

# Offene Lernumgebungen scheinen einen nachhaltigeren Wissenserwerb zu unterstützen

*Eine empirische Studie zum Forschungsprojekt SPRINT II*

*Michaela Andrie, Hildegard Urban-Woldron\**

---

## *Zusammenfassung*

Nach neueren lerntheoretischen Ansätzen wird „Wissen“ nicht auf ein Wissen von Fakten beschränkt, sondern als ein Wissen definiert, das von Lernenden verstanden wurde und diese in die Lage versetzt, es anzuwenden, zu reflektieren wie auch kompetent zu handeln. In der vorliegenden Studie wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich die Art der Unterrichtsintervention hinsichtlich des Öffnungsgrades sowie die motivationalen Einstellungen der Lernenden auf den nachhaltigen Wissenserwerb auswirken. Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird zuerst ein Auszug aus einem standardisierten TIMSS Begleitfragebogen zur Erhebung der motivationalen Variablen der Schülerinnen und Schüler eingesetzt, die in weiterer Folge die Berechnung der randomisierten Teilstichproben bestimmen. Im Rahmen einer Unterrichtsintervention über zwei Unterrichtseinheiten zum Thema Magnetismus kommen zwei Arten der Anleitung beim Experimentieren zum Einsatz, wobei das Lernergebnis mit Hilfe von Forscherheften erhoben wird. Mit einem verzögerten Wissenstest sechs Wochen nach der Unterrichtsintervention wird die Frage der Nachhaltigkeit überprüft. Leitfadeninterviews, die mit ausgewählten Kindern zwei Monate nach der Unterrichtsintervention durchgeführt werden, tragen ebenfalls zur Beantwortung der Forschungsfragen bei. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass bei den Kindern ein grundsätzliches Interesse für Naturwissenschaften vorhanden ist und dass die offene Unterrichtsform infolge einer tieferen Auseinandersetzung einen nachhaltigeren Wissenserwerb unterstützt.

---

## How can sustainable acquisition of knowledge be improved in general science classes?

*An empirical study within the research project „Sprint II“*

### *Abstract*

According to recent theoretical learning approaches, "knowledge" is not limited to a knowledge of facts, but defined as a knowledge that was understood by learners and put them in a position to apply it to reflect as well as to act competently. The present study examines the question of the extent to which the form of the teaching intervention has an impact on the continued acquisition of knowledge with regard to the degree of opening and motivational settings of learners. To answer the research questions, first an excerpt from a standardized TIMSS accompanying questionnaire is used for the collection of motivational variables of the pupils, which determines the calculation of the randomized subsamples subsequently. As part of a teaching intervention in two lessons on the subject of magnetism, two kinds of instructions are used while experimenting, the learning outcomes will be collected with the help of research booklets. With a delayed knowledge test six weeks after the teaching intervention, the question of sustainability is checked. Semi-structured interviews that are conducted with selected children two months after the teaching intervention, also contribute to answering the research questions. The results indicate that a basic interest in science exists with children and that the open form of teaching supports a more sustainable knowledge acquisition as a result of a deeper conflict.

---

\* Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

Michaela Andrie, [michi.andrie@gmx.at](mailto:michi.andrie@gmx.at), Priv.-Doz. Dr. Hildegard Urban-Woldron, [hildegard.urban-woldron@ph-noe.ac.at](mailto:hildegard.urban-woldron@ph-noe.ac.at)

*Schlüsselwörter:*

Öffnungsgrade beim Experimentieren  
 Magnetismus  
 Methodische Triangulation

*Keywords:*

Different ways of guiding experiments  
 Magnetism  
 Mixed methods research

## 1 Einleitung

Physik und Chemie gelten oft als „Stiefkinder des Sachunterrichts“, obwohl das Forschen eigentlich in jedem Kind verankert ist. Bereits im Vorschulalter faszinieren naturwissenschaftliche Phänomene die Kinder und wecken ihre Neugierde und ihr Interesse. Aus diesem Grund plädiert die Chemiedidaktikerin Gisela Lück dafür, dass kein Kind mehr Sätze wie „Dafür bist du noch zu klein!“ oder „Ich weiß es selbst nicht so genau“ (Lück, 2005, S. 15) hören sollte. Pädagoginnen und Pädagogen haben vielmehr den Auftrag, sich auch in naturwissenschaftlichen Themen fortzubilden und den Kindern physikalische und chemische Inhalte bereits in der Grundschule näherzubringen. Darüber hinaus geben auch aktuelle Studien wie TIMSS und PISA gerade im naturwissenschaftlich-technischen Bereich Anlass zu Diskussionen, schon in der Primarstufe die Basis für einen entsprechenden Kompetenzaufbau zu legen (Urban-Woldron, 2014). Motivierend und interessant erlebte Lernsituationen können die Entwicklung von Interesse im naturwissenschaftlich-technischen Bereich begünstigen und auch soziale Verhaltensweisen fördern. Wenn Unterricht Kindern Gelegenheiten zur Entfaltung ihrer Gedankengänge und zur Erprobung ihrer Denkfähigkeit gibt, können Denk- und Arbeitsweisen gefördert werden, die auf naturwissenschaftliche Verfahren und Handlungsweisen vorbereiten. Dabei sollten Lernszenarien die Kinder kognitiv herausfordern und ihnen eine Einführung in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen. Auch aus entwicklungspsychologischer Sicht gibt es keinen Einwand dagegen, naturwissenschaftliche Themen mit Kindern bereits im Grundschulalter zu behandeln. Untersuchungen belegen, dass die dafür notwendigen entwicklungspsychologischen Voraussetzungen sogar bei Drei- bis Fünfjährigen schon vorhanden sind (Lück, 2002).

## 2 Theoretischer Hintergrund

Die naturwissenschaftliche Perspektive des Sachunterrichts (GDSU, 2013) stellt den Anspruch, dass Kinder Phänomene aus der Natur kennenlernen und in verschiedenen Bereichen und Ausprägungen entsprechende Kompetenzen erreichen, wie zum Beispiel:

- Naturphänomene sachorientiert wahrnehmen, beobachten, benennen und beschreiben.
- Ausgewählte Naturphänomene auf physikalische, chemische und biologische Gesetzmäßigkeiten zurückführen und zwischen Erscheinungen der belebten und unbelebten Natur unterscheiden können.
- Fragehaltungen aufbauen, Probleme identifizieren und Verfahren der Problemlösung anwenden. Das heißt, Kinder sollen fähig sein, eigene Vermutungen zu entwickeln und zu formulieren, Informationen zu recherchieren sowie Experimente durchzuführen und auszuwerten. Sie sollen ferner befähigt werden, Erkenntnisse, die sie aus einem Experiment gewonnen haben, auch auf andere Naturphänomene anzuwenden.

Bereits im 1. und 2. Schuljahr sollen die Kinder einfache Versuche planen können, diese dann durchführen und anschließend auswerten. Dabei ist es wichtig, dass die Kinder lernen, genau zu beobachten, zu bestimmen, zu beschreiben und zu verbalisieren. Bereits in diesem Alter sollen sie auch an das Vergleichen, Interpretieren, Begründen und Überprüfen von Aussagen herangeführt werden. Möller (2007) präzisiert unter Hinweis auf die Fehler, die in den 1970er-Jahren im Rahmen der ersten Initiative zur Implementierung naturwissenschaftlicher Inhalte in den Sachunterricht gemacht wurden, die dem Perspektivrahmen der GDSU zugrunde liegende Idee, nämlich „dass sowohl die Ansprüche der Wissenschaft wie auch die Ansprüche des lernenden Kindes miteinander zu verknüpfen sind“ (Möller, 2007, S. 82). Demnach gehe es nicht darum, möglichst viel Wissen zu vermitteln, sondern Kinder sollen Interesse und Freude daran haben, über Phänomene aus Natur und Technik nachzudenken, Fragen zu stellen und Probleme zu erkunden. Dabei muss vor allem das Selbstbewusstsein der Kinder gestärkt werden, dass sie etwas herausfinden und verstehen können. Essentiell ist in dieser Hinsicht, die

Freude auch an herausfordernden Denkaufgaben zu wecken. Das Kommunizieren über naturwissenschaftlich-technische Fragen ist eine weitere zu erlernende Fähigkeit. Die Kinder sollen naturwissenschaftliche Verfahren wie das Experimentieren kennenlernen und ein Grundwissen erwerben, das sie zum Vorhersagen und Erklären von Naturphänomenen anwenden können (Möller, 2007).

Mit Bezug auf die Stufentheorie von Piaget wäre ein planvolles Experimentieren mit Kindern erst ab dem letzten Stadium, der formal-operationalen Stufe, sinnvoll (Lück 2003). Seit den 1980er-Jahren gibt es jedoch bereits Kritik an der altersspezifischen Stufentheorie von Piaget. Der Entwicklungspsychologe Erik Erikson (1902-1994) beschäftigt sich im Gegensatz zu Piaget mit der gesamten menschlichen Entwicklung, von der Geburt an bis ins hohe Alter. Im Gegensatz zu Piaget befasst sich Erikson mehr mit emotionalen und affektiven Aspekten als mit der kognitiven Entwicklung. Die Persönlichkeitsentwicklung wird bei Erikson als eine Reihe von Krisen gedeutet. Seine Theorie gibt Aufschluss über die Entwicklung des Vertrauens, der Autonomie, der Entschlusskraft und der Identität von Kindern. Bereits das Kindergartenalter, das nach Erikson zum Spielalter gehört, ist von Initiative und Freude sowie Neugier und Lernen geprägt (Lück, 2003, 2005). Kinder entwickeln in diesem Alter einen starken Wissensdrang und stellen viele „Warum-Fragen“. Da die motorische und teilweise auch sprachliche Entwicklung schon weit vorangeschritten sind, wollen sie nun „Anteil haben [...] am Erwachsenenleben“ (Lück, 2005, S. 17). Nach Erikson ist das Kind in dieser Zeit „mehr als zu jeder anderen bereit [...], schnell und begierig zu lernen“. Es ist dies daher die Phase, in der sich das Kind „nicht mehr nur den Menschen, sondern auch der Dingwelt zuwendet“ (Erikson, zit. n. Lück, 2005, S. 17 f.). Das Kind möchte das Sach- und Handlungswissen erlangen, das ihm im Vergleich mit den Erwachsenen fehlt. Gisela Lück schließt daraus, dass dies die „eigentliche Sternstunde für die ersten Gehversuche zur Erkundung von Naturphänomenen“ (Lück, 2005, S. 18) sei. Das naturwissenschaftliche Experiment ermöglicht dem Kind durch selbstständiges Tun Erkenntnisse zu gewinnen und die Dingwelt beherrschbar zu machen. Die Wissbegier des Kindes wird so gefördert, auch wenn es dem Kind aufgrund seiner kognitiven Fähigkeiten noch nicht möglich ist, die naturwissenschaftlichen Deutungen völlig nachzuvollziehen (Lück, 2003).

Im darauf folgenden Schulalter spielt laut Erikson das Interesse an Naturphänomenen ebenso noch eine wesentliche Rolle, wobei weniger das Wissen, sondern mehr das aktive Tun und Werken zentral seien (Lück, 2005). Für Erikson ist die Pubertät, welche auf die Stufe des Schulalters folgt, nicht der geeignete Zeitpunkt, um sich an Fächer wie Chemie und Physik heranzutasten. In dieser Zeit bewegen Jugendliche andere Fragen, wie Ablösung vom Elternhaus, Selbstfindung etc. Ebenso sind die Jugendlichen in dieser Phase physiologisch mit einem raschen Körperwachstum sowie der Ausbildung der Geschlechtsreife konfrontiert, was für eine Vorverlegung der Naturwissenschaften in den Kindergarten- und Grundschulbereich spricht (Lück, 2003, 2005).

Um den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen von Kindern und den immer schnelleren Veränderungen in unserer Gesellschaft gerecht zu werden, ist eine Öffnung des Unterrichts unentbehrlich (Gervé, 2003). Wallrabenstein (1997) definiert offenen Unterricht als „Sammelbegriff für unterschiedliche Reformansätze in vielfältigen Formen inhaltlicher, methodischer und organisatorischer Öffnung mit dem Ziel eines veränderten Umgangs mit dem Kind auf der Grundlage eines veränderten Lernbegriffs“ (Wallrabenstein, 1997, S. 54). Nach Gervé (2003) liegt der Schwerpunkt beim offenen Unterricht nicht so sehr auf dem Erlernen von (allgemeinen) Kulturtechniken und auf Wissenserwerb, sondern vielmehr in der Förderung und Nutzung von individuellen sozialen, kognitiven, kreativen und handwerklichen Potenzialen und Fähigkeiten. Der aus der klassischen Reformpädagogik stammende „Stationenbetrieb“ ist eine Form des offenen Unterrichts und wurde von Helen Parkhurst, einer Mitarbeiterin von Maria Montessori, zum ersten Mal eingesetzt (Fischer, 2008). Dabei wird ein Thema in verschiedene Teilthemen aufgegliedert und an verschiedenen Stationen im Klassenzimmer für die Kinder aufbereitet. Als organisatorische Hilfe für die Schülerinnen und Schüler dient ein Laufzettel, der der Lehrperson gleichzeitig einen Überblick über die Arbeitsfortschritte ermöglicht (Fischer, 2008).

Nationale und internationale Studien zeigen, dass besonders bei der „Entwicklung von nicht kognitiven Zielsetzungen [...], wie z.B. Selbstständigkeit, Kreativität, Sozialverhalten oder Interesse“ (Hartinger & Martschinke, 2007, S. 423) ein Unterschied in der Wirksamkeit zwischen „offenem“ und „geschlossenem“ Unterricht besteht. Um erarbeitetes Wissen auch im Alltag einsetzen und reproduzieren zu können, wird das Interesse als essentieller Bedingungsfaktor angenommen. Aus den Befunden empirischer Untersuchungen zum Sachunterricht lässt sich ableiten, dass das Gefühl der Selbstbestimmung eine wichtige Voraussetzung ist, um Interesse und intrinsische Motivation aufzubauen und zu erhalten und dass „offener Unterricht“ eine Möglichkeit bietet, die Einschätzungen zum selbstbestimmten Lernen positiv zu beeinflussen (Hartinger & Martschinke, 2007).

In einem auf Interesse und den Aufbau von Verständnis zu Naturphänomenen ausgerichteten Sachunterricht sind die Kinder gefordert, eigene Überlegungen anzustellen, Fragen zu formulieren, Probleme zu identifizieren, Vermutungen anzustellen, Beobachtungen zu beschreiben und zu reflektieren. Denn zum Erwerb anwendungsfähigen Wissens und Kompetenzen im Bereich naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen reicht es nicht, „Schülern auf Experimentierkarten den Aufbau eines Experimentes vorzugeben, sie zur Durchführung aufzufordern, während die Erklärung des Experiments dann von der Lehrkraft oder vom Buch geliefert wird“ (Möller, 2007, S. 83). Entscheidend ist vielmehr, „dass die Kinder ihre vorhandenen Vorstellungen in eigenständigen Denkprozessen zu Gunsten wissenschaftsnäherer Vorstellungen verändern, dabei eigene Vermutungen aufstellen, diese begründen und überprüfen, die Fruchtbarkeit ihrer Erklärungen erfahren und Alltagsbezüge herstellen“ (Möller, 2004, S. 27).

In diesem Zusammenhang nimmt jedoch auch die Lehrkraft eine entscheidende Rolle ein, denn das Experimentieren und Forschen der Kinder führt nicht automatisch zu verstandenem Wissen. Sie muss die Kinder auffordern, ihre Erfahrungen und Beobachtungen mitzuteilen sowie Vermutungen aufzustellen und diese auch niederzuschreiben. Ebenso muss die Lehrperson Begründungen einfordern, auf widersprüchliche Meinungen hinweisen und Impulse einbringen, die den Kindern helfen, Vermutungen zu überprüfen und Widersprüche zu klären. Auch bei der Strukturierung des Gesprächs, der Zusammenfassung und Betonung wichtiger Äußerungen, der Fokussierung auf wichtige Aspekte sowie der Schlussfolgerung und Verallgemeinerung kann die Lehrkraft hilfreich eingreifen. Aufgabe der Lehrerin oder des Lehrers ist es, Möglichkeiten zu schaffen, um das erworbene Wissen zu testen, und Aufgaben, Materialien sowie Freiräume für selbstständiges Lernen bereitzustellen (Möller, 2004, 2007). Kurz zusammengefasst sollte die Lehrperson „so viel Hilfe wie notwendig und so wenig Hilfe wie möglich anbieten, um forschende Lernprozesse zu ermöglichen und die kognitive Aktivität der Lernenden zu fördern“ (Möller, 2007, S. 99).

### 3 Forschungsfragen und Forschungsdesign

In der vorliegenden Studie wird anhand des Themas „Magnetismus“ untersucht, inwiefern sich unterschiedliche Öffnungsgrade beim Experimentieren auf die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler auswirken und welchen Einfluss die motivationalen Variablen der Lernenden auf ihr Lernergebnis haben. Es kommen zwei Varianten bezüglich materialer und personaler Steuerung der Lernprozesse durch die Lehrperson zum Einsatz, die sich in Hinblick auf die kognitive Aktivierung der Schülerinnen und Schüler unterscheiden. Die beiden Zugänge werden im Folgenden „offen“ und „angeleitet“ genannt. Während die experimentelle Lernumgebung für beide Szenarien vollkommen gleich gestaltet ist, sind die Schülerinnen und Schüler bei der Erarbeitung mit der offenen Version des Forscherheftes wahrscheinlich mehr gefordert. Beim offenen Zugang müssen zum Beispiel selbst Namen für die Materialien und die Experimente gefunden werden. Ebenso müssen die Beobachtungsergebnisse und Erkenntnisse im Gegensatz zum angeleiteten Zugang selbst formuliert werden.

Der Fokus der Untersuchungen richtet sich auf die folgenden konkreten Forschungsfragen:

- In welcher Weise wirken sich motivationale Variablen der Kinder auf deren Lernergebnis aus?
- Inwieweit beeinflusst die Art der Intervention das Lernergebnis?
- Welchen Zusammenhang gibt es zwischen der Nachhaltigkeit des Wissenserwerbs und dem Öffnungsgrad der Unterrichtsgestaltung?

Die Studie ist Teil eines größeren Forschungsprojekts der PH NÖ<sup>1</sup>, das – ausgehend von Ergebnissen empirischer Befunde zum Lernen von Volksschulkindern in den Naturwissenschaften – in Kooperationen von Schulen und NÖ Wirtschaft die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen und technischen Verständnisses bei den Lernenden unterstützte und darauf abzielte, schon Schülerinnen und Schüler der Volksschule verstärkt für Naturwissenschaften und technische Berufe und allenfalls sogar für einschlägige Studien zu interessieren.

Für die Beantwortung der Forschungsfragen werden im Rahmen des Projekts SPRINT II zwei Unterrichtseinheiten zum Thema Magnetismus mit Kindern aus zwei vierten Klassen einer niederösterreichischen Volksschule durchgeführt. Dazu werden auf Basis einer Vorerfassung der motivationalen Variablen der Kinder nach einem Auszug des TIMSS-Begleitforschungstests sechs klassenübergreifende randomisierte Stichproben (zwei Mädchen-, zwei Buben- und zwei Gruppen mit Mädchen und Burschen) gebildet. So ist gewährleistet, dass die Gruppen miteinander vergleichbar sind, da sich zum Beispiel in jeder Mädchengruppe wenigstens eine hochmotivierte Schülerin, eine Schülerin mit

durchschnittlicher Motivation und eine im naturwissenschaftlichen Sachunterricht eher unmotivierte Schülerin befindet. Zur Erhebung der Daten werden quantitative Methoden (Wissen, Einstellungen zum Sachunterricht) und qualitative Methoden (Interview, Forscherheft) eingesetzt. Die Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen werden nach der Methode „mixed methods research“ im Sinne einer methodischen Triangulation, im Speziellen der „between-method“ (Flick, 2009) ausgewertet.

## 4 Durchführung der Intervention

Die Datenerhebung für diese Studie erfolgte in zwei Klassen der vierten Schulstufen in einer niederösterreichischen Volksschule. Die 4a Klasse umfasst 17 Kinder, davon elf Buben und sechs Mädchen. In die 4b Klasse gehen 13 Kinder, davon fünf Buben und acht Mädchen. Untersucht wurde somit eine Gesamtanzahl von 30 Schülerinnen und Schüler, darunter 14 Mädchen und 16 Buben. Abbildung 1 zeigt den zeitlichen Ablauf der Aktivitäten und unterschiedlichen Datenerhebungen. Bei der Befragung zur Einstellung zum Sachunterricht sowie der Einschätzung der eigenen Voraussetzungen in diesem Bereich waren alle Kinder anwesend, das heißt 30 Schülerinnen und Schüler füllten den TIMSS-Begleitfragebogen aus. Bei der Durchführung der Intervention fehlten elf Kinder, das heißt, es führten nur 19 Kinder (7 Kinder mit Deutsch als Zweitsprache) die Experimente durch. Der verzögerte Wissenstest zur Überprüfung der Nachhaltigkeit der Lernergebnisse wurde von insgesamt 18 Kindern durchgeführt. Acht Kinder der 4a und vier Kinder der 4b fehlten an diesem Tag. Für das Leitfadeninterview zum Thema Nachhaltigkeit wurden acht Kinder ausgewählt. In dieser Stichprobe waren jeweils zwei leistungsstärkere und zwei leistungsschwächere Mädchen und Burschen.

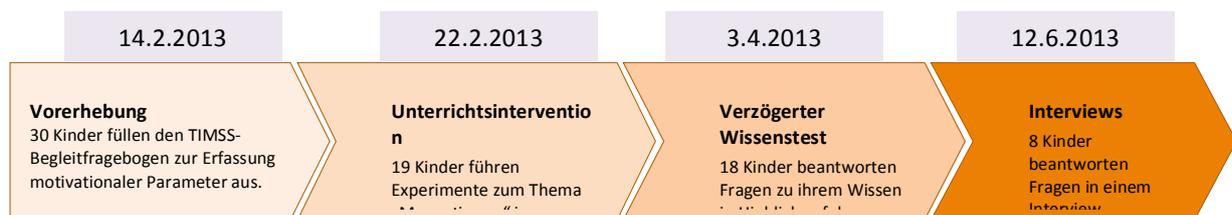


Abbildung 1: Übersicht über die Aktivitäten und Datenerhebungen.

### 4.1 Erstellung der randomisierten Stichprobe

Als Treatment zur Vorerhebung der motivationalen Variablen der Schülerinnen und Schüler wurden spezifische Items des TIMSS-Fragebogens (Trends in International Mathematics and Science Study) aus dem Abschnitt „Sachunterricht in der Schule“ herangezogen. Dieser Auszug umfasst acht Items, welche den Aspekt der Einschätzungen zum Lernen im Sachunterricht und die Einstellungen zum Fach Sachunterricht betreffen.

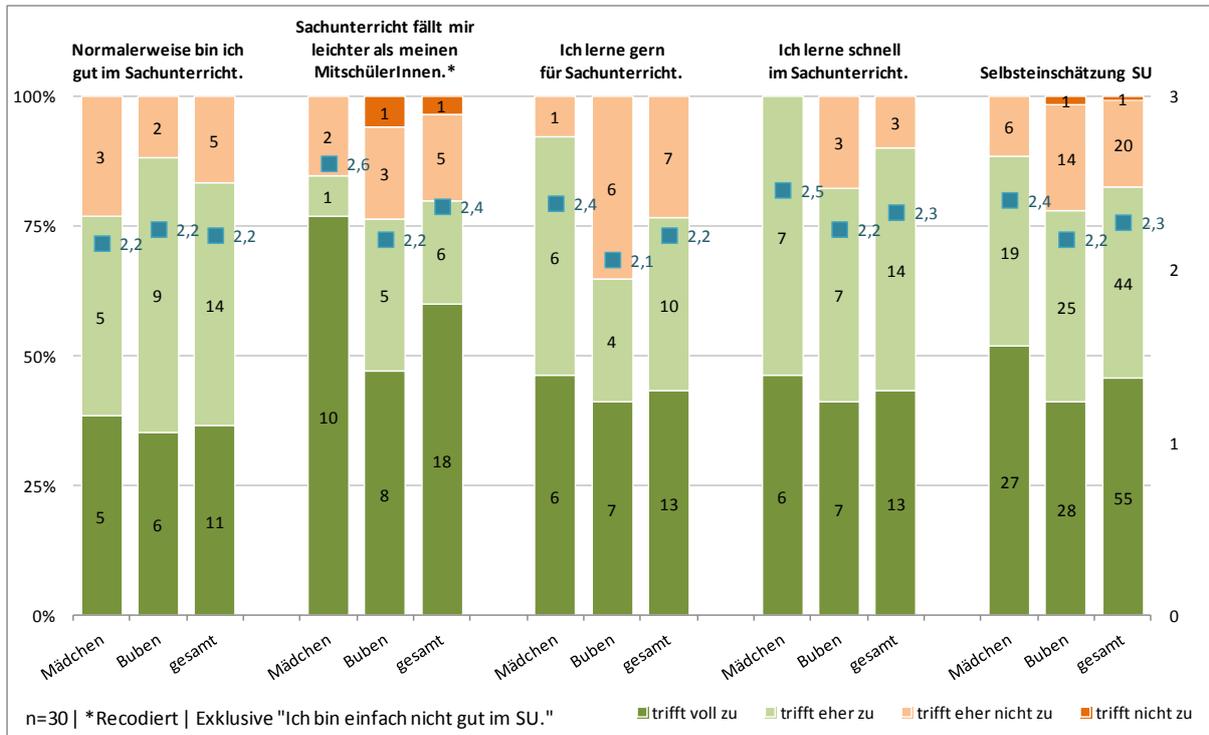
Die Skala „Einschätzungen zum Lernen im Sachunterricht“ beinhaltet fünf Items:

1. Normalerweise bin ich gut im Sachunterricht.
2. Sachunterricht fällt mir schwerer als vielen Mitschülern von mir.<sup>2</sup>
3. Ich lerne gerne für Sachunterricht.
4. Ich bin einfach nicht gut im Sachunterricht.<sup>3</sup>
5. Ich lerne schnell im Sachunterricht.

Wie Abbildung 2 zeigt, sind die Einschätzungen der Kinder zum Eigenkönnen beziehungsweise die Einstellungen zum Lernen im Sachunterricht insgesamt positiv und liegen auch bezüglich der Mittelwerte (vgl. blaue Kästchen und Beschriftung) signifikant im Zustimmungsbereich<sup>4</sup>. Insbesondere schätzen Mädchen Sachunterricht als „leichtes“ Fach ein, welches es ihnen leichter fällt als den Mitschülerinnen und Mitschülern. Zehn von 13 Mädchen wählen hier die Option für die höchste Zustimmung.

Die Skala „Einstellung zum Sachunterricht“ umfasst drei Items:

1. Ich hätte in der Schule gern mehr Sachunterricht.
2. Sachunterricht ist langweilig.
3. Ich mag Sachunterricht.



**Abbildung 2:** Verteilung Einschätzung Sachunterricht.

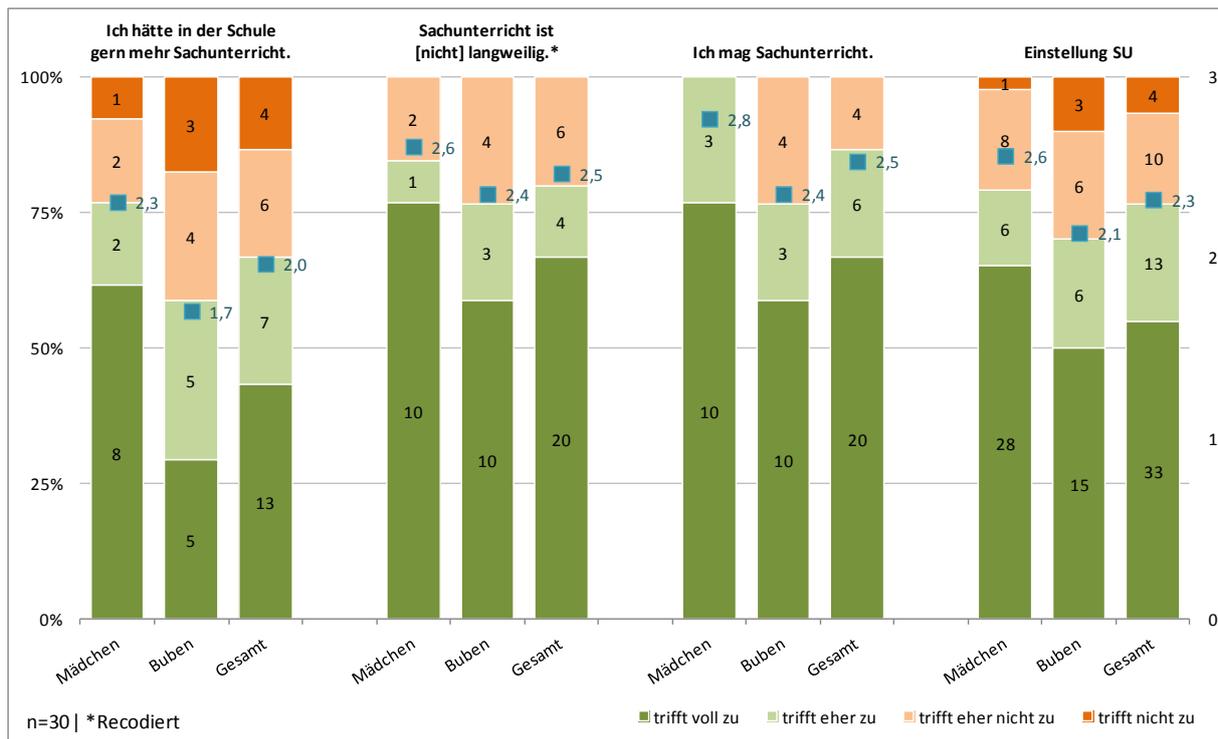


Abbildung 3: Verteilung Einstellung Sachunterricht.

Die Einstellung zum Sachunterricht ist über alle beobachteten Items positiv (vgl. Abbildung 3). Die Mädchen haben eine leicht positivere Einstellung zum Sachunterricht als die Buben. Besonders zeigt sich das in der Frage danach, ob man Sachunterricht mag. Hier gibt es seitens der Mädchen keine negativen Antworten. Insgesamt lässt sich mit Hilfe einer Varianzanalyse zeigen, dass für beide Skalen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern existieren, weder hinsichtlich der Einschätzung zum Lernen im Sachunterricht noch bezüglich der Einstellung zum Sachunterricht. Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen der TIMSS-Studie überein, wo auch kein signifikanter Unterschied in Bezug auf das naturwissenschaftliche Selbstkonzept und die Einstellungen zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht festgestellt werden konnten<sup>5</sup>.

## 4.2 Instrumente zur Erhebung weiterer Daten nach der Intervention

### 4.2.1 Forscherhefte

Zur Durchführung der beiden Zugänge („offen“ und „angeleitet“) beim Experimentieren zum Thema Magnetismus wurden zwei Ausprägungen von Forscherheften entwickelt. Beide Forscherhefte umfassten folgende Inhalte:

- Die zwei Pole eines Magneten
- Anziehung und Abstoßung
- Das Eisen-Magnet-Modell
- Die Magnetnadel – der Kompass
- Durch welche Stoffe wirkt ein Magnet hindurch?
- Mein eigener Magnet
- Das schwebende Gespenst

Für beide Varianten des Forscherheftes war neben den gemeinsamen inhaltlichen Aspekten auch der Ansatz des naturwissenschaftlichen Experimentierens gleich und richtete sich nach der POE-Methode (Predict – Observe – Explain) von White und Gunstone (1992). Alle Kinder sollten daher zuerst Vermutungen aufstellen (und aufschreiben), dann in der Folge ihre eigenen Vermutungen durch Ausprobieren überprüfen und

beobachten, ob das Versuchsergebnis mit ihren vorher geäußerten Ideen übereinstimmt, und schließlich eine Erklärung formulieren.

 <div style="background-color: #ffffcc; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> <p> 1 Stabmagnet        1 Kompass (Magnetnadel)</p>  <hr/> <p> Was kannst du mit einem Stabmagneten und einer Magnetnadel alles herausfinden?</p> <p> Vermute und notiere deine Vermutungen!</p> <p></p> <hr/> <p> Beobachte und beschreibe!</p> <p></p> <hr/> <p> Erkläre! (Skizziere, wenn nötig)</p> <p></p>	 <div style="background-color: #ffffcc; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> <p> Wasserkrug mit Wasser        Plastikbecher        Büroklammer        verschiedene Materialien        Magnet</p>  <hr/> <p> Was kannst du mit dem Wasser und verschiedenen Materialien herausfinden?</p> <p> Vermute!</p> <p></p> <hr/> <p> Versuche und beschreibe!</p> <p></p> <hr/> <p> Erkläre!</p> <p></p>
--	---

Abbildung 4: Auszug aus dem Forscherheft zum offenen Zugang<sup>6</sup>.

Die Unterschiede der zwei Forscherhefte werden einerseits anhand der Abbildungen 4 und 5 deutlich. Neben der verschiedenen zum Einsatz kommenden Materialien Steuerung erfolgte auch noch weiter eine unterschiedliche Anleitung und Begleitung durch entsprechende Anweisungen der Lehrkraft.

- Beim offenen Zugang waren die Kinder aufgefordert, nach jeder Station eine eigene Überschrift für ihr Experiment zu finden.
- Beim offenen Zugang mussten die Materialien selbst benannt werden.
- Beim angeleiteten Zugang wurde Schritt für Schritt angewiesen.
- Beim angeleiteten Forscherheft musste größtenteils nur angekreuzt werden, während beim offenen Heft eigene Formulierungen gefragt waren.

5

**Die Magnethnadel**

- Die dunkle Spitze der Magnethnadel ist ein magnetischer Nordpol!
- Überlege, wie du diese Aussage mit einem Stabmagneten überprüfen kannst!



- Ist diese Aussage richtig?
- Ja  Nein

Untersuche in den folgenden Fällen die Drehung der Magnethnadel und zeichne sie jeweils wie im Beispiel richtig ein!



<p>Fall 1:</p>	<p>Fall 2:</p>
<p>Fall 3:</p>	<p>Fall 4:</p>

6

**Kann die Anziehungskraft gestoppt werden?**

- Nimm den Wasserkrug und fülle etwas Wasser in den Plastikbecher. Anschließend lass eine Büroklammer in den Becher fallen.
- Wie bekommst du die Büroklammer aus dem Wasser, ohne nass zu werden?



Hol dir zusätzlich einen Magneten zur Hilfe!

Durch welche Materialien wirkt ein Magnet?

Was vermutest du?

Der Magnet wirkt durch...	ja	nein
Papier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metallplatte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Was hast du beobachtet?

Der Magnet wirkt durch...	ja	nein
Papier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Holz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metallplatte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Merke:  
Die Kraft eines Magneten \_\_\_\_\_ nur \_\_\_\_\_ schirmen die Magnetkraft ab.

**Abbildung 5:** Auszug aus dem Forscherheft zum angeleiteten Zugang.

Neun Kinder der zwei Klassen erhielten ein Forscherheft mit einem „angeleiteten“ Design und waren aufgefordert, mit Unterstützung zweier Studierender den Stationenbetrieb in 70 Minuten durchzuarbeiten. Elf Kinder arbeiteten im Anschluss daran mit einem „offen“ gestalteten Forscherheft. Die Stationen wurden in einer kurzen Pause dementsprechend umgebaut.

**4.2.2 Wissenstest zur Überprüfung der Nachhaltigkeit**

Der verzögerte Wissenstest zur Ermittlung der Nachhaltigkeit der Lernergebnisse wurde ungefähr sechs Wochen nach der Unterrichtsintervention durchgeführt und bestand aus vier Fragen:

- Wie heißen die zwei Pole eines Magneten?
- Welche Gegenstände werden von einem Magneten angezogen?
- Durch welche Materialien kann die magnetische Anziehungskraft hindurch wirken?
- Wie kann ich aus einem Draht einen Magneten machen?

**4.2.3 Leitfadeninterview**

Aufgrund der Ergebnisse dieses Wissenstests (vgl. Kap. 4.2.2) wurden acht Kinder mit sehr unterschiedlichen Resultaten ausgewählt und nochmals mittels eines Leitfadeninterviews fast 4 Monate nach der Erarbeitung des Wissens noch einmal genauer zu ihrem nachhaltigen Wissenserwerb befragt. Das Interview wurde mit Hilfe des Handys aufgezeichnet, wörtlich transkribiert und mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Das Interview dauerte zwischen vier bis sieben Minuten, abhängig vom Wissen der Kinder.

Der Leitfaden für das Interview beinhaltet die folgenden Fragen:

1. An welche Experimente kannst du dich von unserem ersten Experimentiertag/Forschertag erinnern?

2. Was war so besonders an dem Gespenst?
3. Was hast du über Magneten gelernt?
4. Welche Stoffe werden von einem Magneten angezogen?
5. Wie heißen die 2 Pole eines Magneten?
6. Was passiert, wenn ein Nordpol und ein Südpol aufeinandertreffen?
7. Was passiert, wenn eine Nordpol und ein Nordpol aufeinandertreffen?
8. Erinner dich an die Computerstation! Was fällt dir dazu ein?
9. Durch welche Stoffe wirkt ein Magnet hindurch? – Erinner dich an die Station mit dem Wasserkrug und den Büroklammern!
10. Was hat dir an deinem Forscherheft gefallen bzw. nicht gefallen?

## 5 Ausgewählte Ergebnisse

Alle Auswertungen erfolgten mit dem Statistikprogramm SPSS, wobei neben deskriptiven Verfahren auch inferenzstatistische Methoden zur Überprüfung der Hypothesen angewandt wurden.

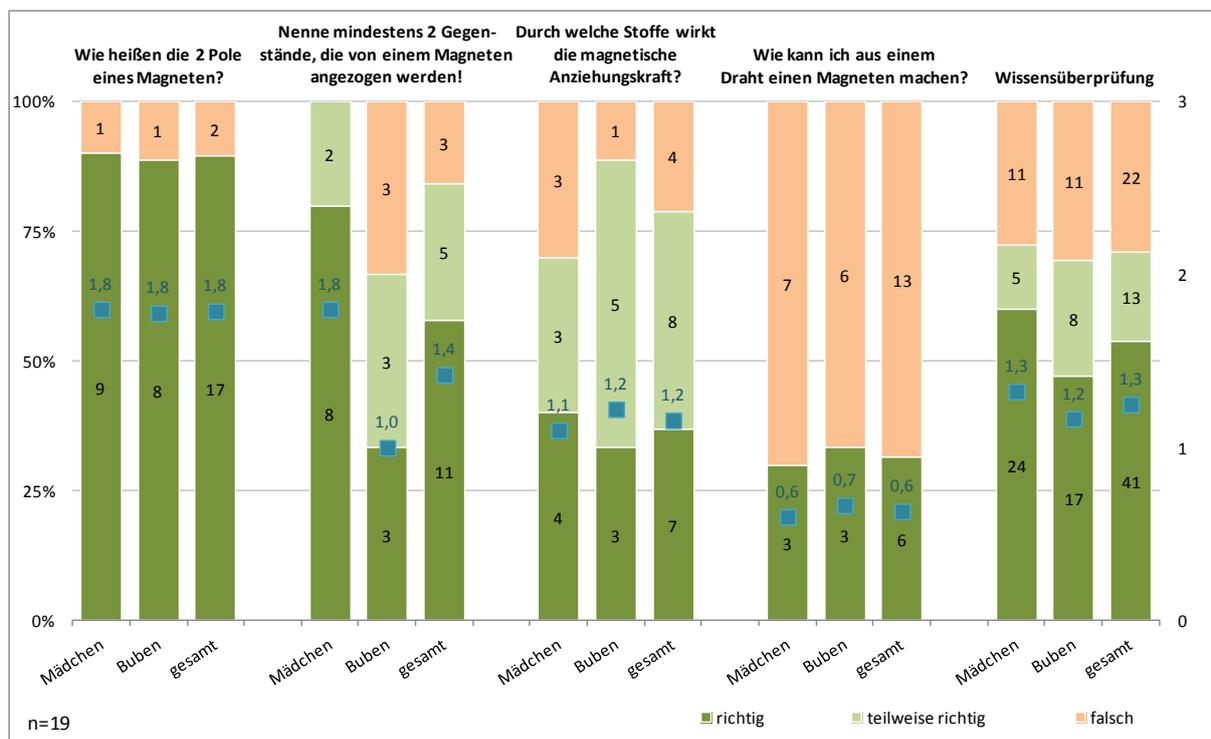


Abbildung 6: Wissensprüfung nach Geschlecht.

Bei der Wissensüberprüfung aller Schülerinnen und Schüler in der Stichprobe zeigt sich allgemein (vgl. Abbildung 6), dass mit zunehmender Spezifikation der Fragestellung der Anteil der richtigen Antworten zurückgeht. Insgesamt können 17 von 19 Kindern (89,5%) die beiden Pole eines Magneten korrekt benennen. Der Median liegt hier dementsprechend in der Kategorie „richtig“ bei einem Mittelwert von 1,8. Demgegenüber entfallen bei der Frage nach den Stoffen, durch die die magnetische Anziehungskraft wirkt, nur noch etwas mehr als ein Drittel auf korrekte Antwortoptionen. Acht von 19 Kindern geben eine teilweise richtige Antwort. In der praktischen Anwendung, d.h. auf die Frage, wie ich aus einem Draht einen Magneten machen kann, verhält es sich ähnlich. 31,5% (Sechs von 19 Kindern) liegen hier gesamt richtig, während alle anderen keine korrekte Antwort finden. Da es in dieser Frage keine „teilweise richtigen“ Antworten gibt, liegt der Median in der Kategorie „falsch“, bei einem Mittelwert von 0,6.

Gesamt geben dadurch mehr als die Hälfte der Kinder richtige Antworten (53,9%), wobei Mädchen im Mittel geringfügig besser abschneiden. 60% der Mädchen geben, über alle Fragen gesehen, korrekte Antworten. Bei den Buben sind es 47,2%. Dies liegt darin begründet, dass Mädchen häufiger Gegenstände nennen können, die von einem Magneten angezogen werden.

Beim Forscherheft (vgl. Abbildung 7) zeigen sich insgesamt bessere Ergebnisse. 61 von 76 Einträgen sind hier korrekt (80,3%). Alle Kinder benennen hier die beiden Pole korrekt und nennen zwei Gegenstände, die von einem Magneten angezogen werden. Unterschiede zwischen den Geschlechtern ergeben sich mit der Ausdifferenzierung der Fragestellung. Wie bei der Wissensüberprüfung werden auch hier allgemein die Ergebnisse schwächer, der Median bleibt aber über alle Fragen in der Kategorie „richtig“. Buben liegen im Mittel aber bei den Fragen nach Stoffen, durch welche die magnetische Anziehungskraft wirkt, sowie jener danach, wie aus einem Draht ein Magnet hergestellt werden kann, vor den Mädchen. Gesamt entfallen so bei Buben 86,1% auf richtige Einträge, bei Mädchen 71,4%.

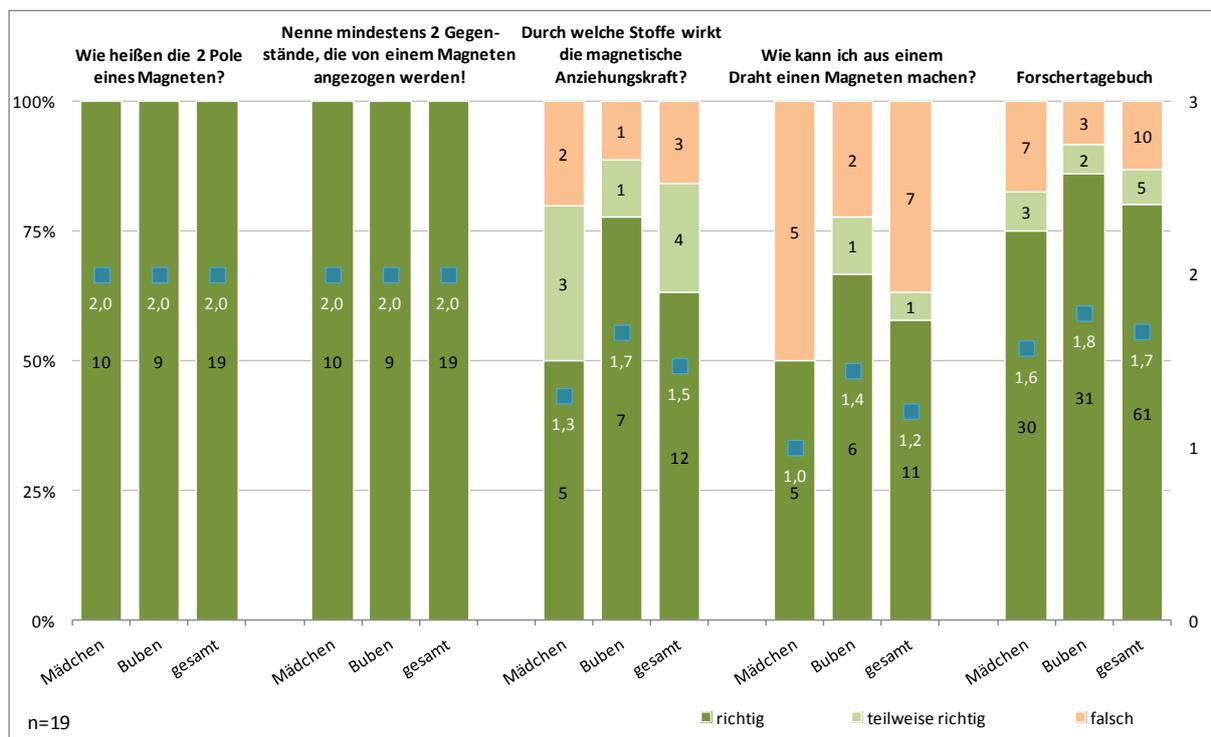
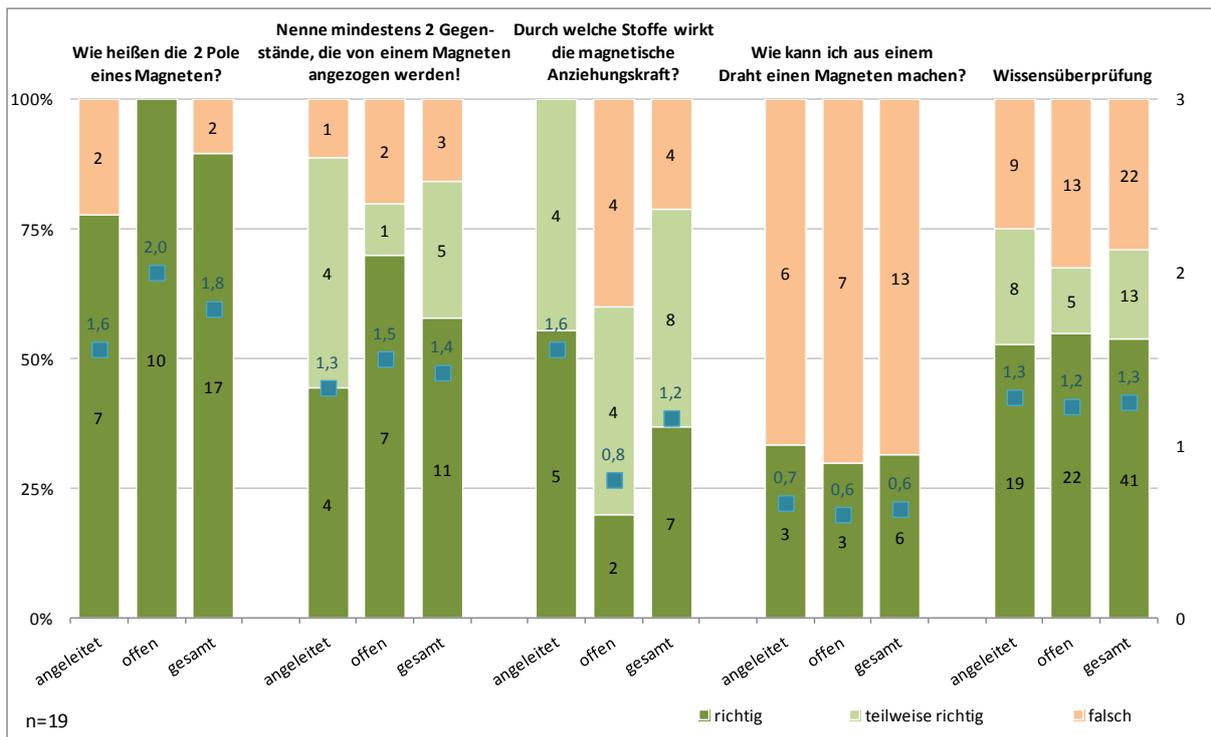
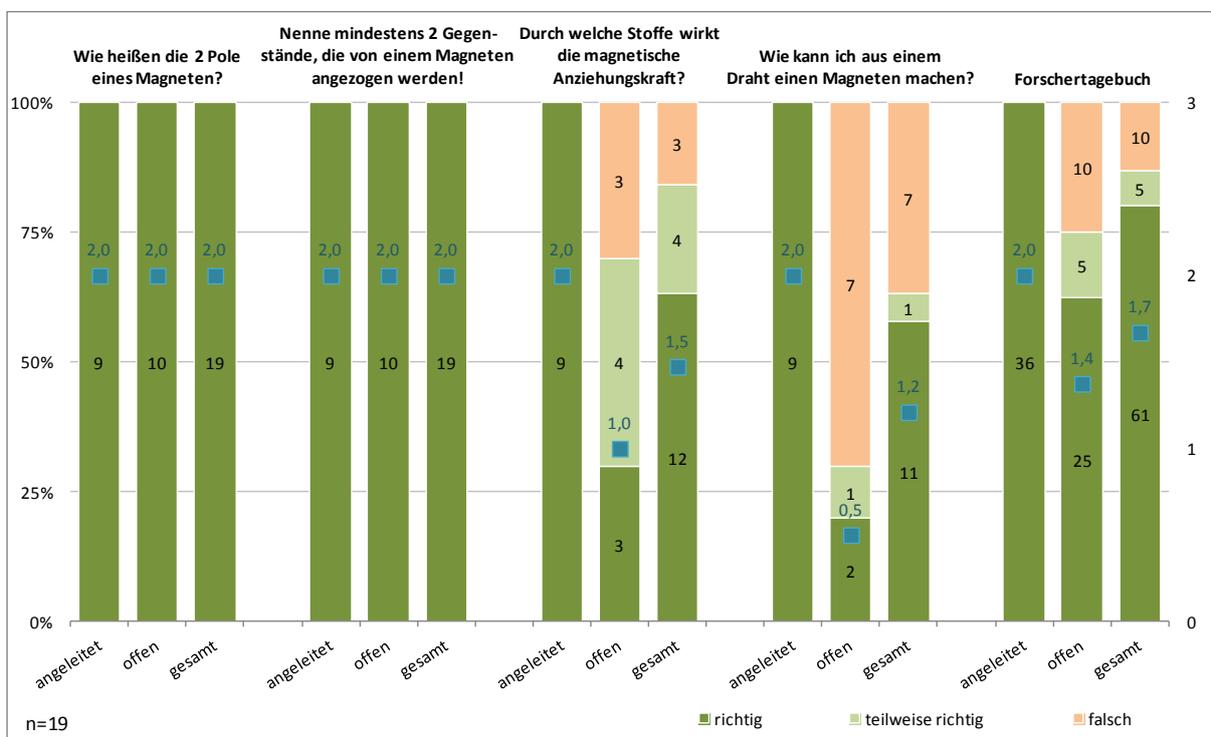


Abbildung 7: Forscherheft nach Geschlecht.

Sowohl bezüglich des Wissenstests wie auch hinsichtlich des Forscherheftes konnte auf Basis der durchgeführten Zusammenhangsüberprüfung (Spearman-Rho<sup>7</sup>) kein Zusammenhang zwischen der Einschätzung und der Einstellung zum Sachunterricht mit dem jeweiligen Lernerfolg (gemessen an den Ergebnissen im Wissenstest und dem Forscherheft) festgestellt werden. In einem weiteren Schritt wurden daraufhin die einzelnen Items zur Einschätzung und zur Einstellung auf ihren Zusammenhang mit den Ergebnissen in der Wissensüberprüfung sowie jenen der Forscherhefte überprüft. Auch hier zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge. Das heißt, dass auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchung weder für die Einstellung zu noch für die Selbsteinschätzung im Sachunterricht eine Auswirkung auf den Lernerfolg begründet angenommen werden kann.



**Abbildung 8:** Verteilung Wissensprüfung nach Interventionsart.



**Abbildung 9:** Verteilung Forschertagebuch nach Interventionsart.

Zur Überprüfung des Einflusses der Interventionsart – „offen“ oder „angeleitet“ – wurde ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Es zeigt sich, dass die Ergebnisse des Forschungsheftes (vgl. Abbildung 9) von der Interventionsart abhängig sind, während die verzögerte Wissensüberprüfung davon nicht beeinflusst wird (vgl. Abbildung 8). Wie aus Abbildung 10 ersichtlich, unterscheiden sich die Ergebnisse im Gesamtergebnis des Forscherheftes bei zwei Fragen: a) durch welche Stoffe die magnetische Anziehungskraft wirkt und b) wie aus

einem Draht ein Magnet hergestellt werden kann. In beiden Fällen ergeben sich signifikante Unterschiede bezüglich der Interventionsart. Während insgesamt bei angeleiteter Intervention sämtliche Fragen im Forscherheft richtig gelöst wurden, ist dies in den angeführten zwei Fragen – und damit auch im Gesamtergebnis – nicht der Fall.

	Nullhypothese $H_0$	Test	Signifikanz	Entscheidung
1	Es gibt keinen Unterschied hinsichtlich der beiden Zugänge zur Frage: Durch welche Stoffe wirkt die magnetische Anziehungskraft?	Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben	.008	$H_0$ ablehnen
2	Es gibt keinen Unterschied hinsichtlich der beiden Zugänge zur Frage: Wie kann ich aus einem Draht einen Magneten machen?	Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben	.002	$H_0$ ablehnen
3	Es gibt keinen Unterschied hinsichtlich der beiden Zugänge zum Forscherheftgebuch.	Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben	.002	$H_0$ ablehnen

Tabelle 1: Hypothesentest – Interventionsart.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße ( $n = 8$ ) beim zeitverzögerten Interview können die Ergebnisse nicht mehr mit inferenzstatistischen Verfahren abgesichert werden. Es zeigt sich jedenfalls, dass der Einfluss der Interventionsart je nach Themenstellung differiert (vgl. Abbildung 10). Die beiden ersten Themen „Geist – Büroklammer“ und „Anziehung – Abstoßung“ wurden von Kindern beider Gruppen in gleicher Anzahl genannt, während bei der Frage zum Forscherheft Unterschiede nach offenem oder angeleitetem Zugang zu erkennen sind. Hier entfallen beim angeleiteten Zugang alle Antworten in die Kategorie „teilweise“, beim offenen Zugang alle in die Kategorie „komplett“. Auch die Gesamtqualität ist beim offenen Zugang deutlich besser (100% „komplett“).

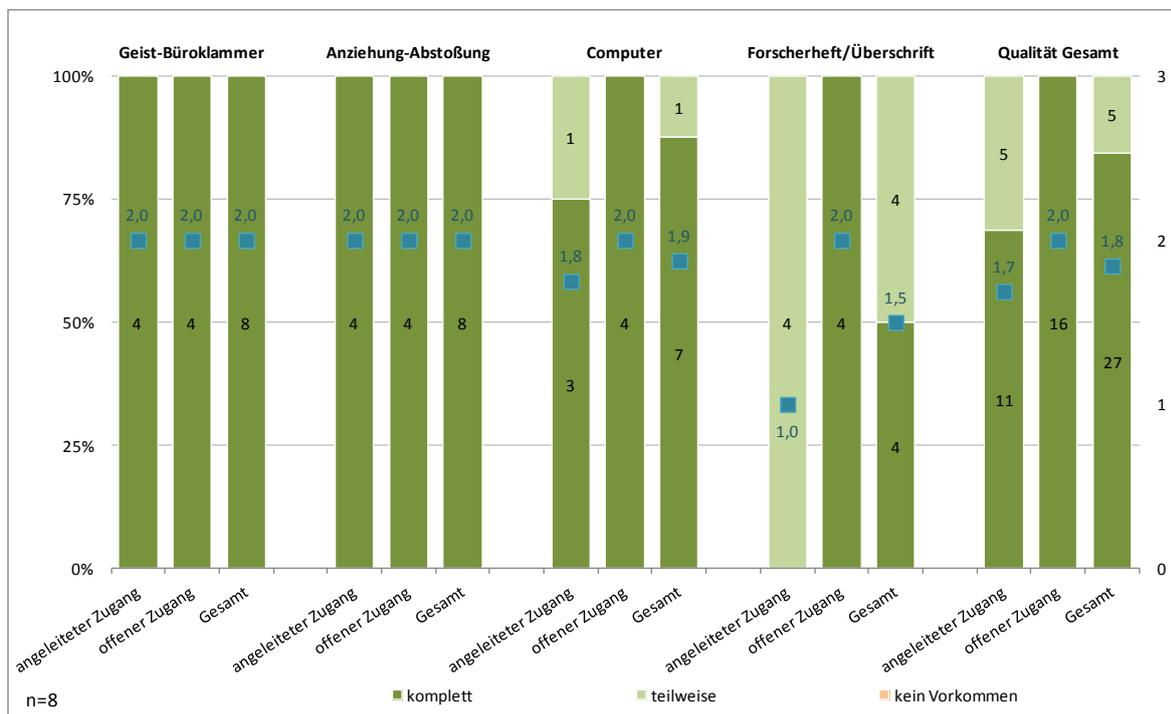


Abbildung 10: Vorkommen in Intervention nach Zugang.

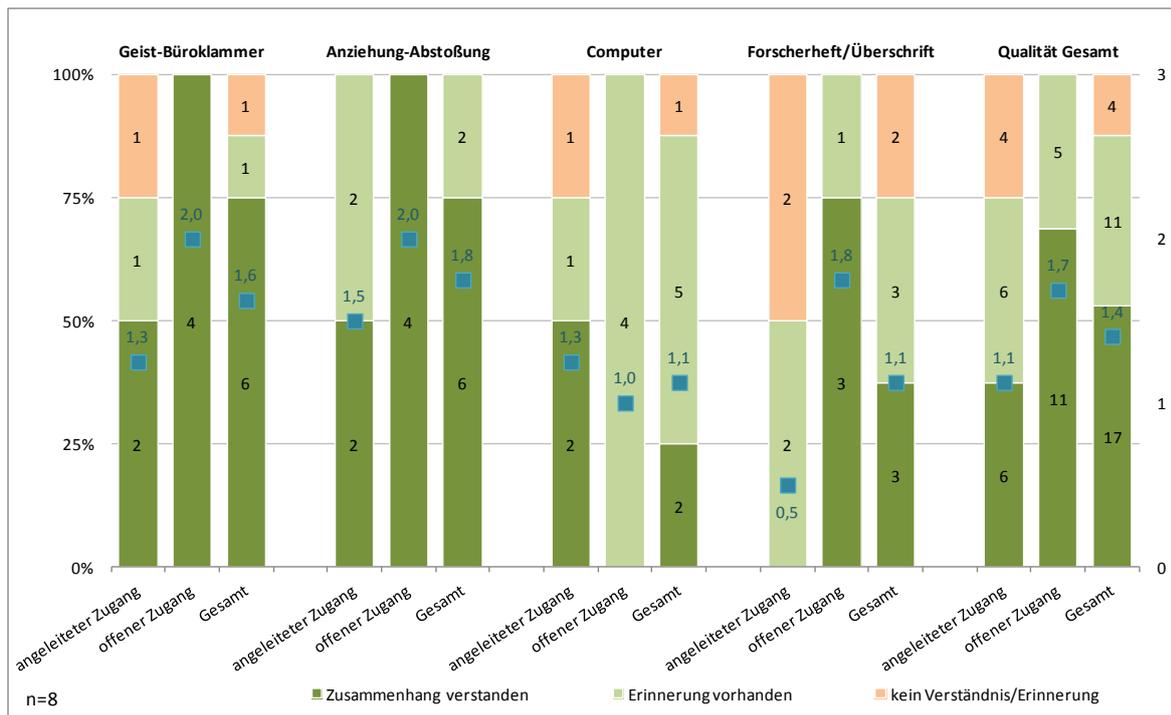


Abbildung 11: Qualität Interviews nach Zugang.

Abbildung 11 verdeutlicht die Qualität der beiden Zugänge in Bezug auf die unterschiedlichen Themen. Beim offenen Zugang wurden die ersten zwei Fragen nicht nur richtig beantwortet, sondern auch der Zusammenhang vollständig erkannt. Auch das Forscherheft haben die Kinder mit offenem Zugang besser in Erinnerung.

Besonders deutlich und detailliert zeigt sich die verschiedene Wirksamkeit der beiden Zugänge in Bezug auf Lernerfolg und Nachhaltigkeit in den exemplarischen Ausschnitten von Interview-Transkripten (vgl. Tabelle 2 und Tabelle 3).

<i>Interviewerin</i>	<i>Kind Ko2 (offener Zugang)</i>
An welche Experimente kannst du dich von unserem 1. Forschertag erinnern?	<b>Magnetismus.</b>
Sehr gut. Kannst du dich an irgendwelche Experimente/Versuche erinnern? Was hat dich beeindruckt, an was kannst du dich erinnern?	Ein <b>Geist</b> ...ein Gespenst.
Ein Geist ja. Was war so besonders an dem Geist?	Der schwebte.
Wie hat das funktioniert? Was war da los?	Da hattest du einen <b>Magneten</b> in der Hand. Und im Geist waren <b>Büroklammern</b> .
Was haben die 2 miteinander zu tun?	Die haben sich <b>angezogen</b>
Wieso haben sich diese angezogen?	Weil sie aus Metall sind.....aus <b>Eisen</b> .
Sehr gut. Hast du sonst noch etwas von den Stationen im Kopf?	Da gabs so ein Viereck, wo ganz <b>viele Pfeile</b> drinnen waren. Ja.
Was hast du da herausgefunden?	Wenn man einen Magneten an eine Seite hin tut, dann gehen die <b>Pfeile in eine andere Richtung</b> .
Sonst noch etwas?	<b>Wodurch geht ein Magnet</b> oder Magnetismus.
Genau das war eine Station. Was hast du da herausgefunden?	durch <b>Wasser</b> ,... durch <b>Holz</b> auch, ....durch.....weiß ich nimmer.
Was haben wir bei der Station ausprobiert, wo verschiedene Magnete gelegen sind?	Ob sie sich <b>anziehen oder abstoßen</b>
Auf was bist du da draufgekommen	Dass sich <b>Nordpol und Südpol anziehen</b> und <b>N-Pol und N-Pol sich abstoßen</b>
Und was ist mit <b>S-Pol und S-Pol</b> ?	<b>Stoßen sich auch ab</b> .
Kannst du dich noch erinnern - wir hatten auch eine Computerstation.	Ja. Da konnte man <b>Eisen mit Hitze belassen</b> . Da <b>wackeln diese Pfeile</b> , die da drinnen sind.
Bist du auf noch etwas draufgekommen?	Da war ein <b>Hammer</b> . Mit dem hat man draufhauen können.
Was war da?	Da haben die <b>Pfeile wieder gewackelt</b> .

Sonst noch etwas?

Da konnte man einen **Magneten auf eine Seite hin platzieren**. Wenn man einen Magneten von Norden auf Norden inhält, dann drehen sich die Südpol Pfeilchen zum Magneten

**Tabelle 2:** Auszug aus dem Interview-Transkript mit einem Kind aus dem Szenario „offener Zugang“.

Interviewerin	Kind Kg4 (geschlossener Zugang)
An welche Experimente kannst du dich von unserem 1. Experimentiertag erinnern? Ich mein unseren 1. Forschertag.	An den <b>Geist</b> .
An den Geist. Was war da so besonders?	Wir haben einen <b>Geist ausgeschnitten</b> und eine <b>Büroklammer hineingeklebt</b> . Dann haben wir uns in einen Kreis gesetzt und dann ist eine Frau durchgegangen mit einem Magneten und der Geist wurde von <b>dem Magneten angezogen</b> .
Und wieso wurde der Geist angezogen?	Weil die <b>Büroklammer ist aus Metall</b> .
Ok. ...Ah...um welches Thema ist es an diesem Tag gegangen. Weißt du das noch?	Weiß ich nicht, wie das heißt.
Aja. Es war auch eine Station gemacht, wo viele verschiedene Sachen gelegen sind, z.B. Holz, Gummiringerl, Stoffe, Büroklammer....Kannst du dich noch erinnern? Was haben wir da getestet?	<b>Was alles angezogen wird?</b>
Und was hast du da herausgefunden?	Das Magnet angezogen werden kann, also die <b>Büroklammer kann angezogen werden</b> , ...ich glaub <b>Holz auch</b> , also wenn unten so ein Metall ist,... Ich glaub das Holz darf auch nicht so dick sein.
Aus welchem Stoff ist die <b>Büroklammer</b> ?	Aus ... <b>aus Metall</b> .
Ok, du sagst aus Metall. Wir haben auch eine Station gehabt, wo viele Magnete gelegen sind. Da haben wir mit zwei Magneten immer etwas ausprobiert.	Ja, da war ein <b>Grünes und ein Rotes</b> ,... ich weiß nicht wie das heißt. <b>Das Grüne wird mit dem Roten angezogen und das Grüne mit dem Grünen nicht und das Rote und Rote auch nicht</b> .
Ja sehr gut. Das sind die Süd- und Nordpole. Das meinst du, oder?	Ja genau.
Kannst du dich auch noch an die Station mit dem Computer erinnern?	Da hats so ein <b>Spiel</b> gegeben. Ja da musste man so irgendwas bauen.
Weißt du was?	Irgend so etwas mit so einem <b>Hammer</b> . Da musste man etwas <b>zusammenhauen</b> .
Und was ist das passiert, wenn du mit dem Hammer raufgeschlagen hast?	Ich weiß nicht genau. Da war es weg. Ich weiß nicht mehr.
Kannst du dich an sonst noch etwas erinnern?	Nein.

**Tabelle 3:** Auszug aus dem Interview-Transkript mit einem Kind aus dem Szenario „angeleiteter Zugang“.

Während Kind Ko2 von sich aus viele Experimentierstationen erinnern kann, braucht Kind Kg4 deutliche Hinweise durch die interviewende Person. Ebenso sind die Antworten von Ko2 wesentlich reichhaltiger, fachlich differenzierter und auf einem höheren allgemeinen Niveau, als dies bei Kg4 der Fall ist. So wird etwa von Kind Kg4 der Begriff „Eisen“ nicht genannt, woraus geschlossen werden kann, dass nicht erfasst wurde, dass nur bestimmte Metalle von einem Magneten, in erster Linie Eisen, angezogen werden. Ebenso kann davon ausgegangen werden, dass sich Kind Ko2 wesentlich intensiver mit der Aufgabe bei der Computerstation beschäftigte und bereits ein erstes Modellverständnis entwickeln konnte, während bei Kind Kg4 nicht einmal eine nachhaltige Erinnerung an die Oberfläche des virtuellen Lernobjekts vorhanden ist.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Es konnten keine Zusammenhänge zwischen der (Selbst-)Einschätzung im Sachunterricht und den Lernergebnissen festgestellt werden. Lernergebnisse, unabhängig ob über Wissensüberprüfung oder Forscherheft festgestellt, zeigen sich auf Basis der durchgeführten Untersuchung unabhängig von der eigenen Einschätzung zum Lernen im Sachunterricht sowie von der Einstellung zum Sachunterricht. Weiter konnte anhand der Forscherhefte abgeleitet werden, dass die angeleitete Intervention einen größeren Wissenserwerb mit sich brachte. Wie vor allem die teilnehmende Beobachtung zeigte, konnten die Kinder offensichtlich mit der offenen Form des Experimentierens vorerst nur wenig anfangen. Bei der offenen Form mussten die Kinder im Forscherheft auch mehr schreiben, was vor allem für Kinder mit Deutsch als Zweitsprache sehr schwierig war. Die Kinder mussten beim offenen Zugang auch selbst Überschriften suchen, was ebenfalls eine gewisse Zeit in Anspruch nahm, sodass bei einigen Kindern das Forscherheft mehr oder weniger unvollständig blieb. Im

Wissenstest lassen sich allerdings zwischen den beiden Treatments keine signifikanten Unterschiede festmachen, was vielleicht auch darauf zurückzuführen ist, dass eher nur deklaratives Wissen abgeprüft wurde.

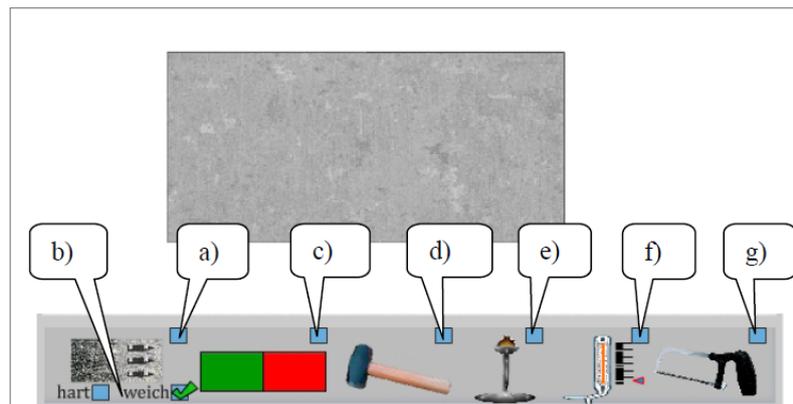
Anhand der acht Interviews, welche zeitverzögert fast vier Monate nach der Intervention durchgeführt wurden, zeigte sich aber deutlich, dass die nachhaltigeren Ergebnisse in puncto Wissenserwerb mit dem offenen Zugang erzielt werden konnten. Bei den Interviews wurde gezielt auf jene Teilbereiche eingegangen, die im Forscherheft von beiden Gruppen vollständig bearbeitet wurden, um eine vergleichbare Voraussetzung zu bieten. Die vier Kinder, die mit dem offenen Zugang gearbeitet hatten, konnten alle Fragen komplett richtig beantworten. Es zeigte sich, dass die Kinder nach dem angeleiteten Experimentieren kaum ein Erinnerungsvermögen an ihr Forscherheft hatten. Die Kinder mit dem offenen Forscherheft behielten dieses hingegen in Erinnerung. Es kann angenommen werden, dass die Intensität der Auseinandersetzung mit dem Thema sowie die Ermöglichung einer kreativen und eigenständigen Erarbeitung hierzu entscheidend beitragen kann, während die angeleitete, rezeptartige Abarbeitung von Arbeitsanweisungen längerfristig keine Nachhaltigkeit gewährleisten kann. Durch das Suchen einer passenden Überschrift waren die Kinder beim offenen Zugang nach jeder Aufgabe aufgefordert, das soeben Erarbeitete noch einmal zu reflektieren und sich auf eine Metaebene zu begeben. Das heißt, dass sich diese Gruppe wahrscheinlich intensiver mit der Thematik auseinandersetzte und dadurch längerfristig auf die erarbeiteten Inhalte zurückgreifen kann.

Zusammengefasst kann man folgende Schlüsse ziehen: Die angeleitete Gruppe schafft bei der Erarbeitung mehr Inhalte, was anhand der Forscherhefte erkennbar ist. Die offene Gruppe braucht für die Erarbeitung länger, eignet sich aber längerfristiges Wissen an. Ein offener Zugang scheint in Hinblick auf den Wissenserwerb eine tiefere Verarbeitung zu begünstigen und eine nachhaltige Verfügbarkeit zu ermöglichen. Besonders überraschend ist dabei, dass dieser Befund sowohl unabhängig vom Geschlecht als auch von den Einstellungen zum Sachunterricht und zum Lernen im Sachunterricht ist. Obwohl die vorliegenden Ergebnisse aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs nicht verallgemeinert werden können, konnten doch einige interessante Zusammenhänge sichtbar gemacht werden, die mit viel größeren Stichproben unter noch besserer Kontrolle der Umgebungsvariablen repliziert werden müssten.

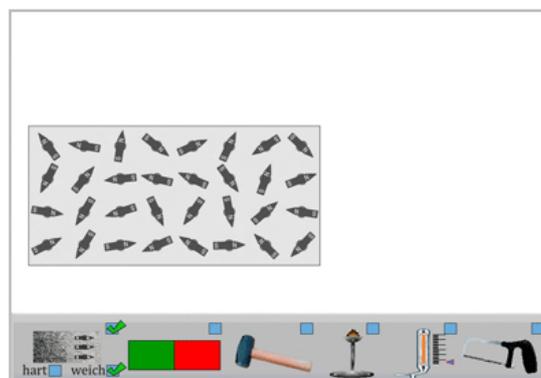
## 7 Anhang: Material und Aufgabe bei der Computerstation

Die Computersimulation "Magnet-Modell"<sup>8</sup> unterstützt das Verständnis und den Umgang mit der theoretischen Vorstellung des Elementarmagnet-Modells. Durch Setzen oder Löschen von Häkchen lassen sich verschiedene Auswahlmöglichkeiten treffen (vgl. Abb. 12 und 13):

- a) Elementarmagnetchen sind sichtbar oder nicht sichtbar.
- b) „Harte“ und „weiche“ magnetische Materialien können unterschieden werden (Hart: nach der Magnetisierung durch einen äußeren Magneten bleibt die Magnetisierung des Eisenstücks auch nach Entfernung des magnetisierenden Magneten erhalten; bei weichen magnetischen Materialien verschwindet die Magnetisierung nach Entfernung des äußeren Magneten recht schnell.
- c) Ein Magnet kann in die Nähe des zunächst unmagnetischen Eisenstücks gebracht werden (sowohl von recht als auch von links und von oben) und das Eisenstück magnetisieren (siehe Abb. 3).
- d) Durch Klopfen mit einem Hammer kann die Magnetisierung des Eisenstücks reduziert werden: die anziehende Wirkung wird immer schwächer.
- e) Mit einer Flamme kann das magnetisierte Eisenstück erhitzt und dadurch seine Magnetisierung reduziert werden.
- f) Die Temperaturänderung des Eisenstücks kann durch ein Thermometer visualisiert werden.
- g) Das magnetisierte Stück Eisen kann in der Mitte durchgeschnitten werden. Damit kann veranschaulicht werden, dass wieder zwei vollständige Magneten entstehen.



**Abbildung 12:** Startbildschirm für die Computersimulation.



**Abbildung 13:** Startbildschirm für die Computersimulation.

Abbildung 14 zeigt die Aufgabenstellung für die Schülerinnen und Schüler. In den Abbildungen 15 und 16 ist visualisiert, welche Beobachtungen die Kinder beim Annähern des großen Magneten an das Eisenstück in Abhängigkeit von der Ausrichtung der Pole machen können.



**3**

**Das Eisen-Magnet-Modell am PC**

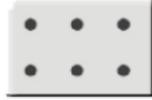
  

-  **Klicke in den Kästen neben "Magnet anzeigen". Ziehe den Magnet langsam auf den Eisenblock zu! Schiebe danach den Magnet wieder zurück!**
-  **Zeichne in die Ausschnitte des Eisenstücks jeweils die kleinen Magnetchen richtig ein!**

Unmagnetisiertes Eisenstück (Magnet ist weit entfernt)




Magnetisiertes Eisenstück (Magnet ist in der Nähe)




---

-  **Klicke auf "Magnet umdrehen" und beobachte, was passiert!**
-  **Mache dir Notizen:**

Abbildung 14: Aufgabenstellung zum Eisen-Magnet-Modell am PC<sup>9</sup>.

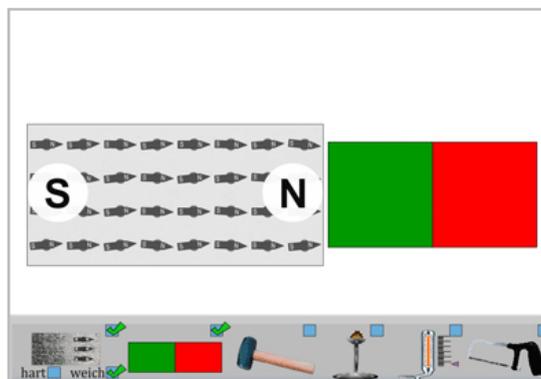


Abbildung 1: Elementarmagnetchen richten sich aus (1).

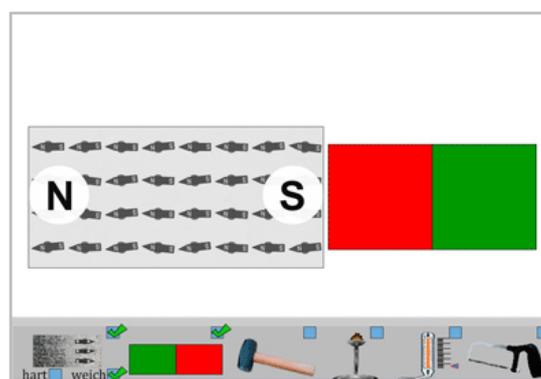


Abbildung 16: Elementarmagnetchen richten sich aus (2).

## Literatur

- Andrle, M. (2014). Verschiedene Zugänge zum Thema Magnetismus: Eine empirische Studie zum Forschungsprojekt SPRINT II<sup>10</sup>. Bachelorarbeit PH NÖ.
- Fischer, E. (2008). Bildung im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung, Entwurf einer subjekt- und bedarfsorientierten Didaktik. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Flick, U. (2009). Sozialforschung. Methoden und Anwendungen. Ein Überblick für die BA-Studiengänge (Originalausgabe). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- GDSU (2013). Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gervé, F. (2003). Formen selbstbestimmten Lernens in der Grundschule. In: Kuhn, H.W. (Hrsg.). Sozialwissenschaftlicher Sachunterricht. Konzepte, Forschungsfelder, Methoden. Ein Reader. Herbolzheim: Centaurus. S. 273-285.
- Hartinger, A. & Martschinke, S. (2007). Öffnung von Unterricht. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Von Reeken, D. & Wittowske, St. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. (3.Khg.). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt. S. 421-427.
- Lück, G. (2002). Experimente schon im Kindergarten. Pressedienst Forschung Nr. 21. Universität Bielefeld.
- Lück, G. (2003). Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen; (6. Auflage). Freiburg, Basel, Wien: Verlag Herder Freiburg im Breisgau.
- Lück, G. (2005). Neue leichte Experimente für Eltern und Kinder (Originalausgabe). Freiburg, Basel, Wien: Verlag Herder Freiburg im Breisgau.
- Möller, K. (2004). Verstehen durch Handeln beim Lernen naturwissenschaftlicher und technikbezogener Sachverhalte. In: Köhnlein, W. & Lauterbach, R. (Hrsg.): Verstehen und begründetes Handeln. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 147-165.
- Möller, K. (2007). Kindgemäße Lernformen im naturwissenschaftlichen Lernbereich des Sachunterrichts in der Grundschule. In: Jäkel, L. et al. (Hrsg.). Der Wert der naturwissenschaftlichen Bildung (S. 79-102). Heidelberg: Mattes-Verlag. (= Schriftenreihe der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, 48), S. 82f.
- Urban-Woldron, H. (im Druck). Anspruchsvolles Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Volksschule. Von lern- und entwicklungspsychologischen Perspektiven zu förderlichen Lehr- und Lernumgebungen. Zeitschrift Schulverwaltung Österreich.
- Wallrabenstein, W. (1997). Offene Schule – Offener Unterricht. Ratgeber für Eltern und Lehrer. (Aktualisierte Auflage.) Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- White, R.T. & Gunstone, R.F. (1992). Probing Understanding. Great Britain: Falmer Press.

<sup>1</sup> vgl. <http://sprint2.ph-noe.ac.at/index.php?id=201>

<sup>2</sup> Da Item 2 negativ formuliert war, wurde es für die Auswertungen umkodiert.

<sup>3</sup> Item 4 wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt, da die Formulierung von den Kindern nicht verstanden wurde.

<sup>4</sup> Die Variablenwerte wurden folgendermaßen definiert: 0 = trifft nicht zu, 1 = trifft eher nicht zu, 2 = trifft eher zu, 3 = trifft voll zu.

<sup>5</sup> Vgl. [https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/ErsteErgebnisse\\_PIRLSTIMSS2011\\_web.pdf](https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/ErsteErgebnisse_PIRLSTIMSS2011_web.pdf)

<sup>6</sup> Quelle: <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus>

<sup>7</sup> Spearman-Rho ist ein non-parametrisches Zusammenhangsmaß. Dieses wird hier gegenüber dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten bevorzugt, da die Daten nicht normalverteilt sind. Als Signifikanzniveau wird bei allen Verfahren  $\alpha \leq 0,05$  festgelegt.

<sup>8</sup> Quelle: <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft?start=10>

<sup>9</sup> Quelle: <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus>

<sup>10</sup> Download unter <http://sprint2.ph-noe.ac.at/index.php?id=373>