, S. 15).

¹¹Aufgrund der Kurzlebigkeit von Lehrplänen wird hauptsächlich anhand dieses Bildungsdokumentes hinsichtlich des Sachunterrichts argumentiert, da es einen eher grundlegenden (GDSU, 2013, S. 9) und somit hoffentlich auch langlebigen Blick auf Aspekte des Sachunterrichts wirft.

¹²HEIDEMANN sieht eine Fokussierung auf Informatik als Mensch–Technik–Schnittstelle für den allgemeinbildenden Unterricht als nötig an (Heidemann, 2011, S. 53) (vgl. Abschnitt 2.4.2.2).

2.3.1.1 Aufgaben des Sachunterrichts

Aufgaben des Sachunterrichts sind nach (GDSU, 2013, S. 9) vielfältig:

1. Phänomene und Zusammenhänge der Lebenswelt erkennen und verstehen
2. An Lebenswelterfahrungen anknüpfen
3. Umweltbewusstsein entwickeln und die (natürliche, kulturelle, soziale, technische) Umwelt mitgestalten
4. Entwickeln der Persönlichkeit bei Auseinandersetzung mit den Gegenständen des Sachunterrichts
5. Eigenständig, Methoden und Reflektionen nutzend Neues entdecken

Insbesondere bei diesen Punkten ist es notwendig, Informatik zu integrieren. In Abschnitt 2.4.2.1 wird von den Phänomenen der Informatik gesprochen; Informatik hilft somit, technische Phänomene und Zusammenhänge der Lebenswelt zu erkennen und zu verstehen (Humbert, 2006, S. 58) mit Bezug auf (Engbring, 1995, S. 76) (1). Diese können im Alltag aller Schülerinnen und Schüler auftreten (2). Ihre Umwelt ist geprägt von Informatik – und die informatische Ausgestaltung kann mitgestaltet werden (3). Bereiche mit eindeutigem Informatikbezug sind natürlich die Bereiche der sozialen¹³ und technischen¹⁴ Umwelt. Selbst für die kulturelle Umwelt lassen sich einige Beispiele aufführen. Wird Informatik als die klassischen Naturwissenschaften komplettierend betrachtet, wie in Abschnitt 2.3.1.3 ausgeführt wird, so ist auch die Information als Teil der natürlichen Umwelt anzusehen. Bei der Auseinandersetzung mit der, auch informatischen, Umwelt entwickeln die Schülerinnen und Schüler stets ihre Persönlichkeit weiter (4), sie beginnen die Welt durch eine Brille der Informatik zu betrachten und mit Werkzeugen und Methoden der Informatik zu formen (5).

¹³Insbesondere Gegenstand von »Informatik, Mensch und Gesellschaft«.

¹⁴Insbesondere Gegenstand von »technische Informatik«.

2.3.1.2 Perspektiven des Sachunterrichts

Der Sachunterricht wird in (GDSU, 2013, S. 14) in fünf Perspektiven eingeteilt, die ...

- Sozialwissenschaftliche
- Naturwissenschaftliche
- Geographische
- Historische
- Technische

Gerade heutzutage muss die sozialwissenschaftliche Perspektive auch die Informatik beachten, denn die Qualität vieler sozialer Bereiche hat sich durch Informatik maßgeblich verändert, weshalb »ein grundlegendes Verständnis« (Gallenbacher, 2015, S. 5) vonnöten ist. Warum dies ebenfalls für die naturwissenschaftliche Perspektive gilt, ist in Abschnitt 2.3.1.3 nachzulesen; ergänzt um die Anmerkung, dass hier gerade die Informatik Mittel bereitstellen kann, um diese Perspektive zu erforschen. Selbst in der geographischen Perspektive kann über Informatik geredet werden: Die schrittweise Abstraktion eines Satellitenbildes zu einem nur noch als Graphen vorhandenen Busliniennetzplan – sodass dieser nur noch die notwendige Information enthält – und das Bestimmen für die betrachtete Problemstellung notwendiger Information solch eines Graphen (z. B. Entfernung zwischen zwei Punkten vs. kindgerechte Sicherheit des Weges als Kantengewichtung) sind z. B. mögliche Überschneidungspunkte¹⁵. Dass Informatik auch eine historische Perspektive hat, wird spätestens mit (Bunsch, 2016) auch fachdidaktisch diskutiert. Allerdings ist die in (Bunsch, 2016) vorgestellte, historische Persönlichkeiten der Informatik betrachtende, Perspektive im Regelfall eher in den seltensten Fällen von lokal besonderer Bedeutung. Historische Auswirkungen der Informatik auf die Arbeits- und Lebenswelt sind hingegen enorm. Damit ist der Stellenwert der Informatik in der Perspektive der Technik und Arbeitswelt eindeutig zu verordnen: Die Informatik steckt in vielem der alltäglichen Technik und sie wird wohl auf dem

¹⁵Die Inspiration hierzu stammt aus (Gallenbacher, 2012, Kapitel 1).

zukünftigen Arbeitsplatz der jetzigen Kinder eine wichtige Rolle spielen (Noller, 2016).

2.3.1.3 Informatik und die klassischen Naturwissenschaften

Die naturwissenschaftliche Perspektive ist so ausgelegt, dass alle klassischen Naturwissenschaften abgebildet sind, ohne die Informatik. Folgt man BREIER zur Bildung eines Systems aus den klassischen Naturwissenschaften und Informatik, bestehend aus den Grundgrößen

- Stoff (Inhalt der Chemie)
- Energie (Inhalt der Physik)
- Information (Inhalt der Informatik),

welche in belebten (Inhalt der Biologie) bzw. unbelebten (Inhalt der Technik) Systemen zusammenwirken (Breier, 2005, S. 70) (wie in Abbildung 2.1 dargestellt), so ist schnell ersichtlich, dass der bisherige Sachunterricht u. a. genau dies abbildet, ohne explizites Eingehen auf die wichtige Grundgröße der Information.

Informatiksysteme¹⁶, welche vorwiegend bis ausschließlich als Medium bzw. Werkzeug genutzt werden, treten in allen Fächern auf (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 2). Allerdings obliegt es aus oben genannten Gründen dem Sachunterricht, diese nicht nur zu nutzen, sondern auch thematisch, d. h. informatisch die informatischen Phänomene erklärend zu behandeln. Auch (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 2) spricht v. a. dem Sachunterricht die dafür notwendigen Kompetenzen zu.

¹⁶(Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010) sprechen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Die hier getätigten Aussagen lassen sich vorsichtig auf Informatiksysteme im Allgemeinen übertragen.

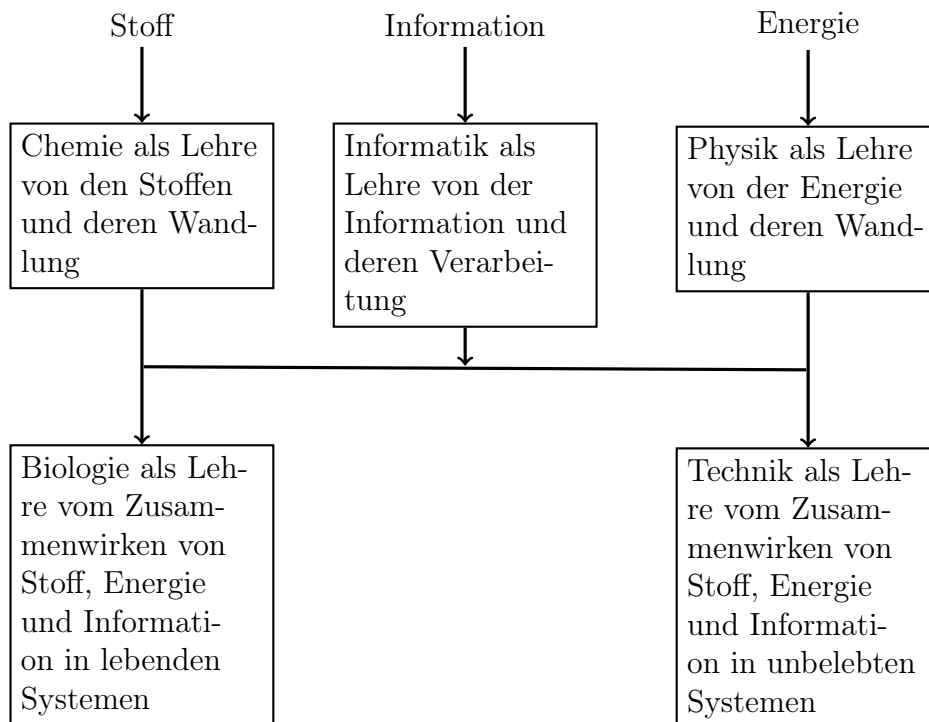


Abbildung 2.1: System aus drei Grundgrößen und deren Zusammenwirken in lebenden und unbelebten Systemen, aus (Breier, 2005, S. 70).

2.3.2 Theoretische Hindernisse bei der Integration der Informatik in den Sachunterricht

Ein theoretisches – u. a. auf die Vorgaben bezogenes – Hinderniss¹⁷ bei der Integration der Informatik in den Sachunterricht ist sicherlich auch dessen tradierte Ausrichtung an fünf Perspektiven (vgl. Abschnitt 2.3.1.2). Trotz der in Abschnitt 2.3.1.3 angesprochenen Überlegungen zum Verhältnis der Informatik zu den Naturwissenschaften: Informatik wird mit keinem Wort direkt erwähnt, wohl aber die Bedeutung neuer Medien hervorgehoben (Pech und Rautenberg, 2013, S. 16). Der Sachunterricht hat seine eigene, begründete Fachdidaktik und grenzt sich wohlüberlegt mit seiner Fächerintegration von späteren, auf seine Vorarbeiten aufbauende Fachdidaktiken, ab (Pech und Rautenberg, 2013, S. 16f), (Kahlert, 2009, S. 19). Aber auch wenn strittig ist, ob dessen relevanten Bestände nicht von einem Bezugsfach dargelegt werden sollten (Pech und

¹⁷Praktische Hindernisse und Bedingungen werden in Abschnitt 3.4 behandelt.

Rautenberg, 2013, S. 16f), so lässt sich, wie oben und im folgenden Kapitel gezeigt wird, auch anhand der bestehenden Perspektiven zeigen, dass Informatik bei diesen eine wichtige Rolle spielt und Informatik somit im Sachunterricht behandelt werden sollte. Mit den daraus folgenden Konsequenzen hat sich (Brakensiek, 2014) beschäftigt und dargelegt, wie informatisch wichtige Inhalte im Sachunterricht zu bestimmen sind.

2.4 Von der Technischen Informatik zur Informatik im Allgemeinen

Ein wichtiger Aspekt dieser Thesis ist bislang noch nicht näher erläutert worden: Wo doch die Informatik an sich möglicherweise als allgemeinbildend angesehen werden kann (und nicht lediglich die Technische Informatik), warum wird ein besonderes Augenmerk auf eben jenen Teilbereich der Informatik gelegt? Zunächst noch einmal deutlich: Der allgemeinbildende Teil der Informatik als ganzes gehört in das allgemeinbildende Schulsystem. Deshalb wird zunächst in Abschnitt 2.4.1 gezeigt, dass ein besonderes Augenmerk auf den technischen Aspekt¹⁸ mehrere Vorteile mit sich bringt, sodass aufgrund dieser Besonderheiten die Technische Informatik einen Ankerpunkt bilden kann, auf den im Laufe des Informatikunterrichts immer wieder zurück gekommen werden kann. Danach wird in Abschnitt 2.4.2 auf die Bedingungen für das Gelingen eingegangen.

2.4.1 Positive Auswirkungen

Der Mehrwert dieses Ansatzes muss letztendlich sein, dass nicht nur der Informatikunterricht, sondern auch der Sachunterricht, sollte Informatik in dessen Rahmen stattfinden, so davon profitieren kann, dass er besser ist als andere Ansätze. Wichtig ist in der Schule in vielen Situationen möglichst alle Schü-

¹⁸Es wird also insbesondere der *Zugang über Technische Informatik*, v. a. der Teil, welcher mit gegenständlichen informatischen Artefakten (vgl. Fußnote 19) zu tun hat, betrachtet. Wichtige Inhaltsfelder, wie z. B. Rechnerarchitekturen, werden nicht tiefergehend betrachtet.

lerinnen und Schüler u. a. zu motivieren, mitzumachen und mitzudenken und auch ein Interesse am Gegenstand zu entwickeln. Auch wenn Grundschul-Schülerinnen und -Schüler i. A. einfach zu interessieren sind (Straube u. a., 2013, S. 4): Es gibt Hinweise, dass »Neue Medien bzw. Zukunftstechnologien [bei den Kindern] auf größtes Interesse [stoßen]« (aus Zolg und Neß, 2002, S. 16). Womöglich gilt dasselbe auch für tangible informatische Gegenstände im Allgemeinen. Hierfür müsste das bei ZOLG UND NESS genannte Interesse zu Teilen auch auf die dinglichen Gegenstände zurückführbar sein. Weiterhin kann das praktische Arbeiten – v. a. wenn es qualitativ als gehaltvoll angesehen wird und nicht nur planlose Beschäftigung sondern reflektiv ist – sich u. U. positiv auf Schülerinnen- und Schüler-Interesse und -Motivation auswirken (Pollmeier u. a., 2014, S. 130). Emotionale Faktoren sind beim Kompetenzerwerb von nicht zu vernachlässigender Bedeutung. Zusätzlich haben gegenständliche informatische Artefakte¹⁹ einen weiteren Vorteil im Unterricht: Es gibt Hinweise, dass bei breitem homogenen Einsatz von informatischen IKT²⁰ sowie gut durchdachtem didaktischem Konzept und lehrerinnen- und lehrerüberzeugenden Fortbildungen sozialen Benachteiligungen entgegengewirkt werden kann (Peschel, 2012, S. 68), (Diedrich, 2012), (Herper und Hinz, 2009, S. 77,79). Unter Umständen gilt dies auch für informatische Artefakte, deren Zweck primär das Gegenstandsverständnis und nicht der u. a. mediale Zweck ist. Dies muss dann aber auch genderkritisch bedacht werden. Neben diesen sozialen Vorteilen gibt es Stimmen, die dem frühen Kennenlernen der Informatik (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 8)²¹ und durch die 1:1-Ausstattung (Salamon, 2016, S. 17) insbesondere Mädchen eine Förderung und Mitnahme zusprechen.

Motivation ist ein wichtiger Punkt. Motivierend kann aber vieles wirken, auch abseits irgendwelcher informatischer Artefakte. Dies allein kann also kein aus-

¹⁹Informatische Artefakte werden in (Bath, 2009, S. 5) als »Produkte informatischer Tätigkeit« verstanden. An dieser Stelle wird mit »gegenständliche informatische Artefakte« also eine Einschränkung auf jene informatische Artefakte vorgenommen, welche in Form von tangiblen Gegenständen vorliegen.

²⁰Also von durch Informatik ermöglichten Medien und Werkzeugen. Diese Aussage bezieht sich ursprünglich auf das »one-laptop-per-child-Projekt«.

²¹Um ganz genau zu sein sprechen (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 8) vom Kennenlernen vom Aufbau und der Funktionsweise von IKT, sie nehmen also eher die Informatik-als-Gegenstand-Position, wie sie in Fußnote 7 vorgestellt wird, ein.

schlaggebender Punkt sein. Ebenfalls von Vorteil ist das Lernen mit vielen Sinnen, welches das Arbeiten mit technischen Artefakten liefert. Wird z. B. in Kooperation eine Leiterbahn planvoll gelegt, so wird Gehörsinn, Sehsinn, Tastsinn, ja evtl. sogar der Geruchs-, Geschmacks- und Gleichgewichtssinn angesprochen. Aus neuropsychologischer Sicht ist das positiv für einen nachhaltigen Lerneffekt ((Haselmeier u. a., 2016, S. 106) nach (Hebb, 2002)). Ein weiterer Vorteil bei der Arbeit mit den informatischen Artefakten kann sein, dass diese immer individuelle Rückmeldungen über Erfolg oder Misserfolg geben – entweder funktioniert alles so, wie von den Schülerinnen und Schülern geplant, oder es sind Verbesserungen notwendig. Die Lehrerinnen und Lehrer als primäre Bezugsquelle für Rückmeldungen treten temporär zurück und können sich länger z. B. mit einzelnen Schülerinnen und Schülern beschäftigen. Dafür muss dann aber auch das gewählte Artefakt für Schülerinnen und Schüler eindeutig zuordenbare Rückmeldungen liefern.

2.4.2 Bedingungen

Unter welchen Bedingungen einige dieser positiven Auswirkungen zutreffen können, soll an dieser Stelle vertieft werden. Die dazugehörigen ungerichteten Fragestellungen lauten:

1. Wann tragen Informatiksysteme zum Gelingen von (Technischer) Informatik im Unterricht bei?
2. Wie müssen Informatiksysteme ausgestaltet sein, damit sie zum Gelingen von (Technischer) Informatik im Unterricht beitragen?

2.4.2.1 Zeitpunkt des Informatiksystem-Einsatzes

Informatiksysteme als Gegenstand oder als Medium? Sollte im Informatikunterricht der Grundschule auch auf Technische Informatik eingegangen werden? (Haselmeier u. a., 2016, S. 107) unterteilen die Frage nach Informatiksystemen in zwei Möglichkeiten:

- Nach Informatikunterricht ohne Informatiksysteme soll Informatik in Informatiksystemen wiederentdeckt werden (sprich eine spätere Einbindung der ersten beiden Phänomenbereiche²² der Informatik).
- Informatiksysteme sollen lediglich als Medium, nicht als konkreter Gegenstand des Lernens genutzt werden.

Diese beiden Möglichkeiten spielen bei den teils ähnlichen Überlegungen zur Technische Informatik mit eine Rolle.

Phänomenbereiche Technische Informatik ist nur ein Teilgebiet der Informatik, allerdings sind Elemente auch anderer Teilgebiete für einen allgemeinbildenden Informatikunterricht wichtig. Sie hat sehr stark mit den ersten beiden Phänomenbereichen der Informatik zu tun, welche direkt (Phänomen der 1. Art)²³ bzw. indirekt (Phänomen der 2. Art)²⁴ mit Informatiksystemen verbundene Phänomene beschreiben, während der dritte Phänomenbereich ohne Informatiksysteme auskommt²⁵ (vgl. Humbert und Puhlmann, 2004, S. 68). Somit ist bei Nutzung von Informatiksystemen, welche informatische Artefakte sind,²⁶ im Informatikunterricht eine Behandlung von Phänomenen der ersten beiden Phänomenbereichen möglich. Wie der Sachunterricht fordert, kann also leicht an (technische) Phänomene des Kinderalltags²⁷ herangegangen werden, um diese zu lüften und die Aspekte der Informatik herauszuarbeiten. Die Existenz der Informatik im dritten Phänomenbereich muss nach einer Erarbeitung der hinter den ersten beiden Bereichen stehenden Informatik auf jeden Fall ebenfalls erkannt werden, um die Existenz der fundamentalen Ideen der Informatik auch außerhalb von Informatiksystemen zu verdeutlichen. Ein anderer Weg ist zunächst die Informatik anhand eines Phänomens des dritten Phäno-

²²Begriffserklärung s. u.

²³»Phenomena that are directly related to informatics systems.« (Humbert und Puhlmann, 2004, S. 68)

²⁴»Phenomena that are indirectly linked with informatics systems.« (Humbert und Puhlmann, 2004, S. 68)

²⁵»Phenomena that are not connected to informatics systems but have an inherent informatical structure or suggest informatical reasoning.« (Humbert und Puhlmann, 2004, S. 68)

²⁶Z. B. fällt der »Software«-Teil der Definition von Informatiksystem weg.

²⁷Im Bezug auf SCHWILLS »Vertikalkriterium« gilt die Bedeutung jener Phänomenbereiche sogar für alle Altersstufen.

menbereiches kennenzulernen, um danach die neuen Erkenntnisse und Kompetenzen auf die beiden anderen Phänomenbereiche anzuwenden.

Ersterer Weg ist nach (Haselmeier u. a., 2016, S. 105) aufgrund der besonderen Informatiksysteme einfacher, letzterer nach (Haselmeier u. a., 2016, S. 107) allerdings wünschenswerter; wobei sie diesen manifesten Bereich der Informatik – das Informatiksystem – eher nicht wünschen, sondern ihn eher als immer wiederkehrende Erscheinungen im Informatikunterricht akzeptieren. Es muss an dieser Stelle also abgewogen werden:²⁸

1. Phänomene der 1. und 2. Art als Ausgangspunkt und Phänomene der 3. Art zur Vertiefung?
2. (Ausschließlich) informatische Phänomene der 3. Art im Primarbereich?
3. Oder beides?

Phänomene der 1. und 2. Art als Ausgangspunkt Die erste Möglichkeit hat, wie in Abschnitt 2.4 dargelegt, motivationale, soziale und lerntheoretische Vorteile. Ein großer Nachteil ist allerdings, dass bei den Schülerinnen und Schülern der Eindruck entstehen kann, dass, da diese immer Ausgangspunkt des Unterrichts sind, diese die Bestimmungsmerkmale der Informatik sind. Dies ist, nicht nur unter Genderaspekten, ein schlechtes Bild der Informatik.

(Ausschließlich) informatische Phänomene der 3. Art Der zweite Weg hat den Vorteil, dass viel eher die dahinter stehende grundlegende Informatik im Blickfeld bleibt und nicht deren manifeste, eher spezielle Erscheinungsform in informatischen Artefakten. Informatiksysteme treten wenn nur als Medium des Lernens auf. Mit Hinblick auf die Schule ist aber genau dieses Argument auch ein Nachteil: Gerade dort kann es hilfreich sein, vom Konkreten, Anfassbaren, zum Abstrakten zu kommen (vgl. Abschnitt 2.4.2.2). Allerdings mag es einigen Schülerinnen und Schüler zunächst zweifelhaft erscheinen, dass ein technische Artefakte ausschließender Zugang wirklich etwas mit Informatik zu tun hat, scheint die Informatik der Welt doch ausschließlich in Technik

²⁸Die folgenden Überschriften orientieren sich an dieser Aufzählung.

verpackt zu existieren! Eben deshalb muss zumindest überlegt werden, ob von Zeit zu Zeit der Anschluss an den durch informatische Artefakte geprägten Teil der Lebenswelt vonnöten ist. In Abschnitt 2.4.2.2 wird u. a. herausgearbeitet, warum die primäre Beschäftigung mit informatischen Phänomenen der 3. Art hinsichtlich des technischen Selbstkonzepts der Schülerinnen und Schüler von Vorteil sein kann.

Beide Ansätze Zu guter letzt eine Mischung beider Ansätze. Es liegt dann im fachdidaktischen Ermessen der Lehrerinnen und Lehrer, welcher Weg beschritten werden soll. Dies kann helfen, die genannten Vorteile zu erhalten und die Nachteile zu mindern. Allerdings gibt es auch hier – noch – ein großes Problem: Die Lehrerinnen und Lehrer der Grundschule können nur ein Stückweit informatikfachdidaktisch abwägen was in der konkreten Situation besser ist, immerhin hatten sie i. d. R. keinen umfassenden informatikfachdidaktischen (Aus-)Bildungsteil (Haselmeier u. a., 2016, S. 107ff).

Zu vermerken ist an dieser Stelle, dass Material, das dem Informatikunterricht der Primarstufe bereitgestellt werden soll, im Regelfall alle Zugangswege zur Thematik so weit wie möglich offenhalten sollte.

2.4.2.2 Auswahl und Intention des Informatiksystem–Einsatzes für Technische Informatik im Unterricht

Was für ein Informatiksystem sollte im Informatikunterricht eingesetzt werden? Für alle Fächer gilt natürlich, dass Informatiksysteme eingesetzt werden (können), mit denen sich die Schülerinnen und Schüler informieren, kommunizieren und diese auch als Werkzeug nutzen können (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 2). Für einen auch technischen Informatikunterricht sind diese Bedingungen nicht hinreichend.

Pro Informatiksystem und Technische Informatik Gerade hier ist ein echtes, vollständig nutzbares Informatiksystem notwendig, welches gut mit seiner Umwelt interagieren kann. Um von solch einem exemplarischen Informa-

tiksystem abstrahieren zu können, muss es völlig offen²⁹ liegen und die Schülerinnen und Schüler müssen exklusiven Zugriff auf alle Komponenten haben. Dabei muss es einfach genug gestaltet sein, dass es verstanden werden kann. NOLLER fordert daher in (Noller, 2016) die Einführung eines didaktischen Mikrocontrollers.

Organisatorische Bedingungen Die Ausführungen von (Herper und Hinz, 2009, S. 79,82f) lassen sich auch auf Mikrocontroller übertragen, sodass die Mikrocontroller–Ausstattung inklusive der dazugehörigen Software der Klasse, am Besten sogar, wie in Großbritannien angestrebt, die des gesamten Schulsystems, homogen³⁰ sein sollte. Dass die Schülerinnen und Schüler den Mikrocontroller besitzen und, wie die meisten anderen normalen Schulgegenstände auch, nach Hause mitnehmen dürfen, muss eine Selbstverständlichkeit sein.

Erfahrungen mit dem Einsatz von Mikrocontrollern gibt es bereits, auf diese wird in Abschnitt 3.3 näher eingegangen.

Materialkriterien Die in (Meiboom, 2016, S. 2) genannten Materialkriterien für einen technischen Informatikunterricht in der Primarstufe können auch als Teilanforderungen an einen didaktisch gestalteten Mikrocontroller betrachtet werden: Transportfähigkeit (sollte einfach und leicht sein, ohne das etwas dabei kaputt geht), Sicherheit, Vielfältigkeit bzw. Erweiterbarkeit (insbesondere in höheren Jahrgangsstufen wichtig), Ermöglichung beliebiger Sozialformen (Schülerinnen und Schüler müssen sowohl alleine weiterarbeiten können als auch den Mikrocontroller in Partner- und Gruppenarbeit nutzen können) und geringer Bereitstellungsaufwand (z. B. möglich durch gut erreichbare Anschlüsse).

²⁹Hiermit ist sowohl gemeint, dass physischer Zugriff leicht möglich und auch gewünscht ist, als auch eine offene Lizenz von Hard- und Software. Welche Lizenz auch immer genommen wird, sie sollte es möglich machen, viele Mikrocontroller produzieren zu lassen und sie dann, zu Produktionspreisen, weiterzuverkaufen, damit nicht nur Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer welche bekommen können, sondern auch auf einfache Weise pädagogisch interessierte Personen.

³⁰Was die in Abschnitt 2.4.1 angesprochenen sozialen Vorteile mit sich bringen kann.

Contra Informatiksystem und Technische Informatik Es gibt einige Gründe gegen einen besonderen Augenmerk auf Technische Informatik in der Primarstufe:

1. Ausstattungsfrage (Haselmeier u. a., 2016, S. 108)
2. Ein in den Informatikzugang interferierendes technisches Selbstkonzept (Haselmeier u. a., 2016, S. 108)
3. Noch fehlende Fähigkeiten zum effizienten technischen Konzipieren (Borowski und Diethelm, 2009, Kapitel 5)
4. Ziel des Informatikunterrichts ist die Abstraktion und Modellbildung (Breier, 2005, S. 70)
5. Lehrerinnen- und Lehrer-Stimmen (Gallenbacher, 2015)

Da das gute Argumente sind, den Informatikunterricht der Grundschule frei von informatischen Artefakten zu halten, werden diese nun näher betrachtet.

Die Ausstattungsfrage (1. Argument) ist u. a. von finanzieller und organisatorischer Natur. Selbst wenn alle Schülerinnen und Schüler und Lehrerinnen und Lehrer des Sachunterrichts z. B. denselben didaktisch durchdachten Mikrocontroller besitzen, hört dort der Materialbedarf nicht auf: Leiterbahnen³¹, Hardware zum Programmieren der Mikrocontroller, etc., der Materialbedarf steigt und steigt. Allerdings ist ein Großteil des Materials potentiell über Jahre hinweg immer wieder verwendbar, sodass nicht ständig nachgekauft werden muss und die Lehrerinnen und Lehrer sich längerfristig mit demselben Material auseinandersetzen können. Letzteres ist sicherlich nicht negativ für ihr Verständnis der Thematik – und damit auch dem ihrer Schülerinnen und Schüler. Weiterhin unterstreicht das auch, dass die fundamentalen Ideen der Informatik recht zeitlos und unabhängig von der Hardware sind.

³¹Es gibt mittlerweile verschiedene sich anbietende Leiterbahnarten. Mit besonders wenigen (und v. a. im Vergleich zur Löt-Methode eher ungefährlichen) Kleinteilen kommen u. a. welche zum Kleben wie Tesafilm und welche zum Malen mittels Stift, wie sie z. T. speziell für Schulen beworben werden (Ernst, 2014), aus. (Noller, 2014) hat einige dieser Produkte mit Kindern ausgetestet und anschließend verglichen. Beide Möglichkeiten haben ihre Vor- und Nachteile. Für den Stift spricht u. a. dessen für Schülerinnen und Schüler bereits native Vorgehen, für die Klebebandmethode dessen bessere Fehlertoleranz hinsichtlich Stromfluss und Kurzschluss.

Gegen das 2. Argument – das interferierende technische Selbstkonzept – sprechen folgende, z. T. bereits angesprochene Punkte:

- Gerade in der Grundschule sind viele Selbstkonzepte der Schülerinnen und Schüler i. d. R. noch sehr hoch
- Der Sachunterricht kann innerhalb der technischen Perspektive auch das technische Selbstkonzept fördern
- Eine Förderung des technischen Selbstkonzepts kommt letztendlich auch der Informatik zugute. Immerhin ist, neben der Theoretischen und Praktischen Informatik, die Technische Informatik ein Fachgebiet der Kerninformatik (Humbert, 2006, S. 10).

Das technische Selbstkonzept beginnt sich bereits vor der Schule herauszubilden, dessen Entwicklung dauert allerdings auch in der Grundschule noch an (Renn u. a., 2016, S. 25). Auch wenn somit die Ausgangsbedingung etwas schwieriger ist, besteht also noch die Möglichkeit, dass sich das technische Selbstkonzept beim Arbeiten mit Informatiksystemen positiv verändert. Zumindest der Versuch es positiv zu verändern sollte, da die technische Perspektive eine Perspektive des Sachunterrichts ist (vgl. Abschnitt 2.3.2), unternommen werden. Ist es also gut, dies gleichzeitig mit der Informatik zu verknüpfen? Mit Blick auf Abschnitt 2.4.2.1 lässt sich die dort gestellte Frage, wie nun mit Informatiksystemen in der Primarstufe verfahren werden sollte, weitergehend beantworten: Steht zu befürchten, dass in der gerade betrachteten Klasse bei einigen Schülerinnen und Schülern ein negatives technisches Selbstkonzept auf die Beschäftigung mit Informatik überstrahlen kann, so sollten Phänomene der 3. Art Ausgangspunkte der Überlegungen sein.

Die 3. Aussage von (Borowski und Diethelm, 2009, Kapitel 5) über die Fähigkeiten zum effizienten technischen Konzipieren bezieht sich primär auf Roboter. So etwas, wie z. B. den Verlauf von einfachen Leiterbahnen und Schaltern zu planen, dürfte kognitiv weniger kompliziert sein, auch wenn dabei das Gesamt-konstrukt im Blick bleiben muss. Es muss dennoch herausgefunden werden, inwieweit die Fähigkeiten der betrachteten Schülerinnen und Schüler für die betrachtete Tätigkeit schon vorhanden sind.

Informatikunterricht muss letztendlich von konkreten informatischen Artefakten absehen können (4. Argument), da das hehre Ziel Abstraktion und Modellbildung bleibt (Breier, 2005, S. 70). Ein Einsatz eines solchen konkreten Artefakts ist nach (Breier, 2005, S. 70) mit Verweis auf (Claus, 2003, S. 15) in der Grundschule nur möglich, wenn anhand dessen eine Verallgemeinerung vorgenommen wird. Dies spricht für die Einführung eines maximal offenen Informatiksystems schon in der Grundschule, anhand dessen dieses exemplarische Lernen ermöglicht wird.

BEST UND MARGGRAF stellen in (Best und Marggraf, 2015, S. 57f) Ergebnisse einer Umfrage über das Terminusverständnis Informatik vs. Medienbildung von Lehrerinnen und Lehrern NRW des Sachunterrichts dar.³² Von den 27 befragten Lehrerinnen und Lehrern nannte nur eine/r, dass u. a. die Technische Informatik ein Grund für die Bedeutung der Informatik in der gegenwärtigen Lebenswelt ihrer Schülerinnen und Schüler sei.³³ Es gibt somit kaum Stimmen von Lehrerinnen und Lehrern (Aussage 5), denen überhaupt in den Sinn kommt, Technische Informatik hätte einen Bezug zur Bedeutung von Informatik in der gegenwärtigen Lebenswelt von Schülerinnen und Schülern der Grundschule. Diesen Bezug erstmals für die Lehrerinnen und Lehrer herzustellen, ist demnach für eine Umsetzung von Technischer Informatik und Informatik in der Primarstufe von Bedeutung.

Ebenfalls kann an dieser Stelle ein weiteres Ergebnis dieser Studie wiedergegeben werden: Etwa ein Drittel aller Lehrerinnen und Lehrer trauten sich, bzw. trauten sich nicht, bzw. standen neutral der Frage gegenüber, ob sie sich zutrauen würden informatische Inhalte zu vermitteln, allerdings mit leicht positiver Tendenz³⁴ nach oben³⁵ (Best und Marggraf, 2015, S. 59). Die Lehre-

³²Diese Umfrage hat leider nur geringe Rücklaufquoten, sodass sie zumeist eher nur vage Hinweise liefern kann.

³³Im Text wird genannt, welche drei Kategorien mit einer ablehnenden Haltung gegenüber Informatik im Sachunterricht korrelieren, allerdings nicht, welche mit der entgegengesetzten Haltung korrelieren. Auch wenn die restliche Kategorienbenennung eher auf eine Korrelation zur positiven Haltung schließen lässt – wovon im Folgenden ausgegangen wird – ist möglich, dass diese Antworten zu keiner Haltung korrelieren. Dies geht aus der Quelle leider nicht eindeutig hervor.

³⁴Allerdings ohne Aussage über Signifikanz.

³⁵(volles) Zutrauen: 41%, Neutral: 26%, (volles) Nicht-Zutrauen: 30% (allesamt von derselben Schule (Best und Marggraf, 2015, S. 60)), Enthaltungen: 3%

rinnen und Lehrer haben überwiegend eine positive Einstellung gegenüber der Informatik, auch wenn sie in vielen Punkten von ihnen mit der Medienbildung gleichgesetzt wird (Best und Marggraf, 2015, S. 60).

2.5 Zusammenfassung des Kapitels

Informatik ist allgemeinbildend (siehe Abschnitt 2.1), daher gehört es auch in die allgemeinbildende Grundschule. Dies würde u. U. einige Probleme der Informatik in der weiterführenden Schule beheben (siehe Abschnitt 2.2). Aus verschiedenen Gründen ist es am Wahrscheinlichsten, dass Informatik Teil des Sachunterrichts wird (siehe Abschnitt 2.3). Technische Informatik im Informatikunterricht der Grundschule hat Potential, birgt aber auch Gefahren (siehe Abschnitt 2.4). Ob die Vorteile die Nachteile überwiegen, kann letztendlich nur das Ausprobieren zeigen.

Kapitel 3

Informatik im Primarbereich

It's a noble goal, and one that will be very popular in certain circles, [...] but it will take a *lot* of hard work to drum up that kind of interest [(Selberprogrammieren statt bloßes Konsumieren, Anmerkung des Autors)], especially from teachers.

S. Anthony über die Einführung des Micro Bit,
in (Anthony, 2015)

Wenn Informatik in die Primarstufe kommt, so stehen einige Fragen hinsichtlich der Umsetzung offen. Die Frage nach dem »Was soll unterrichtet werden im Informatikunterricht?« wird in Abschnitt 3.1 behandelt. Wurden in 2.4.2.2 Mikrocontroller im Informatikunterricht der Primarstufe als eine Idee genannt, so wird dieser Gedankengang in 3.2 weitergeführt. In 3.3, werden bereits gemachte Erfahrungen mit Mikrocontrollern und der Elektrotechnik im Primarbereich, in Deutschland sowie in Großbritannien, dargestellt und analysiert. Zu guter Letzt geht es in 3.4 um die Einführung von Mikrocontrollern für den Informatikunterricht in der Grundschule – immerhin muss hierbei u. a. bedacht werden, dass Grundschul-Lehrerinnen und -Lehrer i. d. R. nicht über ein abgeschlossenes Informatikstudium verfügen. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einem Didaktikabschnitt in 3.5, welcher letztendlich in 3.5.2 mit einem Vorschlag eines Reihenfolgenplanes der Informatik mit Kindern abschließt.

3.1 Auswahl notwendiger und geeigneter informatischer Inhalte für die Primarstufe mit besonderem Augenmerk auf die Technische Informatik

Einerseits müssen die Kompetenzen [...] didaktischen Grundlagen entsprechen. [...] [D]ie Kriterien [müssen] auch fachdidaktischen Grundlagen des Sachkundeunterrichts [sic.] entsprechen. [...] [Z]u guter Letzt [ist] [...] die Fachdidaktik Informatik von zentraler Bedeutung[...].

J. Brakensiek über Wahlkriterien informatischer Grundschul-Kompetenzen, in (Brakensiek, 2014)

Mit (Best, Borowski, u. a., 2016) gibt es zwar (sich noch in Arbeit befindende) Bildungsstandards der Informatik für den Primarbereich, allerdings sind diese nur Empfehlungen. Deshalb soll hier tiefergehend betrachtet werden, wie relevante Elemente der Informatik, insbesondere der Technischen Informatik, für die Grundschule bestimmt werden können.

BRAKENSIEKs Kriterienkatalog – basierend auf (Borowski, 2014) – für informatische Inhalte und Kompetenzen in der Grundschule umfasst 5 Punkte (Brakensiek, 2014, S. 26f):

1. »Empirisch-fundierter (echter) Lebensweltbezug«
2. »Lernen am konkreten Gegenstand« (Kompetenz »am konkreten Gegenstand erlernbar/lehrbar«)
3. »Informatisch fachlich bedeutende Kompetenzen und Inhalte«
 - (a) Fundamentale Idee
 - (b) Paradigma der Informationsverarbeitung

(c) Medienbildung, Medienerziehung und Medienpädagogik

4. »Verständlichkeit und Lernbarkeit«³⁶

5. »Lehrbarkeit«³⁷

Es gibt viele, sich ergänzende, Wege die notwendigen Inhalte der Informatik für die Primarstufe zu bestimmen: Die »fundamentalen Ideen der Informatik« sowie »Masterideen der Informatik« nach SCHWILL (Schwill, 1993) oder die »Great Principles of Computing« nach DENNING (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 4f), um einige zu nennen. Die »fundamentalen Ideen« SCHWILLS, auf die auch BRAKENSIEK verweist, sollen nun näher beleuchtet werden.

Diese werden nach (Schwill, 1994) in vier Kriterien eingeteilt. (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 5) verweisen auf (Hartmann, Näf, und Reichert, 2006, S. 32) für ein fünftes, optionales Kriterium, welches mit Blick auf die Repräsentationsebenen von BRUNER (vgl. Abschnitt 3.3.3.1) interessant ist:

1. Horizontalkriterium: in verschiedenen Anwendungsbereichen (der Informatik) präsent
2. Vertikalkriterium: auf verschiedenen intellektuellen Niveaus vermittelbar
3. Zeitkriterium: sowohl in Vergangenheit, Gegenwart als auch Zukunft von Bedeutung
4. Sinnkriterium: Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler
5. Repräsentationskriterium: »auf verschiedenen kognitiven Stufen (enaktiv, ikonisch, symbolisch) darstellbar« (aus Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 5)

³⁶Dieses Kriterium ist bereits in den Fundamentalen Ideen unter »Vertikalkriterium« vorhanden. Da es allerdings ein sehr bedeutendes Kriterium ist, ist eine solch exponierte Hervorhebung gerechtfertigt.

³⁷Auch dieses Kriterium ist anteilig ein Teil des »Vertikalkriteriums« von SCHWILL: Auch bedingt informatisch vorgebildete Lehrerinnen und Lehrer müssen kognitiv in der Lage sein, die fundamentale Idee zu verstehen, da ansonsten keine gewinnbringende Lehrbarkeit erwartet werden kann.

Um die Notwendigkeit von allen in dieser Thesis angesprochenen Themen zu unterstreichen, werden diese Kriterien nun mit dem Thesistitel – wie er in Abschnitt 1.2 beschrieben wird – in Bezug gebracht:

Horizontalkriterium – »Technische Informatik« Mit dem Horizontalkriterium (1)³⁸ ist ersichtlich, dass Technische Informatik im Unterricht alleine in keinsten Weise sinnvoll ist. Die behandelten Themen müssen dem übergeordnet sein, da sie nicht nur in der Technischen Informatik wiederfindbar sein müssen. Gleichwohl kann die Technische Informatik einen Ausgangspunkt oder auch Zielpunkt bieten, um die Informatik an ihr beispielhaft zu entdecken bzw. wiederzuentdecken.

Vertikalkriterium, Repräsentationskriterium – »für Kinder« Das Vertikalkriterium (2) ist gerade in der Grundschule – aus offensichtlichen kognitiven Gegebenheiten der Zielgruppe³⁹ – von höchster Bedeutung. Infolgedessen muss auch das Kriterium der Repräsentation (5)^{40,41} beachtet werden.

Zeitkriterium, Sinnkriterium – »als Teil der Allgemeinbildung« Informatische Inhalte sind weiterhin für Schülerinnen und Schüler der allgemeinbildenden Schule nur dann wichtig, wenn sie die Kriterien der Zeit (3) und auf jeden Fall des Sinns (4)^{42,43} erfüllen.

³⁸(Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 6) weisen diesem Kriterium im Sachunterricht einen hohen Stellenwert zu.

³⁹Vgl. hierzu auch 1.2.2

⁴⁰(Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 6) weisen diesem Kriterium im Sachunterricht einen hohen Stellenwert zu.

⁴¹Weitergehende Begründung, warum dieses Kriterium von hervorgehobener Bedeutung ist, ist in Abschnitt 3.3.3.1 nachzulesen.

⁴²(Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 6) weisen diesem Kriterium im Sachunterricht einen hohen Stellenwert zu.

⁴³Weitergehende Begründung, warum dieses Kriterium von hervorgehobener Bedeutung ist, ist in Abschnitt 3.5 nachzulesen.

3.2 Mikrocontroller

Mit Blick auf (Herper und Hinz, 2009, S. 85) kann vermutet werden, dass ein möglichst früher flächendeckender Mikrocontroller-Einsatz die Chancen- und Gendergleichheit unterstützt. Nicht nur dass dadurch auch nicht-privilegierte Kinder eine Gelegenheit zum Kompetenzerwerb bekommen; durch den gemeinsamen Informatikunterricht können Gender- und Sozialisationsnachteilen vor ihrer immanenten Manifestation entgegengewirkt werden (GI, 2000). Dafür müssen Lehrerinnen und Lehrer es aber auch schaffen, den Blick vom Konsum auf das Verstehen der dahinterliegenden Prozesse und das Schaffen von Neuem zu lenken. Mit Mikrocontrollern im Besonderen (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 50), v. a. aber mit der Informatik im Allgemeinen (Gallenbacher, 2015), ist es möglich, fächerverbindenden Unterricht zu machen, was der mannigfaltigen Ausrichtung des Sachunterrichts zugute kommt.

3.3 Erfahrungen mit Informatik, Elektrotechnik o. ä. im Primarbereich

Während Erfahrungen mit Laptopklassen mangels Abstimmung der (Soft- und Hardware-) Ausstattung auf den Unterricht nicht so positiv ausfallen und lediglich Hinweise liefern, dass abgestimmtes Material und Ideen für den Einsatz essentiell für ein Gelingen sind (Diedrich, 2012), sind Erfahrungen mit Mikrocontrollern vermehrt positiver Natur. Allerdings muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass Erfahrungen meist auf Studien mit älteren⁴⁴ Schülerinnen und Schülern beruhen.

⁴⁴An dieser Stelle sind mit älteren Schülerinnen und Schüler jene gemeint, die in NRW i. d. R. nicht mehr die Primarstufe besuchen würden.

3.3.1 Erfahrungen in Großbritannien und in Deutschland

»The BBC, our partners and everyone involved want this to be a defining moment for digital creativity, and a vital one for our country's digital economy.«

BBC director-general T. Hall, in (Dredge, 2015)

Großbritannien kann auf mehr als ein Vierteljahrhundert an Erfahrungen mit Mikrocontrollern in Schulen zurückblicken (Anthony, 2015), (Selwyn, 2002). Damals wie heute ist es die BRITISH BROADCASTING COMPANY (BBC), die federführend bei der Entwicklung und Erstausslieferung von didaktisch durchdachten Mikrocontrollern ist (Anthony, 2015).

Wurde 1981 der BBC Micro mit der Intention einer Grundversorgung an Informatiksystemen (Selwyn, 2002, S. 431) an Schulen verteilt (ca. 80% der Schulen hatten mindestens einen), so geht die BBC jetzt sukzessive vor und verteilt die neuen Mikrocontroller umsonst an die Schülerinnen und Schüler, um genau zu sein an Siebtklässlerinnen und -klässler (11–12 Jahre) (Anthony, 2015). Statt Schulen besitzen somit die Schülerinnen und Schüler selbst die neuen Mikrocontroller. Damals wie heute sind die britischen Beweggründe primär wirtschaftlicher Natur; es gibt lediglich Unterschiede in der Offenheit, mit der diese damit verbunden werden (Selwyn, 2002, S. 430ff), (Sherwin, 2015). Neben vergünstigten Mikrocontrollern für Schulen, gefördert vom »Department for Trade & Industry«, wurden auch die Lehrerinnen und Lehrer durch das »Microelectronics in Education Programme« geschult (Selwyn, 2002, S. 431). Ein Vorteil Großbritanniens bei der Einführung des Micro Bit vor kurzem ist, dass im Bewusstsein der Bevölkerung schon seit längerem sehr hohe Erwartungen in solche Maßnahmen gesetzt wurden, auch wenn um die Jahrtausendwende herum erstmals vermehrt Forderungen nach wissenschaftlichen Belegen für deren Bildungsverbesserungen laut wurden (Selwyn, 2002, S. 428,439,441). Da ist es gut, dass in Kürze von SENTANCE eine erste Evaluation des Micro Bit erwartet werden kann. Inhalte werden v. a. der Einsatz des Micro Bit seitens der Lehrerinnen und Lehrer, die Schülerinnen- und Schüler-Wahrnehmung, ei-

nige Fächerverbindungen und die Affordanz von Physical computing (wohl mit dem Micro Bit) sein (Sentance, 2016).

Die Intention des Einsatzes des Micro Bit, welcher von Kindern selbstgesteuert zu Computingkompetenzen (i. E. verborgene Prozesse eines Informatiksystems verstehen) sowie gegen STEM⁴⁵-Fachkräftemangel beitragen soll (Anthony, 2015), ist in Teilen anders als der des BBC Micro des letzten Jahrtausends, welcher als privater Tutor, Modernisierer und Wirtschaftsförderer angesehen wurde (Selwyn, 2002, S. 430,439). In dieser Hinsicht weisen die Intentionen des Micro Bit und des Mikrocontrollers »Calliope mini« von CALLIOPE Ähnlichkeiten auf (Salamon, 2016, Folie 11), (Muuß-Merholz, 2016, 0:30 min.) – beide zielen auf so etwas wie Förderung von basalen Informatikkompetenzen ab (Muuß-Merholz, 2016, 1:35-1:44 min.). Ein großer Unterschied zwischen dem Micro Bit und dem in Deutschland von der didaktisch ausgehenden (sich noch in Gründung befindenden (Calliope gGmbH i. Gr., 2016)) gGmbH CALLIOPE entwickelten Mikrocontroller (Salamon, 2016, Folie 19), (Muuß-Merholz, 2016, 5:21-5:28 min.) ist der intendierte didaktische Zeitumfang des Mikrocontroller-Einsatzes. Der Micro Bit versteht sich als ein Einsteigermodell, welcher im späteren Bildungsverlauf von anderen, bereits etablierten Mikrocontrollern abgelöst wird (Dredge, 2015), (Sherwin, 2015); der Mikrocontroller von CALLIOPE hingegen soll von der Primar- bis in die zweite Sekundarstufe hinein die Schülerinnen und Schüler begleiten können (Salamon, 2016, Folie 13–15). Ansonsten wird von CALLIOPE eine Kompatibilität zum Micro Bit angestrebt (Salamon, 2016, Folie 9). Das Besitzen des Mikrocontroller, um diesen zu Hause weiterzuverwenden, ist ebenfalls ein gemeinsames Merkmal (Salamon, 2016, S. 7), (Sherwin, 2015). Insgesamt kann das Bestreben von CALLIOPE als ein euphorisches Nacheifern des Micro Bit betrachtet werden; wobei einige (didaktische) Schwächen verbessert werden sollen (Muuß-Merholz, 2016, 2:19-2:24 min.).

⁴⁵Science, Technology, Engineering, Mathematics

3.3.2 Kategorien möglicher Mikrocontroller–Projekte

Das übergeordnete Ziel für Schülerinnen und Schüler, welches (Salamon, 2016, S. 30) mit Mikrocontrollern verbindet, ist das Erfahrbarmachen von Auswirkungen auf die physische Welt. Doch in welcher Hinsicht verändern die Schülerinnen und Schüler die physische Welt, wenn ihrer Kreativität (vgl. Abschnitt 3.5.1) an Mikrocontrollern freien Lauf gelassen wird?

JÄRVINEN, KARSIKAS UND HINTIKKA haben in (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007) eine Studie an 11–14-jährigen Finninnen und Finnen einer comprehensive school (entspricht in etwa einer Gesamtschule) durchgeführt. Die selbstgewählten und bearbeiteten Problemstellungen der Schülerinnen und Schüler konnten von ihnen in folgende Kategorien eingeteilt werden (vgl. Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 42):

- »Modeling Existing Devices« (Nachbildung von etwas bereits Existierendem (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 44))
- »Everyday Needs« (Herstellung von die Lebensumweltbedürfnisse und -zwecke Befriedigendem (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 44,46))
- »Competition« (Wettbewerbsorientiert (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 46))
- »Just for Fun or Decoration« (Herstellung von ästhetisch und emotional Befriedigendem (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 47))

3.3.3 Erfahrungen mit Technischer Informatik und Elektrotechnik in der Primarstufe

Bevor auf die Erfahrungen eingegangen werden kann, müssen zunächst einige – insbesondere, aber nicht nur, in der Grundschule bedeutende – didaktische Ideen besprochen werden, mit deren Hilfe die Erfahrungen besser analysiert werden können.

3.3.3.1 BRUNERS EIS-Prinzip

Insbesondere bei der zielgerichteten Erstbegegnung mit fundamentalen Ideen der Informatik in der Primarstufe sollten verschiedene Repräsentationsformen adäquat genutzt werden (Humbert, 2006, S. 37). Laut (Bruner, 1974, S. 16f,49) gibt es drei Wege der Repräsentation, sodass jeder Wissensbereich auf dreierlei Art repräsentiert werden kann:

- Enaktiv, durch (zielführende) Handlung
- Ikonisch, durch (zusammenfassende) sinnliche Repräsentationssysteme; bildliche Vorstellung bzw. mediale Darstellung
- Symbolisch, durch Repräsentation in (symbolischer und logischer) Sprache (und Worten)

(Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 138) deduziert, dass die einzelnen Repräsentationsebenen für verschiedene Lernschritte im Besonderen prädestiniert sind: Die Enaktive zum Lernen, die Ikonische zum Erkennen und die Symbolische zum Erkenntnisgewinnen.

Das Prinzip die Zugänge ungeachtet von Zwischenebenen (Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 137) in drei Repräsentationsebenen – enaktiv, ikonisch und symbolisch – einzuteilen und diese didaktisch im Wechsel anzuwenden, wird im Folgenden als EIS-Prinzip bezeichnet. Obwohl die Ebenen von enaktiv über ikonisch nach symbolisch aufeinander aufbauen, ist ein Durchgehen aller Ebenen nicht notwendig (Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 139); wie bei (Meiboom, 2016, S. 8) sollte dies dann aber auch didaktisch begründet sein. In der Informatik kann solch eine Begründung häufig damit zusammen hängen, dass aufgrund des häufig eher abstrakten Charakters der Informatik (Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 137) dort ein solches Auslassen von Ebenen manchmal notwendig sein kann.

3.3.3.2 Erfahrungen von MEIBOOM

Es wird versucht, Teilbereiche der Informatik über elektrische Schaltungen in einem wirklichkeitsnahen Umfeld und mit direktem Feedback zu realisieren. Dem Tatendrang der Schülerinnen und Schüler soll durch Praxisnähe und handlungsorientierten Methoden entgegengekommen werden.

M. Meiboom über seine Intention im Zusammenhang mit einer besuchten Grundschul–Arbeitsgemeinschaft, in (Meiboom, 2016)

MEIBOOM hat in (Meiboom, 2016) bereits gezeigt, dass Technische Informatik und Elektrotechnik in der Grundschule möglich sind. Sein Hauptaugenmerk liegt hierbei auf elektrischen Schaltungen, von denen aus korrespondierende Bereiche der Informatik behandelt werden können (Meiboom, 2016, S. 2). Er geht dabei so vor (vgl. Meiboom, 2016, S. 7f), dass die Schülerinnen und Schüler zunächst (spielerisch⁴⁶) experimentell versuchen sollen, einen Stromkreislauf (später mit Schalter) aufzubauen und Kurzschlüsse zu vermeiden, also v. a. enaktiv tätig sind. Ikonisch und symbolisch geht es weiter, indem Bauelemente ihren Schaltsymboläquivalenten zugeordnet werden. Ebenfalls ikonischen Typus ist der von ihm genutzte »Ersatzschaltplan«, in welchem Stromkabel durch Schläuche substituiert sind. Der letzte Inhaltsteil seiner Einstiegsstunde ist Ikonisch–Symbolisch Typus. Dort werden die Grundbegriffe der Elektrotechnik thematisiert, welche auch Teil der Technischen Informatik sind (Meiboom, 2016, S. 9f).

In seiner Arbeit hat MEIBOOM einige Probleme identifiziert. Mit den Darstellungsebenen von BRUNER neu betitelt, scheinen sie größtenteils mit Problemen beim Wechsel von einigen Darstellungsebenen bzw. mit einigen Darstellungsebenen generell im Zusammenhang zu stehen (vgl. Meiboom, 2016, S. 10):⁴⁷

⁴⁶Vgl. Abschnitt 3.5.1.1.

⁴⁷Die folgenden Überschriften vertiefen diese Aufzählung.

1. Schwierigkeiten mit Darstellungsebenen:
 - (a) **Grenzen** der gewählten Analogien der **ikonischen** Ebene.
 - (b) Probleme mit basalen **Kompetenzen** der enaktiven Ebene **oder Überforderung** durch zu viele Komponenten.
2. Schwierigkeiten beim Darstellungsebenenwechsel:
 - (a) Schwierigkeiten beim **Übertragen** von der **enaktiven** Ebene **auf** die **ikonische** und **symbolische**.
 - (b) Schwierigkeiten beim **Übertragen** von der **symbolischen** Ebene **auf** die **enaktive**.

Schwierigkeiten mit Darstellungsebenen BRUNER beschreibt in (Bruner, 1974, S. 18ff), dass von der enaktiven zur ikonischen bis hin zur symbolischen Repräsentation große Entwicklungsschritte notwendig sind, welche automatisch bei stabilen Reaktionen auftreten. Dies benötigt allerdings Zeit.

Zu 1a: Ein Problem ist, dass die Schläuche des Ersatzschaltplans immer geschlossen sind, bis ein weiterer angeschlossen wird, was in der Praxis zu nicht geschlossenen Stromkreisläufen geführt hat. Dies ist wohl der gewählten Analogie geschuldet, welcher bei der Übertragung in die Realität Grenzen gesetzt sind (Meiboom, 2016, S. 9f). Dieses Problem fällt somit ebenfalls unter den Punkt 2: »Schwierigkeiten beim Darstellungsebenenwechsel«.

Zu 1b: Probleme bei grundlegenden Kompetenzen der Elektrotechnik, möglicherweise verursacht durch zu viele Komponenten (z. B. Spannungsquelle UND Lampe UND Schalter sowie verbindende Kabel) oder nach MEIBOOM zu großer Komplexität (Meiboom, 2016, S. 10).

Schwierigkeiten beim Darstellungsebenenwechsel Der Ebenenwechsel wird von (Meiboom, 2016, S. 13) angerissen. Auch wenn die Schülerinnen und Schüler bei ihm auf einer Ebene bleibend v. a. reproduktive Tätigkeiten gut verrichten können, haben sie Probleme bei der Übertragung von einer Darstellungsebene auf die Andere. (Bruner, 1974, S. 21) mit Bezug auf (Bruner

u. a., 1966, Kap. 9) beschreibt ein ähnliches Phänomen: Bei vorherrschender ikonischer Beschäftigung von Kindern mit einem Sachverhalt war ein Wechsel in symbolische Repräsentation aufgrund dieser kontinuierlichen ikonischen Nutzung nicht mehr möglich. Zu beachten ist hier, dass die Bedingung »kontinuierlich« nicht näher quantifiziert ist und dass lediglich vom Wechsel von der ikonischen zur symbolischen Ebene gesprochen wird. Sollte dies (auf den Repräsentationsebenenwechsel generalisiert) jedoch der Grund für die im Folgenden vorgestellten Probleme sein, so scheint bei Kindern des betrachteten Alters bereits eine Beschäftigungszeitspanne auf einer Repräsentationsebene von unter einer Stunde der Grund für die Probleme zu sein.

Zu 2a: Das Rückschlussziehen von enaktiv erzeugten Phänomenen auf die ikonische und symbolische Ebene, um deren Entstehen und Konsequenzen abschätzen zu können, ist eines der Probleme. Die Schülerinnen und Schüler haben anscheinend beim Herumspielen entdeckt, dass ein Kurzschluss in der unmittelbar erfahrbaren Welt ähnliche Resultate erzielt wie ein Schalter (Meiboom, 2016, S. 10). Dies ist ein Grund, weshalb nicht nur auf einem Wege auf der enaktiven Ebene verharren darf. Dieses Phänomen muss auch anders aufbereitet und auch auf höhere Ebenen getragen werden, um zu verstehen, worin die Unterschiede zwischen Stromzufuhrunterbrechung zur Lampe durch einen Schalter und durch einen Kurzschluss liegen. Eine von MEIBOOM genutzte enaktiv spielerische Möglichkeit ist das sogenannte »Signalspiel« (Meiboom, 2016, S. 12).

Zu 2b: Wie zu erwarten gibt es Schwierigkeiten beim Schaltungsbau. Von der symbolischen Ebene der Schaltung Anweisungen für das enaktive Nachbauen zu bekommen ist für einige der betrachteten Schülerinnen und Schüler schwierig. Die Unvollständigkeit der symbolischen Schaltung kann nach MEIBOOM hierbei eine Rolle gespielt haben (Meiboom, 2016, S. 10).

3.4 Rahmenbedingungen für die Einführung von Mikrocontrollern für den Informatikunterricht der Grundschule

»The design challenge [of developing new technologies for children] is to develop features specific enough so that children can quickly learn how to use them, but general enough so that children can continue to imagine new ways to use them.«

M. Resnick, in (Resnick, 2007, S. 3)

3.4.1 Allgemeines

In (Salamon, 2016, S. 17) schlagen NOLLER UND SALAMON für ihren didaktisch durchdachten Mikrocontroller vor, diesen als Klassenkiste (mit Zubehör, Hülle und Booklet) an die Schulen zu geben. Das hat den Vorteil, dass die Grundschul-Lehrerinnen und -Lehrer mit Klassenkisten bereits vertraut sind (Möller, 2014, S. 41) und dass dann sofort losgelegt werden kann, was das Interesse am Gegenstand hoch hält. Desweiteren hat es den Vorteil, dass nur einmal das gesamte Material geliefert werden muss.

3.4.2 (Fort-) Bildung

HASELMEIER, FRICKE, HUMBERT, MÜLLER UND RUMM behandeln in (Haselmeier u. a., 2016) die Thematik Informatik in der Primarstufe. Davon ausgehend werden viele Bewältigungsvorschläge angestrengt, die u. a. auf die Lehrerinnen und Lehrer bezogen sind. Auch HERPER UND HINZ widmen den Lehrerinnen und Lehrern in (Herper und Hinz, 2009), neben den Eltern der Schülerinnen und Schüler, bei der Einführung von Informatiksystemen ein besonderes Augenmerk. Auf die Lehrerinnen und Lehrer wird in Abschnitt 3.4.2.1 und 3.4.2.2, auf die Eltern in Abschnitt 3.4.2.3 eingegangen werden.

3.4.2.1 Aktueller Erfahrungsstand der Lehrerinnen und Lehrer

Lehrerinnen und Lehrer des Sachunterrichts – im Vergleich zu Lehrerinnen und Lehrern der Naturwissenschaften in der Sekundarstufe eher Generalisten – wählen i. d. R. Biologie als Fachvertiefung (Peschel, 2007, S. 171), (Möller, 2014, S. 35), sodass vermutet werden kann, dass sie in anderen naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen nicht dieselbe Motivation, evtl. sogar Ängste haben (Haselmeier u. a., 2016, S. 107). Weitergehend kann für die Grundschulen NRW hervorgehoben werden, dass dort praktisch keine Lehrkraft eine Lehrbefähigung für Informatik hat (Dorothea Müller, 2016, S. 17). Das Negative hieran: Von Informatik haben die Meisten in der Universität nichts bis nicht viel mitbekommen.⁴⁸ Das Positive: Viele sind es gewohnt, fachfremd Themen zu unterrichten, was wiederum beim (hoffentlich nur zunächst) fachfremden Unterrichten von Informatik hilfreich sein sollte. Mit ausreichend Unterstützung und natürlich auch Vorbereitungszeit kann also davon ausgegangen werden, dass die Grundschul-Lehrerinnen und -Lehrer nicht dadurch ungewohnt überfordert werden, dass sie etwas ihnen nicht aus dem Studium Bekanntes unterrichten.

3.4.2.2 Mögliche Umsetzungsprobleme und deren Lösungen

Allerdings gibt es Lehrerinnen und Lehrer, die ihnen unbekannte Themengebiete einfach wegfallen lassen. PESCHEL nennt in (Peschel, 2007, S. 172) zwei Hauptursachen für die Nichtumsetzung von Physikinhalt im Sachunterricht, für die überlegt werden kann, ob es auch Gründe für die Nichtumsetzung von Informatikunterricht im Sachunterricht werden können:

1. Kompetenzen und Einstellungen von Lehrerinnen und Lehrern
2. Schulische Bedingungen

Unter 1. fällt die Kompetenz und das zeitliche Zurückliegen des Kompetenzerwerbs der Lehrerinnen und Lehrer sowie (physik)unterrichtsfördernde Fortbildungen und persönliche (physikbezogene) Motivation. Unter 2. fallen die

⁴⁸Positive Ausnahme sind u. a. Studentinnen und Studenten, die (Humbert, 2015) besucht haben.

Ausstattungsfrage, Hilfen sowie institutionelle Rahmenbedingungen. Mit Blick auf die Informatik müssen womöglich dieselben Problemfelder beseitigt werden, um ein Nichterteilen von Informatikunterricht trotz nominellem Bestandteil des Unterrichts zu verhindern. Deshalb werden die beiden Gründe nun dementsprechend diskutiert.⁴⁹

Kompetenzen und Einstellungen von Lehrerinnen und Lehrern Ohne ausreichend Kompetenzen (1) ist eine gewinnbringende Unterrichtsplanung schwierig. Die Lehrerinnen und Lehrer müssen sich ständig vorab in vieles einarbeiten und ohne entsprechende Einstellung gegenüber der Informatik wird bei der Ausgestaltung der Unterrichtsinhalte womöglich aufgrund persönlicher Präferenzen die Informatik zu kurz fallen. MÜLLER, FROMMER UND HUMBERT fordern, dass möglichst viele Studentinnen und Studenten mit dem Ziel Lehramt im Studium Angebote zur informatischen Bildung erhalten sollten (Dorothee Müller, Frommer, und Humbert, 2012, S. 98). Dennoch gibt es (noch) wenig Veranstaltungen solchen Typs in der universitären Phase der Lehrerinnen- und Lehrer-Bildung, in denen die Studentinnen und Studenten ein gutes informatisches Selbstkonzept erlangen. Dieses würde sie motivieren, Informatik in der Grundschule zu behandeln; in über 50% der Fälle ist es ein Mangel an Kompetenzgefühl, welches dafür sorgt, dass Physik nicht in der Primarstufe behandelt wird (Peschel, 2007, S. 174). Also muss auch über Fortbildungen für bereits unterrichtende Lehrerinnen und Lehrer nachgedacht werden.

Ein Beispiel für eine Fortbildung ist mit (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 39) gegeben. Die Vorbereitungszeit der Lehrerinnen und Lehrer fing quasi schon mehrere Jahre vorher an, die Vorbereitungszeit für das intendierte Projekt dauerte 2 Tage. Die Lehrerinnen und Lehrer führten, wie später ihre Schülerinnen und Schüler auch, ein eigenes Projekt mithilfe der Mikrocontroller durch. Das ist im Einklang mit HERPER UND HINZ, welche ein Vertrautmachen der Lehrerinnen und Lehrer durch vorheriges Selbermachen befürworten (Herper und Hinz, 2009, S. 84f). Den Modellierungskreislauf einschließlich Implementation mithilfe eines Mikrocontrollers mehrmals selbst durchlaufen zu

⁴⁹Die Folgenden Überschriften haben diese Aufzählung als Orientierung.

haben, gibt Sicherheit und somit womöglich auch Motivation, das im Unterricht zu machen. Damit eine unterrichtliche Umsetzung geschieht, sollten erreichbare Kompetenzen laut (Herper und Hinz, 2009, S. 84f) diskutiert werden. Dass solche Fortbildungen mit guten Unterrichtsversuchsdokumenten auch die Berührungsängste der Lehrerinnen und Lehrer gegenüber Informatik abbauen können, zeigt exemplarisch (Breier, 2005, S. 76f).

Das Material – nicht nur der Fortbildungen – muss gut durchdacht sein, denn dessen Existenz alleine reicht nicht aus, wie (Peschel, 2007, S. 174) konstatiert: Trotz guter Physikmaterialausstattung nehmen ca. 45% der Lehrerinnen und Lehrer der Grundschule kaum Physikunterricht wahr. Weiterhin soll durch das Material nicht dasselbe Problem, wie es im Vereinigten Königreich bei einer ähnlichen Thematik aufgetreten ist, wiedererscheinen: Nach dortigen Fortbildungen wurde weitestgehend nur das staatlich produzierte Material verwendet (Muuß-Merholz, 2014, S. 110). Ein Problem, das im neuen Anlauf um das Fach »Computing« mit dezentralen Fortbildungen gelöst werden soll. Langfristig ist natürlich wünschenswert, dass die Lehrerinnen und Lehrer die Inhalte möglichst kompetent selbstständig vermitteln können⁵⁰; wie tiefgehend allerdings dafür der Wissensvorsprung gegenüber den Schülerinnen und Schülern sein muss, ist unbekannt (Haselmeier u. a., 2016, S. 108).

Wie das Material – an dieser Stelle ist v. a. digitales, potentiell in ausdrückbarer Form vorliegendes gemeint – am Besten gestaltet ist, wird hier kurz zusammengetragen. Im Allgemeinen gilt, dass das Material mit wenig Text auskommen sollte (Salamon, 2016, S. 36). Für die Lehrerinnen und Lehrer sollte Begleitmaterial vorhanden sein, das ihnen die Thematik auf einfache und übersichtliche Weise (Brakensiek, 2015, S. 26) tiefergehend zu verstehen und in den Unterricht einzuordnen und zu begründen hilft (Salamon, 2016, S. 36). Selbstverständlich muss es sie auch zur unterrichtlichen Umsetzung motivieren. Das Material für die Schülerinnen und Schüler muss ebenfalls für diese motivierend sein. In (Brumma, 2012, S. 8) werden in diesem Zusammenhang die Textkürze und Anwendungsbeispiele herausgestellt. SALAMON hebt in (Salamon, 2016, S. 38) weiterhin die Notwendigkeit von Bildern zum

⁵⁰Vgl. hierzu auch (Dorothee Müller, 2015, S. 8f) in Bezugnahme auf (Pant u. a., 2013, S. 383) über den Zusammenhang zwischen fachbezogener Lehrbefähigung und fachbezogenen Schülerinnen- und Schüler-Kompetenzen.

Text hervor. Das Material sollte weiterhin für die Klasse leicht anpassbar sein (Brakensiek, 2015, S. 23,27). In (Haselmeier u. a., 2016, S. 111) wird betont, dass das Material kontinuierlich evaluiert und revidiert werden muss; es muss selbstverständlich auf Seite der Schülerinnen und Schüler so ausgestaltet sein, dass es deren »Zone der proximalen Entwicklung« im Sinne von VYGOTSKY (Buss, 1996, S. 7) f(o/ö)rdert. Weitere Anmerkungen sind in (Salamon, 2016, S. 36,38) nachlesbar.

Schulische Bedingungen Die Ausstattungsfrage (2) kann mit einem Informatiksystem (und u. U. weiterem Material), welches alle besitzen, wohl weitestgehend gelöst werden. Der Punkt der Hilfe ist zunächst nur bedingt innerhalb einer Schule ohne Informatik-Lehrerinnen und -Lehrer lösbar, auch wenn gegenseitige Unterstützung im Kollegium aus vielerlei Sicht essentiell ist. Wie in Großbritannien zu Teilen auch sollte an dieser Stelle über hilfreiche Fortbildungen mit konkreten, auch auf die didaktische Umsetzung bezogene, Materialien und in die Schule kommenden Assistenten nachgedacht werden, wobei letztere Möglichkeit dann nicht darin bestehen sollte, wie in Großbritannien, Assistenten mit eindeutig wirtschaftlichem Ansinnen zu holen (Haselmeier u. a., 2016, S. 108), (Sherwin, 2015), (Dredge, 2015).

3.4.2.3 Einbindung der Eltern

Die zweite im Vorfeld zu erreichende Zielgruppe für eine gelingende Informatiksystem-Einbindung sind nach (Herper und Hinz, 2009, S. 84f) die Eltern der Schülerinnen und Schüler: Sie sollen, um die Tätigkeiten ihrer Kinder bewerten und unterstützen zu können, geschult werden. Hier muss noch über die Notwendigkeit bei Mikrocontrollern diskutiert werden. Wenn Eltern, die primären Bezugspersonen von jungen Kindern, motivierend auftreten, ist ein sehr wichtiger Beitrag geliefert. Ob sie auch bereit sind, sich nebenbei die nötigen Kompetenzen anzueignen ist ungewiss, würde aber den Heimvorteil von Schülerinnen und Schülern mit informatikaffinen Eltern verringern.

3.5 Didaktik und Methodik mit Mikrocontrollern

Dass Schülerinnen und Schüler ihr repräsentatives Informatiksystem, wie in Abschnitt 2.4.2.2 beschrieben, besitzen, reicht nicht aus. Beim Arbeiten mit diesen müssen sie die zu lösenden Probleme – welche zur besseren Verknüpfung mit Bekanntem selbstredend aus ihrer Lebenswelt⁵¹ stammen müssen (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 37) nach (Schwartz, 1996), (Straube u. a., 2013, S. 3) nach (Yardi und Bruckman, 2007) – als ihre eigenen Akzeptieren (Savery und Duffy, 2001, S. 3f). Das hilft beim Lernen. Problemlösen ist nach (Humbert, 2006, S. 76) ein essentielles Merkmal des Informatikunterrichts und wird in Abschnitt 3.5.1.1 in Verbindung mit Spielen und der Kreativität (3.5.1) betrachtet.

Zu guter Letzt wird in Abschnitt 3.5.2 Überlegungen zu einem Zeitplan aufgestellt, welcher v. a. auf Technische Informatik eingeht. Damit sollen den anderen Informatikgebieten, insbesondere den Kerngebieten der Informatik⁵², allerdings keine Absage erteilt werden, sie sind im Rahmen dieser Thesis lediglich keine tiefergehenden Überlegungen.

3.5.1 Kreativität

Informatik ist ein Fach, welches es erlaubt, in hohem Maße die metafachlich bedeutende Kompetenz kreativ–sein weiterzuentwickeln. Denn der Ausgangspunkt von informatischen Innovationen, auch in der Schule, ist ein zu lösendes Problem. Probleme sind nach (Humbert, 2006, S. 76) »dadurch charakterisiert, dass es ein mehr oder weniger gut definiertes Ziel gibt, aber keine unmittelbar ersichtliche Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen«. Ebenfalls in ((Straube u. a., 2013, S. 3) nach (Yardi und Bruckman, 2007)) wird auf die Bedeutsamkeit der Kreativität in der Informatik für Schülerinnen und Schüler hingewiesen. Um dies zu fördern, muss – wie in jedem Fach – darauf geachtet werden, Aufgabenstellungen möglichst offen zu stellen und nicht schon eine Richtung vorzugeben.

⁵¹Vgl. dazu auch das Sinnkriterium von SCHWILL in Abschnitt 3.1.

⁵²Zur Kerninformatik vgl. auch Abschnitt 2.4.2.2.

Dadurch kann der Kreativität der Schülerinnen und Schüler sowohl in selbstgestellten Problemen als auch bei Problemlösungen freien Lauf gelassen werden. Letztendlich kann dies sogar so frei sein, dass Lehrerinnen und Lehrer nicht unbedingt vorhersagen können, welche Lösungen am Ende von den Schülerinnen und Schüler produziert werden, sondern vielmehr im Prozess dorthin helfen können (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 47f). Das Material, mit dem die Schülerinnen und Schüler arbeiten, muss solche eine Freiheit dann natürlich auch erlauben.

Wenn die Schülerinnen und Schüler sich kreativ entfalten können und selbstgestellte Probleme lösen dürfen, kann es aufgrund der potentiellen Unendlichkeit von Möglichkeiten passieren, dass einige Schülerinnen und Schüler Dinge, die sie aus der realen Welt bereits kennen, nachzubilden versuchen. Das ist nicht unbedingt negativ, denn zunächst einmal müssen die Schülerinnen und Schüler die relevanten Komponenten und Funktionen aus der realen Welt erfassen und abstrahieren, bevor sie sie nachbilden können. JÄRVINEN, KARSIKAS UND HINTIKKA betonen in (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 47), dass dies die Kreativität der Schülerinnen und Schüler nicht einschränkt, sondern sogar fördert, da während des Prozesses neue Ideen für das Problem aufkommen. Im exemplarischen Mikrocontroller-Einsatz von JÄRVINEN, KARSIKAS UND HINTIKKA gab es das Problem, dass Schülerinnen und Schüler, wohl um weitere potentiell negative Erfahrungen zu vermeiden, von anderen Schülerinnen und Schüler Ideen kopieren, anstatt selbst welche zu verfolgen (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 49). Das ist nicht in jedem Falle schlimm. Desweiteren waren die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer zwischen elf und 14 Jahren alt (Järvinen, Karsikas, und Hintikka, 2007, S. 40), also in ihrer kognitiven Entwicklung auf einer weiterführenden Stufe als die meisten Schülerinnen und Schüler der Grundschule, um die es in dieser Thesis geht. Dort haben die Schülerinnen und Schüler noch nicht so viele negative Erfahrungen bei Fehlschlägen gesammelt. I. d. R. haben viele Schülerinnen und Schüler der Primarstufe zunächst eine extrem überdurchschnittliche, später nur noch eine mäßig überdurchschnittliche Selbsteinschätzung ihres Fähigkeitskonzepts (bei einer realistischen Einschätzung müsste der Durchschnitt der Selbsteinschätzungen in der Mitte liegen) (Helmke, 1998, S. 119), ein Abkupfern von Ideen aufgrund eines schlechten Selbstkonzepts kann für die meisten betrach-

teten Schülerinnen und Schüler also nicht erwartet werden. Aufgrund dessen kann wohl davon ausgegangen werden, dass gerade in der Grundschule viele Schülerinnen und Schüler mit Freude eigene Problemstellungen verfolgen und so auf für sie interessante Weise Informatik lernen.

3.5.1.1 Lernspirale nach RESNICK

Kreatives Denken wird für RESNICK verbessert durch eine, auch in Abbildung 3.1 einsehbare, Lernspirale. Diese besteht aus verschiedenen, teils ineinander übergehenden Schritten ((Resnick, 2007, S. 1) mit deutscher Übersetzung von (Borowski und Diethelm, 2009, Kapitel 3)):

1. Vorstellen (Ideen und Projekte)
2. Kreieren (auf Ideen basierendes Projekt)
3. Spielen (mit den Kreationen)
4. Austauschen (Ideen und Kreationen mit anderen Kindern)
5. Reflektieren (Erfahrungen reflektieren)

Die Lernspirale dreht immer weiter; deren Schritte müssen nicht unbedingt nacheinander ablaufen (Resnick, 2007, S. 1).

Bedeutung der Lernspirale für die Grundschul–Informatik Bedeutung findet die Lernspirale im Informatikunterricht, da kreatives Denken für das Problemlösen unabhömmlich ist. Auch ROMEIKE hebt die Bedeutung der Kreativität im Informatikunterricht hervor (Romeike, 2011).

Spielen Gerade in der Primarstufe hat das Spiel noch einen Platz im Unterricht und wie RESNICK zeigt, kann es didaktisch wertvoll sein. Insbesondere auch bei der Nutzung informatischer Artefakte kann individuelles Feedback von den Artefakten erzeugt werden, sodass einem Feedback beim Spielen (vgl. den dritten Schritt) mit diesen möglich ist. Mit Blick auf RESNICKs Lernspirale ist das wertvoll. Ebenfalls kann Spielen in diesem Sinne auch als Testen

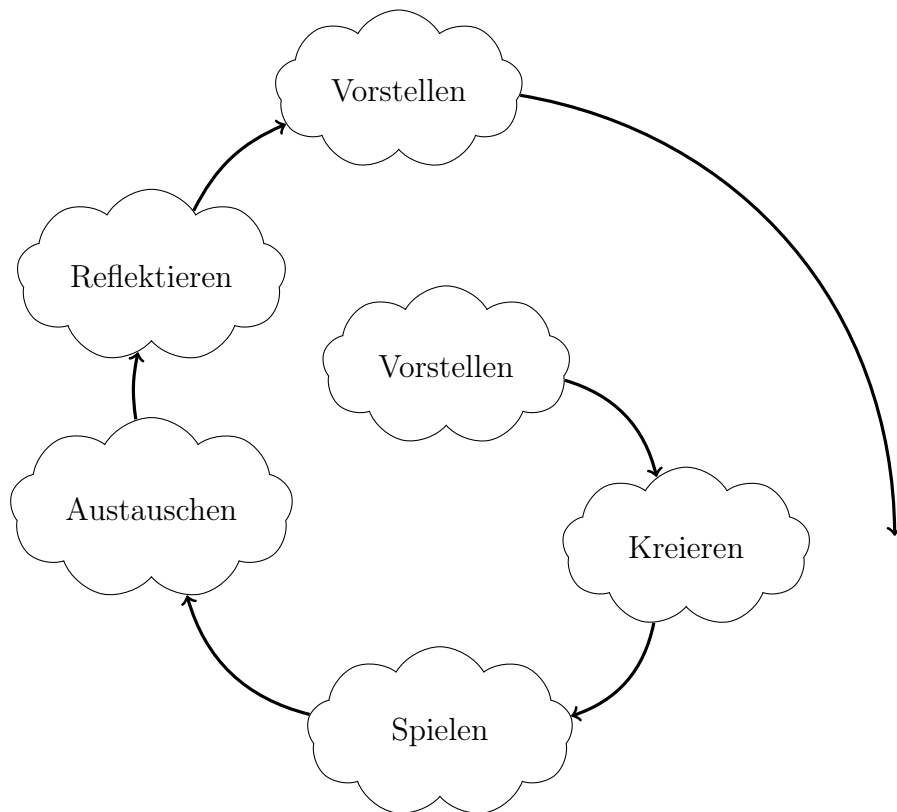


Abbildung 3.1: Lernspirale von RESNICK, frei nach (Resnick, 2007, S. 2) und mit deutscher Übersetzung von (Borowski und Diethelm, 2009, Kapitel 3).

verstanden werden. Nach dem, bzw. beim Umsetzen der Problemlösung, kann das Spielen damit dazu dienen das (Zwischen-) Produkt auf Fehler abzuklopfen.

Vorstellen, Austauschen (Borowski und Diethelm, 2009, Kapitel 5) resümieren nach ihrem Programmierversuch in der vierten Klasse, dass insbesondere das Arbeiten an eigenen Projekten gut funktioniert, da es der Selbstständigkeit und Kreativität förderlich ist. Sie weisen darauf hin, die Schülerinnen und Schüler zunächst einen Entwurf schreiben zu lassen, in dem alles niedergeschrieben steht, was notwendig ist. Dies käme im ersten Schritt zur Geltung. Dort ebenfalls ansässig kann die Verbindung mit Phänomenen des Alltags sein, von denen ausgehend die Schülerinnen und Schüler Vorstellungen kreieren.⁵³ Dadurch wird auch die Kommunikation der Ideen (siehe viertens) erleichtert.

⁵³Vgl. hierzu auch Abschnitt 2.4.2.1.

Dies muss u. U. bei weniger komplexen Thematiken nicht unbedingt gemacht werden, Grundschul-Lehrerinnen und -Lehrer verfügen in aller Regel über sehr große didaktische Kompetenzen, sodass ein Erkennen, wann dies notwendig sein sollte, möglich ist.

Hinsichtlich sozialer Kompetenzen und auch dem Engagement auch der einzelnen Schülerinnen und Schüler kommt dem viertem Punkt eine besondere Bedeutung zu (Resnick, 2007, S. 4).

Im ersten Schritt tritt der Punkt »Projektarbeit« auf. Didaktische Projektarbeit ist auch der Didaktik der Informatik bekannt (Humbert, 2006, S. 77); gerade im Informatikunterricht von nicht-Informatik-Lehrerinnen und -Lehrern ist laut (Berry und NAACE, 2013, S. 16) die Projektarbeit wichtig.

Kreieren, Reflektieren Die Notwendigkeit des zweiten Schrittes ist offensichtlich, stellt er ja die Umsetzung dar. Wichtig ist der letzte Schritt, denn in diesem können u. a. Verbindungen zu fachlichen Konzepten und Alltagsphänomenen gezogen werden (Resnick, 2007, S. 5). Damit stellt RESNICK also die Phänomenverbindung, bei sequentielltem Durchlauf der Spirale, ebenfalls an das Iterationsende des jeweiligen Durchlaufs her.⁵⁴ Dies ermöglicht gut den erneuten, erweiterten Blick auf das ursprünglich vorgestellte Phänomen.

RESNICKS Lernspirale in der Primarstufe (Resnick, 2007, S. 2) konstatiert zwei Gründe der Nichtumsetzung der Lernspirale, welche er bei Kindergartenkindern beobachtet hat, in der Schule:⁵⁵

1. Von einigen angenommene Förderunwürdigkeit der Kreativität
2. Unangemessene Medien und Technologien

Förderunwürdigkeit Viele schätzen nach dem ersten Grund die Kreativität als nicht wichtig ein, obwohl sie eigentlich notwendig ist (Resnick, 2007,

⁵⁴Vgl. hierzu auch Abschnitt 2.4.2.1.

⁵⁵Die folgenden Überschriften haben diese Aufzählung als Orientierung.

S. 1). An der Stelle ist ein Umdenken notwendig, was u. U. dadurch gefördert werden kann, wenn Erwachsene sehen, was Kinder alles imaginieren und realumsetzen können, wenn ihrer Kreativität freien Lauf gelassen wird.

Unangemessene Artefakte RESNICK grenzt den Begriff »Technologie« lediglich dadurch näher ein, dass digitale gemeint sind (Resnick, 2007, S. 2). Durch seine erstmalige Hervorhebung »appropriate media and technologies« mit der späteren Erklärung »types of tools, media and materials« (Resnick, 2007, S. 2) ist es möglich, dass mit »Technologie« »Werkzeuge und Materialien« gemeint sind. »Technologien« werden in (Bath, 2009, S. 4) auf drei Bedeutungsebenen bestimmt: »[M]aterielle Objekte«, »Formen von Wissen [Technologie zu benutzen, herzustellen, etc.]« sowie »bestimmte Tätigkeiten oder Prozesse«. RESNICK scheint, auch beim durchaus als immateriell auffassbarem »Werkzeug«, eher auf die erste Bedeutungsebene Bezug zu nehmen; die der materiellen Objekte. Eine Abgrenzung zum informatischen Artefakt, wie es in Fußnote 19 beschrieben wird, ist somit im angenommenen Sinne von RESNICK v. a. durch die Aussparung der Informatik gegeben.

Zum zweiten Grund kann vor diesem Hintergrund genannt werden, dass Kunstutensilien geeignet sind, der Kreativität freien Lauf zu lassen. Auch ein offener Mikrocontroller kann in dieser Hinsicht als Kunstutensil verstanden werden, bester Beweis hierfür ist der für Künstler entwickelte Arduino (Plate, 2016).⁵⁶ Bei richtiger Entwicklung des Mikrocontrollers kann dieser also RESNICKS Forderung nach vielfältig verwendbaren, digitalen, passend entwickelten und unterstützten Technologien gerecht werden (Resnick, 2007, S. 2).

Fazit für RESNICKS Lernspirale Wenn (Haselmeier u. a., 2016, S. 107) von der emotionalen Bedeutsamkeit der Informatik-Lernangebote für Grundschul-Schülerinnen und -Schüler sprechen, so sprechen sie v. a. von

- Bedeutsamen Themen für die Schülerinnen und Schüler

⁵⁶Ziel des Arduino ist es laut (Plate, 2016) »[...] Ideen für neuartige Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie [...] Kunst- und Roboterprojekte in funktionsfähige Prototypen umzusetzen.« Der Mikrocontroller soll dabei Hemmschwellen beim Umgang mit Elektronik abbauen.

- Handlungsorientiertem, spannendem, kreativitätförderndem, kommunikativem Unterricht
- Material auf der enaktiven Ebene (v. a. für komplexe Thematiken)

Wird RESNICKS Lernspirale gefolgt, so wählen Schülerinnen und Schüler in 1 selbst bedeutsame Themen; gegebenenfalls unter Hilfe der Lehrerin bzw. des Lehrers. Die Schülerinnen und Schüler werden weiterhin kreativ gef(o/ö)rdert, dürfen etwas machen und können auf der enaktiven Ebene arbeiten. Die Lernangebotentwicklung von HASELMEIER, FRICKE, HUMBERT, MÜLLER UND RUMM kann also potentiell auch, wenn das Material es zulässt, in die Lernspirale integriert werden.

Trotz allem darf nicht vergessen werden: Ziel ist das Verstehen von Informatik, das Spiel soll nur dazu dienen, auf dieses Ziel hinzuarbeiten. Wie (Borowski, Diethelm, und Mesaroş, 2010, S. 7) schreiben: »Mit diesen Ansätzen der informatischen Bildung [(Informationsorientierter Ansatz nach BREIER UND HUBWIESER, »Great Principles of Computing« von DENNING, »Fundamentale Ideen« von SCHWILL U. A., Anm. des Autors)] wird es möglich sich spielerisch, intuitiv, aber fachlich korrekt dem Gegenstandsbereich IKT mit den zentralen Begriffen Information und Informationsverarbeitung zu nähern«; dem Spiel wird also keine Absage erteilt, solange es fachlich bleibt. HUMBERT geht ebenfalls auf das Spielerische für die Informatikunterrichtsgestaltung ein: Mit »Weniger spielerische Interaktion«, welche er fordert, nimmt er auf die praktisch orientierten Unterrichtsphasen bezug – auch in der Primarstufe (Humbert, 2006, S. 176). Es bleibt somit letztendlich bei der Kompetenz der einzelnen Lehrerinnen und Lehrer zu entscheiden, in welchem Ausmaß zu welchem Punkt im Unterricht das Spiel Teil des Unterrichts sein sollte.

3.5.2 Theoretisch fundierte Reihenfolge von Technischer Informatik im Unterricht

BRUNERS EIS-Prinzip (siehe Abschnitt 3.3.3.1) und PIAGETS kognitive Hauptstadien (siehe Abschnitt 1.2.2) zeigen, dass, umso jünger die Schülerinnen und Schüler, umso vermehrt enaktive bzw. ikonische Repräsentations-

systeme genutzt werden sollten. Hieraus folgt, dass sehr junge Schülerinnen und Schüler, welche v. a. enaktive Zugänge benötigen, vermehrt enaktiv, etwas ältere auch vermehrt ikonisch und noch ältere mehr symbolisch angesprochen werden sollten (ohne dabei die anderen Repräsentationsebenen aus dem Blick zu lassen). Wenn die Technische Informatik als Ausgangspunkt des Informatikunterrichts genommen wird,⁵⁷ von wo aus weitergehende Bereiche behandelt werden, kann die Reihenfolge dann möglicherweise so aussehen:

1. Vor allem enaktiv (2-6 Jahre): Einfache Schaltungen konstruieren; direkte Bezüge der Informatik zur Lebenswelt
2. Vermehrt ikonisch (7-11 Jahre): Komplexere Schaltungen, auch mit Mikrocontroller mit (vor- und selbstprogrammierten) Funktionen und Schaltpläne; tiefere Verknüpfung mit informatischen Themen; stets Bezüge zur Lebenswelt
3. Vermehrt symbolisch (ab etwa 12 Jahre): Modellierung komplexer Schaltungen mit komplexer programmierten Mikrocontrollern und tiefere informatische Hintergründe und Zusammenhänge; Bezug zur Lebenswelt wahren

Das Vorgehen wird in (Muuß–Merholz, 2016, 5:47-6:06 min.) ähnlich zusammengefasst: zunächst sollen basale Kompetenzen rund um den Stromfluss gefördert werden. Hierbei soll ein Stromfluss durch einen Verbraucher mit eindeutigen Rückmeldungen – einer licht-emittierenden Diode (LED) – dem Nutzen eines Mikrocontrollers vorhergehen (Muuß–Merholz, 2016, 5:47-6:06 min.), (Muuß–Merholz, 2016, 6:48-7:13 min.).

In (Salamon, 2016, S. 13ff) wird dieser Ideengang konkretisiert und auf die verschiedenen Klassenstufen bezogen. Auch hier sind Ähnlichkeiten erkennbar:

Grundschule: Ausgabe in der 3. Klasse

- 3. Klasse: erste kleine Schaltungen mit vorprogrammierten Funktionen realisieren
- 4. Klasse: visuelles Programmieren [...]

⁵⁷Wie in Abschnitt 1.2.1 beschrieben.

**Device [(zu deutsch Gerät, Anmerkung des Autors)] wird
in weiterführende Schule mitgenommen**

- 5.-6. Klasse: Einstieg in die »echte« Programmierung [...] und erweiterte Experimente
- 7.-8. Klasse: erste Roboter und komplexere Schaltungen

Oberstufe: Kombination mit komplexeren Systemen

- komplexe Sensorik (z. B. im Physik–Unterricht)
- komplexes Verhalten (z. B. Schwarm–Verhalten)
- [...]

In dieser Thesis ging es nicht um den fachdidaktisch günstigen Zeitpunkt und die fachdidaktisch günstige Art für den ProgrammierEinstieg. Der Aspekt »Programmierung« taucht unter Vorbehalt lediglich auf, weil zum Mikrocontroller letztendlich auch immer dessen Programmierung gehört. So ist zu sehen, dass ein großer Unterschied zwischen diesen beiden Überlegungen der Zeitpunkt der komplexeren Programmierung ist: Folgt man – unter Beachtung der in Abschnitt 1.2.2 genannten Vorbehalte – PIAGETS Alterseinteilung nach obigen Überlegungen, so sollte dies später stattfinden, als in (Salamon, 2016, S. 14) angesprochen.

3.6 Zusammenfassung des Kapitels

Informatik im dargelegten Sinne ist (noch) kein expliziter Teil des Sachunterrichts. Deshalb werden zunächst die Inhalte der Informatik in der Grundschule betrachtet (siehe Abschnitt 3.1). Da ein besonderes Augenmerk auf die Technische Informatik, insbesondere auf Mikrocontroller, gelegt wird, wird die Perspektive von Mikrocontrollern im Unterricht der Primarstufe vertieft (siehe Abschnitt 3.2). Es scheint sich hierbei um eine ganz vielversprechende Perspektive zu handeln. Illustrierend wird über Erfahrungen mit Mikrocontrollern gesprochen (siehe Abschnitt 3.3). Erfahrungen mit der Elektrotechnik und Informatik im Primarbereich schließen sich an. Hierbei wird auch auf BRUNERS

KAPITEL 3. INFORMATIK IM PRIMARBEREICH

3.6. ZUSAMMENFASSUNG DES KAPITELS

EIS-Prinzip eingegangen (siehe Abschnitt 3.3.3.1). Davon ausgehend wird betrachtet, wie die Informatik, bzw. die Technische Informatik im Besonderen, gewinnbringend in die Grundschule kommen kann (siehe Abschnitt 3.4). Dies schließt mit didaktischen Überlegungen ab, welche letztendlich in einen Reihenfolgenvorschlag von Technische Informatik im Unterricht münden (siehe Abschnitt 3.5).

Kapitel 4

Technische Informatik – Beispielhafte Umsetzung von Technischer Informatik in der Grundschule

Ursprünglich sind eine Materialentwicklung und auch schulische -testung für den »Calliope mini« (siehe 3.3.1) mit Intention dieser Thesis gewesen. Da dies aus verschiedenen Gründen letzten Endes zeitlich nicht möglich war, wird an dieser Stelle stattdessen eine mögliche beispielhafte Einstiegsstunde im Sachunterricht vorgestellt. Das informatische Thema, welches im späteren Verlauf auch realweltlich mittels eines Mikrocontrollers zur Wirkung gebracht werden kann, behandelt das Thema »Logik«. Eine bündige Fassung dieses Kapitels findet sich für Lehrerinnen und Lehrer ebenfalls im Anhang.

4.1 Beispielhafte Einstiegsstunde

Im Folgenden wird eine Unterrichtsplanung für einen potentiellen Einstieg in die Thematik vorgestellt. Über die Zusammensetzung der Schülerinnen und Schüler wird keine genauere Aussage gemacht werden, um so offen wie möglich

zu sein. Allerdings wird an dieser Stelle schon einmal angemerkt, dass nach dieser Planung die Schülerinnen und Schüler bereits gut lesen und schreiben können sollten – es ist also eher eine Plaung für die dritte bis vierte Klasse. Dennoch kann – bei anderem Vorgehen – der Thematik auch für Schülerinnen und Schüler der ersten beiden Schuljahre genähert werden.

4.1.1 Rahmenbedingungen

Um Kooperation zu gewährleisten sollte in dieser Reihe die Räumlichkeit das Arbeiten in Gruppen erleichtern.

4.1.2 Vorwissen und Einordnung in die Reihe

Dies ist die Einstiegsstunde der Sachunterrichtsreihe, in der das informatische Thema »Logik« – auch vermittelt durch Technische Informatik – behandelt wird. Dieser Stunde geht eine Reihe mit elektrotechnischen und physikalischen Inhalten voraus, sodass die Schülerinnen und Schüler bereits mit dem planvollen und zielgerichteten Leiterbahnlegen in Gruppen und dem Vermeiden von Kurzschlüssen vertraut sind. Ebenfalls ist es für diese Stunde notwendig, dass sie sich zuvor mit den Wochentagen zur Genüge beschäftigt haben. Alternativ können diese aber auch zeitgleich erstmals näher besprochen werden. Diese Einstiegsstunde soll für eine Verankerung in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sorgen, sodass hierauf in folgenden Stunden aufgebaut und mit weiteren Bezügen verknüpft werden kann. Eine kreative technische Umsetzung der Erkenntnisse für von Schülerinnen und Schüler selbst gefundene und gewählte Problemstellungen schließt die Reihe ab. Diese technische Umsetzung soll die tiefe Auswirkung auf den Alltag unterstreichen und auch eine weitere informatische Anwendungsperspektive bieten. Desweiteren dient die Umsetzung der Überprüfung der Ideen.

4.1.3 Kompetenzen und Legitimation

4.1.3.1 Kernanliegen der Stunde

Indem die Schülerinnen und Schüler logische Alltagsaussagen schrittweise auf ihren Informationsgehalt hin reduzieren, erzeugen sie formalere logische Aussagen, welche letztendlich in einer Wahrheitstabelle ausgewertet werden können.

4.1.3.2 Stundenkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- können verbal einfache logische Aussagen produzieren.
- beschreiben umgangssprachliche Aussagen formeller als Logikaussagen.
- beschreiben, dass Logikaussagen Teil des Alltags von allen Menschen sind.
- stellen eine Wahrheitstabelle für eine einfache logische Aussage auf.

4.1.3.3 Legitimation

Aufgaben des Sachunterrichts sind u. a., Phänomene und Zusammenhänge der Lebenswelt zu erkennen und zu verstehen sowie auch an Lebenswelterfahrungen anzuknüpfen (GDSU, 2013, S. 9). Diese beiden Aufgaben stehen mit dieser Unterrichtsstunde besonders im Fokus, weitere werden dennoch mitgefördert und -gefordert. Für eine tiefergehende Legitimation der Informatik im Sachunterricht kann hier auf Kapitel 2.3 verwiesen werden. Die in (Best, Borowski, u. a., 2016, S. 7f) dargelegten Prozessbereiche »Begründen und Bewerten«, »Strukturieren und Vernetzen«, »Kommunizieren und Kooperieren« und »Darstellen und Interpretieren« können leicht in diese Einstiegsstunde eingebunden werden. Für »Begründen und Bewerten« sei das Begründen des Vorgehens zum Herausfinden der wichtigen Information in einem alltäglichen Satz und das anschließende Ergebnisbewerten beispielhaft genannt. Für »Strukturieren und Vernetzen« kann hier das Zerlegen eines Satzes und Zuordnen

der einzelnen Bestandteile hinsichtlich dessen logischer Aussagen exemplarisch genommen werden. Was im Prozessbereich »Kommunizieren und Kooperieren« u. a. getan werden kann ist einfach: Zunehmend in Fachsprache über das gemeinsame Vorgehen austauschen. Selbiges gilt für »Darstellen und Interpretieren«. Dieser Prozessbereich kann z. B. durch eine angemessene und verständliche Darstellung von Denkprozessen und Vorgehensweisen während sowie nach dem Lösungsprozess eingelöst werden. Von den in (Best, Borowski, u. a., 2016, S. 8f) dargestellten Inhaltsbezogenen Bereichen können v. a. die Bereiche »Information und Daten« sowie »Algorithmen« behandelt werden. Unter dem ersten – nach (Best, Borowski, u. a., 2016, S. 9) sogar zum Ende der Schuleingangsphase erfüllbaren – Bereich können z. B. Daten zur Informationsgewinnung interpretiert werden. Dem zweiten genannten Bereich wird in (Best, Borowski, u. a., 2016, S. 9) ebenfalls bescheinigt, dass er bereits zum Ende der Schuleingangsphase erfüllt werden kann. Er hat mit der dargelegten Einstiegsstunde in soweit zu tun, dass Boolesche Funktionen in Algorithmen auf Logik basieren.

4.1.4 Vorbereitende Analysen und Entscheidungen

4.1.4.1 Fachliche Analyse und Entscheidungen

- Bedeutung »Informatik«: Aus »Information« und »Automatik« ableitbar (Vgl. Humbert, 2006, S. 11f):
 - Information: Bisher existiert hierfür keine angemessene Begriffsformalisierung. Information kann u. a. als »Interpretation von Daten durch Menschen« (Humbert, 2006, S. 11) verstanden werden.
 - Automatik: Selbstständig eine **E**ingabe **v**erarbeiten und dann eine **A**usgabe tätigen.⁵⁸

Kurz: Informatik ist die »Lehre von der Information und deren Verarbeitung« (Zitat nach Breier, 2005, S. 70).

⁵⁸Vgl. auch **EVA**-Prinzip (**E**ingabe-**V**erarbeitung-**A**usgabe), z. B. in (Becker, 2014).

- Logik: »Holt bitte Blätter UND Filzstifte ODER Buntstifte.« Logische Aussagen kommen im Alltag vor UND ebenso in der Informatik. In der Technischen Informatik können diese auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft werden:⁵⁹

- UND: [A] UND [B]: Aussage ist wahr, wenn sowohl ‘[A]‘ als auch ‘[B]‘ wahr sind.

[Eingabe ₁]	[Eingabe ₂]	[Ausgabe]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- ODER: [A] ODER [B]: Aussage ist wahr, wenn ‘[A]‘ oder ‘[B]‘ (d. h. auch beide sind möglich) wahr sind.

[Eingabe ₁]	[Eingabe ₂]	[Ausgabe]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- NICHT: NICHT [A]: Aussage ist wahr, wenn ‘[A]‘ unwahr ist; sie ist falsch wenn ‘[A]‘ wahr ist.

[Eingabe]	[Ausgabe]
falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein

- Stark auf den Kernaussagengehalt reduzierte Beispiele für die Inhalte mit zugehörigen Wahrheitstabellen:

* zweistöckiger Aufzug: *WENN* [die Aufzugtür zu ist] UND [der Knopf gedrückt ist] *DANN* [fährt der Aufzug].

⁵⁹Das logische UND ist später mit einer Reihenschaltung, das ODER mit einer Parallelschaltung realisierbar. Eine technische Realisierung der Negation ist nicht so simpel möglich.

[Aufzugtür zu]	[Knopf gedrückt]	[Ausgabe/ fahren]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- * Schuhe binden: *WENN* [meine Schnürsenkel offen sind] ODER [mein Schuh locker ist] *DANN* [Schleife binden].

[meine Schnürsenkel offen]	[Schuh loceker]	[Ausgabe/ Schleife bin- den]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- * Feuermelder: *WENN* [Feuermelder₁ gedrückt ist] ODER [Feuermelder₂ gedrückt ist] ODER ... *DANN* [gibt es einen Feueeralarm].

- * mehrstöckiger Aufzug: *WENN* [die Aufzugtür zu ist] UND ([Erdgeschoss gedrückt ist] OR [Erster Stock gedrückt ist] OR ...) *DANN* [fährt der Fahrstuhl].

- * Gefängnistür: *WENN* ([Zugangskarte Wärter₁ genutzt] \wedge [Zugangskarte Wärter₂ genutzt]) OR [Zugangskarte Direktor genutzt] *DANN* [öffnet sich die Gefängnistür].

[Zugangs- karte Wärter ₁ benutzt]	[Zugangs- karte Wärter ₂ benutzt]	[Zugangs- karte Direk- tor benutzt]	[Aus- gabe/ öffnen]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

* Klassenregel: *WENN* [ein anderer redet] *DANN NICHT* [auch reden].

[ein anderer redet]	[Ausgabe/ selbst reden]
falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein

* Auf den Körper achten durch Trinken: *WENN* [ich durstig bin] *UND NICHT* [mein Glas leer ist] *DANN* [trinke ich].

[ich bin durs- tig]	[Glas ist nicht leer]	[Ausgabe/ trinken]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	falsch/nein

4.1.4.2 Didaktische Analyse und Entscheidungen

Die didaktische Analyse und die darauf basierenden didaktischen Entscheidungen sind mit von der Klasse abhängig. Wie in Abschnitt 4.1.3.3 dargestellt ist es von den Fachinhalten prinzipiell sogar möglich, diese in der Schuleingangsphase zu behandeln.

Es spielt bei dieser didaktischen Analyse u. a. ein, dass die Schülerinnen und Schüler aufgrund ihres kognitiven Alters in hohem Maße enaktive sowie ikonische Lernzugänge bekommen sollten und der Unterricht auf Alltagserfahrungen aufbauen sollte. Hinsichtlich des ikonischen Zugangs lässt sich über einprägsame Piktogramme nachdenken, die verwendet werden können. Die Schülerinnen und Schüler sollten diese schon vorher grob mit den dargestellten Sachverhalten assoziieren können. Da Gruppenarbeitsphasen präferiert werden, ist die didaktische Zusammensetzung der Gruppen wichtig. Es ist ebenfalls (medienpädagogisch) sinnvoll, über das primär genutzte Medium (pM) – also Tafel oder Beamer o. ä. – nachzudenken. Je nachdem was genutzt wird – beziehungsweise was vorhanden ist – gibt es etwas unterschiedliche Möglichkeiten der gemeinsamen Bearbeitung. Somit ist u. a. eine didaktische Wiederverwendung des Präsentierten und Bearbeiteten zu einem späteren Zeitpunkt möglich.

4.1.4.3 Fachdidaktische Analyse und Entscheidungen

Die Fokussierung des Technischen erst zum Ende der Reihe hin basiert auf den Überlegungen, welche in Abschnitt 2.4.2.1 getätigt werden. Zunächst sollen informatische Phänomene abseits der konkreten technischen Artefakte im Fokus liegen, damit ein mögliches niedriges technisches Selbstkonzept nicht gleich von Beginn an interferieren kann. Womöglich können sie durch den späteren Anschluss zu einem zuvor gemochten und verstandenen Thema sogar vermindert werden. Den Schülerinnen und Schülern soll die Möglichkeit gegeben werden, zu Beginn selbst ein passendes Realweltproblem zu liefern, auf das dann bezogen wird. Entgegen der präferierten Reihenfolge der Repräsentationsformen enaktiv–ikonisch–symbolisch (vgl. 3.3.3.1) wird der Fokus dieser Stunde mehr auf das Ikonische gelegt. Dies ist auch mit den Aussagen von (Kalbitz, Voss, und Schulte, 2011, S. 138) (vgl. 3.3.3.1) konform, denn prinzipiell lernen die Schülerinnen und Schüler nichts fundamental Neues. Bekanntes wird lediglich wiedererkannt, expliziert und letztendlich auf eine neue Ebene gehoben. Dennoch ist z. B. ein Vorspielen des Realweltproblems zu Beginn der Stunde durch zwei Schülerinnen und Schüler möglich.

4.1.5 Verlaufsplanung

Die tabellarische Verlaufsplanung mit dort verwendeten Abkürzungen⁶⁰ wird in Abbildung 4.1 dargestellt.

- EA: Einzelarbeit
- GA: Gruppenarbeit
- LV: Lehrervortrag
- PA: Partnerarbeit
- pM: primäres Medium
- PL: Plenum
- SV: Schülervortrag
- TPS: Think Pair Share
- UG: Unterrichtsgespräch

Unter-richts-phasen	Operationen/Sachaspekte	Aktions-und Sozial-formen	Medien
Einstieg	Realweltproblem vorstellen. Ziel: vereinfachende Darstellung.	UG bzw. SV	pM
Haupt- teil 1	Aussagen des Problems für alle auf dem pM aufschreiben. Gleichartige Wörter gleichfarbig markieren (z. B. alle Wochentage, UND- bzw. ODER-Verknüpfungen).	PL	pM
Haupt- teil 2	Wahrheitstabelle o. ä. aufstellen, wann ein Treffen zwischen Beiden möglich ist.	TPS	Hefte, pM
Schluss	Wiederholung des Vorgehens in dieser Einstiegsstunde und Zusammenfassung, dass alltägliche Aussagen vereinfacht und vereinheitlicht dargestellt werden können, um diese einfacher verstehen zu können.	PL, LV	

Abbildung 4.1: Verlaufsplanung der beispielhaften Unterrichtsstunde

4.1.6 Beispielhaftes Realweltproblem

Entweder kann ein/e Schüler/in versuchen, detailliert zu erklären, wann sie/er diese Woche Zeit hätte für ein Treffen mit einer/m anderen/m Schüler/in.

⁶⁰Die Definition von »primäres Medium« befindet sich in 4.1.4.2.

Alternativ kann die Unterhaltung der Kinder Alexandra und Bahar vorgestellt werden. Diese wollen sich zum Spielen auf dem Spielplatz verabreden:

- Alexandra (A): »Wann können wir uns am Spielplatz treffen?«
- Baydu (B): »Wenn die Schule vorbei ist und ich dann frei habe können wir uns treffen. Also wenn es Montag oder Dienstag oder Freitag ist. Oder am Wochenende. Dann können wir zum Spielplatz gehen.«
- A: »Also an allen Tagen, die nicht Mittwoch oder Donnerstag sind?«
- B: »Ja!«

4.2 Zusammenfassung des Kapitels

Um einige der in den Vorgängerkapiteln gemachten Aussagen konkreter und beispielhaft umsetzungsfähig darzustellen, wird in diesem Kapitel eine beispielhafte Einstiegsstunde entworfen. Dazu gehören sowohl die Einbettung der Einstiegsstunde im vorhergehenden und nachfolgenden Reihenverlauf (4.1.2) als auch erreichbare Kompetenzen und die Legitimation für den Sachunterricht (4.1.3). Dort ist ersichtlich, dass viele andere Themen – wie u. a. das Kennenlernen von Wochentagen und Verkehrserziehung – parallele Inhalte darstellen können, anhand denen Informatik auch im Alltag gezeigt werden kann. Es folgen die für die Umsetzung notwendigen Analysen und Entscheidungen (4.1.4) und eine Verlaufsplanung (4.1.5). Um das Kernvorgehen der Verlaufsplanung zu verdeutlichen, wird am Ende ein beispielhaftes Realweltproblem analysiert (4.1.6).

Kapitel 5

Fazit und Ausblick

Mit dieser Thesis wird ein bedeutendes Desiderat erschlossen. Wichtige Aussagen hinsichtlich der Technischen Informatik für Kinder – deren Legitimation und Umsetzung in der Grundschule – werden an dieser Stelle in Abschnitt 5.1 nochmals grob zusammenfassend umrissen. Anschließend wird aufgrund dessen ein Resümee gezogen, in dem das Thema »Technische Informatik für Kinder als Teil der Allgemeinbildung« abgewogen wird. Den Abschluss der Thesis bildet Abschnitt 5.2 mit einem Ausblick, was es weiter zu erforschen gilt.

5.1 Zusammenfassung und Resümee

Ist die Idee von Informatik schon in der Grundschule eine gute Idee? Zunächst wird eben jene Fragestellung in den Blickpunkt gerückt (2.1). Diese Frage bejahend wird davon ausgehend ein Platz für die Informatik in der Primarstufe verordnet (2.3). Zu sehen ist, dass dieser Platz höchstwahrscheinlich im Sachunterricht liegt. Ein nicht exklusiver Schwerpunkt des Informatikunterrichts der Grundschule sollte auf der Technischen Informatik liegen, auch wenn Technische Informatik in der Didaktik der Informatik eher selten im Fokus liegt (2.4). Dies liegt u. a. daran, dass dadurch ein gewinnbringender Zugang zur Informatik geschaffen werden kann. Von all diesen Überlegungen über Informatik und insbesondere Technischer Informatik in der Grundschule ausgehend

muss bedacht werden, dass es noch notwendig ist, zu bestimmen, was an Informatik in die Grundschule gehört (3.1). Da auf Technischer Informatik und Mikrocontroller ein besonderer Fokus liegt (u. a. 3.2) werden einige gesammelte Erfahrungen dargestellt und mit besonderem Augenmerk auf die Repräsentationsebenen nach BRUNER analysiert (3.3). Dies führt zu Ausgestaltungsideen für die Einführung von (Technischer) Informatik in der Grundschule (3.4 und 3.5), welche anschließend beispielhaft konkretisiert werden (Kapitel 4).

Ob Informatik in die Primarstufe gehört, wird sicherlich noch viele Jahre lang ein höchst kontroverses Thema sein. Diese Thesis zeigt, dass Informatik sehr wohl einen Platz in der Grundschule haben muss. Über den Stellenwert der Technischen Informatik innerhalb der Informatik der Grundschule muss allerdings weiter geforscht werden, es kann nur lohnen. Es bieten sich große Chancen, aber auch große Risiken; letztendlich kann es auch sein, dass die fachdidaktisch untermauerte Antwort auf diese Frage grob zusammengefasst lauten wird »Informatik ja, Technische Informatik nein«. BELL U. A. stellen mit (Bell, Fellows, und Witten, 2006) bereits heute konkrete, frei verfügbare, Unterrichtsbeispiele für Informatik mit Materialien vor, welche komplett ohne Informatiksysteme auskommen. Zumindest bei diesen kann ein einfach umgesetzter, gewinnbringender, spielerischer und fachlich korrekter Informatikunterricht in der Grundschule geführt werden – mit in der Schule bereits vorhandenem Material. Möglichkeiten für Informatikunterricht in der Primarstufe sind also bereits länger vorhanden. Mit dem »Calliope mini« kommen jetzt erste Bundesländer in das Privileg weiterer Zugangsmöglichkeiten zur Informatik. Der Zeitgeist tendiert immer mehr in Richtung Informatik. Auch in der Grundschule. Die sich anbahnende Gunst der Stunde sollte genutzt werden. Es muss weiter an Zugangsmöglichkeiten zur Informatik in der Grundschule geforscht werden, in alle Richtungen. Die Technische Informatik kann ein solcher Zugangsweg sein.

5.2 Ausblick

Wie oben genannt ist weitere Forschung in viele Richtungen notwendig. Hierbei sollten die betreffenden (Fach-) Didaktiken zusammenarbeiten. Drei Gebiete werden im Folgenden hervorgehoben, jenes der Berührungsgänge, des Repräsentationsebenenwechsels und des technischen Konzipierens.

Berührungsgänge Abschnitt 3.4.2.1 spricht u. a. von möglichen Berührungsgängen von Lehrerinnen und Lehrern der Primarstufe mit dem Thema Informatik im Unterricht. Interviews mit Studentinnen und Studenten des Grundschullehrerstudiums haben ergeben, dass dieser Verdacht zunächst nicht zu bestätigen ist. Es werden von diesen im Gegenteil sogar Potentiale, z. B. hinsichtlich der Binnendifferenzierung, gesehen.

Womöglich gibt es hinsichtlich der Berührungsgänge Altersunterschiede zwischen Studentinnen und Studenten und fertigen Lehrerinnen und Lehrern der Primarstufe. Da diese Aussagen allerdings nicht repräsentativ sind, kann dies natürlich auch an einer Vielzahl anderer Faktoren liegen, was zu überprüfen wäre. Für die Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe I kann zumindest dank einer repräsentativen BITKOM-Studie des vergangenen Jahres die Befürchtung vor Berührungsgängen größtenteils abgesprochen werden (Bitkom, 2015, S. 1,6,15ff). Hier ist allerdings anzumerken, dass eher der Blick auf die Medienpädagogik – also das Nutzen von technischen Artefakten als Medium und Werkzeug – nicht die Vermittlung von Informatik, im Fokus stand. Gleichwohl befürworteten ca. dreiviertel der befragten Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe I Informatik als Fach (Bitkom, 2015, S. 48). Allerdings kann dies eine andere Vorstellung von Informatik als Schulfach sein, als in dieser Thesis propagiert wird. Daraus folgt, dass hinsichtlich der Berührungsgänge mit der Informatik noch genauer nachgeforscht werden muss.

Repräsentationsebenenwechsel In 3.3.3.2 wird auf Schwierigkeiten beim Repräsentationsebenenwechsel eingegangen. Die Herleitungen von BRUNER ET AL. hierzu sind im betrachteten Beispiel u. U. nicht anwendbar, da dies bedeuten würde, dass bei einigen Schülerinnen und Schülern der Grundschule schon

eine Tätigkeit innerhalb einer Zeitspanne von unter einer Stunde so »kontinuierlich« ist, dass sie Probleme beim Repräsentationsebenenwechsel desselben Gegenstandes erzeugt. Desweiteren muss noch geklärt werden, ob die beschriebene Begründung auf jedweden Repräsentationsebenenwechsel generalisiert werden kann.

Fähigkeiten zum effizienten technischen Konzipieren In Abschnitt 2.4.2.2 wird die Frage aufgeworfen, inwieweit die Schülerinnen und Schüler der betrachteten Alters- und somit auch Kognitionsstufen (effizient) technisch konzipieren können. Auch wenn die Frage nach der Effizienz eher nachrangig ist, die Frage nach der grundsätzlichen Kompetenzmöglichkeit ist berechtigt und muss für die einzelnen Kompetenzen überprüft werden.

Abkürzungsverzeichnis

A Alexandra (Beispielhafter Name)	NOR »Not A or B«/ $\neg(A \vee B)$
B Baydu (Beispielhafter Name)	PA Partnerarbeit
BBC British Broadcasting Company	pM primäre/s Medium
	PL Plenum
EA Einzelarbeit	
	SuS Schülerinnen und Schüler
GA Gruppenarbeit	SV Schülervortrag
IKT Informations- und Kommunikationstechnologien	TPS Think Pair Share
LED licht-emittierende Diode	UG Unterrichtsgespräch
LV Lehrervortrag	
NAND »Not A and B«/ $\neg(A \wedge B)$	XOR »Exklusives ODER«/ $(A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$

Index

- Sachunterricht, 13–19
- Allgemeinbildung, 4, 6–10, 36
- Bruner , *siehe* EIS–Prinzip
- EIS–Prinzip, 3, 38–40, 53, 56
- Enaktiv , *siehe* EIS–Prinzip
- Gender, 20, 23, 34
- Ikonisch , *siehe* EIS–Prinzip
- Informatiksystem, 7, 28
- Information, 10, 15, 17
- Informatisches Artefakt, 20, 22–24, 26, 28, 49
- Kerninformatik, 2, 3, 27, 47
- Klafki , *siehe* Allgemeinbildung
- kognitive Hauptstadien, 3, 33
- Kreativität, 37, 47
- Lernspirale, 49–53
- Medienbildung , *siehe* Medienpädagogik
- Mediendidaktik , *siehe* Medienpädagogik
- Medienpädagogik, 8, 13, 28, 29, 64
- Motivation, 20, 23, 43, 44
- Phänomen, 22–24, 41, 50, 51
- Piaget , *siehe* kognitive Hauptstadien
- Problem, 47
- Problem-basiertes-Lernen, 47
- Resnick , *siehe* Lernspirale
- Selbstkonzept, 10, 11, 24, 26, 27, 44, 64
- Symbolisch , *siehe* EIS–Prinzip

Literatur

- [Ach15] Renate Acht. »Wie passt ein Video durchs Kabel? Informatische Bildung im Primarbereich«. In: *Schule NRW* 07/08/15 (30. Juli 2015). Rubrik: Außer der Reihe, S. 327–329. URL: <http://uni-w.de/1w> (besucht am 29.04.2016).
- [Ant15] Sebastian Anthony. *BBC Micro:bit—a free single-board PC for every Year 7 kid in the UK*. <https://is.gd/QRgrTX> (besucht am 10.05.2016). 8. Juli 2015. URL: <http://arstechnica.co.uk/gadgets/2015/07/bbc-microbit-a-free-single-board-pc-for-every-year-7-kid-in-the-uk/> (besucht am 28.04.2016).
- [Bat09] Corinna Bath. »De-Gendering Informatischer Artefakte: Grundlagen einer kritisch-feministischen Technikgestaltung«. Dissertation. Universität Bremen, März 2009. URL: <http://elib.suub.uni-bremen.de/edocs/00102741-1.pdf> (besucht am 17.08.2016).
- [BD09] Christian Borowski und Ira Diethelm. »Kinder auf dem Wege zur Informatik: Programmieren in der Grundschule«. In: *Informatik und Schule – Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre INFOS – INFOS 2009 – 13. GI-Fachtagung 22.–24. September 2009, Berlin*. Hrsg. von Bernhard Koerber. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 156. Bonn: Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, Sep. 2009. ISBN: 978-3-88579-250-5.
- [BDM10] Christian Borowski, Ira Diethelm, und Ana-Maria Mesaroş. »Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Theoretische Überlegungen zur Begründung«. In: *Widerstreit Sachunterricht* 15 (Okt. 2010), S. 1–8. ISSN: 1612-3034. URL: <http://www>.

- widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/infor/BorDieMe.pdf (besucht am 23.06.2015).
- [Bec14] Klaus-Peter Becker. *Fachkonzept – EVA-Struktur*. 24. Juli 2014. URL: http://www.inf-schule.de/programmierung/scratch/eva/konzept_eva (besucht am 26.10.2016).
- [Bes+16] Alexander Best, Christian Borowski, u. a. *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für den Primarbereich – zur Diskussion*. 8. Mai 2016. URL: <http://is.gd/NsTQzF> (besucht am 08.05.2016).
- [BFW06] Tim Bell, Mike Fellows, und Ian H. Witten. *Computer Science unplugged*. Dez. 2006. URL: <http://csunplugged.org/> (besucht am 16.10.2011).
- [Bit15] Bitkom. »Digitale Schule – vernetztes Lernen. Ergebnisse repräsentativer Schüler- und Lehrerbefragungen zum Einsatz digitaler Medien im Schulunterricht«. In: (Feb. 2015). URL: <https://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Studien/Digitale-SchulevernetztesLernen/BITKOM-Studie-Digitale-Schule-2015.pdf> (besucht am 17.10.2016).
- [BM15] Alexander Best und Sarah Marggraf. »Das Bild der Informatik von Sachunterrichtslehrern«. In: *Informatik allgemeinbildend begreifen, INFOS 2015, 16. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 20.–23. September 2015, Darmstadt, Germany*. Hrsg. von Jens Galtenbacher. LNI. 53–62. GI, Sep. 2015.
- [BN13] Miles Berry und NAACE. *Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers*. Naace – National Association of Advisers for Computers in Education. 2013. ISBN: 978-1-78339-143-1. URL: <https://is.gd/UyZH1Z> (besucht am 17.05.2016).
- [Bor14] Christian Borowski. »Informatik in der Grundschule: Kriterien für eine erfolgreiche Umsetzung«. <https://is.gd/ZqTvhZ>, besucht am (27.06.2016). Jan. 2014. URL: http://bscw.ham.nw.schule.de/pub/bscw.cgi/d4960904/Brakensiek_Forschungsbericht%20-%20Informatik%20in%20der%20Grundschule%20-%20Kriterienkatalog%20f%C3%83%C2%BCr%20relevante%20Kompetenzen.zip (besucht am 27.06.2016).

- [Bra14] Jakob Brakensiek. *Informatik in der Grundschule. Welche Kompetenzen sind bereits in der Primarstufe von Relevanz?* Forschungsbericht. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität, Sep. 2014. URL: <http://tny.im/RBPIB> (besucht am 25.06.2015).
- [Bra15] Jakob Brakensiek. »Anforderungen, Umsetzung und Evaluation eines Unterrichtsbeispiels für die informatische Bildung in der Primarstufe«. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität, Jan. 2015. URL: <http://www.ham.nw.schule.de/pub/bscw.cgi/4968526> (besucht am 16.02.2015).
- [Bre05] Norbert Breier. »Informatik im Fächerkanon allgemein bildender Schulen – Überlegungen zu einem informationsorientierten didaktischen Ansatz«. In: *Unterrichtskonzepte für informatische Bildung. Proceeding zur 11. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 28.-30. September 2005 an der TU Dresden*. Hrsg. von Steffen Friedrich. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P-60. Gesellschaft für Informatik (GI). Bonn, Sep. 2005, S. 67–78. ISBN: 3-88579-389-X.
- [Bru+66] Jérôme Seymour Bruner u. a. *Studies in cognitive growth: A collaboration at the Center for Cognitive Studies*. New York: John Wiley, 1966. ISBN: 0471114006 9780471114000.
- [Bru12] Jens Brumma. »Konzeption von Unterrichtsmodulen zur Vermittlung kerninformatischer Inhalte in der Grundschule«. Masterarbeit im Fach Informatik. Münster: Didaktik der Informatik – Universität, Feb. 2012. URL: http://ddi.uni-muenster.de/ab/pu/dok/Masterarbeit_Jens_Brumma_op.pdf (besucht am 15.02.2015).
- [Bru74] Jérôme Seymour Bruner. *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Düsseldorf: Pädagogischer Verlag Schwann, 1974.
- [Bun16] Johannes Bunsch. *Fortbildung für Informatiklehrkräfte im Gästehaus – eine Tradition*. Hrsg. von Lambert T. Koch. <http://uni-w.de/3v> (besucht am 01.08.2016). 24. Mai 2016. URL: <http://www.presse.uni-wuppertal.de/medieninformationen/ansicht/detail/24/mai/2016/artikel/fortbildung-fuer->

- informatiklehrkraefte - im - gaestehaus - eine - tradition .
html (besucht am 15.06.2016).
- [Bus96] Joan Buss. »Piaget und Vygotsky: Ihre Bedeutung für das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften«. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 2.3 (1996), S. 3–16. URL: ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/1996/Heft3/S.3-16_Bliss_96_H3.pdf (besucht am 01.08.2016).
- [Cal16] Calliope gGmbH i.Gr. *Calliope*. 2016. URL: <http://calliope.cc> (besucht am 14.10.2016).
- [CC] CC. *cc creative commons – Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0)*. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/> (besucht am 01.08.2016).
- [Cla03] Volker Claus. *Was ist Informatik?* <http://www.ti.informatik.uni-kiel.de/~valkema/Studienfuehrer2004/node3.html>, besucht am 02.05.2005 von (Breier, 2005). 15. Mai 2003.
- [Cri+12] Julián P. Cristia u. a. *Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program*. Techn. Ber. 304. IDB – Inter-American Development Bank. Feb. 2012. URL: <http://is.gd/enekor> (besucht am 10.04.2012).
- [Die12] Oliver Diedrich. »One Laptop per Child: Wenig Nutzen für die Schüler? Eine großangelegte Studie an 319 Grundschulen in Peru kann nur geringe positive Auswirkungen der XO-Laptops nachweisen«. In: *Case Studies* (Apr. 2012). Kurzbericht und Zusammenfassung von (Cristia u. a., 2012). URL: <http://www.heise.de/open/artikel/One-Laptop-per-Child-Wenig-Nutzen-fuer-die-Schueler-1518151.html> (besucht am 10.04.2012).
- [Dre15] Stuart Dredge. *BBC Micro Bit will complement Raspberry Pi not compete with it. 'Personal coding device' will be given to one million British schoolchildren in the autumn, with the hope of stimulating their interest in computer programming*. <https://is.gd/1DKObF> (besucht am 10.05.2016). 12. März 2015. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2015/mar/12/bbc-micro-bit-raspberry-pi> (besucht am 28.04.2016).

- [Dud07] Matthias Duderstadt. *Ästhetik und Wahrnehmung*. 24. Sep. 2007. URL: <http://www.aesthetische-bildung.uni-bremen.de/Dateien/Aesthetik%20und%20Wahrnehmung%20.pdf> (besucht am 25.07.2017).
- [Eng95] Dieter Engbring. »Kultur- und technikgeschichtlich begründete Bildungswerte der Informatik«. In: *Innovative Konzepte für die Ausbildung*. Hrsg. von Sigrid Schubert. Informatik aktuell. Berlin, Heidelberg: Springer, 1995, S. 68–77.
- [Ern14] Nico Ernst. *Kickstarter – Platinen wie gedruckt*. 4. März 2014. URL: <http://www.golem.de/news/kickstarter-platinen-wie-gedruckt-1403-104909.html> (besucht am 23.07.2016).
- [Fau+08] Hannelore Faulstich-Wieland u. a. *Genus – geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe I*. Forschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 2008, 147 S. ISBN: 978-3-7815-1603-8; 3-7815-1603-2.
- [Gal12] Jens Gallenbacher. *Abenteuer Informatik. IT zum Anfassen – von Routenplaner bis Online-Banking*. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum, 2012. ISBN: 978-3-8274-2965-0.
- [Gal15] Jens Gallenbacher, Hrsg. *Informatik allgemeinbildend begreifen, INFOS 2015, 16. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 20.–23. September 2015, Darmstadt, Germany*. LNI. GI, Sep. 2015.
- [GDS13] GDSU, Hrsg. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Vollst. überarb. und erw. Ausg. GDSU – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 2013. ISBN: 9783781519923.
- [gi00] GI. »Empfehlung der Gesellschaft für Informatik e. V. für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen«. In: *Informatik Spektrum* 23.6 (Dez. 2000). auch als Beilage LOG IN 20 (2000) Heft 2, S. I-VII, S. 378–382. ISSN: 0170-6012. URL: <http://tny.im/cTUgc> (besucht am 04.09.2015).
- [Has+16] Kathrin Haselmeier u. a. »Informatikunterricht im Primarbereich – ohne qualifizierte Lehrkräfte geht es nicht«. In: *Informatik für Kinder – 7. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik – 20. Mai 2016*. Hrsg. von Marco Thomas und Michael Weigend. <https://is.gd/F3acwW> (besucht am 10.05.2016). Norderstedt:

- Books on Demand, 20. Mai 2016, S. 103–112. ISBN: 978-3-84480-218-4. URL: <http://bscw.ham.nw.schule.de/pub/bscw.cgi/d5828246/MWS2016.pdf> (besucht am 28.04.2016).
- [Hau15] Mirjam Hauck. *Bis der Propeller knattert. Sollen alle Kinder Programmieren lernen? Forscher, Lehrer und Kinder geben eine eindeutige Antwort.* <https://is.gd/ky6I41> (besucht am 10.05.2016). 25. Nov. 2015. URL: <http://www.sueddeutsche.de/digital/programmieren-fuer-grundschueler-bis-der-propeller-knattert-1.2742872> (besucht am 28.04.2016).
- [Heb02] Donald Olding Hebb. *The organization of behavior: A neuropsychological theory.* Mahwah, NJ: Erlbaum, 2002. ISBN: 978-0805843002. URL: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0659/2002018867-d.html>.
- [Hei11] Jörn Heidemann. »Informatik als Schnittstelle von Mensch und Technik«. In: *Informatik mit Kopf, Herz und Hand – Praxisbeiträge zur 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2011)*. Hrsg. von Michael Weigend, Marco Thomas, und Frank Otte. Münster: ZfL-Verlag, 2011, S. 53–60. ISBN: 978-3-86877-009-4.
- [Hel98] Andreas Helmke. In: *Entwicklung im Kindesalter*. Hrsg. von Franz E Weinert. Weinheim: Beltz PsychologieVerlagsUnion, 1998. Kap. Vom Optimisten zum Realisten? Zur Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts vom Kindergarten bis zur 6. Klassenstufe, S. 116–206. ISBN: 3-621-27402-2.
- [HH09] Henry Herper und Volkmar Hinz. »Informatische Bildung im Primarbereich«. In: *Informatik und Schule – Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre INFOS – INFOS 2009 – 13. GI-Fachtagung 22.–24. September 2009, Berlin*. Hrsg. von Bernhard Koerber. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 156. Bonn: Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, Sep. 2009, S. 74–85. ISBN: 978-3-88579-250-5. URL: <http://is.gd/lxUjFU> (besucht am 27.07.2015).
- [HNR06] Werner Hartmann, Michael Näf, und Raimond Reichert. *Informatikunterricht planen und durchführen.* eXamen.press. Berlin: Springer, Okt. 2006. ISBN: 3-540-34484-5.

- [HP04] Ludger Humbert und Hermann Puhlmann. »Essential Ingredients of Literacy in Informatics«. In: *Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics*. Hrsg. von Johannes Magenheimer und Sigrid Schubert. Bd. 1. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI) – Seminars S-1. Dagstuhl-Seminar of the German Informatics Society (GI) 19.–24. September 2004. Bonn: Köllen Druck+Verlag GmbH, Sep. 2004, S. 65–76. ISBN: 3-88579-435-7. URL: <http://is.gd/B6S18k> (besucht am 19.02.2016).
- [Hum06] Ludger Humbert. *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. 2. Leitfäden der Informatik. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, Aug. 2006. ISBN: 3-8351-0112-9.
- [Hum15] Ludger Humbert. *Veranstaltungsübersicht – Themen »Informatik im Alltag – Durchblicken statt Rumklicken« – Wintersemester 2015-2016*. 7. Juli 2015. URL: <http://uni-w.de/2o> (besucht am 29.04.2016).
- [JKH07] Esa-Matti Järvinen, Arto Karsikas, und Jouni Hintikka. »Children as Innovators in Action – A Study of Microcontrollers in Finnish Comprehensive Schools«. In: *Journal of Technology Education* 18.2 (2007). Hrsg. von Chris Merrill. <https://is.gd/rgjw0d> (besucht am 10.05.2016), S. 37–52. URL: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v18n2/pdf/jarvinen.pdf> (besucht am 28.04.2016).
- [Kah09] Joachim Kahlert. »Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts«. In: *www.widerstreit-sachunterricht.de* Beiheft 6 (2009). Hrsg. von Detlef Pech, Marcus Rauterberg, und Gerold Scholz, S. 19–22. ISSN: 1860-1251. URL: <https://www2.hu-berlin.de/ws/beihefte/beiheft6/beiheft6.pdf> (besucht am 30.06.2016).
- [Kla07] Wolfgang Klafki. *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. 6. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz Verlag, 2007. ISBN: 978-3-407-32085-8. URL: <https://www.ph-noe.ac.at/fileadmin/>

- rektor / LVs / KLAFKI _ Neue _ Studien _ zur _ Bildungstheorie _ und _ Didaktik . pdf (besucht am 23.06.2016).
- [Kla09] Wolfgang Klafki. »Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts«. In: *www.widerstreit-sachunterricht.de* Beiheft 6 (2009). Hrsg. von Detlef Pech, Marcus Rauterberg, und Gerold Scholz, S. 3–18. ISSN: 1860-1251. URL: <https://www2.hu-berlin.de/wsu/beihefte/beiheft6/beiheft6.pdf> (besucht am 30.06.2016).
- [Kle11] Thilo Kleickmann. »Grundlegende Bildung ohne Brüche«. In: *Grundlegende Bildung ohne Brüche*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011. Kap. Was passiert mit dem Interesse an Physik im Übergang von der Primar- in die Sekundarstufe?, S. 219–222. ISBN: 978-3-531-94131-8. DOI: 10.1007/978-3-531-94131-8_40. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-94131-8_40 (besucht am 07.06.2016).
- [KMK15] KMK. *Empfehlung zur Arbeit in der Grundschule – (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 02.07.1970 i. d. F. vom 11.06.2015)*. 11. Juni 2015. URL: http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2015/Empfehlung_350_KMK_Arbeit_Grundschule_01.pdf (besucht am 04.07.2016).
- [Koe09] Bernhard Koerber, Hrsg. *Informatik und Schule – Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre INFOS – INFOS 2009 – 13. GI-Fachtagung 22.–24. September 2009, Berlin*. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 156. Bonn: Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, Sep. 2009. ISBN: 978-3-88579-250-5.
- [Kuh08] Maria Kuhl. *Studienkultur Informatik neu denken: Geschlechterkonstruktionen im Informatikstudium an der Universität Dortmund und der Carnegie Mellon University*. Aachen: Shaker Verlag, 2008. ISBN: 978-3-8322-7248-7.
- [KVS11] Manuela Kalbitz, Hendrik Voss, und Carsten Schulte. »Informatik begreifen – Zur Nutzung von Veranschaulichungen im Informatikunterricht«. In: *Informatik und Schule – Informatik für Bildung und Beruf – INFOS 2011 – 14. GI-Fachtagung 12.–15. September 2011, Münster*. Hrsg. von Marco Thomas. GI-Edition –

- Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 189. Bonn: Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, Sep. 2011, S. 137–146. ISBN: 978-3-88579-283-3. URL: <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings189/137.pdf> (besucht am 01.10.2015).
- [LS08] Marianne Logan und Keith Skamp. »Engaging Students in Science Across the Primary Secondary Interface: Listening to the Students’ Voice«. In: *Research in Science Education* 38.4 (Aug. 2008), S. 501–527. ISSN: 1573-1898. DOI: 10.1007/s11165-007-9063-8. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-007-9063-8> (besucht am 07.06.2016).
- [Mei16] Martin Meiboom. *Technische Informatik in der Grundschule*. Dokumentation zu schulpraktischen Studien. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität, Apr. 2016. URL: <https://bscw.uni-wuppertal.de/pub/bscw.cgi/10008334> (besucht am 10.04.2016).
- [MFH12] Dorothee Müller, Andreas Frommer, und Ludger Humbert. »Informatik im Alltag – Durchblicken statt Rummklicken«. In: *Tafelband der 5. Fachtagung zur »Hochschuldidaktik Informatik« – HDI 2012*. Hrsg. von Peter Forbrig und Axel Schmolitzky. Bd. 5. Commentarii informaticae didacticae (CID). Potsdam: Universitäts-Verlag, 2012, S. 98–104. ISBN: 978-3-86956-220-9. URL: <http://tny.im/bjJAE> (besucht am 31.07.2015).
- [Möl14] Kornelia Möller. »Vom naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Fachunterricht – Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule«. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 20.1 (4. Juli 2014), S. 33–43. ISSN: 2197-988X. DOI: 10.1007/s40573-014-0010-8. URL: http://www.uni-muenster.de/Sachunterrichtsdidaktik/moeller_publicationen/Vom%20naturwissenschaftlichen%20Sachunterricht%20zum%20Fachunterricht.pdf (besucht am 14.07.2016).
- [Mül15] Dorothee Müller. *Informatikunterricht und Informatikselbstkonzept*. 22. Juli 2015. URL: <http://uni-w.de/3r> (besucht am 22.05.2016).

- [Mül16] Dorothea Müller. »Der Berufswahlprozess von Informatiklehrkräften«. Dissertation. Bergische Universität Wuppertal, Juni 2016. URL: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn:nbn:de:hbz:468-20160928-104922-8> (besucht am 09.10.2016).
- [Muu14] Jöran Muuß-Merholz. »Schulfach »Computing« ab Klasse 1 – Interview mit Simon Peyton Jones«. In: *c't* 14 (2014). <http://is.gd/wonXMB> (besucht am 27.03.2016), S. 110–111. URL: <http://www.joeran.de/dox/ct.1414-Schulfach-Computing-ab-Klasse-1.pdf> (besucht am 18.02.2016).
- [Muu16] Jöran Muuß-Merholz. *JRA037 Kann Calliope wirklich "Unser Schulsystem revolutionieren,,?"* Podcast. <http://www.joeran.de/jra037kann-calliope-wirklich-unser-schulsystem-revolutionieren/> (besucht am 13.10.2016). 12. Okt. 2016. URL: <http://www.joeran.de/podlove/file/357/s/download/c/buttonlist/JRA037.mp3> (besucht am 13.10.2016).
- [Nol14] Stephan Noller. *Drawing Circuits: Bare-conductive vs. Circuit Scribe vs. Chibitronics*. 9. Dez. 2014. URL: <https://holadimake.wordpress.com/2014/12/09/drawing-circuits-bare-conductive-vs-circuit-scribe-vs-chibitronics/> (besucht am 17.08.2016).
- [Nol16] Stephan Noller. »Wir brauchen Digitalkunde ab der ersten Klasse«. In: *Die Zeit* (27. März 2016). <http://is.gd/PK9ckp> (besucht am 27.03.2016). URL: <http://is.gd/PK9ckp> (besucht am 27.03.2016).
- [Old09] Reinhard Oldenburg. »Geometrie im Spiegel der Standards«. In: *Argumentieren, Beweisen und Standards im Geometrieunterricht – AK Geometrie 2007/08*. Hrsg. von Jürgen Roth Matthias Ludwig Reinhard Oldenburg. Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM). Hildesheim, Berlin: Franzbecker, 2009, S. 75–91. ISBN: 978-3-88120-487-3. URL: <http://is.gd/IdCc30> (besucht am 08.05.2016).
- [Pan+13] Hans Anand Pant u. a. *IQB-Ländervergleich 2012 – Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundar-*

- stufe I. IQB – Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. Münster, New York: Waxmann, 2013. ISBN: 978-3-8309-2990-1.*
- [Pes07] Markus Peschel. »Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten«. In: Hrsg. von K. Möller u. a. Bd. 11. Bonn: Verlag für Sozialwissenschaften, 2007. Kap. Wer unterrichtet unsere Kinder? SUN – Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen. ISBN: 3531156233.
- [Pes12] Markus Peschel. »Mediendidaktik, Medienkompetenz, Medienerziehung – Web 2.0 Aktivitäten im Sachunterricht«. In: *GDSU-Journal – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e. v. – Juli 2012, Heft 2*. Hrsg. von GDSU e. v. Bd. 2. Juli 2012, S. 67–79. URL: http://www.gdsu.de/gdsu/wp-content/uploads/2012/11/Journal_21.pdf (besucht am 27.06.2016).
- [PI73] Jean Piaget und Bärbel Inhelder. *Die Psychologie des Kindes*. 2. Aufl. Studienausgaben bei Walter. Olten und Freiburg im Breisgau: Walter-Verlag, 1973. ISBN: 3-530-65003-X.
- [Pla16] Jürgen Plate. *Arduino Kurzeinführung*. 28. Juni 2016. URL: <http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/Arduino/intro.html> (besucht am 23.07.2016).
- [Pol+14] Katharina Pollmeier u. a. »Vom Sachunterricht zum Fachunterricht – Physikbezogener Unterricht und Interessen im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe«. In: *Zeitschrift für Grundschulforschung* 7.2 (2014), S. 129–145. URL: http://www.uni-muenster.de/Sachunterrichtsdidaktik/moeller_publicationen/Vom_Sachunterricht_zum_Fachunterricht.pdf (besucht am 31.05.2016).
- [PR13] Detlef Pech und Marcus Rautenberg. »Perspektivrahmen revisited – GDSU 2002«. In: *Auf den Umgang kommt es an. – „Umgangsweisen“, als Ausgangspunkt einer Strukturierung des Sachunterrichts – Skizze der Entwicklung eines „Bildungsrahmens Sachlernen“*. Hrsg. von Michael Gebauer u. a. 5 – Beiheft. H. Heenemann, 2013, S. 16–17.
- [Ren+] Ortwin Renn u. a. *Ergebnisbericht. Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften*. Hrsg. von acatech – Deutsche Akademie der Tech-

- nikwissenschaften und VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. Möldinghofe 26, 42279 Wuppertal. URL: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Sonderpublikationen/NaBaTech_Bericht_Final_210709_einzel.pdf (besucht am 20.07.2016).
- [Res07] Mitchel Resnick. »All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (by Studying How Children Learn) in Kindergarten«. In: *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition. C&C '07*. <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/kindergarten-learning-approach.pdf> (besucht am 21.06.2016). Washington, DC, USA: ACM, 2007, S. 1–6. ISBN: 978-1-59593-712-4. DOI: 10.1145/1254960.1254961. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/1254960.1254961> (besucht am 21.06.2016).
- [Rom11] Ralf Romeike. »Kreativität im Informatikunterricht«. In: Sigrid Schubert und Andreas Schwill. *Didaktik der Informatik*. 2. Spektrum, 2011. Kap. 16, S. 355–375. ISBN: 978-3-8274-2652-9.
- [Ros08] Manfred Rosenbach. *Allgemeinbildung – KLAFKIs neuer Beschreibungsversuch*. 15. Jan. 2008. URL: <http://ods3.schule.de/aseminar/erziehung/bildung/klafkiallg.htm> (besucht am 06.07.2016).
- [Sal16] Adrian Salamon. »Vermittlung von Informatik-Grundlagen durch Elektro-Basteln und Einsatz einfacher Mikrocontroller«. Präsentation von Herr Salamon und mit eigentlichem Hauptredner Herr Noller auf dem 14. Informatiktag NRW am 14.03.2016 (<http://veranstaltungen.informatiktag-nrw.de/#WS07>, (besucht am 10.05.2016)), n. n. E. 14. März 2016.
- [Sch11] Elian Schweizer. *Kognitive Fähigkeiten des Menschen*. 2014-04-11. URL: <https://www.medien.ifi.lmu.de/lehre/ws0506/mmi1/kognitive-faehigkeiten.xhtml> (besucht am 18.08.2016).
- [Sch93] Andreas Schwill. »Fundamentale Ideen der Informatik«. In: *ZDM* 25.1 (1993). *ZDM – Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*,

- S. 20–31. ISSN: 0044-4103. URL: <http://is.gd/Xnxk7R> (besucht am 22.02.2016).
- [Sch94] Andreas Schwill. »Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik«. In: (1994). <https://is.gd/LFFJpl> (besucht am 10.05.2016). URL: <http://ddi.cs.uni-potsdam.de/didaktik/Forschung/Wolfenbuettel94.pdf> (besucht am 02.01.2016).
- [Sch96] A Schwartz. *Principles of logic- A learning module for the understanding and implementation of logic at the junior high school level*. Hrsg. von D Mioduser und I Zilberstein. Book of abstracts. Tel Aviv, 1996.
- [Sch97] Andreas Schwill. *Was ist Informatik?* 1997. URL: <http://ddi.cs.uni-potsdam.de/didaktik/Lehre/ADP1/Skriptum/kap1.pdf> (besucht am 22.07.2016).
- [SD01] John R Savery und Thomas M Duffy. *Problem-Based Learning: An instructional model and its constructivist framework*. Techn. Ber. 16-01. Center for Research on Learning Technology, Juni 2001. URL: <http://www.ross.mayfirst.org/files/savery-duffy-problem-based-learning.pdf> (besucht am 21.07.2016).
- [Sel02] Neil Selwyn. »Learning to Love the Micro: The discursive construction of 'educational' computing in the UK, 1979-89«. In: *British Journal of Sociology of Education* 23.3 (Sep. 2002), S. 427–443. ISSN: 01425692, 14653346. DOI: 10.1080/0142569022000015454. URL: <https://www.jstor.org/stable/1393436> (besucht am 16.07.2016).
- [Sen16] Sue Sentance. *BBC micro:bit – research project*. 15. Mai 2016. URL: <https://blogs.kcl.ac.uk/cser/category/microbit/> (besucht am 14.09.2016).
- [She15] Adam Sherwin. *BBC Micro:bit: Can a pocket-sized computer 'inspire digital creativity' in Britain's children? The 4cm by 5cm device will be given free to all 11- and 12-year-olds*. <https://is.gd/JMuVHk> (besucht am 10.05.2016). 7. Juli 2015. URL: <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/bbc-microbit-can-a-pocket-sized-computer-inspire->

- digital-creativity-in-britains-children-10372834.html (besucht am 28.04.2016).
- [Sie13] Daniel Siebrecht. »Informatik in Bewegung – Untersuchung zur fachdidaktischen Eignung der Kategorie Bewegung für den Informatikunterricht«. Bachelorarbeit. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität, Mai 2013. URL: <http://www.ham.nw.schule.de/pub/bscw.cgi/3719763> (besucht am 23.06.2015).
- [Ste13] Ingo Steinhaus. »Über den Ausgang aus der informatischen Unmündigkeit. Interview mit L. Humbert«. In: *Digital Heartland – Rhein & Ruhr – Das digitale Herzland im Westen der Republik* (19. Juni 2013). URL: <http://is.gd/VlG1An> (besucht am 04.03.2016).
- [Str+13] Philipp Straube u. a. »DoInG – Informatisches Denken und Handeln in der Grundschule«. In: *Didaktik der Physik Frühjahrstagung*. Jena, 2013. URL: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/422/566> (besucht am 24.10.2015).
- [Wei15] Sabrina Weiß. »Förderung informatischer Kompetenzen von Kindergartenkindern am Beispiel des Sortierens«. Masterthesis. Wuppertal: Fachgebiet Didaktik der Informatik – Bergische Universität, 27. Juli 2015. URL: <http://uni-w.de/4c> (besucht am 01.10.2015).
- [Wit67] J. Wittmann. *Theorie und Praxis eines ganzheitlichen Unterrichts*. 4. Aufl. Dortmund, 1967.
- [YB07] Sarita Yardi und Amy Bruckman. »What is computing? Bridge the Gap Between Teenagers’ perception and Graduate Students’ Experiences.« In: *ICER ’07 39* (2007).
- [ZN02] Monika Zolg und Joachim Neß. »Science fiction.: Roboterbau im Sachunterricht? Erfahrungen zum Einsatz von LEGO dacta - RoboLab.« ngerman. In: *Grundschulunterricht 4* (2002), S. 16–19. ISSN: 0945-2079.

Abbildungsverzeichnis

2.1	System aus drei Grundgrößen und deren Zusammenwirken in lebenden und unbelebten Systemen, aus (Breier, 2005, S. 70).	18
3.1	Lernspirale von RESNICK, frei nach (Resnick, 2007, S. 2) und mit deutscher Übersetzung von (Borowski und Diethelm, 2009, Kapitel 3).	50
4.1	Verlaufsplanung der beispielhaften Unterrichtsstunde	65

Anhang

Auf den Folgenden Seiten befindet sich die in 4 vorgestellte Einstiegsstunde mit lebensweltlichen Beispielen, bündig für Lehrerinnen und Lehrer der Primarstufe zusammengestellt.

Technische Informatik für Kinder als Teil der Allgemeinbildung

Beispielhafte Einstiegsstunde für das informatische Thema
»Logik« im Sachunterricht, vermittelt über Technische
Informatik

Eike Großkopf

2016-10-26

Inhaltsverzeichnis

1	Eine beispielhafte Einstiegsstunde	1
1.1	Rahmenbedingungen	1
1.2	Vorwissen und Reiheneinordnung	1
1.3	Kompetenzen und Legitimation	2
1.3.1	Kernanliegen der Stunde	2
1.3.2	Stundenkompetenzen	2
1.3.3	Legitimation	2
1.4	Vorbereitungen	3
1.4.1	Fachliche Analyse	3
1.4.2	Didaktische Analyse	6
1.4.3	Fachdidaktische Analyse	6
1.5	Verlaufsplanung	7
1.6	Beispielhaftes Realweltproblem	7
	Literatur	9

1 Eine beispielhafte Einstiegsstunde

Im Folgenden werden Anregungen für eine Einstiegsstunde einer Unterrichtseinheit »Informatik« für den Sachunterricht vorgestellt, die das Thema »Logik« behandelt. Ausführlicheres ist in [5] nachlesen.

1.1 Rahmenbedingungen

Um Kooperation zu gewährleisten sollte in dieser Reihe die Räumlichkeit des Arbeitens in Gruppen erleichtern.

1.2 Vorwissen und Einordnung in die Reihe

Dies ist die Einstiegsstunde der Sachunterrichtsreihe, in der das informatische Thema »Logik« – auch vermittelt durch Technische Informatik – behandelt wird. Dieser Stunde geht eine Reihe mit elektrotechnischen und physikalischen Inhalten voraus, sodass die Schülerinnen und Schüler bereits mit dem planvollen und zielgerichteten Leiterbahnenlegen in Gruppen und dem Vermeiden von Kurzschlüssen vertraut sind. Ebenfalls ist es für diese Stunde notwendig, dass sie sich zuvor mit den Wochentagen zur Genüge beschäftigt haben. Alternativ können diese aber auch zeitgleich erstmals näher besprochen werden. Diese Einstiegsstunde soll für eine Verankerung in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sorgen, sodass hierauf in folgenden Stunden aufgebaut und mit weiteren Bezügen verknüpft werden kann. Eine kreative technische Umsetzung der Erkenntnisse für von Schülerinnen und Schüler selbst gefundene und gewählte Problemstellungen schließt die Reihe ab. Diese technische Umsetzung soll die tiefe Auswirkung auf den Alltag unterstreichen und auch eine weitere informatische Anwendungsperspektive bieten. Desweiteren dient die Umsetzung der Überprüfung der Ideen.

1.3 Kompetenzen und Legitimation

1.3.1 Kernanliegen der Stunde

Indem die Schülerinnen und Schüler logische Alltagsaussagen schrittweise auf ihren Informationsgehalt hin reduzieren, erzeugen sie formalere logische Aussagen, welche letztendlich in einer Wahrheitstabelle ausgewertet werden können.

1.3.2 Stundenkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler

- können verbal einfache logische Aussagen produzieren.
- beschreiben umgangssprachliche Aussagen formeller als Logikaussagen.
- beschreiben, dass Logikaussagen Teil des Alltags von allen Menschen sind.
- stellen eine Wahrheitstabelle für eine einfache logische Aussage auf.

1.3.3 Legitimation

Aufgaben des Sachunterrichts sind u. a., Phänomene und Zusammenhänge der Lebenswelt zu erkennen und zu verstehen sowie auch an Lebenswelterfahrungen anzuknüpfen [4, S. 9]. Diese beiden Aufgaben stehen mit dieser Unterrichtsstunde besonders im Fokus, weitere werden dennoch mitgefördert und -gefordert. Für eine tiefergehende Legitimation der Informatik im Sachunterricht kann hier auf [5, Kapitel 2.3] verwiesen werden. Die in [2, S. 7f] dargelegten Prozessbereiche »Begründen und Bewerten«, »Strukturieren und Vernetzen«, »Kommunizieren und Kooperieren« und »Darstellen und Interpretieren« können leicht in diese Einstiegsstunde eingebunden werden. Für »Begründen und Bewerten« sei das Begründen des Vorgehens zum Herausfinden der wichtigen Information in einem alltäglichen Satz und das anschließende Ergebnisbewerten beispielhaft genannt. Für »Strukturieren und Vernetzen« kann hier das Zerlegen eines Satzes und Zuordnen der einzelnen Bestandteile hinsichtlich dessen logischer Aussagen exemplarisch genommen werden. Was im Prozessbereich »Kommunizieren und Kooperieren« u. a. getan werden kann ist einfach: Zunehmend in Fachsprache über das gemeinsame Vorgehen austauschen. Selbiges gilt für »Darstellen und Interpretieren«. Dieser Prozessbereich kann z. B. durch eine angemessene und verständliche Darstellung von Denkprozessen

und Vorgehensweisen während sowie nach dem Lösungsprozess eingelöst werden. Von den in [2, S. 8f] dargestellten Inhaltsbezogenen Bereichen können v. a. die Bereiche »Information und Daten« sowie »Algorithmen« behandelt werden. Unter dem ersten – nach [2, S. 9] sogar zum Ende der Schuleingangsphase erfüllbaren – Bereich können z. B. Daten zur Informationsgewinnung interpretiert werden. Dem zweiten genannten Bereich wird in [2, S. 9] ebenfalls bescheinigt, dass er bereits zum Ende der Schuleingangsphase erfüllt werden kann. Er hat mit der dargelegten Einstiegsstunde in soweit zu tun, dass Boolesche Funktionen in Algorithmen auf Logik basieren.

1.4 Vorbereitende Analysen und Entscheidungen

1.4.1 Fachliche Analyse und Entscheidungen

- Bedeutung »Informatik«: Aus »Information« und »Automatik« ableitbar [Vgl. 6, S. 11f]:
 - Information: Bisher existiert hierfür keine angemessene Begriffsformalisierung. Information kann u. a. als »Interpretation von Daten durch Menschen« [6, S. 11] verstanden werden.
 - Automatik: Selbstständig eine **E**ingabe **v**erarbeiten und dann eine **A**usgabe tätigen.¹

Kurz: Informatik ist die »Lehre von der Information und deren Verarbeitung« [Zitat nach 3, S. 70].

- Logik: »Holt bitte Blätter **UND** Filzstifte **ODER** Buntstifte.« Logische Aussagen kommen im Alltag vor **UND** ebenso in der Informatik. In der Technischen Informatik können diese auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft werden:²
 - **UND**: **[A]** **UND** **[B]**: Aussage ist wahr, wenn sowohl '**[A]**' als auch '**[B]**' wahr sind.

¹Vgl. auch **EVA**-Prinzip (**E**ingabe–**V**erarbeitung–**A**usgabe), z. B. in [1].

²Das logische **UND** ist später mit einer Reihenschaltung, das **ODER** mit einer Parallelschaltung realisierbar. Eine technische Realisierung der Negation ist nicht so simpel möglich.

[Eingabe ₁]	[Eingabe ₂]	[Ausgabe]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- ODER: [A] ODER [B]: Aussage ist wahr, wenn ‘[A]‘ oder ‘[B]‘ (d. h. auch beide sind möglich) wahr sind.

[Eingabe ₁]	[Eingabe ₂]	[Ausgabe]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- NICHT: NICHT [A]: Aussage ist wahr, wenn ‘[A]‘ unwahr ist; sie ist falsch wenn ‘[A]‘ wahr ist.

[Eingabe]	[Ausgabe]
falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein

- Stark auf den Kernaussagengehalt reduzierte Beispiele für die Inhalte mit zugehörigen Wahrheitstabellen:

- * zweistöckiger Aufzug: *WENN* [die Aufzugtür zu ist] UND [der Knopf gedrückt ist] *DANN* [fährt der Aufzug].

[Aufzugtür zu]	[Knopf gedrückt]	[Ausgabe/ fahren]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

- * Schuhe binden: *WENN* [meine Schnürsenkel offen sind] ODER [mein Schuh locker ist] *DANN* [Schleife binden].

[meine Schnürsenkel offen]	[Schuh loceker]	[Ausgabe/Schleife binden]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

* Feuermelder: *WENN* [Feuermelder₁ gedrückt ist] ODER [Feuermelder₂ gedrückt ist] ODER ... *DANN* [gibt es einen Feueralarm].

* mehrstöckiger Aufzug: *WENN* [die Aufzugtür zu ist] UND ([Erdgeschoss gedrückt ist] OR [Erster Stock gedrückt ist] OR ...) *DANN* [fährt der Fahrstuhl].

* Gefängnistür: *WENN* ([Zugangskarte Wärter₁ genutzt] \wedge [Zugangskarte Wärter₂ genutzt]) OR [Zugangskarte Direktor genutzt] *DANN* [öffnet sich die Gefängnistür].

[Zugangskarte Wärter ₁ benutzt]	[Zugangskarte Wärter ₂ benutzt]	[Zugangskarte Direktor benutzt]	[Ausgabe/öffnen]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja	wahr/ja

* Klassenregel: *WENN* [ein anderer redet] *DANN* NICHT [auch reden].

[ein anderer redet]	[Ausgabe/ selbst reden]
falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	falsch/nein

* Auf den Körper achten durch Trinken: *WENN* [ich durstig bin] UND NICHT [mein Glas leer ist] *DANN* [trinke ich].

[ich bin durstig]	[Glas ist nicht leer]	[Ausgabe/trinken]
falsch/nein	falsch/nein	falsch/nein
falsch/nein	wahr/ja	falsch/nein
wahr/ja	falsch/nein	wahr/ja
wahr/ja	wahr/ja	falsch/nein

1.4.2 Didaktische Analyse und Entscheidungen

Die didaktische Analyse und die darauf basierenden didaktischen Entscheidungen sind mit von der Klasse abhängig. Wie in 1.3.3 dargestellt ist es von den Fachinhalten prinzipiell sogar möglich, diese in der Schuleingangsphase zu behandeln.

Es spielt bei dieser didaktischen Analyse u. a. ein, dass die Schülerinnen und Schüler aufgrund ihres kognitiven Alters in hohem Maße enaktive sowie ikonische Lernzugänge bekommen sollten und der Unterricht auf Alltagserfahrungen aufbauen sollte. Hinsichtlich des ikonischen Zugangs lässt sich über einprägsame Piktogramme nachdenken, die verwendet werden können. Die Schülerinnen und Schüler sollten diese schon vorher grob mit den dargestellten Sachverhalten assoziieren können. Da Gruppenarbeitsphasen präferiert werden, ist die didaktische Zusammensetzung der Gruppen wichtig. Es ist ebenfalls (medienpädagogisch) sinnvoll, über das primär genutzte Medium (pM) – also Tafel oder Beamer o. ä. – nachzudenken. Je nachdem was genutzt wird – beziehungsweise was vorhanden ist – gibt es etwas unterschiedliche Möglichkeiten der gemeinsamen Bearbeitung. Somit ist u. a. eine didaktische Wiederverwendung des Präsentierten und Bearbeiteten zu einem späteren Zeitpunkt möglich.

1.4.3 Fachdidaktische Analyse und Entscheidungen

Die Fokussierung des Technischen erst zum Ende der Reihe hin basiert auf den Überlegungen, welche in [5, S. 21ff] getätigt werden. Zunächst sollen informatische Phänomene abseits der konkreten technischen Artefakte im Fokus liegen, damit ein mögliches niedriges technisches Selbstkonzept nicht gleich von Beginn an interferieren kann. Womöglich können sie durch den späteren Anschluss zu einem zuvor gemochten und verstandenen Thema sogar vermindert werden. Den Schülerinnen und Schülern soll die Möglichkeit gegeben werden, zu Beginn selbst ein passendes Realweltproblem zu liefern, auf das dann bezogen wird. Entgegen der präferierten Reihenfolge der Repräsentationsformen

enaktiv–ikonisch–symbolisch (vgl. [5, S. 36f]) wird der Fokus dieser Stunde mehr auf das Ikonische gelegt. Dies ist auch mit den Aussagen von [7, S. 138] konform, denn prinzipiell lernen die Schülerinnen und Schüler nichts fundamental Neues. Bekanntes wird lediglich wiedererkannt, expliziert und letztendlich auf eine neue Ebene gehoben. Dennoch ist z. B. ein Vorspielen des Realweltproblems zu Beginn der Stunde durch zwei Schülerinnen und Schüler möglich.

1.5 Verlaufsplanung

Die tabellarische Verlaufsplanung mit dort verwendeten Abkürzungen³ wird in Abbildung 1 dargestellt.

1.6 Beispielhaftes Realweltproblem

Entweder kann ein/e Schüler/in versuchen, detailliert zu erklären, wann sie/er diese Woche Zeit hätte für ein Treffen mit einer/m anderen/m Schüler/in. Alternativ kann die Unterhaltung der Kinder Alexandra und Bahar vorgestellt werden. Diese wollen sich zum Spielen auf dem Spielplatz verabreden:

- Alexandra (A): »Wann können wir uns am Spielplatz treffen?«
- Baydu (B): »Wenn die Schule vorbei ist und ich dann frei habe können wir uns treffen. Also wenn es Montag oder Dienstag oder Freitag ist. Oder am Wochenende. Dann können wir zum Spielplatz gehen.«
- A: »Also an allen Tagen, die nicht Mittwoch oder Donnerstag sind?«
- B: »Ja!«

³Die Definition von »primäres Medium« befindet sich in 1.4.2.

- EA: Einzelarbeit
- GA: Gruppenarbeit
- LV: Lehrervortrag
- PA: Partnerarbeit
- pM: primäres Medium
- PL: Plenum
- SV: Schülervortrag
- TPS: Think Pair Share
- UG: Unterrichtsgespräch

Unter- richts- phasen	Operationen/Sachaspekte	Aktions- und Sozial- formen	Medien
Einstieg	Realweltproblem vorstellen. Ziel: vereinfachende Darstellung.	UG bzw. SV	pM
Haupt- teil 1	Aussagen des Problems für alle auf dem pM aufschreiben. Gleichartige Wörter gleichfarbig markieren (z. B. alle Wochentage, UND- bzw. ODER-Verknüpfungen).	PL	pM
Haupt- teil 2	Wahrheitstabelle o. ä. aufstellen, wann ein Treffen zwischen Beiden möglich ist.	TPS	Hefte, pM
Schluss	Wiederholung des Vorgehens in dieser Einstiegsstunde und Zusammenfassung, dass alltägliche Aussagen vereinfacht und vereinheitlicht dargestellt werden können, um diese einfacher verstehen zu können.	PL, LV	

Abbildung 1: Verlaufsplanung der beispielhaften Unterrichtsstunde

Literatur

- [1] Klaus-Peter Becker. *Fachkonzept – EVA-Struktur*. 24. Juli 2014. URL: http://www.inf-schule.de/programmierung/scratch/eva/konzept_eva (besucht am 26.10.2016).
- [2] Alexander Best u. a. *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für den Primarbereich – zur Diskussion*. 8. Mai 2016. URL: <http://is.gd/NsTQzF> (besucht am 08.05.2016).
- [3] Norbert Breier. »Informatik im Fächerkanon allgemein bildender Schulen – Überlegungen zu einem informationsorientierten didaktischen Ansatz«. In: *Unterrichtskonzepte für informatische Bildung. Proceeding zur 11. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 28.-30. September 2005 an der TU Dresden*. Hrsg. von Steffen Friedrich. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P-60. Gesellschaft für Informatik (GI). Bonn, Sep. 2005, S. 67–78. ISBN: 3-88579-389-X.
- [4] GDSU, Hrsg. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Vollst. überarb. und erw. Ausg. GDSU – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 2013. ISBN: 9783781519923.
- [5] Eike Großkopf. »Technische Informatik für Kinder als Teil der Allgemeinbildung«. Masterthesis. Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal, 26. Okt. 2016.
- [6] Ludger Humbert. *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. 2. Leitfäden der Informatik. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, Aug. 2006. ISBN: 3-8351-0112-9.
- [7] Manuela Kalbitz, Hendrik Voss, und Carsten Schulte. »Informatik begreifen – Zur Nutzung von Veranschaulichungen im Informatikunterricht«. In: *Informatik und Schule – Informatik für Bildung und Beruf – INFOS 2011 – 14. GI-Fachtagung 12.–15. September 2011, Münster*. Hrsg. von Marco Thomas. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 189. Bonn: Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, Sep. 2011, S. 137–146. ISBN: 978-3-88579-283-3. URL: <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings189/137.pdf> (besucht am 01.10.2015).

Name, Vorname: Großkopf, Eike Sebastian

Anschrift: Karl-Otto-Dehnert-Straße 16, 42277 Wuppertal, Deutschland

Erklärung

gem. §20 Abs. 9 PO

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir eingereichte Abschlussarbeit (Master-Thesis) selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie die Stellen der Abschlussarbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen wurden, in jedem Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Entsprechendes gilt für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen.

Sollten entsprechend der Themenstellung ggf. Vorarbeiten des Forschungsprojektes in die Abschlussarbeit eingeflossen sein, so habe ich dieses gekennzeichnet bzw. als Anhang nachgewiesen.

Datum

Unterschrift

Erklärung

„Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass meine Abschlussarbeit wissenschaftlich interessierten Personen oder Institutionen und im Rahmen von externen Qualitätssicherungsmaßnahmen des Studienganges zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt werden kann.

Korrektur- oder Bewertungshinweise in meiner Arbeit dürfen nicht zitiert werden.“

Datum

Unterschrift