



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Schülervorstellungen

in Sachunterrichtsbüchern der Volksschule

verfasst von / submitted by

Mario Poschmaier

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 190 313 412

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Geschichte, Sozialkunde und  
Politische Bildung und UF Physik

Betreut von / Supervisor:

Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup> Hildegard Urban-Woldron, Privatdoz.<sup>in</sup>



## **Vorwort und Danksagung**

Mit der vorliegenden Arbeit liegt jenes Dokument vor, das den Abschluss meines Lehramtsstudiums markiert. Es war eine sehr intensive Zeit – nicht nur in Bezug auf mein Studium. Gemeinsam mit meiner Familie habe ich in dieser Zeit einiges erlebt, gelernt und geschaffen. Ohne der Unterstützung vieler Menschen in meinem Umfeld wäre dieser Lebensabschnitt nicht so verlaufen, wie es nun im positiven Sinne eingetreten ist und dafür möchte ich mich bei allen, die mir währenddessen mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind, herzlich bedanken. Auch jene, die in den folgenden Zeilen unerwähnt bleiben, sollen und werden sich mit dem Lesen dieser Danksagung angesprochen fühlen und entschuldigen mich.

Beginnen möchte ich mit Frau Prof. Urban-Woldron, die stets ein offenes Ohr für meine Anliegen hatte und mich beim Schreiben dieser Diplomarbeit bestmöglich unterstützt hat.

Wesentlichen Anteil am Gelingen meiner Studienzeit hatten auch meine Mitstudierenden, die mir sowohl fachlich als auch freundschaftlich zur Seite standen. Mit Freunden an der Seite, die mit einem diesen Weg bestreiten, gewinnt das Studium erst an persönlicher Qualität. Unter all jenen, die ich im Laufe dieser Zeit kennenlernen durfte, seien hier im Speziellen Christine und Lukas erwähnt. Großer Dank an euch und mögen sich unsere Wege nicht trennen.

Von all den anderen Freundinnen und Freunden, die mich während dieser Zeit unterstützt haben, soll hier Hubert und Clemens gedankt sein, die die vorliegende Arbeit in Bezug auf meine Sprachkenntnisse hin überprüft haben.

Dank auf einer besonderen Weise gebührt auch meinen Schwiegereltern Hedwig und Franz, die mir stets spontan den Rücken im Sinne von Kinderbetreuung frei halten konnten, wenn es einmal etwas stressiger war.

Wichtig während dieses Prozesses waren aber auch ganz speziell meine Eltern Rosi und Johann, die einen wesentlichen Anteil daran haben, dass aus mir der geworden ist, der ich bin – herzlichen Dank dafür, ich habe euch lieb!

Für die Geduld, die oft nicht leicht zu ertragen war, möchte ich an dieser Stelle auch meinen Kindern Lukas, Tobias und Sophie danken. Ich weiß, dass es nicht leicht war, aber jetzt haben wir's bald geschafft! Ich habe euch sehr lieb!

Zu guter Letzt ist es mir eine besondere Freude jenem Menschen zu danken, die wie kein anderer – besonders auch in dieser Zeit – zu mir gestanden ist. In dir fand ich immer den Ruhepol, der notwendig war, um weiterzukommen. Ohne dich wäre mein Leben unvollständig und der nun abgeschlossene Weg hätte sich erst gar nicht für mich gezeigt. Ich liebe dich von ganzem Herzen! Danke, Katharina!



## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
2. Informationen zum Lehrplan der Volksschule .....	2
2.1 Bildungs- und Lehraufgaben im Fach Sachunterricht .....	3
2.2 Erfahrungs- und Lernbereich Technik .....	3
2.3 Definition der Teilgebiete .....	5
3. Auswahl der analysierten Schulbücher .....	6
4. Fragestellung und Vorgangsweise.....	8
5. Beschreibungen zu den analysierten Werken.....	9
5.1 Reihenbeschreibung „Dem Leben auf der Spur“ .....	9
5.2 Reihenbeschreibung „Ideenbuch für den Sachunterricht“ .....	17
5.3 Reihenbeschreibung „Lasso Sachbuch“ .....	22
5.4 Reihenbeschreibung „Meine bunte Welt“ .....	27
5.5 Reihenbeschreibung „Schatzkiste“ .....	38
5.6 Schlüssel zu unserer Welt 8.....	46
5.7 Reihenbeschreibung „Sonnenklar!“ .....	51
5.8 Reihenbeschreibung „Tipi“ .....	58
5.9 Reihenbeschreibung „Stark in ...“ .....	64
6. Physikalische Inhalte in den untersuchten Werken .....	68
6.1 Gesamtübersicht.....	69
6.2 Inhaltsbücher .....	69
6.3 Übungsbücher.....	70
6.4 Kombinationen .....	71
7. Schülervorstellungen in den analysierten Werken .....	72
7.1 Gerätekunde .....	72
7.2 Mechanik .....	73
7.3 Elektrodynamik .....	76
7.4 Thermodynamik .....	85
7.5 Stoffe .....	87
7.6 Optik .....	89
7.7 Astronomie.....	89
7.8 Nature of Science .....	91
8. Resümee und Ausblick.....	92
9. Literaturverzeichnis .....	95
10. Internetquellen.....	96
11. Schulbücher .....	97
12. Tabellenverzeichnis.....	99
Zusammenfassung .....	101
Abstract .....	101



# 1. Einleitung

Schülervorstellungen sind im Unterricht ein ambivalentes Moment, das sowohl negativ als auch positiv auf diesen einwirken kann. Zum einen hemmen sie das fachlich korrekte Wissen anzunehmen und zum anderen ermöglichen sie erst den Lernprozess, da nur über bereits vorhandene Ansätze neues Wissen generiert werden kann. Dieser konstruktivistische Ansatz beinhaltet zum einen, dass sich Schülerinnen und Schüler ihr Wissen selbst konstruieren bzw. erarbeiten, und zum anderen, dass das von der Lehrperson zu vermittelnde Wissen für beide Parteien einen anderen Sinnzusammenhang mit ihrem Vorwissen bilden. Wie in jeder alltäglichen Kommunikationssituation kann dies dazu führen, dass beide Partner am Lernprozess – die Lehrperson und die Schülerin oder der Schüler – an einander „vorbeireden“ und so für den einen eigentlich gar nicht ganz klar sein kann, was der andere weiß.<sup>1</sup>

Von Seiten der Schülervorstellungen wurde auch immer wieder auf die Alltagsvorstellungen verwiesen, denen die Schülerinnen und Schüler durch die Meinungen ihres Umfelds (Eltern, Freundinnen und Freunde, Bekannte usw.) gewissermaßen unterworfen sind. Ein typisches Beispiel dieser Vorstellungen spiegelt sich in der Vorstellung wider, dass elektrischer Strom verbraucht werden würde. Diese Vorstellung herrscht nicht nur bei weiten Teilen der Schülerschaft vor, sondern wird auch von einem Großteil der Erwachsenen geteilt und zudem durch inkorrekte Bezeichnungen – in der „Stromrechnung“ wird der „Stromverbrauch“ ausgewiesen – noch zusätzlich gestärkt.

Dem stehen große Bemühungen von einzelnen Fachdidaktik-Instituten entgegen, diese Vorstellungen zu überwinden und Schülerinnen und Schülern ein fachlich korrektes Wissen teil werden zu lassen und mehr noch auch die Gesamtbevölkerungen von diesen wissenschaftlichen Formulierungen und Erkenntnissen zu überzeugen. Dieser Prozess beginnt im Wesentlichen mit der Erforschung der Schülervorstellungen aller Altersklassen. Er setzt sich in der Entwicklung didaktischer Methoden fort, die zum einen die Schülervorstellungen in Richtung korrekter wissenschaftlicher Vorstellung umzudeuten versuchen, bzw. zum anderen diese Schülervorstellungen aufzubrechen und die korrekten Vorstellungen als überlegen darzustellen.

Während es Erhebungen am „Forschungsobjekt Schülerin/Schüler“ in großem Ausmaß gibt, werden die Quellen solcher Vorstellungen in einem eher geringeren Ausmaß behandelt. Wenn Schülervorstellungen im Unterricht genauso „generiert“ werden können, wie im Alltag, würde es auch nahe liegen, dass diese Fehlkonzepte diversen Schulbüchern „entstammen“. So wurde dem Autor des vorliegenden Werkes bei sporadischer Lektüre des Sachunterrichtsbuch seines Sohnes bewusst, dass auch in „Sachbüchern“, welche den Schülerinnen und Schülern

---

<sup>1</sup> Reinders *Duit*, Schülervorstellungen und Lernen in der Physik, in: Piko-Brief Nr. 1 vom Mai 2004, 1-3.

wissenschaftlich korrekte Inhalte präsentieren sollen, derlei Quellen von Fehlvorstellungen zu finden sind.

Zunächst soll der Lehrplan in Bezug auf mögliche physikalische Inhalte hin überprüft und diese präsentiert werden (Kapitel 2). In einem nächsten Schritt soll auch ein detaillierter Blick auf die in Österreich durchgeführte Schulbuchaktion genommen werden, wobei aus diesen Schulbuchlisten festzulegen sein wird, welche Werke der verschiedenen Schulbuchreihen aus dem Unterrichtsfach Sachunterricht für die vorliegende Analyse in Frage kommen (Kapitel 3). Das Folgekapitel behandelt die Fragestellung sowie die Beschreibung der Vorgangsweise (Kapitel 4). Im Anschluss sollen die Schulbuchreihen sowie die einzelnen Werke näher beleuchtet werden (Kapitel 5). Hier werden die Schulbücher detailliert angeführt und auf deren inhaltliche Komponente sowie der Komponente der Schülervorstellungen hin untersucht. Danach soll in Kapitel 6 eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Inhaltsanalyse präsentiert und noch einmal jene Aussagen aus den Lehrwerken wiedergegeben werden, die Angriffspunkte für Fehlvorstellungen bieten, und diese den Teilgebieten der Physik zugeordnet werden (Kapitel 7). Den Abschluss bildet das Resümee, in dem die zentralen Aspekte der vorangegangenen Analyse vorgestellt und auch die Bedeutung physikalischer Themenfelder für den Sachunterricht herausgestrichen werden sollen (Kapitel 8). Der integrierte Ausblick soll auch für die am wichtigsten erscheinenden Bereiche alternative Konzepte vorstellen.

## **2. Informationen zum Lehrplan der Volksschule**

Der Lehrplan der Volksschule ist in mehrere Teile gegliedert. Im ersten Teil wird das allgemeine Bildungsziel definiert. Teil zwei regelt allgemeine Bestimmungen der Grundschule und der Volksschul-Oberstufe, wobei zunächst organisatorische Inhalte und der Aufbau des Lehrplans behandelt werden. Es folgen jedoch auch Themen zu Lernen und Lehren, Integration, Unterrichtsprinzipien und -methoden. Im dritten Teil werden die allgemeinen didaktischen Grundsätze angesprochen. Teil vier steht im Zeichen der Stundenaufteilungen der verschiedenen Schulstufen der Volksschule, während sich der fünfte Teil dem Religionsunterricht an Volksschulen widmet. Die Teile sechs bis neun beinhalten jeweils die Bildungs- und Lehraufgaben, den Lehrstoff sowie didaktische Grundsätze für verbindliche Übungen der Vorschulstufe (Teil sechs), die Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksschuloberstufe (Teil sieben), verbindliche Übungen der Grundschule und der Volksschuloberstufe (Teil acht) bzw. Freigegegenstände und unverbindliche Übungen der Grundschule und der Volksschuloberstufe (Teil neun).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF), Lehrplan der Volksschule (Wien, 2012).



Für die vorliegende Arbeit ist somit der Teil sieben von vorrangiger Bedeutung, da hier die entsprechenden Inhalte für das Fach Sachunterricht der Grundschule festgelegt sind, auf deren Basis eine entsprechende Kategorisierung der Inhalte der untersuchten Sachunterrichtsbücher erfolgen soll. Die aktuelle Fassung des siebenten Teils stammt aus dem Jahr 2010 und trat mit 1. September 2011 in Kraft.

## **2.1 Bildungs- und Lehraufgaben im Fach Sachunterricht**

Im siebenten Teil des Volksschul-Lehrplans wird jedem Pflichtgegenstand der Grundschule (Schulstufen eins bis vier) ein eigenes Kapitel gewidmet. Im Fach Sachunterricht<sup>3</sup> erfolgt – wie in den meisten anderen Gegenständen – zunächst eine zeitliche Unterscheidung zwischen Grundstufe I (Schulstufe eins und zwei) und Grundstufe II (Schulstufe drei und vier). In jedem der beiden Grundstufen werden die Themen dann feiner in Erfahrungs- und Lernbereiche gegliedert. Diese sind folgende:

- Gemeinschaft
- Natur
- Raum
- Zeit
- Wirtschaft
- Technik

Die meisten Themen mit direktem Bezug zur Physik finden sich hierbei im letzten dieser Bereiche, nämlich der Technik. Es gibt jedoch auch Themen im Bereich Natur, die für die weitere Arbeit von Interesse sein werden.

## **2.2 Erfahrungs- und Lernbereich Technik**

Im Bereich Technik wird die Grobstruktur an drei Themenbereichen festgemacht:

- Technische Gegebenheiten in der Umwelt des Kindes
- Kräfte und ihre Wirkungen
- Stoffe und ihre Veränderungen

In der Grundstufe I steht für alle Themenbereiche ein Heranführen an die unterschiedlichen Themenkomplexe (z.B. Besprechung diverser Geräte und deren Verwendung) und ein Kennenlernen der damit verbundenen Arbeitsweisen und Experimente (z.B. Erkundung von Objekten durch Betrachtung und Messung) im Vordergrund. Während der Absolvierung der Grundstufe II sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse auf diesen Gebieten

---

<sup>3</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 84-104.

vertiefen (z.B. das Kennenlernen, die Erprobung und das Verstehen von Funktionen von Werkzeugen in Verbindung mit dem Technischen Werken) und Experimente auf einem geringfügig höheren Niveau durchführen können (z.B. der Erwerb von elementaren Handlungsfähigkeiten, grundlegenden Einsichten und Arbeitsweisen des Experimentierens). Besonders die praktischen Arbeiten stehen hier in einem engen, fächerübergreifenden Kontext zum Unterrichtsfach Technisches Werken.<sup>4</sup> Da jedoch im Lehrstoff für dieses Unterrichtsfach kaum andere Gebiete angesprochen werden als im Bereich des Sachunterrichts (Bereich Technik), kann von einer weiteren Analyse in diesem Bereich des Volksschul-Lehrplans Abstand genommen werden.

Jedoch soll hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass im Bereich des Sachunterrichts wesentliche Bereiche der Physik – wie Optik oder Akustik – eigentlich keine Erwähnung finden. Dies dürfte für engagierte Lehrkräfte jedoch kein Hindernis darstellen, dennoch gewisse Sachverhalte zu diesen beiden Themen zu behandeln. Bemerkenswert ist es vor allem aber auch deshalb, weil doch diese beiden Bereiche nicht nur in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler ständig präsent sind. Im Erfahrungs- und Lernbereich Natur der Grundstufe II<sup>5</sup> werden zwar die Sinnesorgane Auge und Ohr explizit als Beispiele für menschliche Körperteile ausgewiesen, jedoch steht in diesem Zusammenhang eher die Funktion und der Aufbau selbiger im Vordergrund. Gewissenhafte Lehrerinnen und Lehrer können aber in diesen Bereichen physikalische Erkenntnisse einfließen lassen.

Weitere Möglichkeiten zur Realisierung oder zumindest erster Schritte zu einem Optikunterricht stehen im Unterrichtsfach Bildnerische Erziehung<sup>6</sup> zur Verfügung. Hier wird auf das Experimentieren mit Licht und Schatten und sogar auf farbiges Licht verwiesen. Im Lehrstoff der Unverbindlichen Übung Darstellendes Spiel<sup>7</sup> können Schattenspiele durchgeführt werden. Um dem physikalischen Thema Akustik Platz im volksschulischen Unterricht einzuräumen, könnte das Unterrichtsfach Musikerziehung dienen.<sup>8</sup> Wie man an diesen Beispielen sieht, bieten diese Themen großes Potenzial für fächerübergreifenden Unterricht. Dennoch wären aus Sicht des Autors Hinweise im Bereich der Technik des Sachunterrichts empfehlenswert, da vor allem einfache Experimente bspw. mit Schatten und Spiegeln einfach zu realisieren und auch für die Altersgruppe entsprechend wären.

Innerhalb der Grobstrukturen finden wiederum Konkretisierungen Platz, die hier zwar nicht detailliert wiedergegeben werden sollen, jedoch auf deren Grundlage eine Einteilung der in

---

<sup>4</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 183-187.

<sup>5</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 95.

<sup>6</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 173-182.

<sup>7</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 264-265.

<sup>8</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 166-172.

Sachunterrichtsbüchern angebotenen Inhalten erfolgen kann. So können zunächst folgende Teilgebiete aus der Grobstruktur des Lehrplans der Volksschule definiert werden:

- **Gerätekunde** – In diesen Teilbereich fallen sämtliche Inhalte, die mit der Beschreibung und der Vermittlung der korrekten Verwendung bzw. Handhabung diverser Gerätschaften in Zusammenhang stehen.
- **Kräftelehre** – Unter diesem Aspekt werden vor allem „Naturkräfte“ behandelt wie bspw. „Magnetkraft, Wind- und Wasserenergie“<sup>9</sup> sowie „Auswirkungen von Wärme“, „Gewicht als Kraft“ und „Auftrieb, Schwimmen, Sinken“<sup>10</sup> behandelt.
- **Materialkunde** – Diese Kategorie beinhaltet Besprechungen verschiedener Materialien des alltäglichen Gebrauchs und der Aggregatzustände. Zudem werden diverse Techniken in Bezug auf das Experimentieren und der verantwortungsvolle Umgang mit Stoffen miteinbezogen.

### **2.3 Definition der Teilgebiete**

Für die inhaltliche Kategorisierung sollen jedoch die Teilgebiete aus den klassischen Feldern der Physik herangezogen werden. So wird im weiteren Verlauf von den Teilgebieten „Metrologie/Gerätelehre“, „Mechanik“ (inkl. Akustik), „Elektrodynamik“, „Thermodynamik“, „Stoffe“, „Optik“, „Astronomie“ und „Nature of Science“ die Rede sein. Die Anknüpfung an den Lehrplan der Volksschule wird wie folgt hergestellt. Das Gebiet der Gerätekunde deckt zu einem bestimmten Teil Inhalte aus der Metrologie ab. Die Physik-Teilgebiete Mechanik, Elektrodynamik und Thermodynamik werden unter dem Oberbegriff der Kräftelehre zusammengefasst. Thermodynamik ist neben dem physikalischen Teilgebiet der Stoffe zudem ein Teil der Materialkunde. Da es für die physikalischen Gebiete der Optik, der Astronomie und der Natur der Naturwissenschaften keine Entsprechungen im Lehrplan der Volksschule gibt, kann hier auch kein Bezug zu einem Oberbegriff hergestellt werden.

---

<sup>9</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 91.

<sup>10</sup> BMBWF, Lehrplan der Volksschule, 101.

### 3. Auswahl der analysierten Schulbücher

Die Schulbuchaktion findet seit 1972 statt und zielt im Sinne des Familienlastenausgleichs auf eine finanzielle Entlastung der Eltern von Schülerinnen und Schülern an österreichischen Schulen ab. Organisiert wird die Schulbuchaktion vom für Bildung zuständigen Bundesministerium (derzeit Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung) und dem Bundeskanzleramt Sektion V – Familie und Jugend. Zum Anspruch sind „alle ordentlichen Schülerinnen und Schüler, die eine öffentliche oder mit einem Öffentlichkeitsrecht ausgestattete Pflichtschule, mittlere oder höhere Schule in Österreich besuchen oder die allgemeine Schulpflicht an einer Privatschule oder in häuslichem Unterricht erfüllen“ berechtigt. In den vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung erstellten Schulbuchlisten werden mehr als 8 000 Werke angeführt. Außerdem stehen auch Internetergänzungen (SbX), CD-ROM, DVD, Audio-CD und therapeutische Unterrichtsmittel zur Verfügung.<sup>11</sup>

Pro Schülerin und Schüler, Schulform und -stufe wird eine Obergrenze festgelegt, bis zu dieser Schulbücher bestellt werden können. Für den hier behandelten Bereich (Volks- und Grundschule) liegt der Höchstbetrag bei € 50,- pro Schülerin und Schüler. Für den Bereich der Sonderschulen wird ein Höchstbetrag von € 75,- ausgewiesen.<sup>12</sup> Zusätzlich zu den in den Schulbuchlisten angebotenen Werken, können „Unterrichtsmittel eigener Wahl“ bis zum Ausmaß von 15% des Schulbuchlimits angeschafft werden“.<sup>13</sup>

Die Schulbuchlisten werden nach Schulformen veröffentlicht, wobei die hier bearbeiteten Volksschul-Sachunterrichtsbücher in der Liste 0100 für die Volksschulen und die Allgemeine Sonderschule enthalten sind. Für den Sachunterricht stehen im Schuljahr 2019/20 in Summe 126 Bücher zur Verfügung. In dieser Summe enthalten sind diverse Länderteile, die auf die jeweiligen Bundesländer Bezug nehmen (in Summe 32), Ausgaben mit integriertem Länderteil bzw. Regionalseiten (in Summe 30), sieben Werke in englischer, vier in kroatischer und zwei in slowenischer Sprache. Zudem existiert bei einigen Werken die Möglichkeit, das Buch inkl. CD-ROM zu bestellen, wobei hier beide Varianten (also Variante „nur Buch“ und Variante „Buch + CD-ROM“) in der Liste enthalten sind. Außerdem sind Werke angeführt, deren Inhalt über keine physikalischen Themen verfügen. Derartige Bücher wurden zur vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt.

---

<sup>11</sup> BMBWF, Informationen zur Schulbuchaktion, online unter <https://www.schulbuchaktion.at/index2.html>, (16.05.2019).

<sup>12</sup> Bundeskanzleramt, Sektion Familien und Jugend, Abt. V/8, Höchstgrenzen für die Durchschnittskosten pro Schüler (Limits), online unter [https://www.schulbuchaktion.at/sba\\_downloads/sba2019/Limit-Vorinformation\\_2019\\_20.pdf](https://www.schulbuchaktion.at/sba_downloads/sba2019/Limit-Vorinformation_2019_20.pdf), (16.05.2019).

<sup>13</sup> BMBWF, Informationen zur Schulbuchaktion, online unter <https://www.schulbuchaktion.at/index2.html>, (16.05.2019).

Aus den oben bereits angesprochenen Werken für den Sachunterricht in den Schulbuchlisten ergeben sich für die Auswahl der relevanten Sachunterrichtsbücher folgende Kriterien:

- Das Sachunterrichtsbuch muss in einer der folgenden Schulbuchlisten der Schulbuchaktion enthalten sein: Schulbuchlisten für die Schuljahre 2017/18, 2018/19 und 2019/20.
- Das Sachunterrichtsbuch ist kein länderspezifischer Teil (Ausnahme könnte hier ein Basisteil sein, dessen länderspezifischer Charakter auf Wien ausgerichtet ist).
- Es gibt Kapitel bzw. Themenbereiche im Werk, die sich entweder direkt auf physikalische Themenstellungen beziehen, zumindest einen Bezug zur Physik vermuten lassen (bspw. „Sinnesorgane“ als Möglichkeit den Bezug zur Physik im Sinne von Optik bzw. Akustik herzustellen) oder aber den Kategorien aus dem Volksschullehrplan zuordenbar sind (bspw. der Kategorie „Gerätekunde“).

Dementsprechend wurden 40 Werke festgelegt, die hier der Analyse unterzogen wurden. Zu den ausgewählten Werken zählen sowohl „Inhaltsbücher“ – oft ohne zusätzliche Bezeichnung bzw. mit dem Zusatz „Schülerbuch“ oder „Arbeitsbuch“ bezeichnet –, „Übungsbücher“ – überwiegend als „Arbeitsheft“, manchmal als „Übungsbuch“ untertitelt – und „Kombinationen“, die sowohl den inhaltlichen Teil als auch einen Übungsteil enthalten. Der Anteil dieser drei Arten von Sachunterrichtswerken liegt sowohl im gesamten Bereich der Volksschulstufen (Schulstufen eins bis vier) als auch in den getrennten Bereichen (Grundstufe I bzw. II) annähernd gleich verteilt. Lediglich bei den Inhaltsbüchern zeigt sich, dass die Anzahl der Werke der Grundstufe II mit acht Werken, im Gegensatz zu jener der Grundstufe I mit fünf, fast doppelt so hoch ist.

Die einzelnen Werke entsprechen jeweils Ausgaben von bestimmten Reihen von Sachunterrichtsbüchern. Diese Reihen sind:

- Dem Leben auf der Spur
- Ideenbuch für den Sachunterricht
- Lasso Sachbuch
- Meine bunte Welt
- Schatzkiste
- Schlüssel zu unserer Welt
- Sonnenklar!
- Tipi
- Stark in Biologie, Physik, Chemie

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Werke der Reihen „Schlüssel zu unserer Welt“ und „Stark in Biologie, Physik, Chemie“ keine klassischen Volksschulbücher, sondern Bücher für die Sekundarstufe I sind, die in der Schulbuchliste als Lehrwerke für die Allgemeine Sonderschule vorgeschlagen werden. Diese werden zwar den drei Oberkategorien Inhalts-, Übungs- und Kombinationsbüchern zugeteilt und für die Gesamtdurchschnittswerte herangezogen, jedoch können sie keiner Grundstufe zugeordnet werden, weshalb sie für die Durchschnittswerte der jeweiligen Grundstufen außer Acht gelassen wurden.

#### **4. Fragestellung und Vorgangsweise**

Nach den weiter oben dargestellten Ausführungen zu Schülervorstellungen im Kontext von Sachunterrichtsbüchern, soll hier die genaue Fragestellung erläutert werden. Zunächst stellt sich die Frage nach den physikalischen Inhalten im Sachunterricht generell und in den zur Analyse herangezogenen Sachunterrichtsbüchern im Speziellen. Zu den im Sachunterricht vorkommenden physikalischen Inhalten soll der Lehrplan der Volksschule Auskunft geben.

Die zweite Komponente beschäftigt sich mit den Schülervorstellungen selbst. So soll den Fragen nachgegangen werden: „Welche Schülervorstellungen werden in den Lehrwerken erwähnt? Und welche davon sind jene mit der größten Häufigkeit?“

Die ausgewählten Werke wurden zunächst auf ihren physikalischen Inhalt hin untersucht, wobei die Inhalte gemäß der Einteilung, die in Kapitel 3 getroffen wurden, kategorisiert wurden. Fanden sich auf einer Seite Aspekte zu mehreren Teilgebieten, so wurde diese Seite den entsprechenden Teilgebieten zugeordnet. Aus den daraus ergebenden Seitenanzahlen der einzelnen Teilbereiche wurden anschließend die Anteile am jeweiligen Werk ermittelt. Für die Berechnung des Gesamtumfangs an Seiten mit physikalischen Hintergrund wurde jedoch die tatsächliche Anzahl der Seiten verwendet, da es sonst unter Umständen zu über hundertprozentigen Anteilen an Seiten mit physikalischen Themenstellungen hätte kommen können.

Danach wurden die Werke in die in Kapitel 3 festgelegten Kategorien eingeteilt und für diese Kategorien wiederum entsprechende Durchschnittswerte für die einzelnen physikalischen Themenfelder ermittelt. Diese werden bei der Beschreibung der einzelnen Werke in Tabellenform angeführt, um die Anteile der Inhalte im Werk mit den Durchschnittswerten für die jeweiligen Kategorien direkt vergleichen zu können.

Daneben wurden Aussagen, Formulierungen und Abbildungen, die Schülervorstellungen entsprechen oder diese unterstützen, identifiziert und ebenfalls den verschiedenen Teilbereichen zugeordnet, um abschließend entsprechende Aussagen über den Umfang der Schülervorstellungen in den einzelnen Teilbereichen abgeben zu können.

## 5. Beschreibungen zu den analysierten Werken

In den nächsten Kapiteln sollen die analysierten Werke vorgestellt werden. Dazu wird zunächst eine Übersicht über die jeweilige Reihe dargeboten, ehe im Anschluss auf die einzelnen Bände näher eingegangen wird.

### 5.1 Reihenbeschreibung „Dem Leben auf der Spur“

Die Sachunterrichtsbuch-Reihe „Dem Leben auf der Spur“ erschien im Original im Mildenerger Verlag (Offenburg) und wird in der österreichischen Überarbeitung vom Bildungsverlag Lemberger (Wien) vertrieben. Sie besteht zunächst aus Schülerbuch-Ausgaben für erste und zweite bzw. für dritte und vierte Schulstufe, sowie den jeweils dazugehörigen Arbeitsheften (ebenfalls unterteilt für erste und zweite sowie dritte und vierte Schulstufe):

- Dem Leben auf der Spur 1/2 Schulbuch
- Dem Leben auf der Spur 1/2 Arbeitsheft
- Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch
- Dem Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsheft

Zusätzlich werden laut Informationen der entsprechenden Reihen-Website des Verlages ein Bilingual-Werk (Titel: CHILITEX – Children´s Literature and Experiments), Folienmappen für die beiden Inhaltsteile, Medien und Serviceteile zu den einzelnen Ausgaben angeboten.<sup>14</sup>

Im Bereich der Medien werden verschiedenste DVDs der Fernsehreihen „Checker Can“ und „Willi Will´s wissen“ und andere einzelne DVDs zu unterschiedlichen Themen angeboten. Erweitert wird das Programm um Kopiervorlagen:<sup>15</sup>

- 90 Karten zum Jahreskreis
- Ameise, Marienkäfer und Regenwurm
- Dem Leben auf der Spur 2-4: Tiere auf dem Bauernhof
- Dem Leben auf der Spur 3-4: Die Welt der Dinosaurier
- 19 Ausgaben von „Dem Leben auf der Spur – Kopiervorlagen“ (fünf über Jahreszeiten, sieben über biologische, drei über Luft bzw. Experimente über Luft, und je eine über Steine, Feuer und die Zeit)
- Dem Leben auf der Spur 1/2. Kopiervorlagen: Forscher unterwegs. Band 1

---

<sup>14</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Dem Leben auf der Spur“ des Verlags Veritas, online unter <<https://www.veritas.at/reihe/dem-leben-auf-der-spur?limit=50#toolbar>> (20.05.2019).

<sup>15</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Dem Leben auf der Spur“ des Verlags Veritas, online unter <<https://www.veritas.at/reihe/dem-leben-auf-der-spur?limit=50#toolbar>> (20.05.2019).

- Elf Hefte und zwei Sets der Reihe „Ich kenne ...“, die ausschließlich biologische Themen behandeln (Tiere und menschliche Anatomie).
- Milch – Nahrung für Knochen und Zähne
- Neun Ausgaben der Reihe „Projektarbeit“ (überwiegender Teil biologische und historische Themen, aber auch ein Teil unter dem Titel „Schüler erforschen das Weltall“)
- Spannende Experimente für kleine Forscher

Da jedoch weder Serviceteile, Folienmappen und Kopiervorlagen der Reihe „Dem Leben auf der Spur“ in den Schulbuchlisten der letzten Jahre aufgenommen wurden, werden diese in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt. Die Reihe gehört nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung zu den fünf meistbestellten Serien für das Schuljahr 2018/19.<sup>16</sup>

Die beiden Schülerbücher sind in zwölf (Band für erste und zweite Schulstufe) bzw. 14 Themengebiete (Band für dritte und vierte Schulstufe) eingeteilt, wobei mit Ausnahme des jeweils letzten Kapitels jedes Bandes zu jedem Großthema mindestens ein Arbeitsblatt im Arbeitsheft zu finden ist.

### 5.1.1 *Dem Leben auf der Spur 1/2 Schulbuch*

Der Inhaltsband dieser Reihe für die Grundstufe I liegt in der aktuell siebenten Auflage aus dem Jahr 2018 auf. Er beinhaltet auf einer Gesamtseitenanzahl von 124 Seiten insgesamt 30 Seiten, die entweder Inhalte der aus dem Volksschullehrplan für den Sachunterricht gezogenen Teilbereiche oder physikalische Inhalte vorweisen. Dies entspricht einem Anteil von 24,2 Prozent, welcher für ein Inhaltsbuch dieser Schulstufen außergewöhnlich hoch ist. Der Durchschnitt an Seiten derartigen Inhalts für Inhaltsbücher der Schulstufen eins und zwei liegt nur bei 14,8 Prozent.

Auffallend für diesen Band ist der hohe Anteil an Seiten mit astronomischem Hintergrund. Weiters über dem Durchschnitt in der Kategorie Inhaltsbücher der Grundstufe I liegen die Teilgebiete „Gerätekunde“, „Mechanik“, „Stoffe“ und „Optik“. Die Aufteilung der einzelnen Fachgebiete können Tabelle 1 entnommen werden.

---

<sup>16</sup> Entsprechendes Mail liegt dem Autor vor.



Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe I	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	5,7 %	4,1 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	6,5 %	4,3 %	5,0 %
	Elektrodynamik	2,4 %	3,3 %	5,4 %
	Thermodynamik	1,6 %	2,6 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	5,7 %	4,9 %	7,2 %
-	Optik	3,2 %	1,3 %	1,1 %
-	Astronomie	5,7 %	1,6 %	1,3 %
-	Nature of Science	1,6 %	1,7 %	3,7 %

Tabelle 1: Überblick über physikalische Inhalte in „Dem Leben auf der Spur 1/2 Schulbuch“

Bezugnehmend auf die mögliche Entwicklung von Schülervorstellungen werden in diesem Werk zwei Aspekte herausgehoben. Der erste bezieht sich auf die Zeitpunkte der Jahreszeitenwechsel, die hier als fixe Kalendertermine ausgewiesen werden. Dabei wird weder darauf eingegangen, wie diese Wechsel definiert sind, noch dass sich diese Zeitpunkte auch verändern können.<sup>17</sup> Wie sich im weiteren Verlauf der Untersuchungen herausstellen wird, finden sich fixe Angaben zu Jahreszeitenwechseln und unklare Erläuterungen, wie diese definiert sind, in einem Großteil der untersuchten Bücher. Der zweite Aspekt unterstützt die Fehlvorstellung, dass Energie „vernichtbar“ sei. So werden Bilder eines tropfenden Wasserhahns, eines geöffneten Kühlschranks und einer angeschalteten Tischlampe untereinander präsentiert. Darunter wiederum wird die Frage gestellt: „Wie wird Energie verschwendet?“<sup>18</sup> Der Aspekt des „Energieverbrauchs“ spiegelt sich auch in der Vorstellung des „Stromverbrauchs“ wider. Sowohl die Vorstellungen, dass Energie bzw. Strom „verbraucht“ werden können, kommen in einigen anderen Sachunterrichtsbüchern in der einen oder anderen bzw. in beiden Formen ebenfalls vor.

### 5.1.2 Dem Leben auf der Spur 1/2 Arbeitsheft

Wie auch das Inhaltswerk dieser Reihe für die Grundstufe I liegt das Arbeitsheft in der siebenten Auflage allerdings bereits aus dem Jahr 2017 auf. In den 68 Seiten wurden neun mit Physik-relevanten Inhalt gefunden. Dies entspricht einem Anteil von 13,9 Prozent. Die genauere Inhaltsanalyse lässt sich Tabelle 2 entnehmen.

<sup>17</sup> Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 1/2. Sachunterricht 1. und 2. Klasse. Schulbuch (Wien 2018) 56-62.

<sup>18</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Schulbuch, 107.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe I	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	2,9 %	4,5 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	7,4 %	5,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	0,0 %	1,0 %	5,3 %
	Thermodynamik	1,5 %	4,0 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	3,0 %	3,2 %	5,9 %
-	Optik	3,0 %	2,1 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	0,5 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	1,3 %	3,0 %

Tabelle 2: Physikalische Inhalte in „Dem Leben auf der Spur 1/2 Arbeitsheft“

Entgegen dem dazu passenden Schulbuch wurden im Arbeitsheft für die Grundstufe I weder Inhalte mit elektrodynamischem oder astronomischem Bezug, noch mit Bezug auf die Natur der Naturwissenschaften gefunden.

Vorgefundene Hinweise auf Schülervorstellungen beschränken sich auf zwei Aspekte im Rahmen des Teilgebiets Mechanik. Zum einen wird die „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>19</sup> dargestellt, wenn von Folgendem zu lesen ist: „Luft hat Kraft.“<sup>20</sup> Und zum anderen kann die Schülervorstellung der „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>21</sup> in Sätzen wie: „Wo wird Energie aus Sonne gewonnen?(...) Wo wird Energie aus Wind gewonnen? (...) Wo wird Energie aus Wasser gewonnen?“<sup>22</sup> quasi entnommen werden.

### 5.1.3 Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch

Die aktuelle Ausgabe des Schulbuches für die dritte und vierte Volksschulklasse ist die fünfte Auflage und erschien 2017. Bei einem Umfang von 164 Seiten, ließen sich 42 mit relevanten Inhalten identifizieren, was einem Anteil von 26 Prozent entspricht. Während die Themenbereiche „Thermodynamik“, „Stoffe“ und „Metrologie“ mit Anteilen über acht Prozent relativ gut vertreten sind, liegen die Bereiche „Nature of Science“, „Optik“ und „Astronomie“ am unteren Ende (Anteile zwischen 3,1 und 1,2 Prozent). Dazwischen liegen Themen zur Mechanik und Elektrodynamik mit 6,7 bzw. 6,1 Prozent. Einen Überblick und die Möglichkeit des Vergleichs mit den Durchschnitten der dem Werk entsprechenden Kategorien bietet Tabelle 3.

<sup>19</sup> Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Schülervorstellungen in der Mechanik, In: Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Martin Hopf, Reinders Duit (Hrsg.), Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (Berlin 2018) 64.

<sup>20</sup> Elke Römer, Eva Maria Kraus, Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Sachunterricht für die 1. und 2. Klasse. Arbeitsheft (Wien 2017) 37.

<sup>21</sup> Horst Schecker, Reinders Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, In: Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Martin Hopf, Reinders Duit (Hrsg.), Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (Berlin 2018) 165.

<sup>22</sup> Römer, Kraus, Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Arbeitsheft, 57.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	8,5 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	6,7 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	6,1 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	10,4 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	9,8 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	1,8 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	1,2 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	3,1 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 3: Physikalische Themengebiete in „Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch“

Von Seiten der Schülervorstellungen betrachtet, liegen zunächst größere Diskrepanzen im Bereich der Astronomie vor. So werden, wie bereits in der entsprechenden Ausgabe zur Grundstufe I, abermals die Sonnenwenden mit einem fixen Datum versehen.<sup>23</sup>

Wie auch im Arbeitsheft der vorangehenden Grundstufe I werden im Bereich der Mechanik die Fehlvorstellung von „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>24</sup> und „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>25</sup> unterstützt, so neben der unter „Energie verwenden – nicht verschwenden“: „Energie sparen (...) Wie wird Energie verschwendet? (...) Wir sparen Energie.“<sup>26</sup> auch: „Energie steckt in allen Lebewesen, in allen Kräften der Natur (Wasser, Wind, Sonne, ...). Wenn du z.B. Wasser in einen Becher gießt, speicherst du Energie. Wenn du das Wasser ausschüttest, entsteht Energie.“<sup>27</sup> Oder unter der Überschrift „Der Mensch nutzt die Kraft der Maschinen“: „Jahrhunderte suchten Forscher nach Möglichkeiten, Menschen und Tieren Kraft zu ersparen. (...) Ähnlich wie in einem Druckkochtopf entstehen durch Hitze enorme Kräfte.“<sup>28</sup> Beim Thema „Fliegen – schweben – fallen“ wird der Grund, warum Vögel fliegen, folgendermaßen beschrieben: „Ihre Flügel erzeugen eine Kraft, die sie nach oben zieht.“<sup>29</sup> Besonders bei der ersten Aussage sind Schwierigkeiten mit dem Verständnis des physikalischen Energiekonzepts zu erwarten. Dass nämlich zum Gießen des Wassers in einen Becher und dem Ausschütten des Wassers Energie aufgewendet werden muss, wird hier verschwiegen. Es entsteht fast der Eindruck, dass es sich bei dieser Vorgangsbeschreibung um ein Perpetuum Mobile handeln könnte.

<sup>23</sup> Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 3/4. Sachunterricht 3. und 4. Klasse. Schulbuch (Wien 2017) 14.

<sup>24</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>25</sup> Schecker, Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 165.

<sup>26</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 96.

<sup>27</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 92.

<sup>28</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 138.

<sup>29</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 141.

Besonders hoch ist die Dichte an konfliktbehafteten Beschreibungen zur Elektrizitätslehre. Dies kommt auch bei einem Thema aus dem Bereich der Gerätelehre vor, wenn unter der Überschrift „Feuer löschen – bei der Feuerwehr“ das Stromaggregat beschrieben wird als „Gerät zum Erzeugen von Strom.“<sup>30</sup> Dass Strom „erzeugt“ und „verbraucht“ werden kann, kommt in vielen Äußerung der meisten Sachunterrichtsbücher vor. Wilhelm und Hopf beginnen ihr Kapitel zu Schülervorstellungen zum elektrische Stromkreis mit einer kleinen, aber mit Sicherheit sehr realitätsnahen Situation aus dem Physikunterricht, in der genau diese Fehlvorstellung auf den Punkt gebracht wird.<sup>31</sup> Weiters wird die Vorstellung angesprochen in Textpassagen wie: „Jedes elektrische Gerät verbraucht Energie in Form von Strom. Strom kann aus den Kräften der Natur hergestellt werden (erneuerbare Energie) oder durch das Nutzen von Rohstoffen (z.B. Verbrennung von Kohle). Dabei entsteht Dampf, der zur Stromerzeugung genutzt wird.“<sup>32</sup> „Die Kraft des Wassers kann man nutzen und daraus Strom erzeugen. (...) In jedem Wasserkraftwerk treibt das Wasser Maschinen an, die Strom erzeugen.“<sup>33</sup> Auch werden Verbindungen zur zuvor besprochenen mechanischen Fehlvorstellung der „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“ sichtbar.

Beim Thema Strom im Haushalt wird bei der Verwendung des Föhns in der Badewanne die Warnung „Wasser leitet den elektrischen Strom wie ein Stromkabel.“<sup>34</sup> ausgesprochen. Dem Autor der vorliegenden Diplomarbeit ist zwar bewusst, dass es hier darum geht, die Schülerinnen und Schüler vor Gefahren des elektrischen Stroms im Haushalt zu schützen, dennoch impliziert die Aussage eine gewisse Fehlvorstellung, dass Wasser genauso gut leitet, wie ein Kupferkabel, was in späteren Schulstufen durchaus zu Problemen führen kann.

Auch der nicht ganz korrekte – oder zumindest zu vermeidende – Begriff der Stromquelle<sup>35</sup> wird in diesem Werk angesprochen, wenn wie folgt argumentiert wird: „Damit Strom fließen kann, benötigt man eine Stromquelle und ein Material, das den Strom zum Verbraucher leitet (,Leiter‘). Eine Lampe leuchtet dann, wenn es eine Stromquelle gibt und eine Verbindung zur Lampe besteht.“<sup>36</sup>

Im Bereich der Stoffe können mehrere problematische Aussagen gefunden werden. Zunächst wird beim Thema Wasserkreislauf auf Wasser wie folgt eingegangen: „Wasser ist die einzige Flüssigkeit auf der Erde, die in drei verschiedenen Formen vorkommt: als Eis/Schnee, als Wasser und in der Luft als Dampf.“<sup>37</sup> Diese Aussage entspricht nicht der Realität, da auf der

---

<sup>30</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 129.

<sup>31</sup> Thomas Wilhelm, Martin Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, In: Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Martin Hopf, Reinders Duit (Hrsg.), Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (Berlin 2018) 116.

<sup>32</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 93.

<sup>33</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 94.

<sup>34</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 95.

<sup>35</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 122.

<sup>36</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 97.

<sup>37</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 120.

Erde mehrere Stoffe existieren, die in den drei bekanntesten Aggregatzuständen vorkommen. Natürlich stellt Wasser mit seiner Allgegenwärtigkeit ein passendes Beispiel dar, um die Unterscheidungen zwischen Festkörper, Flüssigkeit und Gas zu demonstrieren. Dennoch sollte nicht vergessen werden, dass prinzipiell jeder Stoff in allen dieser drei Aggregatzuständen vorkommen kann – vorausgesetzt die Umgebungsbedingungen lassen dies zu.

Als nächstes wird das Wasser noch genauer bearbeitet und es wird folgender Vergleich gebracht: „Je kälter, desto schwerer wird Wasser.“<sup>38</sup> Dieser Satz ist sehr fehlerbehaftet, da erstens Wasser seine größte Dichte bei 4°C besitzt und zweitens der Begriff „schwerer“ nicht unbedingt auf den Dichtebegriff abgestimmt ist. Für die Formulierung in der Volksschule ist die Dichte einigermaßen anspruchsvoll. Dennoch könnte die Anomalie des Wassers wohl am besten mit der Beschreibung eines Fischeiches und der Frage, warum denn die Fische im Winter nicht mit dem Teich zufrieren, erklärt werden.

Im Bereich der Entstehung eines Feuers werden die nötigen Umgebungsbedingungen folgendermaßen angeführt: „Ein Feuer kann nur dann brennen, wenn alle drei Voraussetzungen erfüllt sind: -) Brennbares Material ist vorhanden -) Luft ist vorhanden -) Die Temperatur ist so hoch, dass das brennbare Material zu brennen beginnt.“<sup>39</sup> Dabei muss angemerkt werden, dass für die Verbrennung eigentlich nicht die Luft, sondern der darin enthaltene Sauerstoff für die Verbrennung wesentlich ist.

Auch zum Themenbereich Natur der Naturwissenschaften soll noch eine Bemerkung angeführt werden: Unter der Überschrift „Zufällig entdeckt“<sup>40</sup> werden Entdeckungen und Erfindungen angeführt, die – wie die Überschrift bereits verrät – zufällig gemacht wurden. Der Entwicklungsprozess von Erfindungen wird zwar auf den Folgeseiten weiter ganz gut beschrieben, dennoch könnte man annehmen, dass die meisten Erfindungen und Errungenschaften auf wahllos beobachtete Phänomene zurückzuführen seien. Dass Wissenschaft und Forschung besonders heutzutage ganz anders funktioniert, sollte in diesen Kapiteln mehr Bedeutung zukommen.

#### *5.1.4 Dem Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsheft*

Das Arbeitsheft für die Grundstufe II hat einen Umfang von 86 Seiten und bietet auf 23 Seiten Physik-bezogene Inhalte, dies entspricht immerhin 26,7 Prozent. Während die Bereiche Thermodynamik und Stoffe (7,0 bzw. 12,8 Prozent) im Vergleich mit den anderen Werken dieser Kategorie überdurchschnittlich repräsentiert sind, finden sich keine Inhalte zur Optik

---

<sup>38</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 121.

<sup>39</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 127.

<sup>40</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 134.

und zur Astronomie. Auch die Bereiche Metrologie mit 3,5 Prozent, sowie Mechanik, Elektrodynamik und Natur der Naturwissenschaften mit jeweils 2,3 Prozent liegen unter dem Durchschnitt aller Übungsbücher für die dritte und vierte Volksschulklasse (siehe Tabelle 4).

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	3,5 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	2,3 %	4,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	2,3 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	7,0 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	12,8 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	2,3 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 4: Überblick über Physikteilbereiche in „Dem Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsbuch“

Inhalte, die auf Schülervorstellungen anspielen, kommen hier in einem sehr geringen Ausmaß vor. Dennoch soll festgehalten werden, dass im Bereich der Elektrodynamik die Vorstellung vom elektrischen Strom als etwas „Verbrauchbares“ unterstützt wird.<sup>41</sup> Während auf dem Arbeitsblatt zum Thema „Strom im Haushalt“ immer wieder korrekterweise auf die Nutzung elektrischer Energie hingewiesen wird, kommt zum Abschluss dann doch, die fast typische Alltagsfrage: „Wie könntest du Strom sparen?“<sup>42</sup>

Im Bereich der Gerätekunde/Metrologie soll hier noch auf zwei Aspekte hingewiesen werden, die zwar nicht direkt mit Schülervorstellungen im klassischen Sinne zu tun haben, aber dennoch einen Einfluss auf diese haben könnten. Im Arbeitsblatt „Lebensgrundlage Wasser“<sup>43</sup> werden die Anschlüsse der Trinkwasserleitungen in die einzelnen Häuser derart dargestellt, als ob sich diese knapp unterhalb der Erdgeschoßdecke befinden würden. Tatsächlich ist es allerdings so, dass der Trinkwasseranschluss bei Häusern mit Kellern eher unter Erdniveau bzw. bei Häusern ohne Keller entweder durch die Bodenplatte bzw. knapp über Erdniveau realisiert wird. So kann sichergestellt werden, dass bei längerer Nichtnutzung bei tieferen Temperaturen (also bspw. während eines Schiurlaubs im Winter) das Wasser in der Zuleitung nicht gefrieren kann und damit Schäden an dieser verursacht.

<sup>41</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 123.

<sup>42</sup> Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 3/4. Sachunterricht 3. und 4. Klasse. Arbeitsheft (Wien 2017) 46.

<sup>43</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsheft, 61.

Die zweite Unkorrektheit findet man zum Thema „Bei der Feuerwehr“<sup>44</sup>. Dort sollen verschiedenen Begriffe aus dem Feuerwehrwesen den Abbildungen zugeordnet werden. Einer dieser Begriffe ist „Sauerstoffgerät“. Alltagssprachlich wird auch oft davon gesprochen, dass man Sauerstoffflaschen zum Tauchen oder im Bereich der Feuerwehr verwendet. Auf diesem Bild wird jedoch kein Sauerstoffgerät, sondern ein Pressluftatmer gezeigt. Ganz generell werden im Feuerwesen (zumindest in Österreich) zum überwiegenden Teil Pressluftgeräte für diverse Einsätze, bei denen unklar ist, ob die Umgebungsluft einen sicheren Einsatz erlaubt, verwendet. Sauerstoffgeräte hingegen kommen – wenn überhaupt – nur bei speziellen Feuerwehreinheiten zum Einsatz, da deren Handhabung und Wartung um einiges komplexer ist.

## **5.2 Reihenbeschreibung „Ideenbuch für den Sachunterricht“**

Die Reihe besteht aus drei Bänden (2, 3 und 4). Charakteristikum dieser Reihe ist die Erarbeitung einzelner kleinerer Themen, die jeweils einem großen, komplexen Themenbereich zugeordnet werden können. So wird zum Beispiel der Kühlschrank in Band vier als Teil des Themenbereichs „Technische Geräte“ angeboten. Zusätzlich zu den Themenbereichen jedes Bandes existiert jeweils ein Schlusskapitel, in dem auf Experimente eingegangen wird.

Die Werke dieser Reihe sind als Kombinationsbücher einzustufen, da sowohl stofflicher Inhalt als auch Anleitungen zu eigenständigem Handeln angeboten werden. Angeboten werden neben den drei „Standardausgaben“ auch noch neun Länderteile für den Band drei und ein Kombinationsband aus den Bänden drei und vier, wobei in diesem nicht alle Themenbereiche der Einzelbände abgedeckt werden. Zusätzlich können zu jedem der bisher erwähnten Exemplare (Einzelband, Länderteil bzw. Kombination 3/4) noch Begleithefte für Lehrerinnen und Lehrer geordert werden.<sup>45</sup>

### **5.2.1 Ideenbuch für den Sachunterricht 2**

Dieses Werk besitzt – wie auch die beiden anderen hier analysierten Werke dieser Reihe – einen Umfang von 112 Seiten, wobei sich 29 davon Physik-bezogenen Themen widmen. Daraus ergibt sich ein Anteil von 25,9 Prozent, was dem höchsten relativen Anteil an physikalischen Themen in der entsprechenden Kategorie „Kombinationsbücher Grundstufe I“ entspricht.

Im Allgemeinen werden die einzelnen Teilgebiete mit Physikbezug auch in einem für diese Kategorie überdurchschnittlichen Maß behandelt. Lediglich die Bereiche Thermodynamik und

---

<sup>44</sup> Jeger, Seitz, Seitz, *Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsheft*, 69.

<sup>45</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Ideenbuch für den Sachunterricht“ des Verlags Westermann  
<<https://www.westermanngruppe.at/reihe/JVIDEENBCHSU/Ideenbuch-fuer-den-Sachunterricht>> (20.05.2019).

Astronomie kommen nicht vor und der Bereich Stoffe liegt mit einem Anteil von 2,7 Prozent knapp vier Prozent unter dem Durchschnitt. Positiv hervorzuheben ist der relativ hohe Anteil an Seiten mit Bezug zur Optik von immerhin 8,9 Prozent. In keinem anderen vorliegenden Werk wird diesem Teilbereich derart große Aufmerksamkeit geschenkt. Außerdem findet das Teilgebiet Natur der Naturwissenschaften mit immerhin 4,5 Prozent vom Gesamthalt Erwähnung, während in den restlichen Werken der Kategorie Kombinationsbuch Grundstufe I dieser Themenbereich zur Gänze ausgespart bleibt. Eine Übersicht bietet Tabelle 5.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe I	Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher
Gerätekunde	Metrologie	9,8 %	9,2 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	3,6 %	2,9 %	5,1 %
	Elektrodynamik	2,7 %	2,6 %	5,8 %
	Thermodynamik	0,0 %	1,4 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	2,7 %	6,5 %	10,1 %
-	Optik	8,9 %	3,5 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	0,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	4,5 %	0,9 %	2,7 %

Tabelle 5: Physikalische Inhalte in „Ideenbuch für den Sachunterricht 2“

Schülervorstellungen werden in diesem Werk möglichst umgangen. Im Bereich Optik findet sich ein einzelner Kritikpunkt. Unter der Überschrift „Wie funktioniert SEHEN?“ wird der Sehvorgang teilweise wie folgt beschrieben: „Durch die Linse fallen die Lichtstrahlen von außen auf das Auge. Die Linse sendet diese auf die Netzhaut an der hinteren Augenhaut.“<sup>46</sup> Dabei könnte im Besonderen die Formulierung, dass das Licht auf das Auge fällt für Schülerinnen und Schüler eher problematisch sein.

### 5.2.2 Ideenbuch für den Sachunterricht 3

In diesem Werk liegen alle Teilbereiche unter dem Durchschnitt der Werke für die Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe II, wobei die Bereiche Optik und Astronomie erst gar nicht vorkommen (Tabelle 6).

In diesem Werk existieren Formulierungen, die Schülervorstellungen in den Bereichen Stoffe und Mechanik bekräftigen. Die etwas irreführende Aussage „Das Tote Meer enthält 10 x so viel Salz wie jedes andere Meer.“<sup>47</sup> könnte dahingehend interpretiert werden, dass in absoluten

<sup>46</sup> Angelika Buraner, Romana Fitz-Lenz, Brigitte Palmstorfer, Ideenbuch für den Sachunterricht 2 (Wien 2010) 60.

<sup>47</sup> Angelika Buraner, Romana Fitz-Lenz, Brigitte Palmstorfer, Ideenbuch für den Sachunterricht 3 (Wien 2010) 25.



Zahlen das Tote Meer größer sei als jedes andere Meer. Bei der getätigten Aussage soll es sich klarerweise um den Salzgehalt (also die Salzmenge bezogen auf eine Volumseinheit) handeln. Dass die Beschreibung dieser Größe in der Volksschule auf Schwierigkeiten stoßen kann, ist sehr wahrscheinlich, dennoch soll hier eine korrekte Formulierung verwendet werden.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	6,3 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	4,5 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	3,6 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	4,5 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	11,6 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	2,7 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 6: Überblick des physikalischen Inhalts in „Ideenbuch für den Sachunterricht 3“

Die beiden anderen Aussagen beziehen sich streng genommen auf die Mechanik und die Vorstellung der „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>48</sup>. So wird unter der schon irreführenden Überschrift „Kraft-Ei“ die Eigenschaften des Eis noch weiter ausgeschmückt: „Ei, ei, ganz schön kräftig!“<sup>49</sup>.

Ähnlich verhält es sich bei der Beschreibung von Magneten. Trotz der generellen Ansiedelung des Themas Magnetismus im Physik-Teilbereich Elektrodynamik lässt sich die Aussage „Magnete besitzen gewaltige Kräfte! Seine stärkste Kraft hat ein Magnet an den beiden Enden, den so genannten Magnetpolen.“<sup>50</sup> ansiedeln und ist in mehrerlei Hinsicht problematisch. Wie schon erwähnt wird der Kraftbegriff hier generell als Eigenschaft des Magneten beschrieben. Zudem fällt die Bezeichnung „gewaltige Kräfte“ auf. Es könnte hinterfragt werden, ob hiermit gemeint war, dass die elektromagnetische Wechselwirkung um 39 Zehnerpotenzen stärker ist als die Gravitation, die jedem Schulkind durch die Schwerkraft bekannt ist. Sollte dies der Fall sein, müsste jedoch weiters hinterfragt werden, ob der Begriff „gewaltig“ diesen Dimensionen überhaupt gerecht wird und ob solche Größenordnungen von Volksschülerinnen und Volksschüler auch nur annähernd erfasst werden können. Auch kann die Pluralität der Aussage in Frage gestellt werden. Zwar ist jedem Physiker und jeder Physikerin klar, dass auf einen Magneten mit einer bestimmten Masse auch eine gravitative Kraftkomponente einwirkt, was

<sup>48</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik 64.

<sup>49</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 3, 103.

<sup>50</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 3, 110.

dem Mehrzahlausdruck der Aussage rechtfertigen würde. Jedoch ist zu bezweifeln, dass die Autorinnen auf dieses Phänomen hinweisen wollten. Für Schülerinnen und Schüler jedoch kann es irreführend sein, wenn von mehreren Kräften die Rede ist. Mit dem zweiten Satz der zitierten Aussage könnte eine lokale Abhängigkeit der dem Magneten innewohnenden Kräfte erklärt werden, wenn die „stärkste Kraft an den beiden Enden“ angesprochen wird. Dementsprechend könnte man fälschlicherweise argumentieren, dass an unterschiedlichen Stellen eines Magneten unterschiedliche Kräfte mit unterschiedlicher Stärke innewohnen.

### 5.2.3 Ideenbuch für den Sachunterricht 4

Der Band vier aus der Reihe Ideenbuch für den Sachunterricht, liegt mit den Teilbereichen Optik (2,6 Prozent), Astronomie (8,9 Prozent) sowie Natur der Naturwissenschaften (11,6 Prozent) jeweils an der Spitze in der Kategorie Kombinationsbücher der Grundstufe II. Außerdem befinden sich die Teilbereiche Thermodynamik und Stoffe deutlich über dem Durchschnitt in dieser Kategorie. Während die Bereiche Metrologie und Elektrodynamik klar unterdurchschnittlich vertreten sind, liegt Mechanik knapp unter dem Durchschnitt. Die Zahlen finden sich in Tabelle 7 wieder.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	3,6 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	4,5 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	1,8 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	14,3 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	22,3 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	2,7 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	8,9 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	11,6 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 7: Physikalische Inhalte in „Ideenbuch für den Sachunterricht 4“

Wie im vorigen Kapitel besprochenen Vorjahresband tritt auch hier wieder die Schülervorstellung von „Kraft als universelle Wirkfähigkeit“<sup>51</sup> ein, wenn eine Überschrift lautet: „Die Kraft der Papierrollen“.<sup>52</sup>

Des Weiteren treten im Bereich Thermodynamik Aussagen in den Vordergrund, die besonders zu hinterfragen sind. Beim Thema „Sonne und Wolken“ werden zunächst die Vorgänge in der

<sup>51</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik 64.

<sup>52</sup> Angelika Buraner, Romana Fitz-Lenz, Brigitte Palmstorfer, Ideenbuch für den Sachunterricht 4 (Wien 2011) 26.

Sonne folgendermaßen beschrieben: „Durch die hohe Hitze und den hohen Druck können im Kern der Sonne Gase entstehen. So kann die Sonne Licht und Wärme spenden.“<sup>53</sup> Neben der etwas verkürzten – aber für Schülerinnen und Schüler der Primärstufe noch immer komplexen – Darstellung der Vorgänge im Inneren der Sonne soll auch der Begriff der Hitze erwähnt werden. Beide Punkte sind als eher problematisch aufzufassen, zumal sowohl das Verständnis für die Physik der Sonne fehlen dürfte und der Begriff Temperatur anstatt des Hitzebegriffs der gangbarere Weg darstellen sollte.

Noch auf derselben Seite begegnet man der nächsten Aussage: „Durch die Wärme der Sonnenstrahlen beginnen sich die kleinen Wasserteilchen in den verschiedenen Gewässern immer schneller zu bewegen, bis sie als warmer Wasserdampf aufsteigen. (...) Wenn sie sich nicht mehr in der Luft halten können, fallen sie als Regen auf die Erde.“<sup>54</sup> Hier findet man zunächst die Anspielung auf das Teilchenmodell der Thermodynamik, was auch die physikalische Sichtweise durchaus korrekt wiedergibt. Jedoch sollte von der Verwendung des Adjektivs „klein“ unter Umständen Abstand genommen werden, da sonst die Möglichkeit einer Differenzierung der Wasserteilchen in kleine und große besteht. Wasserteilchen – oder besser Wassermoleküle – haben jedoch immer die gleiche Größe. Dass die Sonne mit ihren „warmen Strahlen“ für die Verdunstung verantwortlich ist, ist zwar grundsätzlich richtig, jedoch bedarf es zunächst einer gewissen Temperatur, damit Verdunstung stattfinden kann.<sup>55</sup>

Der nächste problematische Begriff ist der „warme Wasserdampf“. Nachdem es sich bei der hier beschriebenen Verdunstung lediglich um einzelne aus der Wasseroberfläche austretende Wassermoleküle handelt, sollte hier nicht von „warmen Wasserdampf“ wie es Schülerinnen und Schüler vom Kochen in der Küche kennen, gesprochen werden. Zudem kann einzelnen Wassermolekülen keine Temperatur zugewiesen werden.

Beim letzten Satz der Aussage könnte den Wassermolekülen eine aktive Rolle beim „Halten in der Luft“ zugesprochen werden. Fakt ist jedoch, dass die Aufnahmefähigkeit der Luft mit sinkender Temperatur fällt und deswegen Niederschlag eintritt. Außerdem kann Niederschlag sowohl als Regen als auch als Schnee auf die Erde fallen.

Ebenfalls dem Bereich der Thermodynamik zuzurechnen ist das Thema Kühlschranks. Hier wird an zwei Stellen der Begriff der Kälte verwendet. Bei der Beschreibung der Funktionsweise eines Kühlschranks wird der Versuch mit der nassen Haut zur „Entstehung von Kälte“ verwendet<sup>56</sup> und später spricht schon die Überschrift „Kälte / kalte und warme Farben“ den aus

---

<sup>53</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 39.

<sup>54</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 39.

<sup>55</sup> Rita Wodzinski, Thomas Wilhelm, Schülervorstellungen im Anfangsunterricht, In: Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Martin Hopf, Reinders Duit (Hrsg.), Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (Berlin 2018) 255.

<sup>56</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 91.

physikalisch-wissenschaftlicher Sicht problematischen Begriff direkt an. Es folgen Aussagen wie: „Kälte kann so angenehm sein,...“ oder: „Kälte ist mir angenehm, wenn ich eine Beule auf dem Kopf habe und mir ein Eisbeutel aufgelegt wird.“<sup>57</sup>

Kritische Beschreibungen anderer Art finden bei der Beschreibung der Jahreszeiten Platz. Argumentiert wird wie folgt: „Die Jahreszeiten gibt es, weil die Erde ein wenig schräg im Weltall steht. (...) Weil die Erde schräg im Weltall steht, scheint die Sonne nicht auf jeden Teil gleich stark. Im Sommer treffen die Sonnenstrahlen geradewegs von oben, also ganz steil, auf die Erdoberfläche. Da die Tage im Sommer auch viel länger sind, bekommen wir mehr Sonne ab.“<sup>58</sup> Zunächst ist nicht klar definiert wie die Erde „schräg im Weltall steht“. Dass die Definition und Erklärung eines Bezugssystems in der Volksschule durchaus schwierig sind, ist klar. Dennoch könnte erläutert werden, dass die Erdachse in Bezug auf die Umlaufbahn um die Sonne schräg positioniert ist. Das Verb „steht“ wirkt zusätzlich verwirrend, da die Erde – so wie jedes andere Objekt im Weltall – ständig in Bewegung ist und daher nicht stehen kann. Der zweite Teil der Definition wird dann aus physikalischer Sicht noch schwammiger. Die begriffliche Unklarheit „geradewegs von oben“ wird durch den Zusatz „also ganz steil“ wohl kaum aufgeklärt. Ob sich Schülerinnen und Schüler der vierten Volksschulklassen mit solchen Ausdrücken fachlich korrektes Wissen aneignen können sei dahingestellt. Der Schlusspunkt könnte einem typischen Alltagsgespräch entnommen worden sein. Dass wir nicht mehr Sonne, sondern Wärme durch Sonnenstrahlung abbekommen, sollte zumindest von den betroffenen Lehrerinnen und Lehrern aufgeklärt werden.

### **5.3 Reihenbeschreibung „Lasso Sachbuch“**

Die Reihe „Lasso Sachbuch“ bietet Lehrwerke für die Grundstufe II, wobei bis zum Schuljahr 2018/19 noch getrennte Ausgaben für die dritte und vierte Volksschulklasse zur Verfügung standen. Da sich das Werk Lasso Sachbuch 3 (inklusive Arbeitsheft) bis dahin auf der Volksschulbuchliste befand, wird auch dieses in der vorliegenden Arbeit analysiert. Als Vorlage dienten die Lehrwerke Kunterbunt Sachbuch 2, 3 und 4 (Ernst Klett Verlag, 12003, 12004 und 12005) sowie Kunterbunt Sachheft 3 (Ernst Klett Verlag, 2010).<sup>59</sup>

Während es sich beim Lasso Sachbuch 3 mit dem Arbeitsheft um ein Inhaltsbuch in Verbindung mit einem Übungsbuch handelt, stellt die neu erarbeitete Ausgabe für die Klassen drei und vier ein reines Kombinationswerk dar. Dieses splittet sich in zwei Teile A und B. Neben dem klassischen Werk können auch Werke mit Regionalseiten für die neun Bundesländer

---

<sup>57</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 96.

<sup>58</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 43.

<sup>59</sup> Horst *Bartnitzky*, Hans-Dieter *Bunk*, Andrea *Pölzl*, Monika *Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3 (Wien 12011) Bucheinband.

bestellt werden. Diese unterscheiden sich von der klassischen Ausgabe nur durch eingefügte Seiten zu Themen des jeweiligen Bundeslandes.<sup>60</sup>

Neben diesen Werken für Schülerinnen und Schüler werden außerdem noch ein Begleitband für Lehrerinnen und Lehrer, Kopiervorlagen, Kopiervorlagen Plus, verschiedene DUA-Versionen (DUA...Digitaler Unterrichtsassistent) in Online- bzw. CD-Form angeboten.

Die Reihe gehört nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung zu den fünf meistbestellten Serien für das Schuljahr 2018/19.<sup>61</sup>

### 5.3.1 Lasso Sachbuch 3

Das Inhaltsbuch für die dritte Volksschulklasse enthält insgesamt 72 Seiten. Auf 12 davon findet man Themen mit physikalischen Inhalt. Mit 8,3 Prozent stellt sich das Teilgebiet Stoffe in diesem Werk als jenes mit dem größten Anteil heraus, dennoch liegt es im Vergleich mit den anderen Büchern der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe II unter dem Durchschnitt. Lediglich das Gebiet der Astronomie liegt überdurchschnittlich, während sich bei den restlichen Teilgebieten ein unterdurchschnittlicher Umfang zeigt (siehe Tabelle 8).

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	4,2 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	0,0 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	2,8 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	5,6 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	8,3 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	1,4 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	4,2 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 8: Physikalische Themengebiete im Vergleich in „Lasso Sachbuch 3“

Im Bereich Astronomie wird die Bewegung der Sonne wie folgt beschrieben: „Die Sonne wandert scheinbar im Laufe des Tages über den Himmel.“<sup>62</sup> Der Verweis „scheinbar“ bietet immerhin einen Anhaltspunkt auf eine spätere nähere und physikalisch korrekte Erläuterung dieses Phänomens. Diese bleibt jedoch aus, was für Spekulationen über die tatsächliche Sonnenbewegung sorgen könnte.

<sup>60</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Lasso Sachbuch“ des Verlags ÖBV <<https://www.oebv.at/lehrwerke/lasso-sachbuch-2016>> (21.05.2019).

<sup>61</sup> Entsprechendes Mail liegt dem Autor vor.

<sup>62</sup> *Bartnitzky, Bunk, Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3, 36.

Beim Thema Magnetismus finden sich zwei Aussagen, die zu Missverständnissen führen können. Zum einen wird die Wirkung von Magneten auf andere Stoffe derart beschrieben: „Magnete haben die Eigenschaft, Metall anzuziehen.“<sup>63</sup> Jedoch gibt es nur eine begrenzte Anzahl ferromagnetischer Metalle – die bekanntesten Eisen, Nickel, Kobalt. So könnte von Schülerinnen und Schülern angenommen werden, dass auch so manch andere metallische Gegenstände aus ihrem Alltagsleben ferromagnetisch seien, was bspw. für Aluminium, Kupfer und manche Edelstahlsorten nicht zutreffend ist.<sup>64</sup>

Das zweite Problem im Bereich der Elektrodynamik bezieht sich auf die Erläuterungen zum Kompass. Hier wird folgendermaßen argumentiert: „Die Spitze zeigt immer nach Norden, da es ganz nah beim Nordpol ein sehr großes Magnetfeld gibt.“<sup>65</sup> Hier finden wir gleich zwei Formulierungen, die zu Fehlvorstellungen führen können. Zum einen wird nur der Nordpol angesprochen und die Betrachtung des Südpols – genauer gesagt die Tatsache, dass es sich bei Magneten immer um Dipole handelt – außer Acht gelassen. Dies kann dazu führen, dass Schülerinnen und Schüler annehmen, dass es auch magnetische Monopole gibt. Diese Vorstellung wird unter Umständen durch ihre Alltagswelt (siehe Magneteisenbahn) unterstützt. Zum anderen scheint die Vorstellung gestärkt, dass es nur am Nordpol ein Magnetfeld gibt. Dann müssten sich Schülerinnen und Schüler die Frage stellen, wie sich dieses – scheinbar nur am Nordpol vorhandene – Magnetfeld auf den Kompass auswirkt, der sich ja nicht in der Nähe des Nordpols befindet. Zwar ist das Magnetfeld an den Polen stärker, jedoch würde die zitierte Erklärung implizieren, dass nur am Nordpol ein Magnetfeld existiert.

### 5.3.2 *Lasso Sachbuch 3, Arbeitsheft*

Das Arbeitsheft zum zuvor besprochenen Lehrwerk hat einen Gesamtumfang von 64 Seiten. Auf 18 Seiten finden sich Inhalte zu physikalischen Themenstellungen. Im Gegensatz zum dazu passenden Inhaltsbuch liegt das Übungsbuch im Großteil der Physik-Teilgebiete über dem Durchschnitt der Kategorie Übungsbücher Grundstufe II. Die einzigen Ausnahmen bilden mit null Prozent die Bereiche Optik und Astronomie. Die Bereiche Thermodynamik, Stoffe und Nature of Science (der Wert dieses Bereichs ist sogar Spitzenwert aller analysierten Lehrwerke) stellen überdies sogar den Spitzenwert in dieser Kategorie dar. Die genauen Werte finden sich in Tabelle 9.

Trotz der relativ betrachteten großen Werte für den Umfang der einzelnen Teilgebiete lässt sich hier nur eine Diskrepanz mit der physikalisch korrekten Beschreibung von Naturphänomenen

---

<sup>63</sup> Bartnitzky, Bunk, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3, 66.

<sup>64</sup> Wodzinski, Wilhelm, Schülervorstellungen im Anfangsunterricht, 256.

<sup>65</sup> Bartnitzky, Bunk, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3, 67.

finden. Diese findet sich in dem Satz: „Ein Magnet hat viel Kraft.“<sup>66</sup> Dieser Aspekt wurde oben bereits beim Werk „Ideenbuch für den Sachunterricht 3“ (Kapitel 5.2.2) näher erläutert.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	9,4 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	6,3 %	4,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	7,8 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	10,9 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	15,6 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	15,6 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 9: Bereiche mit Physikbezug in „Lasso Sachbuch 3, Arbeitsheft“

### 5.3.3 Lasso Sachbuch 3/4 Teil A

Der erste Teil des neuen Kombinationswerks dieser Reihe bietet auf insgesamt 98 Seiten einen sehr eingeschränkten Zugriff auf physikalische Themen. Nur die Teilgebiete Astronomie und Natur der Naturwissenschaften konnten auf je einer Seite identifiziert werden (siehe Tabelle 10). Der überwiegende Teil physikalischer Betrachtungen werden in diesem Werk im zweiten Teil B behandelt.

Aufgrund des sehr geringen Anteils physikalischer Themen konnten hier auch keine Stellen ausgemacht werden, die verschiedene Schülervorstellungen befördern könnten.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	0,0 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	0,0 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	0,0 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	0,0 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	1,0 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	1,0 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 10: Analyse der physikalischen Inhalte in „Lasso Sachbuch 3/4 Teil A“

<sup>66</sup> Horst *Bartnitzky*, Hans-Dieter *Bunk*, Andrea *Pölzl*, Monika *Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3. Arbeitsheft (Wien 2011) 50.

### 5.3.4 Lasso Sachbuch 3/4 Teil B

Das Buch umfasst ebenso wie Teil A dieses Kombinationswerkes 98 Seiten, wobei 34 Seiten mit physikalischem Inhalt nachgewiesen werden können. Die Bereiche Elektrodynamik (12,2 Prozent), Thermodynamik (9,2 Prozent) und Stoffe (12,2 Prozent) liegen über bzw. im Durchschnitt der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe II. Die übrigen Bereiche liegen unter diesem, wie Tabelle 11 zu entnehmen ist.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher
Gerätekunde	Metrologie	4,1 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	3,1 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	12,2 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	9,2 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	12,2 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	1,0 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	1,0 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 11: Überblick über physikalische Themen in „Lasso Sachbuch 3/4 Teil B“

Zunächst soll an dieser Stelle mit einer positiven Bemerkung begonnen werden. Wie im Vorgängerwerk (Lasso Sachbuch 3 – Kapitel 5.3.1) findet sich auch hier das Thema „Der Kompass“, in dem die Ausrichtung der Kompassnadel erläutert wird. Im Gegensatz zum oben bereits besprochenen Buch, wird in der neuen Ausgabe wie folgt argumentiert: „Wegen dem Magnetfeld der Erde richtet sich die Nadel eines Kompasses immer in Richtung Norden aus.“<sup>67</sup> Zwar besteht weiterhin die Diskrepanz mit der Vorstellung über magnetische Monopole, jedoch wird hier richtigerweise von Erdmagnetfeld gesprochen und so die Vorstellung, dass nur an den Polen ein Magnetfeld existiert, unterbunden – eine eindeutige Verbesserung.

Neben diesem positiven Aspekt wurden jedoch auch besonders im Themenfeld Elektrodynamik einige negative Aussagen gefunden. Auch hier kann zunächst wieder auf das Vorgängerwerk verwiesen werden. Analog zu diesem werden auch hier die beiden Aussagen: „Magnete haben die Eigenschaft Metalle anzuziehen.“<sup>68</sup> und: „Ein Magnet hat viel Kraft.“<sup>69</sup> verwendet. Die Kritik dazu findet sich im Kapitel 5.3.1.

<sup>67</sup> Andrea Pölzl, Monika Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3/4 Teil B. Schülerbuch (Wien 12019) 93.

<sup>68</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 91.

<sup>69</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 92.



Weitere Fehlvorstellungen fördernde Aussagen betreffen im Bereich der Elektrodynamik die Behandlung der Elektrizität. Es werden sowohl Bemerkungen zum „Erzeugen von Strom“<sup>70, 71, 72</sup> als auch zum „Verbrauchen von Strom“<sup>73</sup> gemacht. Des Weiteren kommen Aussagen vor wie: „Energieverschwendung ist: (...). Forsche zuhause nach, wo du noch Strom sparen kannst.“<sup>74</sup> Eine Aussage unterstützt die Alltagsvorstellungen zur Speicherung von Strom in folgender Weise: „Strom kommt nicht nur aus der Steckdose. Er wird auch in Batterien und Akkus gespeichert.“<sup>75</sup>

Spezielle Ausführungen werden beim Thema „Elektrischer Strom ist gefährlich“ geboten: „Bei einem Stromschlag entsteht enorme Hitze, sodass der menschliche Körper verbrennt.“<sup>76</sup> Zunächst könnte der Begriff „Stromschlag“ hinterfragt werden, ehe man den Nebensatz eher als übertriebene Umschreibung verstehen könnte. Die Besorgnis darüber, dass Kindern etwas beim Experimentieren oder Hantieren mit Elektrizität zustoßen könnte, dürfte die Ausformulierung dieser Aussage beeinflusst haben, steht aber kaum in einem angemessenen Verhältnis zu den Tatsachen der physikalischen Beschreibung. Auf derselben Seite sollen die Schülerinnen und Schüler folgenden Lückentext ausfüllen (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Unsere Experimente machen wir ausschließlich mit Strom aus *Batterien*. Dieser ist *ungefährlich*. Steckdosenstrom ist *lebensgefährlich*.“<sup>77</sup> Hier wird zwar darauf hingewiesen, dass es einen Unterschied zwischen den beiden Stromarten gibt, aber warum dies so ist bleibt offen. Lediglich wird richtigweise darauf hingewiesen, dass die Wechselspannung der Steckdose mit 230 V gefährlicher ist als die niedrige Gleichspannung von Batterien.

#### 5.4 Reihenbeschreibung „Meine bunte Welt“

Diese Reihe besteht grundsätzlich aus Einzelbänden für die erste und zweite Volksschulklasse und einem Kombiband in zwei Teilen für die Grundstufe II. Diese werden als Arbeitsbuch bezeichnet. Während es für den ersten Band kein separates Übungsbuch gibt, werden für die zweite Klasse zwei Übungsbücher (A – einfache Aufgaben und B – zum selbstständigen Üben) und für die dritte und vierte ein gemeinsames Übungsbuch angeboten. Länderteile stehen nur für die Bundesländer Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol und Wien zur Verfügung. Zu jedem Arbeitsbuch und Länderteil können auch hier Begleithefte für Lehrerinnen und Lehrer bestellt werden. Für die beiden ersten Klassen sind außerdem

---

<sup>70</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 60.

<sup>71</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 79.

<sup>72</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 85.

<sup>73</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 82.

<sup>74</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 80.

<sup>75</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 82.

<sup>76</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 83.

<sup>77</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 83.

jeweils Übungshefte mit Englisch, sowie ein Arbeitsheft Englisch, eine Audio-CD Englisch und ein Begleitheft für Lehrerinnen und Lehrer für die gesamte Grundstufe I erhältlich.<sup>78</sup>

Die Reihe gehört nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung zu den fünf meistbestellten Serien für das Schuljahr 2018/19.<sup>79</sup>

#### 5.4.1 *Meine bunte Welt 1 Arbeitsbuch*

Der Gesamtseitenumfang des Werks beträgt 48 Seiten, wobei fünf Seiten Aspekte der verschiedenen Physik-Teilbereiche beinhalten. Während der Bereich Gerätekunde mit 8,3 Prozent der Spitzenwert aller Teilbereiche in der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe I darstellt, liegen nur noch die Bereiche Elektrodynamik und Astronomie über dem Durchschnitt in dieser Kategorie. Gar keine Erwähnungen gibt es für die Bereiche Mechanik, Thermodynamik, Optik und Natur der Naturwissenschaften (siehe Tabelle 12).

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	8,3%	4,1 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	0,0 %	4,3 %	5,0 %
	Elektrodynamik	4,2 %	3,3 %	5,4 %
	Thermodynamik	0,0 %	2,6 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	4,9 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,3 %	1,1 %
-	Astronomie	2,1 %	1,6 %	1,3 %
-	Nature of Science	2,1 %	1,7 %	3,7 %

Tabelle 12: Physikbezogene Inhalte in „Meine bunte Welt 1 Arbeitsbuch“

Auf den fünf Seiten, die physikalische Inhalte vorweisen, wurden keine Hinweise auf Schülervorstellungen gefunden.

#### 5.4.2 *Meine bunte Welt 2 Arbeitsbuch*

Der zweite Band der Serie „Meine bunte Welt“ ist mit 88 Seiten fast doppelt so umfangreich wie der erste. Mit 14 Seiten sind es sogar fast dreimal so viele Seiten, in denen physikalischer Inhalt auffindbar ist. Hier liegen auch bereits fünf Teilbereiche relativ zur Gesamtseitenanzahl über dem Durchschnitt in der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe I, nämlich Mechanik, Elektrodynamik, Stoffe, Optik und Natur der Naturwissenschaften. Letzterer ist in dieser

<sup>78</sup> Website zu „Meine bunte Welt“ des Verlags Westermann <<https://www.westermanngruppe.at/reihe/JVMEINBUNTAKT/Meine-bunte-Welt>> (21.05.2019).

<sup>79</sup> Entsprechendes Mail liegt dem Autor vor.

Kategorie der Spitzenwert mit 4,6 Prozent. Unter dem Durchschnitt liegen neben Thermodynamik auch die Bereiche Metrologie und Astronomie, zu denen keine Inhalte im Buch gefunden wurden. Eine Übersicht findet sich in Tabelle 13.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,1 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	4,6 %	4,3 %	5,0 %
	Elektrodynamik	3,4 %	3,3 %	5,4 %
	Thermodynamik	2,3 %	2,6 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	5,7 %	4,9 %	7,2 %
-	Optik	3,4 %	1,3 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,6 %	1,3 %
-	Nature of Science	0,0 %	1,7 %	3,7 %

Tabelle 13: Physikalische Themenfelder in „Meine bunte Welt 2 Arbeitsbuch“

Schülervorstellungen aus den Bereichen Elektro- und Thermodynamik, sowie der Natur der Naturwissenschaften, könnten durch Inhalte in diesem Buch befördert werden.

Im Bereich der Elektrodynamik kommt die bereits besprochene inkorrekte Formulierung „Magnete ziehen Gegenstände aus Metall (Eisen oder Stahl) an.“<sup>80</sup> vor. Hier findet zwar eine etwas präzisere Angabe durch die in Klammer angeführten Stoffe statt, dennoch trägt es unter Umständen zur zusätzlichen Verwirrung bei, da es auch möglich wäre den Text so zu verstehen, dass Metalle nur aus diesen beiden Stoffen bestehen. Und dass nicht nur diese beiden Metalle ferromagnetisch sind, wurde bereits oben erwähnt (Kapitel 5.3.1).

Auf derselben Seite – nämlich jener auf der die Lösungen zu Experimenten zu finden sind – wird auch ein Versuch näher erklärt, der vom elektrischen Stromkreis handelt. Aufgabe ist es mit Hilfe einer Flachbatterie, einer Schere und einem Bleistift ein Glühlämpchen zum Leuchten zu bringen. Der Stromkreis soll durch Verbinden der Pole der Batterie und der Anschlüsse der Glühbirne mittels Bleistiftmine und Schere geschlossen werden. Warum dieser Versuch funktioniert wird mit folgender Aussage erklärt: „Das Graphit im Bleistift und das Metall der Schere leiten den Strom zur Glühbirne.“<sup>81</sup> Hier wird die Vorstellung unterstützt, die Wilhelm und Hopf als „Zwei-Wege-Zuführvorstellung“ bezeichnen.<sup>82</sup> Diese kommt häufig dadurch zustande, nachdem Schülerinnen und Schüler gezeigt wird, dass zum Betreiben elektrischer Geräte zwei Leiter notwendig sind. Schülerinnen und Schüler nehmen dann an, dass durch

<sup>80</sup> Katalin Darthé; Susanne de Martin, Meine bunte Welt 2. Arbeitsbuch (Wien 2013) 83.

<sup>81</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch, 83.

<sup>82</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 117.

einen einzigen Leiter zu wenig Strom fließt, um ein Betreiben des Geräts zu ermöglichen. Mit der im Schulbuch getätigten Formulierung, dass sowohl das Graphit als auch das Metall der Schere „den Strom **zur** Glühbirne“ leiten, scheint es wie eine Bestätigung für Schülerinnen und Schüler mit der Zwei-Wege-Zuführvorstellung, da ja die Leiter nur in eine Richtung den Strom zu leiten scheinen – nämlich zur Glühbirne.

In der Thermodynamik sollen im Kapitel „So ein Wetter“ verschiedene Wettererscheinungen zugeordnet werden. Dabei ist die Darstellung „Wind“ etwas irreführend. Der Wind ist so dargestellt, als ob er aus der Wolke „herauskommt“.<sup>83</sup> Wind rührt jedoch nicht von entstandenen Wolken her, sondern bildet sich, um Druckunterschiede in der Atmosphäre auszugleichen.

Schließlich wird im letzten Teil des Werks – dem Lexikon – noch der Begriff des Experiments kurz und knapp wie folgt erklärt: „Ein Experiment ist ein Versuch, bei dem man etwas herausfinden möchte.“<sup>84</sup> Dies liegt nahe an der Vorstellung, dass es sich beim Experimentieren um eine Tätigkeit handelt, bei der etwas ausprobiert wird und – so wie es ganz wörtlich festgeschrieben wurde – bei dem etwas herausgefunden werden soll.<sup>85</sup> Mit dieser allzu verkürzten Darstellung werden Schülervorstellungen unterstützt, die bis weit nach der Volksschulzeit nachwirken und bei Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II noch vorhanden sind.<sup>86</sup>

#### 5.4.3 *Meine bunte Welt 2 Übungsbuch A (einfache Aufgaben)*

Das Übungsbuch A für die zweite Klasse Volksschule stellt auf 40 Seiten einfache Übungen zur Verfügung, wobei 7 Passagen physikalischen Hintergrund beinhalten. Die Bereiche Metrologie, Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und Optik werden im Vergleich mit den anderen Übungsbüchern der Grundstufe I überdurchschnittlich behandelt. Hingegen fand sich für die Bereiche Astronomie und Nature of Science kein Platz im Werk. Der Teilbereich Stoffe ist zudem unterrepräsentiert. Details siehe Tabelle 14.

Wie im Inhaltsbuch zu diesem Werk findet man hier auch die Darstellung wonach der Wind aus der Wolke zu kommen scheint.<sup>87</sup>

Ansonsten findet man hier keine Hinweise, die Schülervorstellungen unterstützen könnten.

---

<sup>83</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch, 10.

<sup>84</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch, 85.

<sup>85</sup> Wodzinski, Wilhelm, Schülervorstellungen im Anfangsunterricht, 259-261.

<sup>86</sup> Dietmar Höttecke, Martin Hopf, Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften, In: Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Martin Hopf, Reinders Duit (Hrsg.), Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (Berlin 2018) 279.

<sup>87</sup> Katalin Darthé; Susanne de Martin, Meine bunte Welt 2. Übungsbuch A (einfache Übungen) (Wien 2013) 3.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	5,0 %	4,5 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	7,5 %	5,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	2,5 %	1,0 %	5,3 %
	Thermodynamik	5,0 %	4,0 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	2,5 %	3,2 %	5,9 %
-	Optik	5,0 %	2,1 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	0,5 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	1,3 %	3,0 %

Tabelle 14: Anteilsüberblick über physikalische Themen in „Meine bunte Welt 2 Übungsbuch A“

#### 5.4.4 *Meine bunte Welt 2 Übungsbuch B (zum selbstständigen Üben)*

Im Übungsbuch B für die zweite Volksschulklasse befinden sich komplexere Aufgaben. Es umfasst ebenso wie die Ausgabe mit den einfacheren Übungen 40 Seiten, von denen 6 Seiten Inhalte mit physikalischen Themen vorweisen. Auch hier liegen die Bereiche Gerätekunde, Thermodynamik und Optik über dem Durchschnitt der Kategorie Übungsbücher Grundstufe I. Zu diesen kommt außerdem der Teilbereich der Astronomie, der außer in diesem Buch in sonst keinem anderen Werk der entsprechenden Kategorie vorkommt. Genaue Zahlen liefert Tabelle 15. Der Teilbereich der Astronomie ist allerdings auch jener mit dem einzigen Makel. Hier werden – wie in anderen Sachunterrichtsbüchern auch – fixe Termine für den Wechsel der Jahreszeiten festgelegt, ohne näher darauf einzugehen, dass sich diese astronomisch im Laufe der Jahre auch verändern.<sup>88</sup>

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	5,0 %	4,5 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	5,0 %	5,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	0,0 %	1,0 %	5,3 %
	Thermodynamik	5,0 %	4,0 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	0,0 %	3,2 %	5,9 %
-	Optik	2,5 %	2,1 %	1,1 %
-	Astronomie	2,5 %	0,5 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	1,3 %	3,0 %

Tabelle 15: Physikalische Inhalte in „Meine bunte Welt 2 Übungsbuch B“

<sup>88</sup> Katalin Darthé; Susanne de Martin, Meine bunte Welt 2, Übungsbuch B (zum selbstständigen Üben) (Wien 2013) 5.

#### 5.4.5 Meine bunte Welt 3/4 Arbeitsbuch – Teil 1

Der erste Teil des Inhaltsbuches für die Grundstufe II umfasst insgesamt 80 Seiten, wobei auf 17 davon Inhalte mit physikalischem Hintergrund zu finden sind. Während die Teilbereiche Gerätekunde, Elektrodynamik und Stoffe überdurchschnittlich im Vergleich mit anderen Werken der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe II abschneidet, liegen die Bereiche Mechanik und Thermodynamik unter dem Durchschnitt. Drei Teilbereiche kommen in diesem Sachunterrichtsbuch überhaupt nicht vor. Das sind Optik, Astronomie und die Natur der Naturwissenschaften. Prozentangaben bietet Tabelle 16.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	7,5 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	2,5 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	8,8 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	1,3 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	11,3 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	0,0 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 16: Physikalische Teilgebiete im Vergleich in „Meine bunte Welt 3/4 Arbeitsbuch – Teil 1“

Schülervorstellungen werden im Teilbereich Elektrodynamik unterstützt. Die Annahme, dass Strom erzeugt bzw. verbraucht werden kann, tritt hier am öftesten zu Tage – in Aussagen wie: „Elektrischer Strom wird auf vielerlei Arten erzeugt und ist ein wichtiger Helfer in unserem Alltag.“<sup>89</sup> „Beim Wasserkraftwerk wird mithilfe von Wasser Strom erzeugt: das Wasser treibt Turbinen an, die einen Generator antreiben. Im Generator wird dann der Strom erzeugt. (...) Strom wird mithilfe des aufgestauten Wassers (Stausee) erzeugt. In Laufkraftwerken, die an größeren Flüssen liegen, erzeugt die Kraft des fließenden Wassers Strom.“<sup>90</sup> „Der von den Flügeln angetriebene Generator erzeugt Strom. (..) Es gibt Sonnenwärmekraftwerke, die mithilfe von Wärme (Sonne) und Wasserdampf elektrischen Strom erzeugen.“<sup>91</sup> „Der Nachteil ist, dass das Gerät noch Strom verbraucht. (...) Notiere weitere Ideen, wie du und deine Familie Strom sparen könnten!“<sup>92</sup> „Aus Kohle wird Koks, Heizgas, Teer und elektrischer Strom gewonnen.“<sup>93</sup> „Ich kenne Möglichkeiten, wie man Strom erzeugen kann. (...) Ich weiß, wie man

<sup>89</sup> Katalin Darthé; Susanne de Martin, Meine bunte Welt 3/4. Arbeitsbuch Teil 1 (Wien 2012) 36.

<sup>90</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 37.

<sup>91</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 38.

<sup>92</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 39.

<sup>93</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 40.

umweltfreundlichen Strom gewinnen kann. (...) Ich kenne Möglichkeiten, wie man Strom sparen kann. (...) Ich versuche, Strom zu sparen.“<sup>94</sup> Es ist unschwer eine große Bandbreite von verschiedenen Erwähnungen, dass Strom gespart, verbraucht und erzeugt werden kann, auszumachen. Wilhelm und Hopf fassen derartige Aussage unter dem Punkt „Strom wird verbraucht“ zusammen und bieten im Anschluss aber auch adäquate Veranschaulichungen zu Modellen des elektrischen Stromkreises.<sup>95</sup>

Folgende Ausführung beinhaltet gleich mehrere verschiedene Aspekte, die Schüler- vorstellungen beeinflussen können: „In Kohle, Erdöl und Erdgas ist Energie gespeichert, die durch Verbrennung freigesetzt werden kann. Diese Art Strom zu gewinnen belastet die Umwelt stark und diese Quellen sind auch nicht unerschöpflich. Auch in Atomkraftwerken wird Strom erzeugt. Erneuerbare Energiequellen (Wasser, Wind, Sonne, Erdwärme) zu nutzen ist umweltfreundlich. Sie helfen uns auch Strom zu gewinnen und stehen unbegrenzt zur Verfügung.“<sup>96</sup> Neben der soeben besprochenen Vorstellung von „Strom wird verbraucht“ – sie wird in diesem Absatz immerhin dreimal erwähnt – kommt auch hier der Aspekt von „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>97</sup> zum Tragen. Ein weiterer Punkt betrifft die Formulierungen rund um die „erneuerbaren Energiequellen“. Zunächst muss der Alltagsbegriff „erneuerbare Energie“ hinterfragt werden. Sollte man von der Sonne überhaupt als erneuerbar sprechen? Schließlich ist bekannt, dass die Prozesse im Inneren der Sonne einem in ferner Zukunft liegendem Ende zustreben. Unter Berücksichtigung der Zeitspanne, während der die menschliche Spezies bereits existiert, liegt der Zeitpunkt, ab dem die Energie der Sonne nicht mehr nutzbar ist, zwar anscheinend unendlich weit weg. Dennoch sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die Sonne in etwa vier bis fünf Milliarden Jahren ihren Zustand drastisch ändern wird. Ob dies jemals ein Mensch miterleben wird, ist zwar unwahrscheinlich, trotzdem wird es aus heutiger Sicht so sein. Allein deshalb ist der letzte Satz der soeben analysierten Aussage kaum gültig, auch wenn es für uns Menschen eine geringe Rolle spielen dürfte. Was hingegen jedes Schulkind nachvollziehen kann, ist, dass die Strahlungsenergie der Sonne in der Nacht nicht nutzbar ist. Ebenso wenig stehen Wind und Wasser unbegrenzt zur Verfügung. Bei Windstille können Windkraftanlagen nicht betrieben werden und bei Hoch- bzw. -Niederwasser ist die Funktionsfähigkeit von Wasserturbinen ebenfalls eingeschränkt. Solche Sachverhalte sollten immer in den Unterricht über alternative Energien miteinfließen.

Eine ganz besondere Aussage wird unter der Seitenüberschrift „Strom sparen“ geboten: „Für elektrischen Strom müssen deine Eltern bezahlen. In jedem Haus und jeder Wohnung befindet sich ein Stromzähler, der den Verbrauch anzeigt. Strom wird in Kilowattstunden (kWh)

---

<sup>94</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 41.

<sup>95</sup> *Wilhelm, Hopf*, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 123-126.

<sup>96</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 37.

<sup>97</sup> *Schecker, Duit*, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 165.

gemessen.“<sup>98</sup> Hier wird offensichtlich, dass selbst Schulbuchautorinnen nicht vor der Vereinnahmung durch Alltagsvorstellungen gefeit sind. Zunächst wird nicht für den elektrischen Strom bezahlt und ebenso wenig wird dieser gezahlt. Auch die Einheit für den elektrischen Strom ist nicht die Kilowattstunde. Alle drei Aspekte beziehen sich rein auf die elektrische Energie, was wiederum der Schülervorstellung entspricht, dass Strom mit Energie gleichgesetzt wird.<sup>99</sup>

#### 5.4.6 *Meine bunte Welt 3/4 Arbeitsbuch – Teil 2*

So wie der erste Teil des Kombinationsbandes für die Grundstufe II besteht auch der zweite Teil aus 80 Seiten. Mit 28 Seiten (35,0 Prozent), die physikalische Themen beinhalten, liegt er auf Platz eins aller reinen Inhaltsbücher. Alle Themengebiete der Physik werden in überdurchschnittlichem Maße im Vergleich zur Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe II behandelt. In keinem anderen Inhaltsbuch werden Themen aus den Teilbereichen Mechanik, Stoffe und Natur der Naturwissenschaften im Vergleich mit der Gesamtseitenanzahl so umfangreich dargestellt. Details liefert Tabelle 17.

Im Zusammenhang mit Schülervorstellungen konnten in den Bereichen Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Stoffe und Astronomie problematische Stellen identifiziert werden.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	6,3 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	11,3 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	6,3 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	10,0 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	16,3 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	2,5 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	5,0 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	15,0 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 17: Inhaltsdarstellung zu physikalischen Themen in „Meine bunte Welt 3/4 Arbeitsbuch – Teil 2“

Im Bereich der Lösungen zum letzten Kapitel „Experimente“ kann folgende Aussage aus dem Bereich Mechanik analysiert werden: „Die Kraft des fließenden Wassers trifft auf die Schaufeln des Wasserrades und sorgt dafür, dass sich das Wasserrad dreht.“<sup>100</sup> Dieser Argumentation liegt wie bereits mehrmals oben auch schon erwähnt, die Vorstellung von „Kraft als universelle

<sup>98</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 39.

<sup>99</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 123.

<sup>100</sup> Katalin Darthé; Susanne de Martin, Meine bunte Welt 3/4. Arbeitsbuch. Teil 2 (Wien 2012) 79.



Wirkungsfähigkeit“<sup>101</sup> zu Grunde. Weiters kommt noch auf derselben Seite die Erklärung eines Experiments zur Oberflächenspannung von Wasser vor: „Das Wasser bildet eine Haut, auf der das Schiff schwimmt. Das Spülmittel zerstört diese Wasserhaut hinter dem Schiff. Jetzt befindet sich nur noch vor dem Boot eine Wasserhaut, dadurch wird das Boot nach vorne gezogen.“<sup>102</sup> Das Phänomen der Oberflächenspannung von Wasser dadurch zu interpretieren, dass es wie eine Haut die Wasseroberfläche überzieht, ist einigermassen irreführend. Schülerinnen und Schüler könnten meinen, dass die Wasseroberfläche von einer anderen Qualität sei, als das darunter befindliche Wasser.

Nachdem es bereits im dazugehörigen ersten Teil dieses Werkes zu mehrmaligen Erwähnungen der „Stromerzeugung“ gekommen ist, wird auch hier mit diesen Formulierungen fortgesetzt: „Du hast mit deiner Zitronenbatterie Strom erzeugt.“ steht bei Erklärungen zu Versuchen, die sie Schülerinnen und Schüler selbstständig durchführen können.<sup>103</sup> Weiters beschäftigt sich dieser Band mit dem Phänomen der Elektrostatik. So wird die Entstehung von Blitzen folgendermaßen beschrieben: „Mit großer Geschwindigkeit steigen und fallen Winde in einer Gewitterwolke. Es reiben sich Eiskristalle und Wassertropfen aneinander. Diese laden sich elektrisch auf, und die aufgeladene Energie entlädt sich in einem Blitz.“<sup>104</sup> Eine ähnliche Argumentation folgt bei der Erläuterung zu einem Experiment, bei dem durch Ladungstrennung Pfeffer aus einem Salz-Pfeffer-Gemisch abgeschieden werden soll: „Wenn du den Plastiklöffel an dem Pullover reibst, wird dieser elektrisch aufgeladen. Die Salz- und Pfefferkörner werden vom Löffel angezogen. Nur die Pfefferkörner bleiben am Löffel hängen, da sie leichter sind als die Salzkörner.“<sup>105</sup> Sowohl in der Aussage über die Blitzentstehung als auch bei jener zum Trennungsversuch entsteht der Eindruck, als ob vor dem Reibvorgang der verschiedenen Materialien keine elektrische Ladung vorhanden wäre. Daher müsste man fragen, wo denn diese Aufladung herkommt. Tatsächlich sind diese immer vorhanden, da Atome aus geladenen Protonen und Elektronen bestehen, da jedoch in einem Atom meist gleich viele Elektronen wie Protonen vorhanden sind, gleichen sich die Summen aus positiver und negativer Ladung aus und die Gesamtladung des Körpers entspricht null. Beim Reiben verschiedenartiger Stoffe werden Elektronen von einem auf den anderen Stoff übertragen. Bewegen sich beide Körper voneinander weg, besitzt ein Körper eine negative Gesamtladung (jener mit dem Elektronenüberschuss) und der andere eine positive Gesamtladung.

Auf dem Gebiet der Thermodynamik kommt es im Kapitel „Klimawandel“ – wie bereits im Teil eins dieses Werkes – zur Erwähnung von „erneuerbaren Energien“: „Energiequellen wie Erdöl,

---

<sup>101</sup> *Schecker, Wilhelm*, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>102</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>103</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>104</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 56.

<sup>105</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

Erdgas und Kohle, die die Umwelt belasten (durch Verbrennung entstehen Abgase, durch Tankerunfälle kann es zur Verschmutzung von Meeren kommen...), stehen umweltfreundliche gegenüber, die auch unbegrenzt zur Verfügung stehen: Sonne, Wind und Wasser. Diese Energien heißen auch ‚Erneuerbare Energien‘.<sup>106</sup> Dieses Problem wird oben im Kapitel 5.4.5 näher beschrieben.

Ebenfalls im Kapitel „Der Klimawandel“ zu finden ist folgende Aussage: „Diese Gase sorgen dafür, dass sich die Erde erwärmt. Denn sie halten die Sonnenstrahlen fest, wie es in einem Treibhaus (Gewächshaus) das Glasdach tut.“<sup>107</sup> Ob hier die richtige Ausdrucksweise gewählt wurde ist zu bezweifeln, immerhin suggeriert die Formulierung eine aktive Position der Gasmoleküle. Zudem stimmt die Argumentation nicht mit der Zeichnung neben dem Text überein, in der ein korrektes Bild des Treibhauseffekts dargestellt wird. So wird nur langwellige Strahlung emittiert, die aus der warmen Erdoberfläche bzw. erwärmter Luft entsteht. Kurzwellige Strahlung wie Sonnenlicht wird hingegen von diesen Treibhausgasen durchgelassen.

Aus dem Lösungsteil dieses Buches wird im Bereich der Stoffe außerdem das „Backpulver-Essig-Experiment“ folgendermaßen aufgeklärt: „Aus dem Krater kommt roter Schaum, weil sich der Essig mit dem Backpulver verbindet.“<sup>108</sup> Die etwas verkürzte Erläuterung lässt außer Acht, dass bei der Reaktion auch CO<sub>2</sub> entsteht, welches überhaupt erst für das Schäumen der Substanz verantwortlich ist.

Beim Themenbereich „Unser Planet Erde“ werden auf zwei Seiten Fakten rund um unseren Heimatplaneten und dessen nähere Umgebung präsentiert. Leider fallen hier gleich zwei Falschaussagen ins Auge. Die erste davon wird im Fließtext angesprochen und lautet: „Die Erde, auf der wir leben, ist der drittgrößte von 8 Planeten in unserem Sonnensystem.“<sup>109</sup> Hier scheint es so, als ob die Autorinnen die Reihung der Planeten mit deren Größe verwechselt haben. Tatsächlich ist die Erde der viertkleinste bzw. fünftgrößte Planet in unserem Sonnensystem. Auf derselben Seite soll von den Schülerinnen und Schülern noch ein Lückentext bearbeitet werden, in dem folgende Passage enthalten ist (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Die Sonne ist ein *Stern*, der sich nicht bewegt.“<sup>110</sup> Dass sich die Sonne – wie alle Körper im Weltraum bewegen – sollte mittlerweile auch Schülerinnen und Schülern der Volksschule verständlich gemacht werden können. Zudem wird die Schräglage der Erde hinsichtlich ihrer Umlaufbahn um die Sonne derart vermittelt: „Die Erde befindet sich schräg im Weltall und dreht sich an einem Tag (24 Stunden) einmal um sich selbst.“<sup>111</sup> Bzw.: „Die vier

---

<sup>106</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 57.

<sup>107</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 57.

<sup>108</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>109</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 52.

<sup>110</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 52.

<sup>111</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 52.

Jahreszeiten entstehen, weil die Erde leicht schräg im Weltall steht.“<sup>112</sup> Diese Problematik wurde bereits im Kapitel 5.2.3 behandelt. Mit der Beschriftung der Jahreszeitenwechsel (auszufüllende Wörter sind *kursiv*): „Am 23. September beginnt bei uns der *Herbst*. Am 21. Dezember beginnt bei uns der *Winter*. Am 20. März beginnt bei uns der *Frühling*. Am 21. Juni beginnt bei uns der *Sommer*.“<sup>113</sup> wird auch in diesem Werk auf fixe Termine für den Wechsel der Jahreszeiten hingewiesen. Dies ist aber besonders dadurch problematisch, da die Jahreszeiten astronomisch eingeführt wurden, es aber trotz der Erwähnung von Schaltjahren und der Diskrepanz zwischen Tages- und Jahreseinteilung keine Vermittlung der Tatsache gibt, dass sich die astronomischen Jahreszeitenwechsel von Jahr zu Jahr ändern können.

#### 5.4.7 *Meine bunte Welt 3/4 Übungsbuch*

Das Übungsbuch für die dritte und vierte Volksschulklasse bietet auf insgesamt 48 Seiten neun Seiten physikalischen Inhalts. Von den Physik-Teilbereichen liegt lediglich Astronomie über dem Durchschnitt der Kategorie Übungsbücher Grundstufe II. Die Teilgebiete Optik und Nature of Science kommen trotz der hohen Anteile im zweiten Band des Inhaltsbuches der Serie gar nicht vor. Detaillierte Prozentsätze sind in Tabelle 18 angegeben.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	12,5 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	2,1 %	4,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	4,2 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	2,1 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	2,1 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 18: Physikalische Inhalte in „Meine bunte Welt 3/4 Übungsbuch“

Entgegen der beiden entsprechenden Inhaltsbücher werden in diesem Werk keine Schülervorstellungen angesprochen bzw. befördert.

<sup>112</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 53.

<sup>113</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 53.

## 5.5 Reihenbeschreibung „Schatzkiste“

Im Rahmen der Reihe „Schatzkiste“ werden sowohl Bände für Regel-Volksschulen als auch Bände für Allgemeine Sonderschulen angeboten. Die Bände für die jeweils ersten beiden Klassen sind überwiegend mit Bildern und Fotografien gestaltet, zu denen die Schülerinnen und Schüler Zuordnungsaufgaben lösen sollen. In den Bänden zur Grundstufe II finden sich hingegen mehrere Sachtexte, die Bilder beschreiben und weiterführende Informationen bieten.

Außerdem können für die dritten und vierten Volksschulklassen auch noch Länderteile für die neun Bundesländer erworben werden. Zu allen bisher erwähnten Bänden und Länderteilen können auch Materialien für Lehrerinnen und Lehrer und CD-ROMs geordert werden. Für die 23 Bezirke Wiens sind zusätzlich Bezirkskarten erhältlich.<sup>114</sup>

Die Reihe gehört nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung zu den fünf meistbestellten Serien für das Schuljahr 2018/19.<sup>115</sup>

### 5.5.1 Schatzkiste 1

Der Gesamtumfang beträgt 48 Seiten, wovon auf elf physikalische Themen angesprochen werden. In den Bereichen Gerätekunde, Mechanik und Thermodynamik sind die relativen Werte höher als die aller anderen Werke in der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe I. Optik liegt ebenfalls noch über dem Durchschnitt, während die Teilgebiete Elektrodynamik und Stoffe darunter angesiedelt sind. Nature of Science und Astronomie werden wie beim Großteil der Werke der Vergleichskategorie nicht behandelt. Die genauen Werte können Tabelle 19 entnommen werden.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	10,4 %	9,2 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	4,2 %	2,9 %	5,1 %
	Elektrodynamik	2,1 %	2,6 %	5,8 %
	Thermodynamik	4,2 %	1,4 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	6,5 %	10,1 %
	Optik	4,2 %	3,5 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	0,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	0,0 %	0,9 %	2,7 %

Tabelle 19: Anteile der verschiedenen Teilgebiete in „Schatzkiste 1“

<sup>114</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Schatzkiste“ des Verlags Westermann  
<<https://www.westermanngruppe.at/reihe/SCHATZKIST/SCHATZKISTE-1-4>> (21.05.2019).

<sup>115</sup> Entsprechendes Mail liegt dem Autor vor.

Aufgrund der Gestaltung, die frei von Kommentaren zu den abgebildeten Bildern ist, finden sich hier keine Anmerkungen zu möglichen Schülervorstellungen.

### 5.5.2 Schatzkiste 2

Der zweite Teil der Reihe besteht aus 70 Seiten, 15 von ihnen bieten Physik-relevanten Inhalt an. Innerhalb des Werks liegen die Bereiche Gerätekunde und Stoffe an der Spitze. Im Vergleich mit den anderen Büchern der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe I liegt der Wert für die Elektrodynamik am höchsten. Ebenfalls über dem Durchschnitt im Kategorievergleich liegt der Teilbereich Thermodynamik, während Optik, Astronomie und die Natur der Naturwissenschaften keine Erwähnung finden (siehe Tabelle 20).

In diesem Werk wird wie in vielen anderen auch die Vorstellung der „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>116</sup> gefördert. Beim Kapitel über „Werkzeuge und Maschinen“ werden die Begriffe „Motorkraft“ und „Muskelkraft“ gegenübergestellt.<sup>117</sup> Außerdem kommt dieser Aspekt noch in folgender Passage zum Kapitel „Der Staubsauger“ zur Sprache: „In diesen Geräten arbeiten kräftige Elektromotoren. Ein Elektromotor braucht Strom aus der Steckdose.“<sup>118</sup> Was bei dieser Aussage noch zusätzlich irreführend ist, dass Elektromotore auch mittels Batterien und Akkumulatoren betrieben werden können. Beispiele dafür würden Kinder aus ihrer Lebenswelt wohl genug kennen – bspw. Ferngesteuerte Autos, Akku-Bohrmaschinen, usw.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe I	Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher
Gerätekunde	Metrologie	10,0 %	9,2 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	1,4 %	2,9 %	5,1 %
	Elektrodynamik	4,3 %	2,6 %	5,8 %
	Thermodynamik	1,4 %	1,4 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	8,6 %	6,5 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	3,5 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	0,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	0,0 %	0,9 %	2,7 %

Tabelle 20: Physik-Teilgebiete in „Schatzkiste 2“

<sup>116</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>117</sup> Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 2 (Wien 2017) 59.

<sup>118</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 2, 60.

### 5.5.3 Schatzkiste 3/4 Teil A

Der erste Teil des Kombinationsbandes für die dritte und vierte Volksschulklasse umfasst 80 Seiten und bietet auf 19 von diesen Aspekte physikalischen Inhalts. Die Gebiete Gerätekunde, Mechanik und Nature of Science sind im Vergleich mit den anderen Werken der Vergleichsgruppe Kombinationsbücher Grundstufe II überdurchschnittlich repräsentiert, während die Bereiche Thermodynamik und Stoffe stark unter dem Durchschnitt liegen und Optik sowie Astronomie gar nicht vorkommen (siehe Tabelle 21).

Schülervorstellungen werden vorwiegend im Bereich der Mechanik angesprochen. Wie schon in der Ausgabe zur Vorklasse tritt auch hier wieder die „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>119</sup> auf. So wird beim Thema „Magnet“ wie folgt argumentiert: „Die beiden Enden des Stabmagnets heißen Pole. Dort entwickelt der Magnet seine größte Kraft.“<sup>120</sup>

Etwas irreführend könnte auch die Erklärung, wie Tragflächen funktionieren, sein: „Die Luft streicht über die Tragflächen. Da der Weg an der Oberseite länger ist, fließt die Luft schneller – es entsteht Unterdruck. Der Unterdruck bewirkt einen Sog und hebt die Tragflächen.“<sup>121</sup> Unter Umständen wäre eine Argumentation von der bewegten Tragfläche, die eben an der Unterseite Luftteilchen anstaut, während an der Oberseite ein Mangel an diesen herrscht, vorteilhafter. Die dadurch entstandene Druckdifferenz ist somit der Auslöser für die dynamische Auftriebskraft.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	11,3 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	10,0 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	5,0 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	1,3 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	2,5 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	8,8 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 21: Physikalische Inhalte in „Schatzkiste 3/4 Teil A“

<sup>119</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>120</sup> Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil A (Wien 2011) 31.

<sup>121</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil A, 65.

### 5.5.4 Schatzkiste 3/4 Teil B

Auf insgesamt 41 Seiten findet man in diesem Werk Inhalte zu physikalischen Themen. Bei insgesamt 80 Seiten ist dieses Werk jenes mit dem größten Anteil an Seiten mit physikalischen Inhalten in der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe II. Alle Teilgebiete der Physik liegen mit Ausnahme der Natur der Naturwissenschaften und der Optik – diese kommt gar nicht vor – anteilmäßig über dem Durchschnitt der Vergleichsgruppe. Gerätekunde, Elektrodynamik und Thermodynamik stellen die Spitzenpositionen dar. Die Ergebnisse zeigen Tabelle 22.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher
Gerätekunde	Metrologie	15,0 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	8,8 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	17,5 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	16,3 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	18,8 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	2,5 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	2,5 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 22: Physikalische Themengebiete in „Schatzkiste 3/4 Teil B“

In diesem Werk werden Schülervorstellungen aus den Bereichen Mechanik, Elektrodynamik und Astronomie angesprochen. So wird im Lexikon, das vor den Versuchen am Ende des Werks angefügt ist, der Grund für das Schwimmen folgendermaßen erläutert: „Alles, was schwerer als Wasser ist, sinkt. Alles, was leichter als Wasser ist, schwimmt. (...) Auch ein schwerer Ozeanriese schwimmt. Er ist ein mit Luft gefülltes Wasserfahrzeug. Er kann mit einer bestimmten Menge beladen werden. Wenn er überladen ist, sinkt er. Wenn ein Schiff ein Loch hat, füllt es sich mit Wasser. Dabei verdrängt das schwerere Wasser die leichtere Luft. Das Schiff geht unter.“<sup>122</sup> Hier sollte, wie bereits in Kapitel 5.1.3 angesprochen, ebenfalls der Dichtebegriff verwendet werden.

Ein anderes mechanisches Thema betrifft die Oberflächenspannung von Wasser. Beim abschließenden Kapitel der Versuche wird das Nusschalenboot durchgenommen, das mit einem in ein Spülmittel getränkten Faden selbstständig über das Wasser fährt. Die Beschreibung, warum dies so ist, wird wie folgt eingeleitet: „An der Oberfläche wirkt das Wasser wie eine durchsichtige Folie, man sagt dazu Oberflächenspannung.“<sup>123</sup> Der gleiche

<sup>122</sup> Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B (Wien 2011) 71.

<sup>123</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 80.

Versuch wurde bereits in Kapitel 5.4.6 behandelt. Statt des dort verwendeten Begriffs „Haut“ für die Oberflächenspannung, wird hier der ebenfalls irreführende Begriff „Folie“ verwendet.

Im Bereich der Elektrodynamik liegt die größte Schwierigkeit beim Verwenden des Begriffs der „Stromerzeugung“: „Eine Turbine kann mit fließendem Wasser angetrieben werden. Dreht sich diese, treibt sie einen Stromerzeuger (Generator) an.“<sup>124</sup> Unter der Überschrift „Alternative Stromerzeugung“ findet sich Folgendes: „Solarzellen und Windräder können auch Strom liefern. Diese andere (alternative) Art der Stromerzeugung schont die Umwelt.“<sup>125</sup> Auch im Lexikon finden sich derartige Aussagen: „Im Laufe der Zeit lernten die Menschen, elektrischen Strom zu erzeugen und zu nützen: für Lokomotiven, Aufzüge, Straßenbahnen...“<sup>126</sup> Außerdem findet sich dort ein eigener Eintrag zur „Stromerzeugung“: „Mit dem Fahrraddynamo kann man Strom erzeugen. (...) Dadurch wird elektrischer Strom für die Lampen des Fahrrades erzeugt. (...) Elektrischer Strom wird in einem Kraftwerk erzeugt. Dort stehen große Turbinen, die die Stromerzeugungsmaschinen (Generatoren) antreiben. (...) Der erzeugte Strom wird über Freileitungen oder Erdleitungen an die Verbraucherinnen und Verbraucher verteilt. In Transformatoren wird der Starkstrom der Freileitungen in Haushaltsstrom umgewandelt.“<sup>127</sup> In diesem letzten Beitrag kommt auch die analoge Vorstellung des Verbrauchens zur Sprache, was dem „Ein-Stoff-Verbrauchsmodell“ von Wilhelm und Hopf entspricht.<sup>128</sup> Zudem wird ein Unterschied zwischen „Starkstrom“ und „Haushaltsstrom“ gemacht. Der im Alltagsgebrauch auch übliche Begriff des Starkstroms wird tatsächlich aber auch im Haushalt verwendet (Bsp.: Elektroherd). In diesem Buch soll wahrscheinlich der Begriff „Starkstrom“ Hoch-Spannung bedeuten, der verwendet wird, um Elektrizität über längere Strecken zu transportieren. Mit dem Verbrauchsmodell einher geht auch die Fehlvorstellung zum „Stromsparen“, welches in einer Sequenz zu Maßnahmen zum Klimaschutz direkt benannt wird.<sup>129</sup>

Der irreführende Begriff der Stromquelle, der nach Wilhelm und Hopf<sup>130</sup> dringlichst vermieden werden sollte, wird bei der Behandlung des Stromkreises im Lexikonteil gleich mehrmals verwendet: „Der Stromkreis ist geschlossen, wenn ein Kabel vom Pluspol und ein Kabel vom Minuspol der Stromquelle angeschlossen ist. Für die Herstellung eines Stromkreises benötigt man eine Stromquelle (z.B. eine Batterie), einen Verbraucher (z.B. eine Lampe) und Kabel. (...) Damit eine Glühbirne leuchtet, braucht man elektrischen Strom. Dieser wird über ein Kabel von einer Stromquelle zur Glühbirne geleitet. Die Stromquelle ist das Elektrizitätswerk

---

<sup>124</sup> Koch, *Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil B, 20.

<sup>125</sup> Koch, *Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil B, 22.

<sup>126</sup> Koch, *Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil B, 63.

<sup>127</sup> Koch, *Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil B, 64.

<sup>128</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 116-117.

<sup>129</sup> Koch, *Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil B, 61.

<sup>130</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 122.



(Kraftwerk). Dort erzeugen große Maschinen Strom.“<sup>131</sup> Hier wird zusätzlich die Schüler-  
vorstellung der sequentiellen Argumentation<sup>132</sup> gefördert, welche auch in der Aussage „Der  
elektrische Strom wird über Leitungen ober oder unter der Erde zu den elektrischen Geräten  
geleitet.“<sup>133</sup> anzutreffen ist

Im Bereich der Thermodynamik wird die Funktionsweise des Thermometers im Lexikonteil des  
Bandes folgenderweise beschrieben: „Bei Erwärmung dehnt sich die Flüssigkeit aus und steigt  
im Glasrohr auf. Bei Kälte zieht sich die Flüssigkeit wieder zusammen und sinkt zurück.“<sup>134</sup>  
Hier wird der aus der Alltagssprache bekannte Begriff der Kälte verwendet, der in der  
Konzeption der Thermodynamik selbst keinen Platz findet und dem Lernen über thermo-  
dynamische Vorgänge hinderlich im Weg steht.

Unser Heimatplanet wird im Lexikon beschrieben, wobei eine Temperatur im Erdinneren von  
1000 bis 1300°C angegeben wird.<sup>135</sup> Dieser Temperaturbereich trifft zwar auf Bereiche des  
oberen Mantels zu, was aber dann mit dem Begriff Erdinneren gemeint ist, bleibt rätselhaft.

#### 5.5.5 Schatzkiste 1 ASO

Das Werk für die erste Klasse der Allgemeinen Sonderschule hat einen Gesamtseitenumfang  
von 48 Seiten. Auf 10 Seiten findet man physikalischen Inhalt, was einen Anteil von 20,8  
Prozent ausmacht. Drei Teilbereiche (Mechanik, Stoffe und Optik) liegen über dem  
Durchschnitt der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe II, Gerätekunde befindet sich  
darunter. Die Themengebiete Elektrodynamik, Thermodynamik, Astronomie und Natur der  
Naturwissenschaften werden gar nicht erwähnt – siehe Tabelle 23.

Aufgrund des Inhalts, der wie beim entsprechenden Werk für die Volksschule vorwiegend aus  
Bildern und Fotografien besteht, ließen sich keine Schülervorstellungen finden.

---

<sup>131</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 62.

<sup>132</sup> Christoph v. Rhöneck, Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis. Und zu den Begriffen Strom, Spannung und Widerstand, In: NiU-P/C 34, Ausgabe Nr. 13 (1986) 11.

<sup>133</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 17.

<sup>134</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 60.

<sup>135</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 70.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	8,3 %	9,2 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	4,2 %	2,9 %	5,1 %
	Elektrodynamik	0,0 %	2,6 %	5,8 %
	Thermodynamik	0,0 %	1,4 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	8,3 %	6,5 %	10,1 %
-	Optik	4,2 %	3,5 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	0,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	0,0 %	0,9 %	2,7 %

Tabelle 23: Physikalische Inhalte in „Schatzkiste 1 ASO“

### 5.5.6 Schatzkiste 2 ASO

In dem 80 Seiten umfassenden Schulbuch für die zweite Schulstufe der Allgemeinen Sonderschule können 13 Seiten physikalischen Themenstellungen zugerechnet werden. Nur die Teilgebiete Elektrodynamik und Stoffe liegen über den jeweiligen Durchschnitt in der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe I – die Bereiche Gerätekunde, Mechanik und Thermodynamik darunter. Themen zu Optik, Astronomie und Nature of Science wurden nicht gefunden. Auskunft über die Werte bietet Tabelle 24.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	7,5 %	9,2 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	1,3 %	2,9 %	5,1 %
	Elektrodynamik	3,8 %	2,6 %	5,8 %
	Thermodynamik	1,3 %	1,4 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	8,8 %	6,5 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	3,5 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	0,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	0,0 %	0,9 %	2,7 %

Tabelle 24: Physik-Teilgebiete in „Schatzkiste 2 ASO“

Die beiden gefundenen Passagen, die hier in Bezug auf Schülervorstellungen analysiert werden, sind dem Teilgebiet Elektrodynamik zuzuordnen. Beim Thema „Der Magnet“ ist die folgende Passage Teil eines Lückentextes (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Von

einem Magneten werden Dinge angezogen, die aus *Eisen* sind.“<sup>136</sup> Dass Magnete mit verschiedenen Materialien – nicht nur mit Eisen – wechselwirken, wurde bereits an mehreren Stellen erwähnt und soll hier nur angemerkt werden.

Analog zum entsprechenden Band für die Volksschule (Kapitel 5.5.2) findet sich auch hier die folgende Textpassage, die an dieser Stelle nicht mehr genauer analysiert werden soll: „Elektrische Geräte brauchen Strom aus der Steckdose.“<sup>137</sup>

### 5.5.7 Schatzkiste 3/4 ASO Teil A

Das aktuelle Werk beinhaltet 80 Seiten, wobei auf 19 Seiten physikalische Inhalte gefunden wurden. Mit je 12,5 Prozent bilden Gerätekunde und Mechanik die Spitzenwerte innerhalb des Buches und liegen über dem Durchschnitt in der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe II. Zudem beinhaltet kein anders Werk dieser Kategorie anteilmäßig mehr Seiten, auf denen mechanische Themen behandelt werden. Die Bereiche Elektrodynamik und Natur der Naturwissenschaften liegen hingegen unterhalb der jeweiligen Durchschnittswerte. Thermodynamik, Stoffe, Optik und Astronomie werden erst gar nicht behandelt. Eine Aufschlüsselung ist in Tabelle 25 zu finden.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher
Gerätekunde	Metrologie	12,5 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	12,5 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	5,0 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	0,0 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	0,0 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	2,5 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 25: Physikbezogene Inhalte in „Schatzkiste 3/4 ASO Teil A“

Bezogen auf Schülervorstellungen wurde hier nur ein Aspekt im Bereich der Mechanik zum Thema „Fliegen“ gefunden: „Aus eigener Kraft können Menschen nicht fliegen.“<sup>138</sup> Die hier angesprochene Fehlvorstellung der „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>139</sup> wurde auch bereits in zahlreichen anderen Werken wahrgenommen.

<sup>136</sup> Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Hans Ussar, Schatzkiste 2. ASO (Wien 12010) 63.

<sup>137</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Ussar, Schatzkiste 2. ASO, 65.

<sup>138</sup> Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil A (Wien 2011) 65.

<sup>139</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

### 5.5.8 Schatzkiste 3/4 ASO Teil B

Der letzte Teil der Reihe Schatzkiste besteht wie alle Teile für die dritten und vierten Klassen aus 80 Seiten. Auf 41 Seiten existieren Stellen zu physikalischen Themenstellungen. Mit 18,8 Prozent Anteil am gesamten Werk stellt der Teilbereich Gerätekunde den Höchstwert aller in dieser Arbeit analysierten Werte dar. Über dem Durchschnitt in der Kategorie Kombinationsbücher Grundstufe II liegen zudem die Anteile für Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Stoffe und Astronomie. Nature of Science liegt unter jenem und der Bereich Optik wird nicht erwähnt – siehe Tabelle 26.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Kombinationsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	18,8 %	8,9 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	8,8 %	6,5 %	5,1 %
	Elektrodynamik	15,0 %	7,5 %	5,8 %
	Thermodynamik	16,3 %	7,7 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	15,0 %	10,3 %	10,1 %
-	Optik	0,0 %	0,3 %	1,6 %
-	Astronomie	2,5 %	2,0 %	1,7 %
-	Nature of Science	2,5 %	4,1 %	2,7 %

Tabelle 26: Teilgebietsauflistung in „Schatzkiste 3/4 ASO Teil B“

Da dieses Lehrwerk zu überwiegenden Teilen mit dem entsprechenden Werk für die Volksschule ident ist, finden sich auch hier dieselben Themen zu Schülervorstellungen, wie sie bereits in Kapitel 5.5.4 behandelt wurden.

## 5.6 Schlüssel zu unserer Welt 8

Aus der Reihe „Schlüssel zu unserer Welt“ wird hier der achte Band analysiert.<sup>140</sup> Dieses Werk ist zwar eigentlich für die Oberstufe der Allgemeinen Sonderschule vorgesehen, kann aber auch von Volksschullehrerinnen und Volksschullehrern als Zusatzmaterial bestellt werden. Da das Werk in keine der bisher genannten Schulbuchkategorien fällt, werden hier zwar die Anteile der Themenbereiche präsentiert, aber lediglich auf die Anteile aller Kombinationsbücher bezogen (siehe Tabelle 27). Der Band besteht aus 136 Seiten, wovon 69 Seiten physikalische Themenstellungen beinhalten.

<sup>140</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Schlüssel zu unserer Welt“ des Verlags Westermann  
<https://www.westermanngruppe.at/reihe/JVSCHLUESSWLT/Schluesel-zu-unserer-Welt-Sachunterrichtserie-fuer-die-ASO-Oberstufe>  
 (21.05.2019).

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	0,7 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	4,4 %	5,1 %
	Elektrodynamik	8,1 %	5,8 %
	Thermodynamik	16,2 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	26,5 %	10,1 %
-	Optik	2,2 %	1,6 %
-	Astronomie	8,1 %	1,7 %
-	Nature of Science	0,0 %	2,7 %

Tabelle 27: Physikalische Inhalte in „Schlüssel zu unserer Welt 8“

Schülervorstellungen werden in diesem Werk in den Themengebieten Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik, Stoffe und Astronomie angesprochen.

Bei der Besprechung von losen und festen Rollen wird bei der festen Rolle angemerkt: „Man erspart sich keine Kraft.“<sup>141</sup> Hier wird wieder der Schülervorstellung von „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>142</sup> entsprochen. Auch aus einer Aussage zum Thema Verdauung und Umwandlung in Stärke kommt diese Fehlvorstellung klar zum Vorschein: „Die Stärke bewirkt, dass du Kraft für deine Muskeln, zum Denken und zum Konzentrieren hast.“<sup>143</sup>

Eine Kombination mehrerer Teilgebiete bietet ein dargestellter Dialog zwischen Schülerinnen und Schülern und dem für Physik und Chemie zuständigen Maskottchen „Prof. Physikus“, der im Übrigen dem Aussehen nach eine gewisse Ähnlichkeit mit Albert Einstein hat: „Was ist eigentlich Energie (Schüler) – Energie ist Kraft, die wir zum Leben brauchen.(...) (Prof. Physikus) – O.K. Aber wie ist das mit Strom? Ist das keine Energie? (Schülerin) – Doch. Wir unterscheiden: Bewegungsenergie, Signalübertragungsenergie, Wärmeenergie, Kälteenergie, Lichtenergie. (Prof. Physikus) – Und wie wird diese Energie erzeugt? (Schüler) – Heute können die Menschen aus verschiedenen Rohstoffen bzw. Energiequellen Energie erzeugen! (Prof. Physikus).“<sup>144</sup> In diesem Gespräch werden im Hinblick auf Schülervorstellungen gleich mehrere problematische Passagen dargeboten. Zum einen wird auch hier – wie im vorigen Absatz bereits besprochen – der Kraft die Eigenschaft zugesprochen universell wirkungsfähig zu sein. Als nächstes wird von Prof. Physikus Strom als eine Energieform bestätigt, was der Fehlvorstellung „Gleichstellung von Strom und Energie“

<sup>141</sup> Susanne Di Gallo, Hermine Eysank, Sigmund Eysank, Michaela Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8 (Wien 2008) 78.

<sup>142</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>143</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 104.

<sup>144</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 98.

entspricht.<sup>145</sup> Am Ende der Unterhaltung wird auch noch die Erzeugung von Energie angesprochen, die in engem Zusammenhang mit der Vorstellung, wonach Energie verbraucht wird, steht.<sup>146</sup> Dazwischen bringt Prof. Physikus noch einige Begriffe ins Spiel, die kaum der wissenschaftlichen Vorstellung entsprechen, wie „Signalübertragungsenergie“ oder „Kälteenergie“.

Ähnlich verläuft auch eine Diskussion unter der Überschrift „Leistung und Energie (Arbeit)“: „Stimmt es, dass manche Geräte Stromfresser sind? (Schüler) – Ja, das stimmt. (Prof. Physikus) – Und stimmt es, dass die Elektrogeräte ganz unterschiedlich viel Energie verbrauchen? (Schüler)“ Der Begriff „Stromfresser“ wird auf derselben Seite noch folgendermaßen erläutert: „Stromfresser sind z.B. alle Heizgeräte (Elektroheizung, E-Herd, Boiler, ...). Stand-by-Geräte (sprich: Ständbai) sind sehr unwirtschaftlich: Sie verbrauchen auch dann Energie, wenn wir sie nicht verwenden.“ Ganz unten wird dann noch die Frage aufgeworfen: „Wie kannst du zu Hause Strom sparen?“<sup>147</sup>

Um auf die Elektrodynamik zu schwenken, kann auf die Beschreibung der Funktionsweise von Batterien und Akkumulatoren eingegangen werden: „Zum Aufladen wird ein Ladegerät verwendet. Es lädt den Akku mit Strom auf.“<sup>148</sup> In dieser Erklärung widerspiegelt sich die Vorstellung einer Batterie als konstante Stromquelle.<sup>149</sup>

Zum Thema Spannung werden die verschiedenen verwendeten Stromspannungen gegenübergestellt. Dabei werden die auch im Alltag verwendeten Begriffe „Kraftstrom“ und „Lichtstrom“ verwendet.<sup>150</sup> Beide Begriffe könnten irrtümlicherweise derart aufgefasst werden, dass der eine für eine Kraftübertragung – also physikalisch betrachtet die Umwandlung von elektrischer in kinetische Energie – und der andere zur Umwandlung von elektrischer Energie in Strahlungsenergie verwendet wird. Dass Haushalte generell mit 400V-Zuleitungen ausgestattet werden und eine „Trennung“ zwischen Kraft- und Lichtstrom lediglich durch die Anzahl der verwendeten Phasen bestimmt wird, wird ebenso wenig behandelt.

Beim Thema „Elektrische Magnete“ wird der Drehstrommotor erklärt. Am Ende folgt folgender Satz: „Dafür brauchen wir den drehbaren Stromwender (Kommutator) (3), der über zwei Schleifkontakte (4) mit der Stromquelle verbunden ist.“<sup>151</sup> Auch hier wird der Begriff der „Stromquelle“ verwendet.<sup>152</sup>

---

<sup>145</sup> *Wilhelm, Hopf*, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 116.

<sup>146</sup> *Schecker, Duit*, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 166-167.

<sup>147</sup> *Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8, 83.

<sup>148</sup> *Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8, 79.

<sup>149</sup> *Wilhelm, Hopf*, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 121-122.

<sup>150</sup> *Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8, 82.

<sup>151</sup> *Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8, 84.

<sup>152</sup> *Wilhelm, Hopf*, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 122.

Im Bereich der Thermodynamik wird abermals der Energiebegriff in etwas seltsamer Form dargeboten: „Ohne Energie kommen wir im 21. Jahrhundert nicht aus.“<sup>153</sup> Hier stellt sich die Frage, von welcher Energie die Rede ist. Ohne den Energiebegriff, der in der Physik eine zentrale Rechengröße darstellt<sup>154</sup>, würde die Menschheit schon überleben. Wahrscheinlich sind aber die unterschiedlichen Energieformen gemeint, ohne die die Menschheit aber erst gar nicht existieren könnte – also wesentlich länger schon kommen wir ohne Energie nicht mehr aus, als seit dem aktuellen Jahrhundert.

Im Bereich der Thermodynamik behandelt man die Löslichkeit von Flüssigkeiten anhand von kohlenstoffhaltigen Getränken. Dort findet man auch folgenden Satz: „Auch kohlenstoffhaltige Getränke (Cola, ...) ‚rauchen aus‘, wenn du sie offen stehen lässt.“<sup>155</sup> Der etwas irreführende Begriff des „Ausrauchens“ wird zwar unter Anführungszeichen gesetzt, sollte aber eigentlich vermieden werden, da Rauch bei der Verbrennung entsteht und mit dem hier beschriebenen Vorgang des Ausgasens nichts zu tun hat.

Das Teilgebiet Stoffe birgt in diesem Werk auch Potenzial für Fehlvorstellungen. Zunächst wird festgehalten, wie man Kerzen löschen kann: „Damit die Kerze brennen kann, braucht sie Luft. Stellst du das Glas über die brennende Kerze, nimmst du die Luft weg.“<sup>156</sup> Wie bereits in Kapitel 5.1.3 besprochen ist nicht die Luft das entscheidende Mittel zur Verbrennung sondern der Sauerstoff.

Einige Fehler schleichen sich beim Thema Metalle / Stahlerzeugung ein: „Der Auspuff von eurem Auto ist aus Eisen.“<sup>157</sup> Es ist zwar korrekt, dass Eisen einen gewissen Bestandteil des Materials ausmacht, aus dem ein Auspuff hergestellt wird, jedoch besteht er höchstwahrscheinlich aus einer Eisen-Kohlenstoff-Legierung. Generell wird gar nicht erwähnt, dass reines Eisen ein sehr schlechter Werkstoff ist. Auch bei der Stahlerzeugung fehlt der wichtige Verweis auf den Kohlenstoff: „Stahl wird aus Eisen durch chemische Vorgänge in einem Hochofen hergestellt.“<sup>158</sup> Und auch der Vergleich zwischen Stahl und Eisen wird in einem Gespräch zwischen einem Schüler und dem bereits bekannten Prof. Physikus ziemlich verklärt: „Was ist aber der große Unterschied zwischen Eisen und Stahl? (Schüler) – Die Grenze lässt sich nicht einfach ziehen (Prof. Physikus)“ Weiter unten wird dann in einem Sachtext angemerkt: „Stahl zeichnet sich durch höhere Festigkeit, Zähigkeit und Härte aus. Das kommt daher, dass Stahl weniger Kohlenstoff enthält als Eisen.“<sup>159</sup> Beide Aussagen sind insofern problematisch, weil zunächst wohl vom Gusseisen die Rede ist, wenn von Eisen

---

<sup>153</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 99.

<sup>154</sup> Schecker, Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 164.

<sup>155</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 88.

<sup>156</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 93.

<sup>157</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 95.

<sup>158</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 96.

<sup>159</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 97.

gesprochen wird. Zudem existiert eine klare Grenze zwischen Stahl und Gusseisen, nämlich liegt der Kohlenstoff-Gehalt beim Stahl unter 2,06 Prozent. Besonders die Erläuterung, dass Eisen Kohlenstoff enthalte, würde in dieser Formulierung nahelegen, dass es sich beim Eisen nicht um ein chemisches Element, sondern einem Gemisch mit Kohlenstoff handelt.

Der letzte Punkt zum Teilgebiet Stoffe behandelt die Luftverschmutzung und stellt die Aussage in den Raum: „Kohlenwasserstoff kann sogar Krebs verursachen.“<sup>160</sup> Diese Passage ist zwar nicht falsch, jedoch bleibt unerwähnt, dass Kohlenwasserstoff auch eine Grundlage des Lebens ist. Alle Lebewesen inkl. Pflanzen bestehen aus diversen Kohlenwasserstoffverbindungen.

Die abschließenden Bemerkungen zu diesem Schulbuch widmen sich dem Bereich der Astronomie. Zu Beginn des Kapitels wird die Sonne sowie das Sonnensystem behandelt. Dabei fällt zunächst eine etwas irreführende Darstellung auf, in der die Sonne kleiner dargestellt ist als sämtliche Planeten des äußeren Sonnensystems. Folgende zwei Aussagen stellen physikalisch betrachtet keine Korrektheiten dar: „Die Sonne ist ein Fixstern im Mittelpunkt unseres Sonnensystems. (...) Die Planeten umkreisen die Sonne.“<sup>161</sup> Bzgl. Der Beweglichkeit aller Körper im Weltall wurde bereits des Öfteren angesprochen und soll hier nicht noch einmal ausgeführt werden. Dass sich die Planeten nicht kreisförmig um die Sonne bewegen, sondern auf Ellipsenbahnen, sollte hier durchaus erwähnt werden.

Zwei Seiten später wird das Universum und die möglichen Beobachtungen von der Erde aus näher unter die Lupe genommen: „Das Weltall (=Kosmos, Universum, Weltraum) ist unendlich groß (...) Die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn sind mit freiem Auge am Nachthimmel erkennbar.“<sup>162</sup> Erstens dehnt sich das Weltall trotz seiner scheinbaren Unendlichkeit immer noch weiter aus, sonst müsste die Theorie des Urknalls in Frage gestellt werden, und zweitens können aufgrund des Aufbaus des Sonnensystems die Planeten Merkur und Venus nur bei Tag beobachtet werden, da sich dann die Position des Beobachters auf der Erde diesen beiden Planeten überhaupt erst zuwendet.

Bei der Behandlung der Erde selbst kommt es zu einer widersprüchlichen Angabe der Temperatur im Erdinneren: „innerer Kern (innerste Schicht): fester Metallkern; ca. 6700°C heiß, Durchmesser: ca. 1300 km (...) Temperatur im Zentrum: 4530°C“<sup>163</sup> In der aktuellen Forschung geht man von einer Temperatur von etwa 6000 K aus, wobei eine exakte

---

<sup>160</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 100.

<sup>161</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 19.

<sup>162</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 21.

<sup>163</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 23.



Bestimmung nur schwer möglich ist. Dennoch ist die Diskrepanz zwischen den beiden angegebenen Werten von 2200 K doch etwas, dass es zu hinterfragen gilt.

Der letzte Teil der Betrachtungen zu diesem Werk bezieht sich auf die Ausführungen zu den Mondphasen: „Bei Neumond (1) steht der Mond zwischen Erde und Sonne. Wir sehen nur die unbeleuchtete Seite. Trifft die Sonnenstrahlung voll auf den Mond, sehen wir ihn als Vollmond (3).“<sup>164</sup> Hier kommt abermals die Fehlvorstellung eines ruhenden „stehenden“ astronomischen Körpers. Zusätzlich wird unvollständig davon gesprochen, dass der Mond nur bei voller Beleuchtung durch die Sonne sichtbar wäre. Das Gegenteil wird aber schon bei einer Mondfinsternis bewiesen.

## 5.7 Reihenbeschreibung „Sonnenklar!“

Die Werke der Reihe „Sonnenklar!“ stellen klassische Inhaltsbücher in Verbindung mit Übungsbüchern dar. Wie bei anderen Reihen auch üblich, existieren Einzelbände für die erste und zweite Schulstufe, während für die Grundstufe II ein Kombinationsband mit zwei Teilen angeboten wird. Analog verhält es sich mit den Arbeitsheften. Zusätzlich kann zu den Kombibänden für die dritte und vierte Volksschulklasse noch einer von neun Länderteilen bestellt werden. Als Zusatzmaterial für Schülerinnen und Schüler können auch noch Audio-CDs für die Arbeitshefte erworben werden. Zu jedem Band der Inhaltsbücher existieren auch Begleitbänder für Lehrerinnen und Lehrer und Digitale Unterrichtsassistenten in CD-ROM-Form.<sup>165</sup>

Die Reihe gehört nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung zu den fünf meistbestellten Serien für das Schuljahr 2018/19.<sup>166</sup>

### 5.7.1 *Sonnenklar! 1*

Der erste Band der Reihe umfasst 48 Seiten, von denen sechs Seiten physikalisch relevanten Inhalt aufweisen. Während die Bereiche Elektrodynamik, Optik und Astronomie gar nicht erwähnt werden, liegen die Bereiche Gerätekunde, Thermodynamik und Nature of Science über dem Durchschnitt in der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe I. Mechanik und Stoffe sind im Vergleich mit anderen Werken dieser Kategorie unterrepräsentiert. Die Werte beinhalten Tabelle 28.

---

<sup>164</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 26.

<sup>165</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Sonnenklar!“ des Verlags ÖBV <<https://www.oebv.at/lehrwerke/sonnenklar-sachunterricht>> (22.05.2019).

<sup>166</sup> Entsprechendes Mail liegt dem Autor vor.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	6,3 %	4,1 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	4,2 %	4,3 %	5,0 %
	Elektrodynamik	0,0 %	3,3 %	5,4 %
	Thermodynamik	4,2 %	2,6 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	4,9 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,3 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,6 %	1,3 %
-	Nature of Science	2,1 %	1,7 %	3,7 %

Tabelle 28: Anteile der verschiedenen Teilgebiete innerhalb von „Sonnenklar! 1“

Schülervorstellungen finden sich in dieser Ausgabe keine wieder.

### 5.7.2 *Sonnenklar! 1 – Arbeitsheft mit Englisch*

Das Arbeitsheft für die erste Volksschulklasse besteht aus 32 Seiten, wobei auf fünf Seiten Inhalte zu physikalischen Aspekte zu finden sind. Gemessen am Gesamtseitenumfang stellt dieses Buch mit 15,6 Prozent den Spitzenwert an Seiten mit physikalischem Inhalt in dieser Kategorie dar. Außerdem liegen die relativen Werte für die Teilbereiche Gerätekunde, Thermodynamik, Stoffe und Natur der Naturwissenschaften in dieser Reihung ganz oben, wobei es sich bei diesem Werk um das einzige in der entsprechenden Kategorie handelt, dass dem Thema Natur der Naturwissenschaften überhaupt Raum gibt. Während Mechanik unter dem Durchschnitt liegt, kommen die Bereiche Elektrodynamik, Optik und Astronomie gar nicht vor. Prozentsätze für die jeweiligen Teilbereiche können Tabelle 29 entnommen werden.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe I</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	9,4 %	4,5 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	3,1 %	5,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	0,0 %	1,0 %	5,3 %
	Thermodynamik	6,3 %	4,0 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	6,3 %	3,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	2,1 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	0,5 %	0,8 %
-	Nature of Science	6,3 %	1,3 %	3,0 %

Tabelle 29: Physikbezogene Teilgebiete in „Sonnenklar! 1 – Arbeitsheft mit Englisch“

Wie schon im Inhaltsbuch der ersten Volksschulklasse existieren auch hier keine Diskrepanzen zwischen physikalisch korrekteren Vorstellungen und gebotenen Inhalt.

### 5.7.3 *Sonnenklar! 2*

Auf sieben Seiten des insgesamt 64 Seiten umfassenden Werks zur zweiten Volksschulstufe konnten physikalische Themen identifiziert werden. Während die Bereiche Gerätekunde, Thermodynamik und Nature of Science über dem Durchschnitt in der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe I liegen, befinden sich die Werte Mechanik und Stoffe darunter. Die Bereiche Elektrodynamik, Optik und Astronomie kommen in diesem Band überhaupt nicht vor (siehe Tabelle 30).

Im Gegensatz zu den beiden zuvor besprochenen Werken dieser Reihe, existiert hier eine Aussage, die gleich mehrere Teilbereiche betrifft: „Wir nutzen diese Kräfte zum Erzeugen von Strom.“<sup>167</sup> Hier kommt abermals der Aspekt der „Stromerzeugung“ vor. Zusätzlich kommt hier auch die bereits mehrmals angesprochene Betrachtungsweise der „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>168</sup> zum Tragen.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe I	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,1 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	6,3 %	4,3 %	5,0 %
	Elektrodynamik	6,3 %	3,3 %	5,4 %
	Thermodynamik	4,7 %	2,6 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	4,7 %	4,9 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,3 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,6 %	1,3 %
-	Nature of Science	0,0 %	1,7 %	3,7 %

Tabelle 30: Physikalische Inhalte in „Sonnenklar! 2“

### 5.7.4 *Sonnenklar! 2 – Arbeitsheft mit Englisch*

Die Seitenanzahl mit physikalischen Inhalten ist in diesem 48 Seiten umfassenden Werk mit vier begrenzt. Daraus ergibt sich für die Reihung in der Kategorie Übungsbücher Grundstufe I der letzte Platz. Nur die Bereiche Elektrodynamik und Stoffe liegen im Vergleich mit den gleichkategorisierten Werken über dem Durchschnitt. Die Teilbereiche Mechanik und

<sup>167</sup> Susanne Eichhorn, Kornelia Lehner-Simonis, Sabine Ludwig-Szendi, Sonnenklar! Sachunterricht 2, Schülerbuch (Wien 2015).

<sup>168</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

Thermodynamik liegen unter diesem. Gerätekunde, Optik, Astronomie und Natur der Naturwissenschaften kommen gar nicht vor. Details bietet Tabelle 31.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe I	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,5 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	4,2 %	5,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	2,1 %	1,0 %	5,3 %
	Thermodynamik	2,1 %	4,0 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	3,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	2,1 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	0,5 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	1,3 %	3,0 %

Tabelle 31: Anteilsüberblick der physikalischen Themen in „Sonnenklar! 2 – Arbeitsheft mit Englisch“

In diesem Schulbuch wurden soweit keine Diskrepanzen zwischen Formulierungen oder Darstellungen mit der physikalischen Sichtweise ausgemacht.

### 5.7.5 Sonnenklar! 3/4 Teil A

Der erste Teil des Kombibandes für die dritten und vierten Volksschulklassen umfasst wie das entsprechende Werk für die zweiten Klassen 64 Seiten. Zehn von ihnen bieten Themen mit physikalischem Hintergrund. Die relativen Werte für die Bereiche Elektrodynamik, Thermodynamik und Nature of Science befinden sich über dem Durchschnittswert für die Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe II. Mechanik und Stoffe liegen dementsprechend darunter, während es zu Metrologie, Optik und Astronomie keine Erwähnungen gibt. Eine Übersicht bietet Tabelle 32.

In diesem Werk finden sich Überschneidungen mit Schülervorstellungen in den Bereichen Mechanik und Elektrodynamik. Beim Thema „Warum schwimmt ein Schiff?“ wird zwar die nicht ganz unkorrekte Aussage: „Auch Schiffe schwimmen, weil in ihrem Schiffsrumpf viel Luft ist.“<sup>169</sup> getätigt, jedoch unterbleibt eine Erwähnung über das eigentliche Prinzip, warum Gegenstände schwimmen, nämlich den Auftrieb.

Der Bereich Elektrodynamik wird zum ersten Mal mit dem Thema Magnetismus angesprochen. Hier wird die bereits in Kapitel 5.2.2 besprochene „Magnetkraft“ erwähnt: „Die Magnetkraft wirkt auf Metall, vor allem auf Eisen, Stahl und Nickel.“<sup>170</sup> Außerdem besteht die Möglichkeit,

<sup>169</sup> Christian Bertsch, Susanne Eichhorn, Nick Lang, Sabine Ludwig-Szendi, Sonnenklar! Sachunterricht 3/4. Teil A, Schülerbuch (Wien 2016) 47.

<sup>170</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendi, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 16.

dieser Aussage die inkorrekte Vorstellung zu entnehmen, dass ein Magnet mit allen Metallen wechselwirkt. Dieser Aspekt wurde bereits in Kapitel 5.3.1 näher ausgeführt.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	1,6 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	7,8 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	6,3 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	1,6 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	4,7 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 32: Überblick über physikalische Inhalte in „Sonnenklar! 3/4 Teil A“

Auch die Vorstellung von der Erzeugung von Strom findet in diesem Werk eine breite Basis, wenn wie z.B. im Rahmen der Besprechung von alternativen Energieformen wie folgt argumentiert wird: „Ökostrom wird ausschließlich aus diesen Stromquellen gewonnen, ist aber teurer Strom. Durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas kann ebenfalls Strom erzeugt werden. (...) In Österreich gibt es zwar kein Atomkraftwerk, aber es wird Atomstrom aus anderen Ländern importiert, weil er billig ist.“<sup>171</sup> Hier werden auch Aspekte angesprochen, die elektrischem Strom andere Eigenschaften zuweisen könnten. Unter „Atomstrom“ könnte so etwas anderes verstanden werden als unter „Ökostrom“. Mit den Begriffen „teurer“ und „billiger Strom“ wird die Verbrauchsvorstellung zusätzlich untermauert, da ja Schülerinnen und Schüler aus ihrem Alltag wissen, dass „für Strom bezahlt“ werden muss. Der inkorrekte Begriff der „Stromquelle“ sowie eine klare Positionierung zur Verbrauchsvorstellung findet sich auch in der folgenden Formulierung wieder: „Damit Strom nutzbar ist, muss eine Stromquelle (z.B. Batterie) mit dem Stromverbraucher (z.B. ein Lämpchen) verbunden werden.“<sup>172</sup>

### 5.7.6 Sonnenklar! 3/4 Teil A – Arbeitsheft mit Englisch

Der Übungsteil zum soeben besprochenen Werk umfasst 48 Seiten. Auf neun Seiten konnten Themen mit Bezug zu physikalischen Themenfeldern geortet werden. Die Teilbereiche Elektrodynamik und Thermodynamik liegen jeweils über dem relativen Durchschnitt der anderen Werke in der Kategorie Übungsbücher Grundstufe II, während die Bereiche Mechanik

<sup>171</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 49.

<sup>172</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 50.

und Stoffe unter diesem liegen. Aspekte im Sinne der Gerätekunde, Optik, Astronomie und Nature of Science kommen nicht vor. Werte für die Teilbereiche sind Tabelle 33 zu entnehmen.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	2,1 %	4,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	8,3 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	8,3 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 33: Physikalische Inhalte in „Sonnenklar! 3/4 – Arbeitsheft mit Englisch“

Entgegen der aus Sicht der Schülervorstellung doch recht gravierenden Diskrepanzen im dazugehörigen Inhaltsteil finden sich in diesem Arbeitsheft keine Aussagen, die Schülervorstellungen unterstützen würden.

### 5.7.7 Sonnenklar! 3/4 Teil B

Der zweite Teil der Inhaltsbuch-Kombination für die Grundstufe II beinhaltet auf 64 Seiten fünf Seiten mit physikalischen Themen. Im Vergleich mit den anderen Werken der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe II ergibt sich daher der relativ geringste Anteil mit Physikbezug. Dies widerspiegelt sich auch in den Anteilen der einzelnen Teilbereiche. So liegt lediglich der Teilbereich Stoffe über dem Kategorie-Durchschnitt. Alle anderen liegen unter dem Durchschnitt, wobei Gerätekunde, Optik und Astronomie gar nicht erwähnt werden. Die genauen Zahlen zeigen Tabelle 34.

Der Umfang an Aussagen, die zu Fehlvorstellungen führen könnten, ist ziemlich gering. Jene Schülervorstellung zum Stromverbrauch lässt sich dennoch finden, wenn beim Thema „Aus Alt mach Neu: Müll wiederverwerten“ folgenderweise begründet wird: „Für die Herstellung von Papier wird sehr viel Wasser und Strom benötigt. (...) Es müssen weniger Bäume gefällt werden, es wird weniger Wasser und Strom verbraucht und es entsteht weniger Müll.“<sup>173</sup>

<sup>173</sup> Christian Bertsch, Susanne Eichhorn, Nick Lang, Sabine Ludwig-Szendi, Sonnenklar! Sachunterricht 3/4. Teil B, Schülerbuch (Wien 2016) 49.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	1,6 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	1,6 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	1,6 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	7,8 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	0,0 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	1,6 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 34: Teilgebietsaufstellung in „Sonnenklar! 3/4 Teil B“

### 5.7.8 Sonnenklar! 3/4 Teil B – Arbeitsheft mit Englisch

Auch der Übungsband zum soeben besprochenen Werk bietet auf insgesamt 48 Seiten wenig Potenzial für physikalisch orientierten Sachunterricht. Die vier Seiten, auf denen physikalischer Inhalt präsentiert wird, stellen relativ zu Gesamtseitenzahl die geringste Anzahl in der Kategorie Übungsbücher Grundstufe II dar. Dementsprechend liegt auch nur der Teilbereich Optik über dem kategorischen Durchschnitt. Jedoch soll erwähnt werden, dass sich dieses Werk auch als einziges in dieser Kategorie mit diesem Thema auseinandersetzt. Alle anderen Teilbereiche liegen unter dem Durchschnitt, wobei die Bereiche Mechanik, Elektrodynamik, Stoffe, Astronomie und Natur der Naturwissenschaften unbearbeitet bleiben. Genaue Daten sind in Tabelle 35 aufgeführt.

Aspekte von Schülervorstellungen konnten in diesem Arbeitsheft nicht gefunden werden.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	4,2 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	0,0 %	4,4 %	5,8 %
	Elektrodynamik	0,0 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	4,2 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	0,0 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	2,1 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 35: Physikalische Teilgebiet im Vergleich in „Sonnenklar! 3/4 Teil B – Arbeitsheft mit Englisch“

## 5.8 Reihenbeschreibung „Tipi“

Die Reihe „Tipi – Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen“ besteht aktuell aus je einem Schülerband, einem Arbeitsheft und einem Serviceteil für Lehrerinnen und Lehrer als Gratis-Download für die Volksschulklassen zwei bis vier. Erhältlich sind außerdem Serviceteil für Lehrerinnen und Lehrer (abermals als Gratis-Download) und Materialien für Lehrerinnen und Lehrer für die dritte Volksschulstufe und Materialien für Lehrerinnen und Lehrer für die vierte Klassen der Volksschule. Zwar scheint in der Schulbuchliste aus dem Schuljahr 2017/18 auch der Schülerband samt Arbeitsheft für die dritte Volksschulstufe auf, dieser wird aber offenbar nicht mehr angeboten. In der vorliegenden Diplomarbeit soll dieser dennoch analysiert werden.<sup>174</sup>

Die Originalausgaben entstammen dem Cornelsen Verlag, Berlin.<sup>175</sup>

### 5.8.1 Tipi 3

Der Schülerband für die dritte Klasse Volksschule besteht aus 136 Seiten – 49 von ihnen beinhalten Aspekte zu physikalischen Themen. Inhalte zu Mechanik, Elektrodynamik, Optik und Nature of Science werden im Vergleich zu anderen Sachunterrichtsbüchern der Kategorie Inhaltsbücher Grundstufe II mehr Platz eingeräumt. Unterrepräsentiert, was die Gegenüberstellung mit dem Durchschnitt der Bücher aus der erwähnten Kategorie betrifft, sind Themen zu Metrologie, Thermodynamik, Stoffe und Astronomie (siehe Tabelle 36).

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteil im Werk</i>	<i>Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II</i>	<i>Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	5,2 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	6,6 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	5,9 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	6,6 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	5,9 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	2,2 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	1,5 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	5,9 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 36: Physikalische Inhalte in „Tipi 3“

Positiv kann für dieses Werk eine Formulierung zur Benutzung von Trinkwasser angeführt werden: „Häufig wird von Wasserverbrauch gesprochen. Wir wissen aber, dass sich Trinkwasser in einem Kreislauf bewegt. Deshalb ist es richtiger, vom Wassergebrauch zu

<sup>174</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Tipi“ des Verlags Veritas <[https://www.veritas.at/reihe/tipi?edu\\_grp=12&subject=24](https://www.veritas.at/reihe/tipi?edu_grp=12&subject=24)> (22.05.2019).

<sup>175</sup> Hilde Köster (Hg.), Tipi 3. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen (Linz 42012) 1.



sprechen.“<sup>176</sup> Hier wird nicht nur der Kreislaufcharakter des Wassers angesprochen, sondern auch auf eine bedachte Wortwahl hingewiesen.

Um beim Thema Stoffe zu bleiben, folgt hier eine verwirrende Aussage aus dem Thema Ernährung: „Manchmal kann man das Fett in Lebensmitteln sofort sehen, aber meistens versteckt es sich darin, und wir essen es ohne es zu wissen.“<sup>177</sup> Hier wird dem Stoff Fett eine aktive Rolle in Bezug auf seine Erscheinungsform für Menschen zugeschrieben. Besonders bei Kindern der Volksschulstufen, die mit dem beliebten Versteckspiel noch in anderer Verbindung stehen als Schülerinnen und Schüler höherer Schulstufen, kann es so zu Missverständnissen kommen. Auf derselben Seite wird dann noch die Bedeutung des Zuckers für die Prozesse im menschlichen Körper derart beschrieben: „Zucker ist wichtig für deinen Körper, denn er liefert ihm Kraft und Energie.“<sup>178</sup> Hier werden die schon öfters angesprochenen Schülervorstellungen „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>179</sup> und „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>180</sup> angesprochen.

Auf dem Gebiet der Elektrodynamik werden auch hier einige Aspekte angeführt, die schon zuvor des Öfteren genannt wurden. So wird beim Thema „Überall Strom“ wie folgt argumentiert: „Viele Geräte im Haushalt funktionieren mit elektrischem Strom, der aus dem Elektrizitätswerk oder aus Batterien stammt. Strom wird in den Geräten in Wärme, Licht und Bewegung umgewandelt.“<sup>181</sup> Hier werden zum einen Vorstellungen über das „Ein-Stoff-Verbrauchsmodell“<sup>182</sup> und zum anderen über das Gleichstellen der Begriffe Energie und elektrischer Strom<sup>183</sup> angesprochen. Besonders der letzte Punkt kommt in folgender Erklärung ganz klar zum Ausdruck: „Elektrischer Strom ist eine Energieform. Durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl oder Erdgas wird Energie gewonnen, die im Elektrizitätswerk in elektrischen Strom umgewandelt wird. Wasserenergie, Wind-, Sonnen- und Atomenergie können ebenfalls in Strom umgewandelt werden. In Österreich wird Energie in erster Linie aus Wasserkraft gewonnen.“<sup>184</sup>

Bei der Aussage: „Eine Glühlampe muss an eine Stromquelle angeschlossen werden, damit sie leuchtet.“<sup>185</sup> wird der kritisch zu hinterfragende Begriff der Stromquelle<sup>186</sup> verwendet.

---

<sup>176</sup> Köster, Tipi 3, 17.

<sup>177</sup> Köster, Tipi 3, 113.

<sup>178</sup> Köster, Tipi 3, 113.

<sup>179</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>180</sup> Schecker, Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 165.

<sup>181</sup> Köster, Tipi 3, 40.

<sup>182</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 116-117.

<sup>183</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 116.

<sup>184</sup> Köster, Tipi 3, 41.

<sup>185</sup> Köster, Tipi 3, 43.

<sup>186</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 122.

Magnete werden wie folgt erklärt: „Magnete sind Metalle, die mit einer unsichtbaren Kraft Dinge abstoßen oder anziehen können. (...) Den Bereich, in dem der Magnet seine Kraft entfaltet, nennt man Magnetfeld.“<sup>187</sup> Hier kommt die aus dem Bereich der Mechanik entstammende Vorstellung der universellen Wirkfähigkeit Kraft<sup>188</sup> unter dem Mantel des Magnetismus zum Vorschein. Mit dem Zusatz der Unsichtbarkeit könnte angenommen werden, dass andere Kräfte sichtbar wären. Tatsächlich ist dies für alle Wechselwirkungen der Fall, was beobachtet werden kann, ist die Kraftwirkung. Außerdem wird auch hier die Vorstellung, wonach Magnete alle Metalle anziehen, angesprochen.<sup>189</sup>

Bei der Beschreibung des „Wasserkreislaufs in der Natur“ werden Wetterphänomene wie folgt angesprochen: „Sonne und Wolken, Wärme und Kälte, Wind und Regen gehören zum Wetter und wirken zusammen.“<sup>190</sup> Zum einen wird der Begriff der Kälte verwendet, auf den bereits in Kapitel 5.2.3 näher eingegangen wurde.

Das Geozentrische Weltbild als Schülervorstellung entspringt dem in der Alltagssprache oft verwendeten Spruch, der auch in diesem Werk zitiert wird: „Im Osten geht die Sonne auf, im Süden ist ihr Mittagslauf, im Westen wird sie untergeh´n, im Norden ist sie nie zu sehen.“<sup>191</sup> Der Spruch steht kommentarlos auf jener Seite, die die Bestimmung der Himmelsrichtungen zum Thema hat. Es wird aber weder darauf eingegangen, warum es aus der Sicht eines Bewohners der nördlichen Hemisphäre ab einem bestimmten Breitengrad so scheint, als würde sich die Sonne in der oben genannten Weise über den Himmel bewegen, noch, dass dieser Spruch nur auf der Nordhalbkugel gilt.

Abschließend zu diesem Werk sei noch auf eine klassische Schülervorstellung aus der Natur der Naturwissenschaften verwiesen, wonach Wissenschaftler anscheinend sehr außergewöhnliche Menschen sind.<sup>192</sup> Erzählt wird die Geschichte des Archimedes und der Entdeckung des Auftriebsprinzips samt der angeblich dazugehörigen Szene, in der er nackt durch Syrakus läuft und Heureka schreit. In diesem Zusammenhang wird dann angemerkt: „Die Leute auf den Straßen schüttelten verwundert den Kopf über den nackten Mann. Wissenschaftler sind manchmal ganz schön verrückt.“<sup>193</sup>

---

<sup>187</sup> Köster, Tipi 3, 91.

<sup>188</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>189</sup> Wodzinski, Wilhelm, Schülervorstellungen im Anfangsunterricht, 256.

<sup>190</sup> Köster, Tipi 3, 32.

<sup>191</sup> Köster, Tipi 3, 90.

<sup>192</sup> Wodzinski, Wilhelm, Schülervorstellungen im Anfangsunterricht, 261.

<sup>193</sup> Köster, Tipi 3, 63.

### 5.8.2 Tipi 3 Arbeitsheft

Das Arbeitsheft für die dritte Volksschulklasse besteht aus 48 Seiten. Auf 13 Seiten kommen Inhalt von physikalischen Themen vor. Im Vergleich mit den anderen Werken der Gruppe Übungsbücher Grundstufe II liegen die Gebiete Mechanik, Elektrodynamik, Optik und Astronomie über dem Durchschnitt. Der Bereich Stoffe liegt deutlich unter dem Durchschnittswert und metrologische, thermodynamische und Themen bzgl. Nature of Science werden in dem Werk gar nicht erwähnt. Aufschluss über genaue Zahlen bietet Tabelle 37.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	0,0 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	12,5 %	4,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	6,3 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	0,0 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	4,2 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	2,1 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	2,1 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	0,0 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 37: Überblick über physikalische Themen in „Tipi 3 Arbeitsheft“

In der Astronomie wird die Entstehung der Jahreszeiten mit folgendem Satz begründet: „Dadurch, dass die Erde schräg steht, wenn sie sich um die Sonne dreht, entstehen Jahreszeiten.“<sup>194</sup> Diese aus physikalischer Sicht etwas holprige Erläuterung wurde bereits in Kapitel 5.2.3 näher besprochen.

### 5.8.3 Tipi 4

Der Band für die vierte Schulstufe setzt sich aus 120 Seiten zusammen, wovon 31 Seiten physikalische Themen beinhalten. Die Relativwerte der Bereiche Mechanik, Elektrodynamik, Stoffe, Optik sowie Nature of Science liegen über den Durchschnittswerten der Vergleichsgruppe Inhaltsbücher Grundstufe II. Die restlichen Themen liegen unter den jeweiligen Durchschnittswerten. Aufschluss über die entsprechenden Zahlen bietet Tabelle 38.

<sup>194</sup> Hilde Köster (Hg.), Tipi 3. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen. Arbeitsheft (Linz 42014) 37.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Inhaltsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	2,5 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	6,7 %	4,6 %	5,0 %
	Elektrodynamik	5,8 %	5,6 %	5,4 %
	Thermodynamik	5,0 %	5,8 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	8,3 %	8,7 %	7,2 %
-	Optik	1,7 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	0,8 %	1,2 %	1,3 %
-	Nature of Science	5,8 %	5,0 %	3,7 %

Tabelle 38: Teilgebiete der Physik in „Tipi 4“

Schwierigkeiten mit Fehlvorstellungen gibt es zum überwiegenden Teil im Bereich der Elektrodynamik, aber auch im Teilbereich Stoffe sind Anmerkungen anzuführen. So werden unter Ressourcen lediglich fossile Rohstoffe verstanden: „Weil sie sehr alt sind und unterirdisch gefunden werden, bezeichnet man sie als fossile Rohstoffe oder Ressourcen. Ressourcen sind nicht unerschöpflich. Wenn sie verbraucht sind, dauert es wieder Millionen Jahre bis sie sich neu gebildet haben.“<sup>195</sup> Es scheint so, als würden wir Menschen ohne diese fossilen Rohstoffe nicht auskommen. Zudem sollte der Begriff Ressourcen etwas weiter gefasst werden und nachwachsende Rohstoffe (bspw. Biomasse) miteinbeziehen. Zwar werden auf der Folgeseite die „erneuerbaren Energien“ angesprochen, doch stellt sich hier wieder das bereits angesprochene Problem der Formulierung (siehe Kapitel 5.4.5): „Wissenschaftler und Ingenieure beschäftigen sich damit, ‚erneuerbare‘ Energiequellen nutzbar zu machen, um die wertvollen Ressourcen zu schonen.“<sup>196</sup> In dieser Aussage tritt zudem der Aspekt „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>197</sup> hervor. Zudem sollte noch der Aspekt in Bezug auf Geschlechterzuordnung erwähnt werden. Es werden in der Textpassage nur die männlichen Formen von Wissenschaftler und Ingenieur verwendet. Im Sinne einer Förderung des Zugangs von Mädchen und Frauen in wissenschaftliche und technische Forschungsbereiche wäre es wohl angebracht auch die weiblichen Formen zu verwenden.

Nun zu Themen aus dem Bereich der Elektrodynamik. Beim Thema Stromkreis werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert einen Schaltplan eines Stromkreises inkl. Schalter zu zeichnen. Dabei werden die Symbole zunächst im Buch gezeigt und benannt. Dabei wird der Begriff der „Stromquelle“<sup>198</sup> verwendet (siehe Kapitel 5.7.5).

<sup>195</sup> Hilde Köster, Tipi 4. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen (Linz 32012) 20.

<sup>196</sup> Köster, Tipi 4, 21.

<sup>197</sup> Schecker, Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 165.

<sup>198</sup> Köster, Tipi 4, 29.

Eine Warnung, die beim Thema „Die Gefahren des elektrischen Stromes“ ausgesprochen wird, fordert die Vorstellung „Es genügt ein Kabel von der Batterie zur Lampe.“<sup>199</sup>: „Beim Angreifen eines kaputten Kabels wird Strom in den Körper geleitet.“<sup>200</sup> Dass der Strom dann über einen anderen Weg aus dem Körper abfließt, wird hier nicht weiter ausgeführt, wodurch bei Schülerinnen und Schülern die Vorstellung verstärkt wird, dass eine Zufuhr für den elektrischen Strom ausreicht, dass dieser fließen kann.

Neben der Erzeugungs-/Verbrauchsvorstellung wird auch die Schülervorstellung der sequentiellen Argumentation<sup>201</sup> durch folgende Passage unterstützt: „Den elektrischen Strom für deine Fahrradbeleuchtung produziert der Dynamo, wenn er angetrieben wird. Durch ein Kabel wird der Strom zur Lampe geleitet und lässt dort den Glühdraht in der Glühlampe leuchten. Danach muss er wieder zurück zum Dynamo geleitet werden.“<sup>202</sup>

#### 5.8.4 Tipi 4 Arbeitsheft

Das Arbeitsheft zur letzten Volksschulklasse umfasst insgesamt 54 Seiten. Auf 19 davon waren Passagen physikalischen Inhalts zu finden. Dies stellt mit 35,19 Prozent den Rekordwert unter den Übungsbüchern für die Grundstufe II dar. Ebenfalls den höchsten Anteil in dieser Rubrik besitzt das Teilgebiet Elektrodynamik mit 9,26 Prozent. Über dem Durchschnitt befinden sich zudem die Werte für die Bereiche Mechanik, Thermodynamik, Stoffe, Astronomie und Natur der Naturwissenschaften. Gerätekunde wird nur unterdurchschnittlich behandelt, während der Bereich Optik gar nicht erwähnt wird. Details sind in Tabelle 39 zu finden.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt Übungsbücher Grundstufe II	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	3,7 %	4,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	5,6 %	4,4 %	5,8%
	Elektrodynamik	9,3 %	5,5 %	5,3 %
	Thermodynamik	5,6 %	5,4 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	9,3 %	7,2 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	0,6 %	1,1 %
-	Astronomie	3,7 %	1,1 %	0,8 %
-	Nature of Science	13,0 %	4,4 %	3,0 %

Tabelle 39: Übersicht physikalischer Themengebiete in „Tipi 4 Arbeitsheft“

<sup>199</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 116.

<sup>200</sup> Köster, Tipi 4, 30.

<sup>201</sup> v. Rhöneck, Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis, 11.

<sup>202</sup> Köster, Tipi 4, 66.

Analog zur Inhaltsausgabe des Werks (Kapitel 5.8.3) werden auch hier nur die fossilen Rohstoffe als Ressourcen angesehen: „Unsere Ressourcen Erdöl, Erdgas und Kohle, aus denen überwiegend Wärme, elektrischer Strom und Treibstoff gewonnen werden, sind nicht unerschöpflich.“<sup>203</sup> Zusätzlich fördert der Text die Erzeugungs- / Verbrauchsvorstellung des Stroms, die – wie die Vorstellung von „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>204</sup> – auch durch einen Lückentext auf derselben Seite untermauert wird (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Nur die Katze ist im Wohnzimmer. Ich schalte *den Fernseher* aus. Damit spare ich *Strom*. Niemand ist *im Zimmer*. Ich schalte alle Lampen aus. So *spare* ich Strom. Die Heizung ist in Betrieb. Ich *schließe* das Fenster und drehe die Heizung zurück. So spare ich *Energie und Heizkosten*.“<sup>205</sup> Neben den eben dargestellten Ausführungen, in denen ein Beitrag zur Verbrauchsvorstellung herauszulesen ist, wird diese auch in folgenden Aussagen gestützt: „Elektrischer Strom kann auf viele Arten erzeugt werden. (...) Wie gewinnt man elektrischen Strom? (...) Dadurch wird Strom erzeugt. (...) In einem Laufkraftwerk erzeugt die Kraft des fließenden Wassers Strom. (...) Auch in einem Wärmekraftwerk wird elektrischer Strom erzeugt. Die Wärme, die in großen Verbrennungsanlagen entsteht, wird hier in elektrische Energie umgewandelt. (...) Kennst du noch andere Möglichkeiten der Stromgewinnung?“<sup>206</sup>

Mit der Bezugnahme auf die „Kraft des fließenden Wassers“ wird zudem die Vorstellung „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>207</sup> unterstützt.

### 5.9 Reihenbeschreibung „Stark in ...“

Das in der Schulbuchaktion gelistete Werk „Stark in Biologie Physik, Chemie 1“ entstammt der Reihe „Stark in...“, die sowohl für den naturwissenschaftlichen Unterricht als auch für einen Großteil der Unterrichtsfächer Lehrwerke anbietet. So existieren auch Ausgaben für Deutsch, Englisch, Mathematik, Religion, Gesellschaftslehre und Wirtschaft. Komplettiert wird die Reihe durch Arbeitshefte zu ethischen und hauswirtschaftlichen Themen und der Berufsorientierung.

Zu der für den Sachunterricht der Allgemeinen Sonderschule in die Schulbuchliste aufgenommenen Werke dieser Reihe gehören der Schülerband sowie die beiden Teile des dazugehörigen Arbeitsheftes. Diese werden zwar den Kategorien Inhalts- bzw. Übungsbücher zugeteilt, aber nicht direkt mit ihnen verglichen, da sich die Inhalte dieser Werke auf naturwissenschaftliche Themen beschränken, während in allen anderen Lehrwerken auch

---

<sup>203</sup> Hilde Köster (Hg.), Tipi 4. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen. Arbeitsheft (Linz 12008) 10.

<sup>204</sup> Schecker, Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 165.

<sup>205</sup> Köster, Tipi 4. Arbeitsheft, 10.

<sup>206</sup> Köster, Tipi 4. Arbeitsheft, 14-15.

<sup>207</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

Inhalte zu gesellschaftlichen, historischen, politischen und geografischen Themen behandelt werden.<sup>208</sup>

### 5.9.1 Stark in Biologie, Physik, Chemie 1

Der Band für Schülerinnen und Schüler ist mit 210 Seiten das umfangreichste Werk der gesamten Analyse. Auf 94 Seiten werden Themen mit physikalischen Hintergrund präsentiert. Da das Werk in keine der bisher genannten Schulbuchkategorien fällt, werden hier zwar die Anteile der Themenbereiche präsentiert aber lediglich auf die Anteile aller Inhaltsbücher bezogen (siehe Tabelle 40).

Schülervorstellungen werden im vorliegenden Werk in den Bereichen Mechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und Stoffe angesprochen.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt aller Inhaltsbücher
Gerätekunde	Metrologie	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	11,0 %	5,0 %
	Elektrodynamik	14,8 %	5,4 %
	Thermodynamik	11,0 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	8,4 %	7,2 %
-	Optik	0,7 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	1,3 %
-	Nature of Science	3,3 %	3,7 %

Tabelle 40: Überblick über physikalische Teilgebiete in „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1“

Beim Thema „Die Kraft der Erde“<sup>209</sup> fällt gleich die Überschrift ins Auge, mit der die Vorstellung der „Kraft als universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>210</sup> verbunden ist. Die beiden Seiten zur Schwerkraft lassen kaum eine Verallgemeinerung auf die Gravitation zwischen zwei Körpern zu.<sup>211</sup>

Im Teilgebiet der Elektrodynamik wird zum einen die Schülervorstellung der sequentiellen Argumentation<sup>212</sup> unterstützt in der Aussage: „Wenn die Glühlampe leuchtet, hast du einen einfachen Stromkreis aufgebaut. In ihm fließt der elektrische Strom von der Batterie durch die Leitung zur Glühlampe und von dort durch die Leitung zurück zur Batterie.“<sup>213</sup> Zum anderen

<sup>208</sup> Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Stark in Biologie, Physik, Chemie“ des Verlags Westermann <<https://www.westermanngruppe.at/reihe/STARKBIO/Stark-in-Biologie-Physik-Chemie>> (24.05.2019).

<sup>209</sup> Gerda Haas, Walter Jung, Marita Lüchtfeld, Josef Schaper, Tobias Tretter, Annelore Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1 (Braunschweig A7/2017) 22.

<sup>210</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>211</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 22-23.

<sup>212</sup> v. Rhöneck, Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis, 11.

<sup>213</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 188.

kommt auch die Verbrauchsvorstellung zum Vorschein, wenn wie folgt ein elektrischer Kurzschluss erklärt wird: „Der Nagel in Versuch 1 hat einen Kurzschluss bewirkt. Bei einem Kurzschluss fließt der Strom direkt zur Stromquelle zurück, ohne dass ein Verbraucher zwischengeschaltet ist. Es wird kein Strom verbraucht.“<sup>214</sup>

Der Bereich Thermodynamik wird teilweise vom Begriff der „Kälte“ dominiert. Dieser findet Verwendung in Überschriften wie „Wärme und Kälte“<sup>215</sup> und „Wir fühlen Wärme und Kälte“<sup>216</sup>, aber auch in der Beschreibung des Temperaturempfindens unseres Körpers: „Wir fühlen Wärme und Kälte mit der Haut. In ihr befinden sich Kälte- und Wärmekörperchen.“<sup>217</sup>

Schwierigkeiten aus physikalischer Sicht ergeben sich auch hier mit der Verwendung des Schwerebegriffs: „Doch die Ausdehnung macht Eis auch leichter als Wasser (...) Durch die Ausdehnung ist Eis leichter als flüssiges Wasser.“<sup>218</sup> Diese Problematik wurde bereits im Kapitel 5.1.3 besprochen.

Nicht ganz korrekt bzw. vollständig ist auch folgende Aussage zur Änderung der Aggregatzustände: „Ein Stoff kann fest, flüssig oder gasförmig sein. Seinen Aggregatzustand verändert er durch die Temperatur.“<sup>219</sup> Hier wird verabsäumt zu erwähnen, dass die Änderung des Aggregatzustandes auch mit der Veränderung des Drucks erfolgen kann.

Bei der Besprechung von schwimmenden Schiffen wird folgende Passage zur Beschaffenheit von Schiffen gebracht: „Die meisten großen Schiffe bestehen aus Eisen. Eisen ist ein schweres Metall.“<sup>220</sup> Mit dem Begriff Eisen werden auch in der Alltagssprache meist Gegenstände belegt, die korrekterweise aus Stahl gemacht sind. Zwar ist Eisen der Hauptbestandteil des Stahls, dennoch wäre es erstrebenswert, den richtigen Begriff zu verwenden.

### 5.9.2 *Stark in Biologie, Physik, Chemie 1 Arbeitsheft Teil 1*

Der erste Teil des Arbeitsheftes dieser Reihe besteht in Summe aus 80 Seiten, von denen 26 Seiten physikalische Themen zum Inhalt haben. Auch hier kann nur ein Vergleich mit den Gesamtwerten der Kategorie Übungsbücher gezogen werden, der aber aufgrund der bereits erwähnten Konkretisierung der Themenauswahl auf naturwissenschaftliche Bereiche nur begrenzt gültig ist. Das umfangreichste Themengebiet stellt hier eindeutig jenes der Thermodynamik dar, während Elektrodynamik, Stoffe und Astronomie gar nicht vorkommen (siehe Tabelle 41).

---

<sup>214</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 202.

<sup>215</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 48-49.

<sup>216</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 50.

<sup>217</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 50.

<sup>218</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 61.

<sup>219</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 65.

<sup>220</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 161.



Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	3,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	6,3 %	5,8%
	Elektrodynamik	0,0 %	5,3 %
	Thermodynamik	25,0 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	0,0 %	5,9 %
-	Optik	1,3 %	1,1 %
-	Astronomie	0,0 %	0,8 %
-	Nature of Science	1,3 %	3,0 %

Tabelle 41: Anteil physikalischer Inhalte in „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1 Arbeitsheft Teil 1“

Da die Thermodynamik wie erwähnt den größten Teil dieses Übungsbuches in Anspruch nimmt, werden auch in diesem Bereich Schülervorstellungen angesprochen. Wie bereits im Inhaltsbuch zu dieser Reihe wird auch hier der Kältebegriff unter der Überschrift „Wir fühlen Wärme und Kälte“ verwendet: „Kälte und Wärme können wir mit der Haut fühlen.“<sup>221</sup> „Wie stark spürst du die Kälte auf der Innenhandfläche, dem Handrücken, auf dem Bauch, im Gesicht sowie auf der Innen- und Außenseite deines Oberschenkels?“<sup>222</sup>

### 5.9.3 Stark in Biologie, Physik, Chemie 1 Arbeitsheft Teil 2

Der zweite Teil des Arbeitsheftes umfasst ebenso 80 Seiten. Auf 47 von ihnen werden physikalische Themen angesprochen. Herausragend in diesem Werk ist der Bereich Elektrodynamik, der mit 31,3 Prozent anteilmäßig vor den Bereichen Mechanik und Stoffe mit jeweils 16,3 Prozent liegt. Weitere Angaben liefert Tabelle 42.

Beim Thema „Der Auftrieb lässt sich beeinflussen“ wird folgende Frage gestellt: „Wann erfährt ein Körper ‚Auftrieb‘?“ Die entsprechende Antwort sollte demnach folgendermaßen lauten (auszuwählende Passage *kursiv*): „Wenn er *in eine Flüssigkeit eintaucht*.“<sup>223</sup> Jedoch wird hier außer Acht gelassen, dass Körper auch in Gasen wie der Luft Auftrieb erfahren. Da der Effekt bei Flüssigkeiten – oder besser gesagt, Medien mit größerer Dichte – natürlich größer ist, fällt dieses Phänomen im Alltag beim Wasser eher auf als bei Luft.

<sup>221</sup> Marita Lüchtfeld, Josef Schaper, Tobias Tretter, Annelore Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 1 (Braunschweig A<sup>3</sup>/2017) 39.

<sup>222</sup> Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 1, 40.

<sup>223</sup> Gerda Haas, Walter Jung, Marita Lüchtfeld, Josef Schaper, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 2 (Braunschweig A<sup>3</sup>/2015) 47.

Teilgebiet lt. VS-Lehrplan	Physik-Teilgebiet	Anteil im Werk	Anteil Durchschnitt aller Übungsbücher
Gerätekunde	Metrologie	8,8 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	16,3 %	5,8%
	Elektrodynamik	31,3 %	5,3 %
	Thermodynamik	3,8 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	16,3 %	5,9 %
-	Optik	0,0 %	1,1 %
-	Astronomie	1,3 %	0,8 %
-	Nature of Science	3,8 %	3,0 %

Tabelle 42: Übersicht zu physikalischen Inhalten in „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1 Arbeitsheft Teil 2“

Auch in der Elektrodynamik wird wie im Inhaltsbuch zur Serie die Vorstellung der sequentiellen Argumentation<sup>224</sup> folgendermaßen angesprochen: „Beim Fahrrad fließt der Strom vom Dynamo durch die isolierte Leitung zur Lampe und zum Rückstrahler.“<sup>225</sup> Neben der naturwissenschaftlichen Fehlvorstellung kommt auch eine technische zum Tragen. Dass nämlich der Rückstrahler gar nicht elektrisch betrieben wird, sondern lediglich das Licht, das von nachkommenden Fahrzeugen ausgesendet wird, rückgestrahlt wird, wurde hier nicht beachtet. Besser wäre daher die Verwendung des tatsächlichen Begriffs „Rücklicht“.

## 6. Physikalische Inhalte in den untersuchten Werken

Betrachtet man die Gesamtseitenanzahl der analysierten Werke, so ergibt sich ein Anteil von 24,7 Prozent der Seiten mit physikalischem Inhalt. Während bei den Werken der Grundstufe I der Gesamtanteil zwischen 13,9 (reine Übungsbücher) und 21,2 Prozent (Kombinationen aus Inhalts- und Übungsteilen) liegt, werden bei den Sachunterrichtsbüchern der Grundstufe II zwischen 19,4 (Übungsbücher) und 31,9 Prozent (Kombinationen) für physikalische Themenstellungen aufgewendet. Die Werke der Reihe „Stark in ...“, welche zwar für die Sekundarstufe I konzipiert aber in der Schulbuchliste der Schulbuchaktion für die Allgemeine Sonderschule angeführt sind, weisen wesentlich höhere Anteile von 43,8 Prozent (Inhaltsteil) bzw. 45,6 Prozent (beide Inhaltsteile zusammen) auf. Ähnlich verhält es sich mit dem Werk Schlüssel zu unserer Welt 8, welches ebenfalls für die Sekundarstufe I bzw. die Allgemeine Sonderschule erarbeitet wurde. Hier liegt der Anteil an Seiten mit physikalischen Themen sogar bei 50,7 Prozent. Zu den letztgenannten Werken soll dazu gesagt werden, dass es sich um Bücher handelt, in denen ausschließlich naturwissenschaftlicher Inhalt aufgearbeitet wird.

<sup>224</sup> v. Rhöneck, Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis, 11.

<sup>225</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 2, 75.

## 6.1 Gesamtübersicht

Betrachtet man alle Werke, so stellt man fest, dass im Durchschnitt 24,7 Prozent der Gesamtseiten für physikalische Themenstellungen reserviert sind, wobei der Gesamtanteil physikalischer Gebiete bei den Kombinationsbüchern mit 29,4 Prozent deutlich höher liegt, als bei Inhalts- und Übungsbüchern. Weiters ergibt sich, dass der Bereich „Stoffe“ mit 7,7 Prozent der Gesamtseitenanzahl an erster Position liegt. Das Schlusslicht mit nur 1,3 Prozent bildet der Bereich der „Optik“. Dazwischenliegende Werte können Tabelle 43 entnommen werden. Generell kann attestiert werden, dass die Bereiche Optik, Astronomie und Nature of Science im Vergleich mit den anderen physikalischen Gebieten in allen Kategorien an der letzten Stelle zu finden sind.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Anteile Kategorie Inhaltsbücher</i>	<i>Anteile Kategorie Übungsbücher</i>	<i>Anteile Kategorie Kombinationsbücher</i>	<i>Anteile bezogen auf alle Werke</i>
Gerätekunde	Metrologie	4,2 %	4,9 %	8,4 %	5,9 %
Kräftelehre	Mechanik	5,0 %	5,8 %	5,1 %	5,2 %
	Elektrodynamik	5,4 %	5,3 %	5,8 %	5,3 %
	Thermodynamik	5,0 %	6,2 %	6,1 %	5,8 %
Materialkunde	Stoffe	7,2 %	5,9 %	10,1 %	7,8 %
-	Optik	1,1 %	1,1 %	1,6 %	1,3 %
-	Astronomie	1,3 %	0,8 %	1,7 %	1,3 %
-	Nature of Science	3,7 %	3,0 %	2,7 %	3,1 %
<b>Summe</b>		21,5 %	21,2 %	29,4 %	24,7 %

Tabelle 43: Anteile der physikalischen Teilgebiete in den einzelnen Kategorien

## 6.2 Inhaltsbücher

Auch bei den Inhaltsbüchern liegt der Teilbereich Stoffe relativ zur Gesamtseitenanzahl mit 7,2 Prozent an der Spitze. In Tabelle 44 sind außerdem die Werte für das Inhaltsbuch zur Serie „Stark in Biologie, Physik, Chemie“ angeführt. Aufgrund der Fokussierung auf naturwissenschaftliche Themenfelder liegt es im Vergleich mit den Büchern der Grundstufe I und II bei den meisten Themengebieten vorne. Dies widerspiegelt sich auch in einem Gesamtanteil physikalischer Inhalte von 43,8 Prozent. Tabelle 44 listet die einzelnen Werte auf.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Grundstufe I</i>	<i>Grundstufe II</i>	<i>Stark in Biologie, Physik, Chemie 1</i>	<i>Anteile Kategorie Inhaltsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	4,1 %	4,3 %	4,3 %	4,2 %
Kräftelehre	Mechanik	4,3 %	4,6 %	11,0 %	5,0 %
	Elektrodynamik	3,3 %	5,6 %	14,8 %	5,4 %
	Thermodynamik	2,6 %	5,8 %	11,0 %	5,0 %
Materialkunde	Stoffe	4,9 %	8,7 %	7,6 %	7,2 %
-	Optik	1,3 %	1,0 %	1,0 %	1,1 %
-	Astronomie	1,6 %	1,2 %	0,0 %	1,3 %
-	Nature of Science	1,7 %	5,0 %	3,3 %	3,7 %
<b>Summe</b>		21,5 %	14,8 %	23,0 %	43,8 %

Tabelle 44: Anteile der verschiedenen Teilgebiete der Kategorie Inhaltsbücher

Zu erkennen ist, dass mit Ausnahme von Optik und Astronomie die physikalischen Themen in der Grundstufe II umfangreicher behandelt werden, als in der Grundstufe I. Besonders deutlich ist die Steigerung bei den Gebieten Natur der Naturwissenschaften, Stoffe und Thermodynamik zu beobachten. Dieser Trend lässt sich auch ganz klar im Anteil der Seiten mit Physikbezug feststellen, der von 14,8 Prozent in der Grundstufe I auf 23,0 Prozent für die beiden letzten Klassen der Volksschule steigt.

### 6.3 Übungsbücher

Auch bei den Übungsbüchern zu den im vorigen Kapitel besprochenen Inhaltsbüchern wurden die Durchschnittswerte aus den beiden Teilbänden des Werks „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1“ angefügt. Hier liegt zwar der Teilbereich Thermodynamik an erster Stelle der physikrelevanten Inhalte, doch muss berücksichtigt werden, dass dies aufgrund des sehr hohen Werts in den soeben erwähnten Bänden zustande kommt. Ohne die beiden Arbeitshefte würde auch in dieser Kategorie der Teilbereich Stoffe vor den anderen Bereichen liegen. Die Werte können Tabelle 45 entnommen werden.

Analog zu den Inhaltsbüchern gilt auch hier eine gewisse Tendenz zu vermehrter Behandlung physikalischer Themen mit zunehmender Grundstufe – die Werte für Elektrodynamik, Stoffe und Natur der Naturwissenschaften zeigen diesen Trend besonders deutlich. Auszunehmen sind jedoch die Bereiche Mechanik und Optik.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Grundstufe I</i>	<i>Grundstufe II</i>	<i>Anteile Kategorie Übungsbücher</i>	<i>Anteile Kategorie Übungsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	4,5 %	4,8 %	4,9 %	4,9 %
Kräftelehre	Mechanik	5,4 %	4,4 %	5,8 %	5,8 %
	Elektrodynamik	0,9 %	5,5 %	5,3 %	5,3 %
	Thermodynamik	4,0 %	5,4 %	6,2 %	6,2 %
Materialkunde	Stoffe	3,2 %	7,2 %	5,9 %	5,9 %
-	Optik	2,1 %	0,6 %	1,1 %	1,1 %
-	Astronomie	0,5 %	1,1 %	0,8 %	0,8 %
-	Nature of Science	1,3 %	4,4 %	3,0 %	3,0 %
<b>Summe</b>		21,5 %	13,9 %	19,4 %	45,6 %

Tabelle 45: Anteile der verschiedenen Teilgebiete der Kategorie Übungsbücher

Der Gesamtanteil von Seiten mit physikalischen Themen steigt zwar nicht so stark von der Grundstufe I zur Grundstufe II wie dies bei den Inhaltsbüchern der Fall ist, doch ist die Zunahme von knapp sechs Prozent eindeutig.

## 6.4 Kombinationen

Ebenso wie bei den Inhalts- und Übungsbüchern wurden die Anteile der Teilbereiche für das Werk „Schlüssel zu unserer Welt 8“ bei den Kombinationsbüchern in einer eigenen Spalte ausgewiesen – wiewohl die Werte in der Berechnung der Gesamtdurchschnittswerte (also für beide Grundstufen) miteingehen.

Auch bei diesen Kategorien ist ein relativ großer Anteil des Bereichs Stoffe in den Grundstufen I und II zu verzeichnen, würde aber ohne die Berücksichtigung des soeben genannten Werks hinter der Gerätekunde liegen. D.h. der Schwerpunkt der Kombinationsbücher liegt im Gegensatz zu Werken mit getrennten Inhalts- und Übungsteil eher bei der Gerätelehre als bei den Stoffen (siehe Tabelle 46).

Während in den Bereichen Metrologie und Optik ein Rückgang der Werte zwischen den ersten beiden Volksschulklassen zu den beiden letzten zu verzeichnen ist, steigen alle anderen Bereiche – am stärksten die Bereiche Thermodynamik und Elektrodynamik.

Der Gesamtanteil der Seiten mit physikrelevanten Inhalten steigt hier – und dies sogar stärker als im Vergleich mit den beiden anderen Kategorien – um mehr als zehn Prozent von der Grundstufe I zur Grundstufe II.

<i>Teilgebiet lt. VS-Lehrplan</i>	<i>Physik-Teilgebiet</i>	<i>Grundstufe I</i>	<i>Grundstufe II</i>	<i>Schlüssel zu unserer Welt 8</i>	<i>Anteile Kategorie Kombinationsbücher</i>
Gerätekunde	Metrologie	9,2 %	8,9 %	0,7 %	8,4 %
Kräftelehre	Mechanik	2,9 %	6,5 %	4,4 %	5,1 %
	Elektrodynamik	2,6 %	7,5 %	8,1 %	5,8 %
	Thermodynamik	1,4 %	7,7 %	16,2 %	6,1 %
Materialkunde	Stoffe	6,5 %	10,3 %	26,5 %	10,1 %
-	Optik	3,5 %	0,3 %	2,2 %	1,6 %
-	Astronomie	0,0 %	2,0 %	8,1 %	1,7 %
-	Nature of Science	0,9 %	4,1 %	0,0 %	2,7 %
<b>Summe</b>		21,5 %	2	31,9 %	50,7 %

Tabelle 46: Anteile der verschiedenen Teilgebiete der Kategorie Kombinationsbücher

## 7. Schülervorstellungen in den analysierten Werken

In diesem Kapitel sollen jene Schülervorstellungen zusammengefasst werden, die in den oben beschriebenen Werken kommuniziert werden. Dabei soll entsprechend der bereits festgelegten Gliederung der Physik-Teilbereiche vorgegangen werden.

### 7.1 Gerätekunde

Die Gerätekunde ist besonders bei den kombinierten Werken sehr stark vertreten. Sie stellt für die Grundstufe I dieser Kategorie den Spitzenwert mit 9,21 Prozent und liegt mit 8,93 Prozent in der Grundstufe nur hinter dem Bereich „Stoffe“. Die Werte für die Inhalts- und Übungsbücher liegen dagegen im Bereich zwischen vier und fünf Prozent der Gesamtseitenanzahl. Bei den beiden Werken der Sekundarstufe / Allgemeine Sonderschule („Schlüssel zu unserer Welt 8“ und „Stark in Biologie, Physik, Chemie“) spielt dieser Themenbereich nur eine untergeordnete Rolle mit Werten zwischen 0,74 und 6,25 Prozent der Gesamtseitenanzahl.

Trotz des doch relativen hohen Anteils an Seiten mit Bezug zur Gerätekunde konnten hier vor allem für die Kombinationswerke keine Fehlvorstellungen festgestellt werden. Lediglich vier Punkte sollen hier angesprochen werden, die mit Werken der Reihe „Dem Leben auf der Spur“ und „Stark in Biologie, Physik, Chemie“ in Verbindung stehen. Die erste anzusprechende Fehlvorstellung findet sich zwar im Bereich der Gerätekunde im Schulbuch für die Grundstufe II (Kapitel 5.1.3) gehört aber eigentlich in den Bereich der Schülervorstellungen zur Elektrodynamik. Dort wird das Stromaggregat der Feuerwehr als „Gerät zum Erzeugen von Strom“ bezeichnet. Weiters ist für das Arbeitsheft für die dritte und vierte Klasse eine irreführende Darstellung zum Haushaltswasseranschluss und die teilweise inkorrekte

Verwendung des Begriffs „Sauerstoffgerät“ zu erwähnen (Kapitel 5.1.4). Beim Arbeitsheft 2 des Werks „Stark in Biologie, Physik, Chemie“ wird die Fahrradbeleuchtung derart beschrieben, dass „der Strom vom Dynamo durch die isolierte Leitung zur Lampe und zum Rückstrahler (fließt).“<sup>226</sup> (Kapitel 5.9.3), wobei anzumerken ist, dass ein Rückstrahler selbst nicht mittels Elektrizität funktioniert.

Da es sich bei den soeben erwähnten Fehlvorstellungen – mit Ausnahme der Vorstellung, dass Strom erzeugt wird – weniger um physikbezogene Ansichten handelt, kann dieser Bereich für die weitere Behandlung abgeschlossen werden.

## 7.2 Mechanik

Der Bereich der Mechanik ist in den herangezogenen Sachunterrichtsbüchern im Vergleich mit den anderen Teilgebieten der Physik eher im oberen Mittelfeld vertreten.

### 7.2.1 „Kraft als eine universelle Wirkungsfähigkeit“

Besonders groß ist der Anteil an Aspekten, die „Kraft als eine universelle Wirkungsfähigkeit“<sup>227</sup> darstellt. Schülerinnen und Schüler verwenden den Begriff der Kraft oft nicht im physikalisch korrekten Sinne, sondern verwenden ihn quasi synonym für andere Begriffe wie Energie, Wucht, Schwung oder Stärke. Vor allem aber meinen sie damit den Begriff der kinetischen Energie.<sup>228</sup> Da ihnen also der Begriff der Kraft auch nach entsprechend detailliertem Mechanik-Unterricht in der Sekundarstufe nicht ganz klar zu sein scheint, kann davon ausgegangen werden, dass in der Primarstufe Aussagen wie die folgenden für ein physikalisch korrektes Verständnis des Kraft-Begriffs eher hinderlich sind:

- „Luft hat Kraft“<sup>229</sup> (Kapitel 5.1.2),
- „Energie steckt in allen Lebewesen, in allen Kräften der Natur (Wasser, Wind, Sonne,...).“<sup>230</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „Strom kann aus den Kräften der Natur hergestellt werden (erneuerbare Energie) oder durch das Nutzen von Rohstoffen (z.B. Verbrennung von Kohle).“<sup>231</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „Jahrhunderte suchten Forscher nach Möglichkeiten, Menschen und Tieren Kraft zu ersparen“<sup>232</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „Ihre Flügel erzeugen eine Kraft, die sie nach oben zieht“<sup>233</sup> (Kapitel 5.1.3),

---

<sup>226</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 2, 75.

<sup>227</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 64.

<sup>228</sup> Schecker, Wilhelm, Schülervorstellungen Mechanik, 70.

<sup>229</sup> Römer, Kraus, Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Arbeitsheft, 37.

<sup>230</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 92.

<sup>231</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 93.

<sup>232</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 138.

<sup>233</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 141.

- „Magnete besitzen gewaltige Kräfte! Seine stärkste Kraft hat ein Magnet an den beiden Enden, den so genannten Magnetpolen.“<sup>234</sup> (Kapitel 5.2.2),
- „Ei, ei, ganz schön kräftig!“<sup>235</sup> (Kapitel 5.2.2),
- „Die Kraft der Papierrollen“<sup>236</sup> (Kapitel 5.2.3),
- „Ein Magnet hat viel Kraft.“<sup>237, 238</sup> (Kapitel 5.3.2 und 5.3.4),
- „Die Kraft des fließenden Wassers trifft auf die Schaufeln des Wasserrades und sorgt dafür, dass sich das Wasserrad dreht“<sup>239</sup> (Kapitel 5.4.6),
- Gegenüberstellung von „Motorkraft“ und „Muskelkraft“<sup>240</sup> (Kapitel 5.5.2),
- „In diesen Geräten arbeiten kräftige Elektromotoren.“<sup>241</sup> (Kapitel 5.5.2),
- „Dort entwickelt der Magnet seine größte Kraft.“<sup>242</sup> (Kapitel 5.5.3)
- „Aus eigener Kraft können Menschen nicht fliegen“<sup>243</sup> (Kapitel 5.5.7),
- „Man erspart sich keine Kraft“<sup>244</sup> (Kapitel 5.6),
- „Die Stärke bewirkt, dass du Kraft für deine Muskeln, zum Denken und zum Konzentrieren hast“<sup>245</sup> (Kapitel 5.6).
- „Wir nutzen diese Kräfte zum Erzeugen von Strom.“<sup>246</sup> (Kapitel 5.7.3),
- „Die Magnetkraft wirkt auf Metall, vor allem auf Eisen, Stahl und Nickel.“<sup>247</sup> (Kapitel 5.7.5),
- „Magnete sind Metalle, die mit einer unsichtbaren Kraft Dinge abstoßen oder anziehen können. (...) Den Bereich, in dem der Magnet seine Kraft entfaltet, nennt man Magnetfeld.“<sup>248</sup> (Kapitel 5.8.1) oder
- „In einem Laufkraftwerk erzeugt die Kraft des fließenden Wassers Strom.“<sup>249</sup> (Kapitel 5.8.4).

---

<sup>234</sup> *Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer*, Ideenbuch 3, 110.

<sup>235</sup> *Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer*, Ideenbuch 3, 103.

<sup>236</sup> *Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer*, Ideenbuch 4, 26.

<sup>237</sup> *Barnitzky, Bunk, Pölzl, Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3. Arbeitsheft, 50.

<sup>238</sup> *Pölzl, Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 92.

<sup>239</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>240</sup> *Koch, Kristoferitsch*, Schatzkiste 2, 59.

<sup>241</sup> *Koch, Kristoferitsch*, Schatzkiste 2, 59.

<sup>242</sup> *Koch, Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil A, 31.

<sup>243</sup> *Koch, Kristoferitsch, Klug*, Schatzkiste 3/4. ASO Teil A, 65.

<sup>244</sup> *Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8, 78.

<sup>245</sup> *Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8, 104.

<sup>246</sup> *Eichhorn, Lehner-Simonis, Ludwig-Szendí*, Sonnenklar! 2, Schülerbuch, 45.

<sup>247</sup> *Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendí*, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 16.

<sup>248</sup> *Köster*, Tipi 3, 91.

<sup>249</sup> *Köster*, Tipi 4. Arbeitsheft, 14.



## 7.2.2 „Energie als ein speicherbares Etwas“

Neben dem Umgang mit dem Kraft-Begriff soll hier auch der Begriff der Energie angesprochen werden. Dieser wird in Sachunterrichtswerken derart verwendet, dass die Schülervorstellung von „Energie als ein speicherbares Etwas“<sup>250</sup> unterstützt wird. Die entsprechenden Aussagen in den Werken lauten wie folgt:

- „Wie wird Energie verschwendet?“<sup>251</sup> (Kapitel 5.1.1),
- „Wo wird Energie aus Sonne gewonnen? (...) Wo wird Energie aus Wind gewonnen? (...) Wo wird Energie aus Wasser gewonnen?“<sup>252</sup> (Kapitel 5.1.2),
- „Energie steckt in allen Lebewesen, in allen Kräften der Natur (Wasser, Wind, Sonne,...). Wenn du z.B. Wasser in einen Becher gießt, speicherst du Energie. Wenn du das Wasser ausschüttet, entsteht Energie.“<sup>253</sup> (Kapitel 5.1.3)
- „Energie sparen (...) Wie wird Energie verschwendet? (...) Wir sparen Energie.“<sup>254</sup> (Kapitel 5.1.3) und
- „Was ist eigentlich Energie (Schüler) – Energie ist Kraft, die wir zum Leben brauchen. (...) (Prof. Physikus) – O.K. Aber wie ist das mit Strom? Ist das keine Energie? (Schülerin) – Doch. Wir unterscheiden: Bewegungsenergie, Signalübertragungsenergie, Wärmeenergie, Kälteenergie, Lichtenergie. (Prof. Physikus) – Und wie wird diese Energie erzeugt? (Schüler) – Heute können die Menschen aus verschiedenen Rohstoffen bzw. Energiequellen Energie erzeugen! (Prof. Physikus).“<sup>255</sup> (Kapitel 5.6)

Beim Thema „Schwimmen und Sinken“, das auch aufgrund der relativ einfachen Versuche besonders in der Volksschule ein überaus beliebtes Thema ist, werden mehrere Aspekte angesprochen. Zum einen wird das Prinzip des Auftriebs nahezu stiefmütterlich behandelt. Dagegen kommt dem Vergleichswort „schwerer“ eine wesentlich größere Bedeutung zu: „Alles, was schwerer als Wasser ist, sinkt. Alles, was leichter als Wasser ist, schwimmt. (...) Auch ein schwerer Ozeanriese schwimmt. Er ist ein mit Luft gefülltes Wasserfahrzeug. Er kann mit einer bestimmten Menge beladen werden. Wenn er überladen ist, sinkt er. Wenn ein Schiff ein Loch hat, füllt es sich mit Wasser. Dabei verdrängt das schwerere Wasser die leichtere Luft. Das Schiff geht unter.“<sup>256, 257</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8). Das Argument der Luft als „Schwimmhilfe“ wird auch im folgenden Zitat verwendet: „Auch Schiffe schwimmen, weil in

---

<sup>250</sup> Schecker, Duit, Schülervorstellungen zu Energie und Wärmekraftmaschinen, 165.

<sup>251</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Schulbuch, 107.

<sup>252</sup> Römer, Kraus, Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Arbeitsheft 57.

<sup>253</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 92.

<sup>254</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 96.

<sup>255</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 98.

<sup>256</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 71.

<sup>257</sup> Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B (Wien 2011) 71.

ihrem Schiffsrumpf viel Luft ist.“<sup>258</sup> (Kapitel 5.7.5). Dabei könnte jedoch auch angesprochen werden, dass nicht nur Luft eine geringere spezifische Masse hat als Wasser, sondern bspw. auch Öl, das ebenfalls auf dem Meer in großen Tankern transportiert wird.

Hingegen existiert eine Aussage zum Auftrieb in der folgenden Weise (richtig zu gebende Antwort ist *kursiv*): „Wann erfährt ein Körper ‚Auftrieb‘? Wenn er (...) *in eine Flüssigkeit eintaucht*.“<sup>259</sup> (Kapitel 5.9.3). Dies würde implizieren, dass Körper etwa in Gasen keinen Auftrieb erfahren.

Ebenfalls ein mehrmals vorkommender Aspekt, bei dem es zum Transport von Fehlvorstellungen kommt, ist jener der Oberflächenspannung von Wasser. Diese wird entweder als „Haut“<sup>260</sup> (Kapitel 5.4.6) oder als „Folie“<sup>261, 262</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8) bezeichnet.

Um die angesprochenen Schülervorstellungen im Teilgebiet Mechanik abzuschließen, soll noch das Thema Fliegen angemerkt werden. Hierbei wurde eine Formulierung gefunden, die ein etwas komplexeres Vorstellungsvermögen verlangt: „Die Luft streicht über die Tragflächen. Da der Weg an der Oberseite länger ist, fließt die Luft schneller – es entsteht Unterdruck. Der Unterdruck bewirkt einen Sog und hebt die Tragflächen.“<sup>263</sup> Eine kurze Erläuterung dazu findet sich in Kapitel 5.5.3.

## 7.3 Elektrodynamik

Ebenso wie der Bereich Mechanik werden Themen zu elektrodynamischen Phänomenen überdurchschnittlich behandelt.

### 7.3.1 „Strom wird verbraucht“

Eine der am häufigsten gefundene Fehlvorstellung in diesem Bereich ist jene, die wohl auch aus dem Alltagsleben der Schülerinnen und Schüler am häufigsten anzutreffen ist – die Vorstellung wonach Strom verbraucht wird. Folgende Aussagen wurden dazu in den untersuchten Werken gefunden:

- „Jedes elektrische Gerät verbraucht Energie in Form von Strom.“<sup>264</sup> (Kapitel 5.1.3)
- „Wie könntest du Strom sparen?“<sup>265</sup> (Kapitel 5.1.4)

---

<sup>258</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 47.

<sup>259</sup> Haas, Jung, Lüchtefeld, Schaper, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 2, 47.

<sup>260</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>261</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 80.

<sup>262</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 80.

<sup>263</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil A, 65.

<sup>264</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 93.

<sup>265</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsheft, 46.

- „Energieverschwendung ist: (...). Forche zuhause nach, wo du noch Strom sparen kannst.“<sup>266</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Auch du verbrauchst Strom im Alltag.“<sup>267</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Diese Lampe hilft Strom sparen und hält länger.“<sup>268</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Der Nachteil ist, dass das Gerät noch Strom verbraucht. (...) Notiere weitere Ideen, wie du und deine Familie Strom sparen könnten!“<sup>269</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Ich kenne Möglichkeiten, wie man Strom sparen kann. (...) Ich versuche, Strom zu sparen.“<sup>270</sup> (Kapitel 5.4.5),
- Bei „Maßnahmen zum Klimaschutz“ wird der Begriff „Stromsparen“<sup>271, 272</sup> verwendet (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),
- „Für die Herstellung eines Stromkreises benötigt man eine Stromquelle (z.B. eine Batterie), einen Verbraucher (z.B. eine Lampe) und Kabel.“<sup>273, 274</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),
- Der erzeugte Strom wird über Freileitungen oder Erdleitungen an die Verbraucherinnen und Verbraucher verteilt.“<sup>275</sup> (Kapitel 5.5.4),
- „Diese Lampe hilft Strom sparen und hält länger. (...) Energiesparlampen sparen Strom.“<sup>276</sup> (Kapitel 5.5.8),
- „Stimmt es, dass manche Geräte ‚Stromfresser‘ sind? (...) ‚Stromfresser‘ sind z.B. alle Heizgeräte (Elektroheizung, E-Herd, Boiler,...). Wie kannst du zu Hause Strom sparen?“<sup>277</sup> (Kapitel 5.6),
- „Damit Strom nutzbar ist, muss eine Stromquelle (z.B. eine Batterie) mit dem Stromverbraucher (z.B. ein Lämpchen) verbunden werden.“<sup>278</sup> (Kapitel 5.7.5)
- „Für die Herstellung von Papier wird sehr viel Wasser und Strom benötigt. (...) Es müssen weniger Bäume gefällt werden, es wird weniger Wasser und Strom verbraucht und es entsteht weniger Müll.“<sup>279</sup> (Kapitel 5.7.7)
- Lückentext (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Nur die Katze ist im Wohnzimmer. Ich schalte *den Fernseher* aus. Damit spare ich *Strom*. Niemand ist *im*

<sup>266</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 80.

<sup>267</sup> Pölzl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 82.

<sup>268</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 21.

<sup>269</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 39.

<sup>270</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 41.

<sup>271</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 61.

<sup>272</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 61.

<sup>273</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 62.

<sup>274</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 62.

<sup>275</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 64.

<sup>276</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 21.

<sup>277</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 83.

<sup>278</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 50.

<sup>279</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl, Sonnenklar! 3/4 B, Schülerbuch, 49.

*Zimmer*. Ich schalte alle Lampen aus. So *spare* ich Strom. Die Heizung ist in Betrieb. Ich *schließe* das Fenster und drehe die Heizung zurück. So spare ich *Energie und Heizkosten*.<sup>280</sup> (Kapitel 5.8.4) sowie

- „Der Nagel in Versuch 1 hat einen Kurzschluss bewirkt. Bei einem Kurzschluss fließt der Strom direkt zur Stromquelle zurück, ohne dass ein Verbraucher eingeschaltet ist. Es wird kein Strom verbraucht.“<sup>281</sup> (Kapitel 5.9.1).

### 7.3.2 „Strom wird erzeugt“

Eng verbunden mit der Vorstellung, dass Strom gespart bzw. verbraucht werden kann, ist auch jene, wonach Strom erzeugt wird. Hierzu wurden die meisten Zitate gefunden:

- „Strom kann aus den Kräften der Natur hergestellt werden (erneuerbare Energie) oder durch das Nutzen von Rohstoffen (z.B. Verbrennung von Kohle). Dabei entsteht Dampf, der zur Stromerzeugung genutzt wird.“<sup>282</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „Die Kraft des Wassers kann man nutzen und daraus Strom erzeugen. (...) In jedem Wasserkraftwerk treibt das Wasser Maschinen an, die Strom erzeugen.“<sup>283</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „sie kann zum Heizen (Fernwärme) oder zur Stromerzeugung genutzt werden. (...) Man kann mit heißem Dampf auch eine Turbine antreiben und Strom erzeugen.“<sup>284</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Strom wird in unterschiedlichen Arten von Kraftwerken erzeugt. In einem Wasserkraftwerk wird die Energie des Wassers genutzt, um Strom zu erzeugen. Das fließende Wasser setzt eine Turbine in Bewegung. (...) Die Turbine setzt einen Generator (Stromerzeugungsmaschine) in Gang. Bei einem Windkraftwerk wird die Windenergie zur Stromversorgung genutzt. Einige Haushalte nutzen mit Solarzellen oder Sonnenkollektoren die Sonnenenergie um Wasser zu erwärmen und Strom zu erzeugen.“<sup>285</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Der im Kraftwerk erzeugte Strom macht eine lange Reise, bis er in die Haushalte gelangt. In Kraftwerken wird Strom erzeugt.“<sup>286</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Elektrischer Strom wird auf vielerlei Arten erzeugt und ist ein wichtiger Helfer in unserem Alltag.“<sup>287</sup> (Kapitel 5.4.5),

---

<sup>280</sup> Köster, Tipi 4. Arbeitsheft, 10.

<sup>281</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... Biologie, Physik, Chemie 1, 202.

<sup>282</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 93.

<sup>283</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 94.

<sup>284</sup> Pözl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 60.

<sup>285</sup> Pözl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 79.

<sup>286</sup> Pözl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 85.

<sup>287</sup> Katalin Darthé; Susanne de Martin, Meine bunte Welt 3/4. Arbeitsbuch Teil 1 (Wien 2012) 36.

- „In Kohle, Erdöl und Erdgas ist Energie gespeichert, die durch Verbrennung freigesetzt werden kann. Diese Art Strom zu gewinnen belastet die Umwelt stark und diese Quellen sind auch nicht unerschöpflich. Auch in Atomkraftwerken wird Strom erzeugt. Erneuerbare Energiequellen (Wasser, Wind, Sonne, Erdwärme) zu nutzen ist umweltfreundlich. Sie helfen uns auch Strom zu gewinnen und stehen unbegrenzt zur Verfügung. (...) Beim Wasserkraftwerk wird mithilfe von Wasser Strom erzeugt: das Wasser treibt Turbinen an, die einen Generator antreiben. Im Generator wird dann der Strom erzeugt. (...) Strom wird mithilfe des aufgestauten Wassers (Stausee) erzeugt. In Laufkraftwerken, die an größeren Flüssen liegen, erzeugt die Kraft des fließenden Wassers Strom. (...) Durch Solarzellen wird das Licht der Sonne direkt in elektrischen Strom umgewandelt.“<sup>288</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Der von den Flügeln angetriebene Generator erzeugt Strom. (..) Es gibt Sonnenwärmekraftwerke, die mithilfe von Wärme (Sonne) und Wasserdampf elektrischen Strom erzeugen.“<sup>289</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Der Nachteil ist, dass das Gerät noch Strom verbraucht. (...) Notiere weitere Ideen, wie du und deine Familie Strom sparen könnten!“<sup>290</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Aus Kohle wird Koks, Heizgas, Teer und elektrischer Strom gewonnen.“<sup>291</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Ich kenne Möglichkeiten, wie man Strom erzeugen kann. (...) Ich weiß, wie man umweltfreundlichen Strom gewinnen kann.“<sup>292</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Du hast mit deiner Zitronenbatterie Strom erzeugt.“<sup>293</sup> (Kapitel 5.4.6),
- „Eine Turbine kann mit fließendem Wasser angetrieben werden. Dreht sich diese, treibt sie einen Stromerzeuger (Generator) an.“<sup>294, 295</sup> (Kapitel 5.5.4),
- „Solarzellen und Windräder können auch Strom liefern. Diese andere (alternative) Art der Stromerzeugung schont die Umwelt.“<sup>296</sup> (Kapitel 5.5.4),
- „Die Stromquelle ist das Elektrizitätswerk (Kraftwerk). Dort erzeugen große Maschinen Strom.“<sup>297, 298</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),

---

<sup>288</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 37.

<sup>289</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 38.

<sup>290</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 39.

<sup>291</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 40.

<sup>292</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 41.

<sup>293</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>294</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 20.

<sup>295</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 20.

<sup>296</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 22.

<sup>297</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 62.

<sup>298</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 62.

- „Im Laufe der Zeit lernten die Menschen, elektrischen Strom zu erzeugen und zu nützen: für Lokomotiven, Aufzüge, Straßenbahnen...“<sup>299, 300</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),
- „Mit dem Fahrraddynamo kann man Strom erzeugen. (...) Dadurch wird elektrischer Strom für die Lampen des Fahrrades erzeugt. (...) Elektrischer Strom wird in einem Kraftwerk erzeugt. Dort stehen große Turbinen, die die Stromerzeugungsmaschinen (Generatoren) antreiben.“<sup>301, 302</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),
- „Solarzellen und Windräder können auch Strom liefern. (...) Ein Generator kann Strom erzeugen.“<sup>303</sup> (Kapitel 5.5.8),
- „Wir nutzen diese Kräfte zum Erzeugen von Strom.“<sup>304</sup> (Kapitel 5.7.3),
- „Ökostrom wird ausschließlich aus diesen Stromquellen gewonnen, ist aber teurer Strom. Durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas kann ebenfalls Strom erzeugt werden. (...) In Österreich gibt es zwar kein Atomkraftwerk, aber es wird Atomstrom aus anderen Ländern importiert, weil er billig ist.“<sup>305</sup> (Kapitel 5.7.5),
- „Elektrischer Strom ist eine Energieform. Durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl oder Erdgas wird Energie gewonnen, die im Elektrizitätswerk in elektrischen Strom umgewandelt wird. Wasserenergie, Wind-, Sonnen- und Atomenergie können ebenfalls in Strom umgewandelt werden. In Österreich wird Energie in erster Linie aus Wasserkraft gewonnen.“<sup>306</sup> (Kapitel 5.8.1),
- „Den elektrischen Strom für deine Fahrradbeleuchtung produziert der Dynamo, wenn er angetrieben wird.“<sup>307</sup> (Kapitel 5.8.3),
- „Unsere Ressourcen Erdöl, Erdgas und Kohle, aus denen überwiegend Wärme, elektrischer Strom und Treibstoff gewonnen werden, sind nicht unerschöpflich.“<sup>308</sup> (Kapitel 5.8.4) und
- „Elektrischer Strom kann auf viele Arten erzeugt werden. (...) Wie gewinnt man elektrischen Strom? (...) Dadurch wird Strom erzeugt. (...) In einem Laufkraftwerk erzeugt die Kraft des fließenden Wassers Strom. (...) Auch in einem Wärmekraftwerk wird elektrischer Strom erzeugt. Die Wärme, die in großen Verbrennungsanlagen entsteht, wird hier in elektrische Energie umgewandelt. (...) Kennst du noch andere Möglichkeiten der Stromgewinnung?“<sup>309</sup> (Kapitel 5.8.4).

<sup>299</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 63.

<sup>300</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 63.

<sup>301</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 64.

<sup>302</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 64.

<sup>303</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 22.

<sup>304</sup> Eichhorn, Lehner-Simonis, Ludwig-Szendí, Sonnenklar! 2, Schülerbuch, 45.

<sup>305</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendí, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 49.

<sup>306</sup> Köster, Tipi 3, 41.

<sup>307</sup> Köster, Tipi 4, 66.

<sup>308</sup> Hilde Köster (Hg.), Tipi 4. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen. Arbeitsheft (Linz 12008) 10.

<sup>309</sup> Köster, Tipi 4. Arbeitsheft, 14-15.

### 7.3.3 Der Begriff „Stromquelle“

Ein weiterer oftmals gebrauchter Begriff, der nach Wilhelm und Hopf nach Möglichkeit tunlichst vermieden werden sollte, ist der Begriff der „Stromquelle“.<sup>310</sup> Dieser wird bereits fünfmal in anderen Aussagen in diesem Kapitel erwähnt. Weiters können folgende Aussagen angeführt werden:

- „Damit Strom fließen kann, benötigt man eine Stromquelle und ein Material, das den Strom zum Verbraucher leitet („Leiter“). Eine Lampe leuchtet dann, wenn es eine Stromquelle gibt und eine Verbindung zur Lampe besteht.“<sup>311</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „Dafür brauchen wir den drehbaren Stromwender (Kommutator) (3), der über zwei Schleifkontakte (4) mit der Stromquelle verbunden ist.“<sup>312</sup> (Kapitel 5.6),
- „Eine Glühlampe muss an eine Stromquelle angeschlossen werden, damit sie leuchtet.“<sup>313</sup> (Kapitel 5.8.1) zudem
- wird als „Stromquelle“ ein Symbol für eine Spannungsquelle bezeichnet.<sup>314</sup> (Kapitel 5.8.3).

### 7.3.4 „Speicherung von Strom“

Ein auch in den Alltagsvorstellungen immer wieder beobachtbarer Sachverhalt betrifft die Annahme, dass Strom gespeichert werden könnte. Wilhelm und Hopf verorten derartige Vorstellungen unter die Oberkategorie „Strom als Brennstoff“<sup>315</sup>. Folgende Aussagen belegen derartige Annahmen:

- „Strom kommt nicht nur aus der Steckdose. Er wird auch in Batterien und Akkus gespeichert.“<sup>316</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Zum Aufladen wird ein Ladegerät verwendet. Es lädt den Akku mit Strom auf.“<sup>317</sup> (Kapitel 5.6),
- „Viele Geräte im Haushalt funktionieren mit elektrischem Strom, der aus dem Elektrizitätswerk oder aus Batterien stammt. Strom wird in den Geräten in Wärme, Licht und Bewegung umgewandelt.“<sup>318</sup> (Kapitel 5.8.1),

---

<sup>310</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 122.

<sup>311</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 97.

<sup>312</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 84.

<sup>313</sup> Köster, Tipi 3, 43.

<sup>314</sup> Hilde Köster, Tipi 4, 29.

<sup>315</sup> Wilhelm, Hopf, Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis, 122.

<sup>316</sup> Pözl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 82.

<sup>317</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 79.

<sup>318</sup> Köster, Tipi 3, 40.

### 7.3.5 Vorstellung der sequentiellen Argumentation

Eine ebenfalls öfters aufgetretene Vorstellung ist jene der sequentiellen Argumentation<sup>319</sup>:

- „Der im Kraftwerk erzeugte Strom macht eine lange Reise, bis er in die Haushalte gelangt. In Kraftwerken wird Strom erzeugt. Der Strom wird zum Umspannwerk geleitet. Dort wird er transportfähig gemacht. Über Hochspannungsleitungen gelangt er zum Transformator.“<sup>320</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Das Graphit im Bleistift und das Metall der Schere leiten den Strom zur Glühbirne.“<sup>321</sup> (Kapitel 5.4.2),
- „Der elektrische Strom wird über Leitungen ober oder unter der Erde zu den elektrischen Geräten geleitet.“<sup>322, 323</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8)
- „Den elektrischen Strom für deine Fahrradbeleuchtung produziert der Dynamo, wenn er angetrieben wird. Durch ein Kabel wird der Strom zur Lampe geleitet und lässt dort den Glühdraht in der Glühlampe leuchten. Danach muss er wieder zurück zum Dynamo geleitet werden.“<sup>324</sup> (Kapitel 5.8.3),
- „Wenn die Glühlampe leuchtet, hast du einen einfachen Stromkreis aufgebaut. In ihm fließt der elektrische Strom von der Batterie durch die Leitung zur Glühlampe und von dort durch die Leitung zurück zur Batterie.“<sup>325</sup> (Kapitel 5.9.1) und
- „Beim Fahrrad fließt der Strom vom Dynamo durch die isolierte Leitung zur Lampe und zum Rückstrahler.“<sup>326</sup> (Kapitel 5.9.3).

### 7.3.6 „Verschiedene Arten“ von Strom

Mit den „verschiedenen Arten“ des Stroms seien hier die in der Alltagssprache üblichen Termini wie „Kraftstrom – Lichtstrom“ bzw. „Ökostrom – Atomstrom“ genannt. Es finden sich durchaus aber auch andere Begriffe, die unter Umständen so nicht im Alltag Verwendung finden.

---

<sup>319</sup> v. *Rhöneck*, Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis, 11.

<sup>320</sup> *Pözl, Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 85.

<sup>321</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch, 83.

<sup>322</sup> *Koch, Kristoferitsch*, Schatzkiste 3/4. Teil B, 17.

<sup>323</sup> *Koch, Kristoferitsch, Klug*, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 17.

<sup>324</sup> *Köster*, Tipi 4, 66.

<sup>325</sup> *Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter*, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 188.

<sup>326</sup> *Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper*, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 2, 75.



So wird in manchen der folgenden Zitate auch von „Steckdosenstrom“ gesprochen, der aus Sicht mancher AutorInnen anscheinend für das Betreiben elektrischer Geräte die einzige Möglichkeit darstellt:

- Lückentext (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Unsere Experimente machen wir ausschließlich mit Strom aus *Batterien*. Dieser ist *ungefährlich*. Steckdosenstrom ist *lebensgefährlich*.“<sup>327</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „In diesen Geräten arbeiten kräftige Elektromotoren. Ein Elektromotor braucht Strom aus der Steckdose.“<sup>328</sup> (Kapitel 5.5.2),
- „Elektrische Geräte brauchen Strom aus der Steckdose.“<sup>329</sup> (Kapitel 5.5.6),
- In Transformatoren wird der Starkstrom der Freileitungen in Haushaltsstrom umgewandelt.“<sup>330, 331</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),
- die Begriffe „Kraftstrom“ und „Lichtstrom“ werden gegenübergestellt<sup>332</sup> (Kapitel 5.6) als auch
- „Ökostrom wird ausschließlich aus diesen Stromquellen gewonnen, ist aber teurer Strom. Durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas kann ebenfalls Strom erzeugt werden. (...) In Österreich gibt es zwar kein Atomkraftwerk, aber es wird Atomstrom aus anderen Ländern importiert, weil er billig ist.“<sup>333</sup> (Kapitel 5.7.5).

### 7.3.7 Vorstellungen im Bereich des Magnetismus

Ein sehr beliebtes Thema im Sachunterricht ist jenes des Magnetismus. Auch hier wurden einige Fehlvorstellungen gefunden, wobei sich ein großer Teil auf den Bereich der Mechanik bezieht. So werden oftmals die Kräfte der Magneten angesprochen. Die entsprechenden Zitate sind daher im Bereich der Mechanik-Vorstellungen (Kapitel 7.2.1) zu finden. Darüber hinaus konnten noch einige unvollständige oder nicht ganz korrekte Formulierungen zu den ferromagnetischen Materialien gefunden werden:

- „Magnete haben die Eigenschaft, Metall anzuziehen.“<sup>334, 335</sup> (Kapitel 5.3.1 und 5.3.4),
- „Magnete ziehen Gegenstände aus Metall (Eisen oder Stahl) an.“<sup>336</sup> (Kapitel 5.4.2),

---

<sup>327</sup> Pözl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 83.

<sup>328</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 2, 60.

<sup>329</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Ussar, Schatzkiste 2. ASO, 65.

<sup>330</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 64.

<sup>331</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 64.

<sup>332</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 82.

<sup>333</sup> Bertsch, Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 49.

<sup>334</sup> Barnitzky, Bunk, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3, 66.

<sup>335</sup> Pözl, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 91.

<sup>336</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch 83.

- Lückentext (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Von einem Magneten werden Dinge angezogen, die aus *Eisen* sind.“<sup>337</sup> (Kapitel 5.5.6),
- „Die Magnetkraft wirkt auf Metall, vor allem auf Eisen, Stahl und Nickel.“<sup>338</sup> (Kapitel 5.7.5) und
- „Magnete sind Metalle, die mit einer unsichtbaren Kraft Dinge abstoßen oder anziehen können.“<sup>339</sup> (Kapitel 5.8.1).

Zum Thema Magnetismus wird auch in den meisten Fällen der Kompass mitbehandelt. In einem Fall wird die Funktionsweise dieses Geräts jedoch sehr fehleranfällig erläutert: „Die Spitze zeigt immer nach Norden, da es ganz nah beim Nordpol ein sehr großes Magnetfeld gibt.“<sup>340</sup> Behandelt wird diese Aussage im Kapitel 5.3.1, wo nähere Ausführungen nachgelesen werden können.

### 7.3.8 Sonstige „Unklarheiten“

Hier sollen einzelne Aussagen zusammengefasst werden, die entweder physikalisch inkorrekt, oder mehr zur Verwirrung als zur Aufklärung von Sachverhalten beitragen. Sie lassen sich keinem der oben genannten Vorstellungen zuordnen:

- „Wasser leitet den elektrischen Strom wie ein Stromkabel.“<sup>341</sup> (Kapitel 5.1.3),
- „Bei einem Stromschlag entsteht enorme Hitze, sodass der menschliche Körper verbrennt.“<sup>342</sup> (Kapitel 5.3.4),
- „Für elektrischen Strom müssen deine Eltern bezahlen. In jedem Haus/jeder Wohnung befindet sich ein Stromzähler, der den Verbrauch anzeigt. Strom wird in Kilowattstunden (kWh) gemessen.“<sup>343</sup> (Kapitel 5.4.5),
- „Mit großer Geschwindigkeit steigen und fallen Winde in einer Gewitterwolke. Es reiben sich Eiskristalle und Wassertropfen aneinander. Diese laden sich elektrisch auf, und die aufgeladene Energie entlädt sich in einem Blitz.“<sup>344</sup> (Kapitel 5.4.6),
- „Wenn du den Plastiklöffel an dem Pullover reibst, wird dieser elektrisch aufgeladen. Die Salz- und Pfefferkörner werden vom Löffel angezogen. Nur die Pfefferkörner bleiben am Löffel hängen, da sie leichter sind als die Salzkörner.“<sup>345</sup> (Kapitel 5.4.6) und

<sup>337</sup> Koch, *Kristoferitsch, Klug, Ussar*, Schatzkiste 2. ASO, 63.

<sup>338</sup> Bertsch, *Eichhorn, Lang, Ludwig-Szendl*, Sonnenklar! 3/4 A, Schülerbuch, 16.

<sup>339</sup> Köster, *Tipi* 3, 91.

<sup>340</sup> Barnitzky, *Bunk, Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3, 67.

<sup>341</sup> Jeger, *Seitz, Seitz*, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 95.

<sup>342</sup> Pözl, *Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso 3/4 Teil B, 83.

<sup>343</sup> Darthé; *de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 1, 39.

<sup>344</sup> Darthé; *de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 56.

<sup>345</sup> Darthé; *de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

- „Beim Angreifen eines kaputten Kabels wird Strom in den Körper geleitet.“<sup>346</sup> (Kapitel 5.8.3).

## 7.4 Thermodynamik

Der Physik-Teilbereich liegt mit 5,75 Prozent Gesamtanteil etwas über den beiden zuvor besprochenen Teilgebieten „Mechanik“ und „Elektrodynamik“.

### 7.4.1 Der Kältebegriff

Der Begriff der Kälte, der im Unterricht, vom physikalischen Standpunkt aus betrachtet, möglichst vermieden werden sollte, weil er so etwas wie ein Gegenteil zur Wärme vermittelt, wird sehr häufig verwendet:

- Eine Flüssigkeit nimmt beim Verdampfen Wärme auf. Bei deinem Versuch kommt die Wärme von deiner Haut. So entsteht ein Temperaturunterschied, den du dann als Kälte empfindest. Das Verdampfen der Flüssigkeit hat also Kälte entstehen lassen. Ein Kühlschranks funktioniert, vereinfacht erklärt, auf diese Art.<sup>347</sup> (Kapitel 5.2.3),
- „Kälte kann so angenehm sein, (...) Kälte ist mir angenehm, wenn ich eine Beule auf dem Kopf habe und mir ein Eisbeutel aufgelegt wird.“<sup>348</sup> (Kapitel 5.2.3),
- „Bei Erwärmung dehnt sich die Flüssigkeit aus und steigt im Glasrohr auf. Bei Kälte zieht sich die Flüssigkeit wieder zusammen und sinkt zurück.“<sup>349, 350</sup> (Kapitel 5.5.4 und 5.5.8),
- „Sonne und Wolken, Wärme und Kälte, Wind und Regen gehören zum Wetter und wirken zusammen.“<sup>351</sup> (Kapitel 5.8.1),
- „Wir fühlen Wärme und Kälte mit der Haut. In ihr befinden sich Kälte- und Wärmekörperchen.“<sup>352</sup> (Kapitel 5.9.1),
- „Kälte und Wärme können wir mit der Haut fühlen.“<sup>353</sup> (Kapitel 5.9.2), sowie
- „Wie stark spürst du die Kälte auf der Innenhandfläche, dem Handrücken, auf dem Bauch, im Gesicht sowie auf der Innen- und Außenseite deines Oberschenkels?“<sup>354</sup> (Kapitel 5.9.2).

---

<sup>346</sup> Köster, Tipi 4, 30.

<sup>347</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 91.

<sup>348</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 96.

<sup>349</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 60.

<sup>350</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 60.

<sup>351</sup> Köster, Tipi 3, 32.

<sup>352</sup> Haas, Jung, Lüchtefeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 50.

<sup>353</sup> Lüchtefeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 1, 39.

<sup>354</sup> Lüchtefeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 1, 40.

### 7.4.2 Vorstellungen zu Wettererscheinungen

Auch zu Wettererscheinungen finden sich einige Bemerkungen, die Fehlvorstellungen entsprechen.

Der Wasserkreislauf ist ein sehr häufig anzutreffendes Thema in Sachunterrichtsbüchern. Dementsprechend überrascht es nicht, dass auch hier Fehlvorstellungen befördert werden: „Durch die Wärme der Sonnenstrahlen beginnen sich die kleinen Wasserteilchen in den verschiedenen Gewässern immer schneller zu bewegen, bis sie als warmer Wasserdampf aufsteigen. (...) Wenn sie sich nicht mehr in der Luft halten können, fallen sie als Regen auf die Erde.“<sup>355</sup> Weiterführende Erläuterungen zu dieser Aussage sind im Kapitel 5.2.3 niedergeschrieben.

Beim Wind erfolgen Darstellungen, in denen der Wind aus der Wolke zu kommen scheint<sup>356</sup>,<sup>357</sup>, welche in den Kapiteln 5.4.2 und 5.4.3 näher erläutert werden. Diese Bilder lassen sich verhältnismäßig gut an die Vorstellung anknüpfen wonach die Bewegung der Äste von Bäumen für den Wind verantwortlich gemacht werden.<sup>358</sup>

Beim Thema Treibhausgase wird wie folgt argumentiert: „Diese Gase sorgen dafür, dass sich die Erde erwärmt. Denn sie halten die Sonnenstrahlen fest, wie es in einem Treibhaus (Gewächshaus) das Glasdach tut.“<sup>359</sup> Die entsprechenden Ausführungen dazu finden sich im Kapitel 5.4.6.

Zu dieser Unterkategorie an Schülervorstellungen passend soll auch eine Argumentation zu den Prozessen in der Sonne angeführt werden, die sowohl für Schülerinnen und Schüler der Primarstufe schwer begreifbar als auch physikalisch nicht zu 100 Prozent korrekt ist: „Durch die hohe Hitze und den hohen Druck können im Kern der Sonne Gase entstehen. So kann die Sonne Licht und Wärme spenden.“<sup>360</sup> (Kapitel 5.2.3).

### 7.4.3 Vorstellungen zu Aggregatzuständen

Das Erforschen der Aggregatzustände erfolgt meistens mit dem fast allgegenwärtigen Stoff Wasser. Für die Änderung des Aggregatzustandes wird aber in erster Linie die Temperatur verantwortlich gemacht: „Ein Stoff kann fest, flüssig oder gasförmig sein. Seinen Aggregatzustand verändert er durch die Temperatur.“<sup>361</sup> Neben dieser nicht ganz ausgeführten Erklärung, weil die Druckverhältnisse unberücksichtigt bleiben, kommt es auch

---

<sup>355</sup> *Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer*, Ideenbuch 4, 39.

<sup>356</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch, 10.

<sup>357</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 2. Übungsbuch A, 3.

<sup>358</sup> *Wodzinski, Wilhelm*, Schülervorstellungen im Anfangsunterricht, 255.

<sup>359</sup> *Darthé; de Martin*, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 57.

<sup>360</sup> *Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer*, Ideenbuch 4, 39.

<sup>361</sup> *Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter*, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 65.

zur unsaubereren Ausführung, was die Dichteverhältnisse betrifft: „Doch die Ausdehnung macht Eis auch leichter als Wasser (...) Durch die Ausdehnung ist Eis leichter als flüssiges Wasser.“<sup>362</sup> Beide Ausführungen beziehen sich auf das in Kapitel 5.9.1 vorgestellte Werk. Es soll an dieser Stelle jedoch nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Verwendung des Dichte- bzw. Druckbegriffs in der Primarstufe zwar schwierig ist, diese jedoch dennoch nach Ansicht des Autors nicht vernachlässigt werden sollten.

#### 7.4.4 Weitere Einzelaussagen

Hier sollen noch zwei Aussagen vorgestellt werden, die sich beide auf ein Werk (Kapitel 5.6) beziehen. Bei Erläuterungen zur Löslichkeit von Wasser wird für das Ausgasen von in Flüssigkeiten gelösten Gasen folgendes Beispiel angeboten: „Auch kohlenensäurehaltige Getränke (Cola, ...) ‚rauchen aus‘, wenn du sie offen stehen lässt.“<sup>363</sup>

Zusätzlich wird beim Thema „Alle brauchen Energie“ in Bezug auf Brennstoffe vom bereits mehrfach erwähnten Prof. Physikus angemerkt: „Ohne Energie kommen wir im 21. Jahrhundert nicht aus.“<sup>364</sup>

### 7.5 Stoffe

Die Grenzen zwischen dem Themengebiet der Stoffe und der Thermodynamik sind oftmals nicht klar abzuschätzen. Manche Themen werden andere Kolleginnen und Kollegen wahrscheinlich anders einordnen. Mit der hier vorliegenden Einteilung wurde dem Auftreten der entsprechenden Äußerungen in den einzelnen Kapiteln Rechnung getragen. Wenn also Aussagen in Kapiteln wie „Der Wasserkreislauf“ oder „Rund ums Wasser“ auftraten, so wurden diese dem Teilgebiet der Stoffe zugeordnet, auch wenn die Aussagen genauso gut zum Gebiet der Thermodynamik passen.

#### 7.5.1 Zum Eisen

Eisen ist der Hauptbestandteil zweier der wichtigsten Werkstoffe der industriellen Welt – Stahl und Gusseisen. Reines Eisen wird eigentlich kaum verwendet, da es zu weich ist und zu schnell korrodiert. In vielen Fällen wird dieser Unterschied jedoch gar nicht erwähnt. Zwar findet man hier und da den Begriff Stahl, der Begriff Gusseisen – so scheint es – wird jedoch durch „Eisen“ ersetzt:

- „Der Auspuff von eurem Auto ist aus Eisen.“<sup>365</sup> (Kapitel 5.6),

---

<sup>362</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 61.

<sup>363</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 88.

<sup>364</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 99.

<sup>365</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 95.

- „Was ist aber der große Unterschied zwischen Eisen und Stahl? (Schüler) – Die Grenze lässt sich nicht einfach ziehen (Prof. Physikus)“ Weiter unten wird dann in einem Sachtext angemerkt: „Stahl zeichnet sich durch höhere Festigkeit, Zähigkeit und Härte aus. Das kommt daher, dass Stahl weniger Kohlenstoff enthält als Eisen.“<sup>366</sup> (Kapitel 5.6), und
- „Die meisten großen Schiffe bestehen aus Eisen. Eisen ist ein schweres Metall.“<sup>367</sup> (Kapitel 5.9.1)

Auch zur Stahlerzeugung selbst wurde eine Erklärung gefunden, die nur unzureichend beschreibt, was in einem Hochofen tatsächlich passiert: „Stahl wird aus Eisen durch chemische Vorgänge in einem Hochofen hergestellt.“<sup>368</sup> (Kapitel 5.6).

### 7.5.2 Zur Verbrennung – das Sauerstoffproblem

Manchmal werden die zur Verbrennung notwendigen Umstände nur mit dem brennbaren Material, der entsprechenden Temperatur und Luft beschrieben. Dass Luft alleine nicht reicht, sondern ein gewisser Sauerstoffgehalt – der eigentlich brandfördernde Stoff in der Luft ist der Sauerstoff – vorhanden sein muss, wird hier nicht erwähnt: „Ein Feuer kann nur dann brennen, wenn alle drei Voraussetzungen erfüllt sind: -) Brennbare Material ist vorhanden -) Luft ist vorhanden -) Die Temperatur ist so hoch, dass das brennbare Material zu brennen beginnt.“<sup>369</sup> (Kapitel 5.1.3), „Damit die Kerze brennen kann, braucht sie Luft. Stellst du das Glas über die brennende Kerze, nimmst du die Luft weg.“<sup>370</sup> (Kapitel 5.6).

### 7.5.3 Vorstellungen zu weiteren Stoffen

- **Wasser:** Hier kommen Überschneidungen mit dem Themengebiet Thermodynamik klar zum Ausdruck: „Wasser ist die einzige Flüssigkeit auf der Erde, die in drei verschiedenen Formen vorkommt: als Eis/Schnee, als Wasser und in der Luft als Dampf.“<sup>371</sup> und „Je kälter, desto schwerer wird Wasser.“<sup>372</sup> (beide aus Kapitel 5.1.3). Auch dem Bereich Wasser zuordenbar ist folgende Aussage: „Das Tote Meer enthält 10 x so viel Salz wie jedes andere Meer.“<sup>373</sup> aus Kapitel 5.2.2.
- **Kohlenstoff und Verbindungen:** Hier sei zunächst der Essig-Backpulver-Versuch erwähnt, bei dem Kohlenstoffdioxid entsteht: „Aus dem Krater kommt roter Schaum,

<sup>366</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 97.

<sup>367</sup> Haas, Jung, Lüchtfeld, Schaper, Tretter, Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1, 161.

<sup>368</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 96.

<sup>369</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 127.

<sup>370</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 93.

<sup>371</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 120.

<sup>372</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 121.

<sup>373</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 3, 25.

weil sich der Essig mit dem Backpulver verbindet.“<sup>374</sup> (Kapitel 5.4.6). Weiters werden Kohlenwasserstoffverbindungen folgenderweise „kritisiert“: „Kohlenwasserstoff kann sogar Krebs verursachen.“<sup>375</sup> (Kapitel 5.6).

- **Fette:** Dieser Gruppe von Stoffen werden anscheinend magische Fähigkeiten zugeschrieben, wie folgende Aussage belegt: „Manchmal kann man das Fett in Lebensmitteln sofort sehen, aber meistens versteckt es sich darin, und wir essen es ohne es zu wissen.“<sup>376</sup> (Kapitel 5.8.1).
- **Zucker:** Bei einer Aussage über Zucker lässt sich wiederum eine Querverbindung zu mechanischen Fehlvorstellungen (Kapitel 7.2.1 und 7.2.2) herstellen: „Zucker ist wichtig für deinen Körper, denn er liefert ihm Kraft und Energie.“<sup>377</sup> (Kapitel 5.8.1).
- **Ressourcen:** Mehrfach werden unter dem Begriff Ressourcen die fossilen Brennstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas zusammengefasst: „Ressourcen sind nicht unerschöpflich. Wenn sie verbraucht sind, dauert es wieder Millionen Jahre bis sie sich neu gebildet haben.“<sup>378</sup> und weiter: „Wissenschaftler und Ingenieure beschäftigen sich damit, ‚erneuerbare‘ Energiequellen nutzbar zu machen, um die wertvollen Ressourcen zu schonen.“<sup>379</sup> (beide Kapitel 5.8.3).

## 7.6 Optik

Optik ist jener Bereich, der relativ betrachtet den geringsten Wert aller analysierten Teilgebiete darstellt. Es ist daher auch wenig verwunderlich, wenn an dieser Stelle festgehalten werden kann, dass es im Rahmen dieser Untersuchung zu lediglich einer geringfügigen Beanstandung kommt. Die entsprechende Passage ist in Kapitel 5.2.1 und soll hier nicht nochmals besprochen werden.

## 7.7 Astronomie

Im Bereich der Astronomie fällt eine Fehlvorstellung besonders auf. Zum einen werden zwar die Jahreszeiten richtigerweise der Neigung der Erdachse zur Erdumlaufbahn zugeschrieben. Andererseits werden dann aber fixe Datumspunkte für den Wechsel von einer Jahreszeit zur nächsten angegeben. Auch die Argumentationen sind teilweise fehlerhaft bzw. erzeugen ein fehlerhaftes Bild vom Weltraum, häufig bei der Erläuterung zur Lage der Erde im Weltall:

---

<sup>374</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 79.

<sup>375</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 100.

<sup>376</sup> Köster, Tipi 3, 113.

<sup>377</sup> Köster, Tipi 3, 113.

<sup>378</sup> Hilde Köster, Tipi 4. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen (Linz 2012) 20.

<sup>379</sup> Köster, Tipi 4, 21.

- **Fixe Zeitpunkte** werden in den Werken „Dem Leben auf der Spur 1/2 Schulbuch<sup>380</sup> (Kapitel 0), „Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch“<sup>381</sup> (Kapitel 5.1.3), „Meine bunte Welt 2 Übungsbuch B“<sup>382</sup> (Kapitel 5.4.4) und „Meine bunte Welt 3/4 Teil 2“<sup>383</sup> (Kapitel 5.4.6) angegeben.
- **Probleme mit der Beschreibung der Lage der Erde im Weltraum:** „Die Jahreszeiten gibt es, weil die Erde ein wenig schräg im Weltall steht. (...) Weil die Erde schräg im Weltall steht, scheint die Sonne nicht auf jeden Teil gleich stark. Im Sommer treffen die Sonnenstrahlen geradewegs von oben, also ganz steil, auf die Erdoberfläche. Da die Tage im Sommer auch viel länger sind, bekommen wir mehr Sonne ab.“<sup>384</sup> (Kapitel 5.2.3), „Die Erde befindet sich schräg im Weltall und dreht sich an einem Tag (24 Stunden) einmal um sich selbst.“<sup>385</sup>, „Die vier Jahreszeiten entstehen, weil die Erde leicht schräg im Weltall steht.“<sup>386</sup> (beide Kapitel 5.4.6), „Die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn sind mit freiem Auge am Nachthimmel erkennbar.“<sup>387</sup> (Kapitel 0) und „Dadurch, dass die Erde schräg steht, wenn sie sich um die Sonne dreht, entstehen Jahreszeiten.“<sup>388</sup> (Kapitel 5.8.1).
- **Aussagen, die auf ein geozentrisches Weltbild schließen lassen würden:** „Die Sonne wandert scheinbar im Laufe des Tages über den Himmel.“<sup>389</sup> (Kapitel 5.3.1) und „Im Osten geht die Sonne auf, im Süden ist ihr Mittagslauf, im Westen wird sie untergeh'n, im Norden ist sie nie zu sehen.“<sup>390</sup> (Kapitel 5.8.1).
- **Vorstellungen zur Sonne:** Lückentext (auszufüllende Wörter sind kursiv dargestellt): „Die Sonne ist ein *Stern*, der sich nicht bewegt.“<sup>391</sup> (Kapitel 5.4.6) und „Die Sonne ist ein Fixstern im Mittelpunkt unseres Sonnensystems. (...) Die Planeten umkreisen die Sonne.“<sup>392</sup> (Kapitel 5.6).
- **Temperatur im Erdinneren:** In den Werken „Schatzkiste 3/4 Teil B“ (Kapitel 5.5.4) sowie „Schatzkiste 3/4 ASO Teil B“ (Kapitel 5.5.8) wird jeweils eine Temperatur im Erdinneren von 1000 bis 1300°C angegeben<sup>393, 394</sup> und im Werk „Schlüssel zu unserer Welt 8“ (Kapitel 5.6) werden überhaupt widersprüchliche Angaben in der Form „innerer

<sup>380</sup> Jeger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 1/2. Schulbuch, 56-62.

<sup>381</sup> Jeger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 14.

<sup>382</sup> Darthé; de Martin, Meine bunte Welt 2, Übungsbuch B, 5.

<sup>383</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 53.

<sup>384</sup> Buraner, Fitz-Lenz, Palmstorfer, Ideenbuch 4, 43.

<sup>385</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 52.

<sup>386</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 53.

<sup>387</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 21.

<sup>388</sup> Köster, Tipi 3. Arbeitsheft, 37.

<sup>389</sup> Bartnitzky, Bunk, Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3, 36.

<sup>390</sup> Köster, Tipi 3, 90.

<sup>391</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 52.

<sup>392</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 19.

<sup>393</sup> Koch, Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B, 70.

<sup>394</sup> Koch, Kristoferitsch, Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B, 70.



Kern (innerste Schicht): fester Metallkern; ca. 6700°C heiß, Durchmesser: ca. 1300 km (...). Temperatur im Zentrum: 4530°C<sup>395</sup> gemacht.

- **Größe der Erde im Vergleich mit den anderen Planeten des Sonnensystems:** „Die Erde, auf der wir leben, ist der drittgrößte von 8 Planeten in unserem Sonnensystem.“<sup>396</sup> (Kapitel 5.4.6)
- **Vorstellungen zum Weltall:** „Das Weltall (=Kosmos, Universum, Weltraum) ist unendlich groß.“<sup>397</sup> (Kapitel 5.6).
- **Vorstellungen zum Mond:** „Trifft die Sonnenstrahlung voll auf den Mond, sehen wir ihn als Vollmond (3). (...) In Wirklichkeit befindet sich der Mond neben der Erde“<sup>398</sup> (Kapitel 5.6).

## 7.8 Nature of Science

Dieser Teilbereich liegt unter den drei am wenigsten repräsentierten, dennoch findet man auch hier vereinzelt Kritikpunkte im Hinblick auf Schülervorstellungen. Drei sollen hier angesprochen werden:

- **Erfindungen:** Im Werk „Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch“ (Kapitel 5.1.3) werden unter der Überschrift „Zufällig entdeckt“<sup>399</sup> Erfindungen beschrieben, die zufällig gemacht wurden.
- **Bedeutung von Experimenten:** „Ein Experiment ist ein Versuch, bei dem man etwas herausfinden möchte.“<sup>400</sup> (Kapitel 5.4.2).
- **Über Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler:** Im Werk „Tipi 3“ (Kapitel 5.8.1) wird die Geschichte zu Archimedes wiedergegeben und er als etwas verrückt dargestellt. Ob man Archimedes mit den heutigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vergleichen kann, sei hier offen gelassen, dennoch wirft diese Geschichte in ihren Einzelheiten und der Anmerkung „Wissenschaftler sind manchmal ganz schön verrückt.“<sup>401</sup> Ein eher falsches bzw. zu generalisierendes Licht auf diese Personengruppe.

---

<sup>395</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 23.

<sup>396</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 3/4. Teil 2, 52.

<sup>397</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 21.

<sup>398</sup> Di Gallo, Eysank, Eysank, Gamrith, Schlüssel zu unserer Welt 8, 26.

<sup>399</sup> Jerger, Seitz, Seitz, Dem Leben auf der Spur 3/4. Schulbuch, 134.

<sup>400</sup> Darthé; de Martin, Bunte Welt 2. Arbeitsbuch, 85.

<sup>401</sup> Köster, Tipi 3, 63.

## 8. Resümee und Ausblick

Nachdem zu Beginn der vorliegenden Untersuchung die Frage nach den Anzeichen von Schülervorstellungen gestellt wurde, kann nach eingehender Begutachtung der Sachunterrichtswerke für die Primarstufe festgehalten werden, dass zu allen Bereichen der Teilgebiete der Physik Fehlvorstellungen in einem Großteil dieser Werke zu finden sind. Zwar existieren Sachunterrichtsbücher, die keine Schülervorstellungen transportieren, diese sind aber eher sehr allgemein gehalten oder bieten generell wenig Platz für physikalische Themenstellungen. Beispiele hierfür sind Werke wie „Lasso Sachbuch 3/4 Teil A“, „Meine bunte Welt 1“, „Meine bunte Welt 3/4 Übungsbuch“, „Schatzkiste 1“, „Schatzkiste 1 ASO“, alle Arbeitshefte der Reihe „Sonnenklar! Sachunterricht“, sowie „Sonnenklar! Sachunterricht 1“. Diese Schulbücher haben allerdings teilweise auch ziemlich niedrige Anzahlen an Seiten mit Physikbezug. Im Gegensatz zu diesen existieren auch Lehrwerke mit vielen Aussagen zu Fehlvorstellungen. Diesem Typus sind die Werke „Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch“, „Lasso Sachbuch 3/4 Teil B“, „Schatzkiste 3/4 Teil B“, „Schatzkiste 3/4 ASO Teil B“ und „Schlüssel zu unserer Welt 8“.

Sieht man sich die Summe der Aussagen, die zu jeweils einer Fehlvorstellung passen, genauer an, so stellt man fest, dass besonders im Bereich der Elektrodynamik ein sehr hoher Anteil an solchen Passagen vorhanden ist. Die Fehlvorstellung, dass Strom erzeugt wird, kann in 28 Einzelaussagen belegt werden. Aussagen, wonach Stromverbrauch existiert, liegen mit 18 Aussagen hinter der Vorstellung der Kraft als universeller Wirkungsfähigkeit mit immerhin 21 Textpassagen. Dass diese drei Fehlvorstellungen doch so präsent sind, ist auch aufgrund der doch knapp über dem Gesamtdurchschnitt liegenden Seitenanzahlen, die sich mit den Bereichen Elektrodynamik und Mechanik beschäftigen, bemerkenswert. Immerhin weist der gesamte Themenkreis der Stoffe, der in den untersuchten Lehrwerken am umfangreichsten behandelt wurde, nur 14 Einzelaussagen auf, die mit Schülervorstellungen in Verbindung gebracht werden können. Allein den Bereich Elektrodynamik überblickend, lassen sich 80 Aussagen identifizieren, die Fehlvorstellungen in diesem Gebiet der Physik entsprechen.

Wenn auch nicht so umfangreich behandelt, liegen im Bereich der Astronomie doch einige Vorstellungen im Raum, die durch 19 Einzelaussagen – fünf mehr als im umfangreichsten Themengebiet Stoffe – dokumentiert werden können. Die beiden anderen Teilgebiete mit ähnlich hohem Anteil an der Gesamtseitenanzahl – Optik und Natur der Naturwissenschaften – bieten dagegen entsprechend ihrem Umfang, nur wenig Potenzial für Schülervorstellungen.

Es kann festgehalten werden, dass Alltagsfloskeln wie „Wir müssen Strom sparen!“, „Du hast aber viel Kraft.“ oder „Im Kraftwerk wird der Strom erzeugt.“ auch durch Sachunterrichtsbücher nicht widerlegt, sondern eher bestätigt werden. Um fehleranfällige Inhalte möglichst zu

verringern, sollte eine entsprechende Adaptierung dieser in allen Bereichen der Lehrwerke für den volksschulischen Sachunterricht durchgeführt werden. Damit einhergehend müssten auch Lehrerinnen und Lehrer für derartige Fehlvorstellungen sensibilisiert werden.

Eine Möglichkeit, die Lehrerinnen und Lehrer in diesem Fall zur Verfügung steht, ist die Nutzung der Lernplattform SUPRA („Sachunterricht praktisch und konkret“), die in Kooperation zwischen der Goethe-Universität Frankfurt am Main, der Otto-Friedrich-Universität Bamberg und der Ludwig-Maximilians-Universität München betreut wird.<sup>402</sup> Kostenlos angeboten werden hier Materialien, die Lehrkräften der Primarstufe beim Planen und Durchführen des Sachunterrichts in den Bereichen „Natur und Technik“ sowie „Zeit und Geschichte“ helfen.

Das Lernfeld „Natur und Technik“ bietet zu sämtlichen Themen, die in der Volksschule unterrichtet werden können, neben Sachinformationen für Lehrkräfte auch didaktische Informationen zu Schülervorstellungen an<sup>403</sup>:

- Licht & Schatten
- Schall
- Luft
- Wetter
- Elektrizität
- Wasser: Waschen & Reinigen
- Spiegel
- Technisches Werkzeug
- Warm – Kalt
- Magnetismus
- Verbrennung
- Nährstoffe

Ein großer Teil umfasst bereits vorgefertigte Planungen zu Unterrichtseinheiten für die jeweiligen Themengebiete. Schritt für Schritt werden der Lehrperson die Ziele der Einheit, die Vorbereitung und der Unterrichtsverlauf näher gebracht. Abgerundet wird das Angebot zu den Einheiten durch einen Materialteil, in dem sämtliche Arbeitsblätter und der entsprechende Unterrichtsverlauf zum Download bereit stehen. So existieren zum Beispiel für den Bereich Elektrizität 21 Seiten mit Sachinformationen, umfangreiche Erläuterungen zu Schülervorstellungen, sowie ein Anhang zur Behandlung der Elektrizitätslehre in Sachunterrichts-

---

<sup>402</sup> Thomas *Wilhelm*, Hartmut *Wiesner*, Impressum von „SUPRA. Sachunterricht praktisch und konkret“, online unter <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/impressum>, (26.07.2019)

<sup>403</sup> Thomas *Wilhelm*, Hartmut *Wiesner*, Lernfeld Natur und Technik, online unter <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik>, (26.07.2019)

büchern. Auch in Bezug zu Umsetzungsmaterialien ist die Elektrizitätslehre sehr breit aufgestellt – es werden zehn Einheiten angeboten.<sup>404</sup>

Eine speziellere Richtung schlägt hingegen Gisela Lück ein. Sie attestiert zunächst ein geringes Interesse an der unbelebten Natur in deutschen Grundschullehrplänen und meint aber gleichzeitig, dass das Interesse an Phänomenen bereits im Vorschulalter relativ hoch ist. Das geringe fachliche Engagement der Lehrkräfte im Sachunterricht sowie in Vorschule und Kindertagesstätten wirkt jedoch negativ auf das Interesse der Schülerinnen und Schüler für physikalische und chemische Inhalte. Um diesem Trend entgegen zu wirken, stellt sie zahlreiche Experimente vor, die auf spielerische Weise schon im Kindergartenalter durchgeführt werden können. Bei diesen Versuchen geht es Lück vor allem auch darum, dass die Kinder selbst Hand anlegen und schlussendlich begreifen können, warum die Experimente so ausgehen, wie sie ausgehen. Dabei sollen die Experimente ungefährlich sein, mit einfachen Mitteln (am besten mit Dingen, die im Haushalt vorhanden sind) und in begrenzter Zeit (20 bis 25 Minuten) durchführbar sein.<sup>405</sup> Zu diesen Experimenten, die auch von Eltern mit ihren Kindern durchgeführt werden können, wurden von Lück mehrere Bücher veröffentlicht, die sich als Ergänzung zum Sachunterricht in die Schule integrieren lassen.

---

<sup>404</sup> Thomas *Wilhelm*, Hartmut *Wiesner*, Elektrizität, online unter <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/elektrizitaet>, (26.07.2019).

<sup>405</sup> Gisela *Lück*, Naturwissenschaften im frühen Kindesalter, online unter <https://www.uni-bielefeld.de/chemie/dc/NWKind.pdf> (28.7.2019).

## 9. Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Lehrplan der Volksschule, online verfügbar unter: [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp\\_vs\\_gesamt\\_14055.pdf?61ec07](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_gesamt_14055.pdf?61ec07), Zugriff am 27.02.2019, um 14:27.

Beate *Drechsler*, Simone *Gerlach*, Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht – Problembereich bei Grundschullehrkräften, in: Kahlert, Joachim; Inckemann, Elke (Hrsg.): Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 11, 2001) 215-225.

Reinders *Duit*, Schülervorstellungen und Lernen in der Physik, in: Piko-Brief Nr. 1 vom Mai 2004.

Reinders *Duit*, Wärmeverstellungen, in: NiU-P/C 34, Ausgabe Nr. 13 (1986).

Eva *Heran-Dörr*, Orientierung an Schülervorstellungen – Wie verstehen Lehrkräfte diesen Appell an ihre didaktische und methodische Kompetenz? In: Diethard *Cech*, Hans-Joachim *Fischer*, Waltraud *Holl-Giese*, Martina *Knörzer*, Marcus *Schrenk* (Hrsg.): Bildungswert des Sachunterrichts (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 16), 159-176.

Walter *Jung*, Hartmut *Wiesner*, Peter *Engelhardt*, Vorstellungen von Schülern über Begriffe der Newtonschen Mechanik. Empirische Untersuchungen und Ansätze zu didaktisch-methodischen Folgerungen. (Bad Salzdetfurth, 1981).

Gisela *Lück*; Hilde *Köster*, Physik und Chemie im Sachunterricht (Braunschweig 2006).

Brunhilde *Marquardt-Mau*, Walter *Köhnlein*, Roland *Lauterbach*, Forschung zum Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts (Bad Heilbrunn 1997).

Rainer *Müller*, Rita *Wodzinski*, Martin *Hopf*, Schülervorstellungen in der Physik (Köln 2011).

Dieter *Nachtigall*, Vorstellungen im Bereich der Mechanik, in: NiU-P/C 34, Ausgabe Nr. 13 (1986).

Dagmar *Richter*, Sachunterricht – Ziele und Inhalte. Ein Lehr- und Studienbuch zur Didaktik (Baltmannsweiler 2009).

Horst *Schecker*, Thomas *Wilhelm*, Martin *Hopf*, Reinders *Duit*, Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis (Berlin 2018).

Christoph v. *Rhöneck*, Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis. Und zu den Begriffen Strom, Spannung und Widerstand, in: NiU-P/C 34, Ausgabe Nr. 13 (1986).

Dietmar *von Reeken*, Handbuch Methoden im Sachunterricht (Baltmannsweiler 2007).

Hartmut *Wiesner*, Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten im Bereich der Optik, in: NiU-P/C 34, Ausgabe Nr. 13 (1986).

Hartmut *Wiesner* (Hrsg.), Aufsätze zur Didaktik der Physik 2. Festschrift zum 65. Geburtstag von Walter Jung. (Bad Salzdetfurth 1991).

Thomas *Wilhelm*, Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung (Studien zum Physik- und Chemielernen Band 46 2005).

Steffen *Wittowske*, Hartmut *Giest*, Naturbezogenes und naturwissenschaftliches Lernen im Sachunterricht (Braunschweig 2008).

## 10. Internetquellen

Gisela *Lück*, Naturwissenschaften im frühen Kindesalter, online unter <https://www.uni-bielefeld.de/chemie/dc/NWKind.pdf> (28.7.2019).

Website zu „Dem Leben auf der Spur“ des Verlags Veritas, online unter <https://www.veritas.at/reihe/dem-leben-auf-der-spur?limit=50#toolbar> (20.05.2019).

Website zu „Ideenbuch für den Sachunterricht“ des Verlags Westermann <https://www.westermanngruppe.at/reihe/JVIDEENBCHSU/Ideenbuch-fuer-den-Sachunterricht> (20.05.2019).

Website zu „Lasso Sachbuch“ des Verlags ÖBV <https://www.oebv.at/lehrwerke/lasso-sachbuch-2016> (21.05.2019).

Website zu „Meine bunte Welt“ des Verlags Westermann <https://www.westermanngruppe.at/reihe/JVMEINBUNTAKT/Meine-bunte-Welt> (21.05.2019).

Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Schatzkiste“ des Verlags Westermann <https://www.westermanngruppe.at/reihe/SCHATZKIST/SCHATZKISTE-1-4> (21.05.2019).

Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Schlüssel zu unserer Welt“ des Verlags Westermann <https://www.westermanngruppe.at/reihe/JVSCHLUESSWLT/Schluessel-zu-unserer-Welt-Sachunterrichtserie-fuer-die-ASO-Oberstufe> (21.05.2019).

Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Sonnenklar!“ des Verlags ÖBV <https://www.oebv.at/lehrwerke/sonnenklar-sachunterricht> (22.05.2019).

Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Stark in Biologie, Physik, Chemie“ des Verlags Westermann <https://www.westermanngruppe.at/reihe/STARKBIO/Stark-in-Biologie-Physik-Chemie> (24.05.2019).

Website der Sachunterrichtsbuchreihe „Tipi“ des Verlags Veritas [https://www.veritas.at/reihe/tipi?edu\\_grp=12&subject=24](https://www.veritas.at/reihe/tipi?edu_grp=12&subject=24) (22.05.2019).

## 11. Schulbücher

Horst *Bartnitzky*, Hans-Dieter *Bunk*, Andrea *Pözl*, Monika *Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3 (Wien 2011).

Horst *Bartnitzky*, Hans-Dieter *Bunk*, Andrea *Pözl*, Monika *Stessel-Hermanek*, u.a., Lasso. Sachbuch 3. Arbeitsheft (Wien 2011).

Christian *Bertsch*, Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 3/4. Teil A, Arbeitsheft (Wien 2016).

Christian *Bertsch*, Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 3/4. Teil B, Arbeitsheft (Wien 2016).

Christian *Bertsch*, Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 3/4. Teil A, Schülerbuch (Wien 2016).

Christian *Bertsch*, Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 3/4. Teil B, Schülerbuch (Wien 2016).

Angelika *Buraner*, Romana *Fitz-Lenz*, Brigitte *Palmstorfer*, Ideenbuch für den Sachunterricht 2 (Wien 2010).

Angelika *Buraner*, Romana *Fitz-Lenz*, Brigitte *Palmstorfer*, Ideenbuch für den Sachunterricht 3 (Wien 2010).

Angelika *Buraner*, Romana *Fitz-Lenz*, Brigitte *Palmstorfer*, Ideenbuch für den Sachunterricht 4 (Wien 2011).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 1. Arbeitsbuch (Wien 2014).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 2. Arbeitsbuch (Wien 2013).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 2. Übungsbuch A (einfache Übungen) (Wien 2013).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 2, Übungsbuch B (zum selbstständigen Üben) (Wien 2013).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 3/4. Arbeitsbuch Teil 1 (Wien 2012).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 3/4. Arbeitsbuch Teil 2 (Wien 2012).

Katalin *Darthé*; Susanne *de Martin*, Meine bunte Welt 3/4. Übungsbuch (Wien 2015).

Susanne *Di Gallo*, Hermine *Eysank*, Sigmund *Eysank*, Michaela *Gamrith*, Schlüssel zu unserer Welt 8 (Wien 2008).

Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 1, Arbeitsheft (Wien 2015).

Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 1, Schülerbuch (Wien 2015).

Susanne *Eichhorn*, Nick *Lang*, Kornelia *Lehner-Simonis*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 2, Arbeitsheft (Wien 2015).

Susanne *Eichhorn*, Kornelia *Lehner-Simonis*, Sabine *Ludwig-Szendi*, Sonnenklar! Sachunterricht 2, Schülerbuch (Wien 2015).

Gerda *Haas*, Walter *Jung*, Marita *Lüchtfeld*, Josef *Schaper*, Tobias *Tretter*, Annelore *Walter*, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1 (Braunschweig A7/2017).

Gerda Haas, Walter Jung, Marita Lüchtfeld, Josef Schaper, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 2 (Braunschweig A<sup>5</sup>/2015).

Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 3/4. Sachunterricht ab der 3. Klasse. Schulbuch (Wien <sup>5</sup>2017).

Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 3/4. Sachunterricht ab der 3. Klasse. Arbeitsheft (Wien <sup>2</sup>2017).

Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 1/2. Sachunterricht für die 1. und 2. Klasse. Schulbuch (Wien <sup>7</sup>2018).

Hilde Köster (Hg.), Tipi 3. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen (Linz <sup>4</sup>2012).

Hilde Köster (Hg.), Tipi 3. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen. Arbeitsheft (Linz <sup>4</sup>2014).

Hilde Köster (Hg.), Tipi 4. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen (Linz <sup>3</sup>2012).

Hilde Köster (Hg.), Tipi 4. Sachunterricht zum Forschen, Fragen, Staunen. Arbeitsheft (Linz <sup>1</sup>2008).

Marita Lüchtfeld, Josef Schaper, Tobias Tretter, Annelore Walter, Stark in... . Biologie, Physik, Chemie 1. Arbeitsheft. Teil 1 (Braunschweig A<sup>8</sup>/2017).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 1 (Wien <sup>3</sup>2017).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil A (Wien 2011).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 3/4. Teil B (Wien 2011).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Schatzkiste 2 (Wien 2017).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil A (Wien 2011).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Schatzkiste 3/4. ASO Teil B (Wien 2011).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Hans Ussar, Schatzkiste 1. ASO (Wien <sup>1</sup>2010).

Werner Koch, Irmengard Kristoferitsch, Astrid Klug, Hans Ussar, Schatzkiste 2. ASO (Wien <sup>1</sup>2010).

Andrea Pözl, Monika Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3/4 Teil A. Schülerbuch (Wien <sup>1</sup>2019).

Andrea Pözl, Monika Stessel-Hermanek, u.a., Lasso. Sachbuch 3/4 Teil B. Schülerbuch (Wien <sup>1</sup>2019).

Elke Römer, Eva Maria Kraus, Klaus Jerger, Dieter Seitz, Monika Seitz (Hrsg.), Dem Leben auf der Spur 1/2. Sachunterricht für die 1. und 2. Klasse. Arbeitsheft (Wien <sup>7</sup>2017).



## 12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über physikalische Inhalte in „Dem Leben auf der Spur 1/2 Schulbuch“ .....	11
Tabelle 2:	Physikalische Inhalte in „Dem Leben auf der Spur 1/2 Arbeitsheft“ .....	12
Tabelle 3:	Physikalische Themengebiete in „Dem Leben auf der Spur 3/4 Schulbuch“ .....	13
Tabelle 4:	Überblick über Physikteilbereiche in „Dem Leben auf der Spur 3/4 Arbeitsbuch“ .....	16
Tabelle 5:	Physikalische Inhalte in „Ideenbuch für den Sachunterricht 2“ .....	18
Tabelle 6:	Überblick des physikalischen Inhalts in „Ideenbuch für den Sachunterricht 3“ .....	19
Tabelle 7:	Physikalische Inhalte in „Ideenbuch für den Sachunterricht 4“ .....	20
Tabelle 8:	Physikalische Themengebiet im Vergleich in „Lasso Sachbuch 3“ .....	23
Tabelle 9:	Bereiche mit Physikbezug in „Lasso Sachbuch 3, Arbeitsheft“ .....	25
Tabelle 10:	Analyse der physikalischen Inhalte in „Lasso Sachbuch 3/4 Teil A“ .....	25
Tabelle 11:	Überblick über physikalische Themen in „Lasso Sachbuch 3/4 Teil B“ .....	26
Tabelle 12:	Physikbezogene Inhalte in „Meine bunte Welt 1 Arbeitsbuch“ .....	28
Tabelle 13:	Physikalische Themenfelder in „Meine bunte Welt 2 Arbeitsbuch“ .....	29
Tabelle 14:	Anteilsüberblick über physikalische Themen in „Meine bunte Welt 2 Übungsbuch A“ ..	31
Tabelle 15:	Physikalische Inhalte in „Meine bunte Welt 2 Übungsbuch B“ .....	31
Tabelle 16:	Physikalische Teilgebiete im Vergleich in „Meine bunte Welt 3/4 Arbeitsbuch – Teil 1“	32
Tabelle 17:	Inhaltsdarstellung zu physikalischen Themen in „Meine bunte Welt 3/4 Arbeitsbuch – Teil 2“ .....	34
Tabelle 18:	Physikalische Inhalte in „Meine bunte Welt 3/4 Übungsbuch“ .....	37
Tabelle 19:	Anteile der verschiedenen Teilgebiete in „Schatzkiste 1“ .....	38
Tabelle 20:	Physik-Teilgebiete in „Schatzkiste 2“ .....	39
Tabelle 21:	Physikalische Inhalte in „Schatzkiste 3/4 Teil A“ .....	40
Tabelle 22:	Physikalische Themengebiete in „Schatzkiste 3/4 Teil B“ .....	41
Tabelle 23:	Physikalische Inhalte in „Schatzkiste 1 ASO“ .....	44
Tabelle 24:	Physik-Teilgebiete in „Schatzkiste 2 ASO“ .....	44
Tabelle 25:	Physikbezogene Inhalte in „Schatzkiste 3/4 ASO Teil A“ .....	45
Tabelle 26:	Teilgebietsauflistung in „Schatzkiste 3/4 ASO Teil B“ .....	46
Tabelle 27:	Physikalische Inhalte in „Schlüssel zu unserer Welt 8“ .....	47
Tabelle 28:	Anteile der verschiedenen Teilgebiete innerhalb von „Sonnenklar! 1“ .....	52
Tabelle 29:	Physikbezogene Teilgebiete in „Sonnenklar! 1 – Arbeitsheft mit Englisch“ .....	52
Tabelle 30:	Physikalische Inhalte in „Sonnenklar! 2“ .....	53
Tabelle 31:	Anteilsüberblick der physikalischen Themen in „Sonnenklar! 2 – Arbeitsheft mit Englisch“ .....	54
Tabelle 32:	Überblick über physikalische Inhalte in „Sonnenklar! 3/4 Teil A“ .....	55
Tabelle 33:	Physikalische Inhalte in „Sonnenklar! 3/4 – Arbeitsheft mit Englisch“ .....	56
Tabelle 34:	Teilgebietsaufstellung in „Sonnenklar! 3/4 Teil B“ .....	57
Tabelle 35:	Physikalische Teilgebiet im Vergleich in „Sonnenklar! 3/4 Teil B – Arbeitsheft mit Englisch“ .....	57
Tabelle 36:	Physikalische Inhalte in „Tipi 3“ .....	58

Tabelle 37:	Überblick über physikalische Themen in „Tipi 3 Arbeitsheft“ .....	61
Tabelle 38:	Teilgebiete der Physik in „Tipi 4“ .....	62
Tabelle 39:	Übersicht physikalischer Themengebiete in „Tipi 4 Arbeitsheft“ .....	63
Tabelle 40:	Überblick über physikalische Teilgebiete in „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1“ .....	65
Tabelle 41:	Anteil physikalischer Inhalte in „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1 Arbeitsheft Teil 1“	67
Tabelle 42:	Übersicht zu physikalischen Inhalten in „Stark in Biologie, Physik, Chemie 1 Arbeitsheft Teil 2“ .....	68
Tabelle 43:	Anteile der physikalischen Teilgebiete in den einzelnen Kategorien .....	69
Tabelle 44:	Anteile der verschiedenen Teilgebiete der Kategorie Inhaltsbücher .....	70
Tabelle 45:	Anteile der verschiedenen Teilgebiete der Kategorie Übungsbücher .....	71
Tabelle 46:	Anteile der verschiedenen Teilgebiete der Kategorie Kombinationsbücher .....	72

## Zusammenfassung

Die Erforschung von Schülervorstellungen ist ein zentrales Forschungsgebiet innerhalb der Physikdidaktik. Sie entwickeln sich bereits im Alltag der Schülerinnen und Schüler, sowohl in, als auch außerhalb des schulischen Unterrichts. Fehlvorstellungen entstehen aber nicht nur durch die Kommunikation zwischen Personen oder durch eigene Beobachtungen in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler, sondern auch im Umgang mit Unterrichtsmaterialien. Dabei bietet sich das Schulbuch als besonders interessantes Forschungsobjekt an. Entgegen der allgemeinen Annahme, dass in diesen Lehrwerken wissenschaftlich fundiertes Wissen wiedergegeben wird, ist es so, dass dort auch Vorstellungen angeboten werden, die nicht dem physikalischen Wissenstand entsprechen. Mit der vorliegenden Arbeit soll diese Hypothese bestätigt werden. Zur Untersuchung wurden 42 Sachunterrichtsbücher der Volksschule herangezogen, der Umfang ihrer physikalischen Inhalte erfasst und die darin angesprochenen Schülervorstellungen identifiziert. Es zeigt sich, dass es in manchen Bereichen gravierende Schwierigkeiten im Umgang mit Fehlvorstellungen gibt. Besonders betroffen sind die Bereiche Mechanik und Elektrodynamik, in denen eine große Anzahl an Aussagen für die Unterstützung von Schülervorstellungen vorkommen.

## Abstract

The exploration of student misconceptions is a central field of research in the didactic of physics. The development starts during the daily life as well as outside of normal school days. Misconceptions arise not only from communication between persons and observations in the environment of students living, also the contact with teaching materials may have influence on these ideas. A very interesting object of this research is thereby the schoolbook itself. On the one hand these books seem to represent the whole scientific knowledge but on the other hand it looks like there are more spots in which misconceptions can be performed. This diploma thesis shall confirm this hypothesis. The research bases upon the examination of 42 schoolbooks which are used for scientific teaching during primary school. The research begins at first on a detailed list of physical contents and at second on a table of statements in which different student conceptions could be identified. The results of this research show that in some fields are enormous problems in handling of misconceptions. Especially in the field of mechanics and electrodynamics indicates a large number of statements which support student misconceptions.