

Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für
das Lehramt an Gymnasien im Fach Physik eingereicht der Hessischen
Lehrkräfteakademie - Prüfungsstelle Frankfurt.

Thema:

Vergleich von Schulbüchern im Bereich „Einführung der Energie“

Verfasserin:

Viktoria Stock

Gutachter:

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Einführung der Energie in der Sekundarstufe I	3
2.1	Ausgewählte Inhalte	3
2.2	Schülervorstellungen	4
2.3	Schülervorstellungen zu Energie	5
2.3.1	Energie, eine mengenartige Größe	6
2.3.2	Energieverbrauch	7
2.3.3	Energieformen	8
2.4	Unterrichtskonzeptionen zu Energie	8
3	Auswahl der Schulbücher	13
3.1	Duden Physik – Gau, B., Meyer, L. & Schmidt, G.-D.	15
3.2	Fokus Physik – Udo Backhaus et al.	15
3.3	Impulse Physik – Wilhelm Bredthauer et al.	16
3.4	Spektrum Physik Hessen – Thomas Appel et al.	16
3.5	Fokus Physik 2 Baden-Württemberg - Udo Backhaus et al.	17
3.6	Spektrum Physik Baden-Württemberg – Thomas Appel et al.	17
4	Kriteriengeleitete Schulbuchanalyse	18
4.1	Historische Entwicklung der Analyse von Schulbüchern	18
4.2	Der Kriterienkatalog	23
4.2.1	Didaktische Merkmale und Sachstruktur	24
4.2.2	Text und Sprache	26
4.2.3	Merksätze und Formeln	33
4.2.4	Abbildungen	36
4.2.5	Aufgaben	43
5	Analyse der Schulbücher	50
5.1	Didaktische Merkmale und Sachstruktur	50

5.1.1	Darstellung der Energie	50
5.1.2	Schülervorstellungen	57
5.1.3	Energie in Natur und Technik	60
5.2	Text und Sprache	62
5.2.1	Quantitative Analyse der Texte	62
5.2.2	Qualitative Analyse der Texte	66
5.3	Merksätze und Formeln	70
5.3.1	Quantitative Analyse der Merksätze	70
5.3.2	Qualitative Analyse der Merksätze	71
5.3.3	Quantitative Analyse der Formeln	74
5.3.4	Qualitative Analyse der Formeln	75
5.4	Abbildungen	78
5.4.1	Quantitative Analyse der Abbildungen	78
5.4.2	Qualitative Analyse der Abbildungen	86
5.5	Aufgaben	92
5.5.1	Quantitative Analyse der Aufgaben	92
5.5.2	Qualitative Analyse der Aufgaben	100
6	Abschließende Betrachtung	105
7	Literaturverzeichnis	107
7.1	Schulbücher für die Analyse	107
7.2	Weitere Literatur	108
8	Abbildungsverzeichnis	112
9	Tabellenverzeichnis	114
10	Anhang	115

1 Einleitung

„Schulbücher – egal in welcher technischen Form sie kommen, ob gedruckt oder vielleicht in naher Zukunft digital – enthalten kanonisiertes Wissen, das eine Generation einer anderen Generation weitervermitteln will. Und dieses kanonisierte Wissen ist systematisch aufbereitet: Es wird didaktisch den Schülern und Schülerinnen und den Lehrern zur Verfügung gestellt. Und es ist korrektes Wissen. In einem Zeitalter, in dem wir von Fake News reden, ist das Wissen, auf das man sich auch verlassen kann.“

Eckhardt Fuchs, 2018

Dies sagte Prof. Dr. Eckhardt Fuchs, Direktor des Georg-Eckert-Instituts – Leibniz-Institut für internationale Schulbuchforschung, im Rahmen eines Interviews mit dem Deutschlandfunk¹ im Jahr 2018. Nur zwei Jahre später änderte sich der Schulalltag aller deutschen Schüler und Schülerinnen² radikal. Durch die „Corona-Lockdowns“ in den Jahren 2020 und 2021 wurden die SchülerInnen in das „Homeschooling“ geschickt. Die einzige schulische Konstante waren zu Beginn die Fachschulbücher für die SchülerInnen. Trotz der Verwendung der digitalen Medien, wie Videokonferenzen, schulischen Lern- und Kommunikationsplattformen, kamen die bekannten Arbeitsmittel, wie Arbeitsblätter und Schulbücher, während dieser Zeit zum Einsatz.

Daher erscheint es sinnvoll, Schulbücher genauer zu betrachten. Hierbei soll besonders darauf geachtet werden, inwiefern die Schulbücher, die aktuell in den Schulen verwendet werden, den Anforderungen des Physikunterrichts entsprechen. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Analyse von ausgewählten Physikschulbüchern, die in hessischen und

¹Das am 20. Februar 2018 veröffentlichte Interview von Prof. Dr. Eckardt Fuchs mit der Journalistin Ute Welty wurde online vom Deutschlandfunk zur Verfügung gestellt: https://www.deutschlandfunkkultur.de/bildungsforscher-fuchs-ueber-gute-schulbuecher-korrektes.2165.de.html?dram:article_id=411194.

² In dieser Arbeit wird nachfolgend das Wort „SchülerInnen“ verwendet, wenn „Schüler und Schülerinnen“ gemeint sind.

baden-württembergischen Schulen zur Verwendung zugelassen sind. Hessen ist ausgewählt, da es das Bundesland der Universität ist. Die anderen Bücher sind unter dem Aspekt selektiert worden, dass in Baden-Württemberg womöglich andere Unterrichtskonzepte gewählt werden. Die Analyse der Schulbücher erfolgt anhand eines selbst erstellten Kriterienkatalogs, bestehend aus mehreren Kategorien und Einzelkriterien, und die Ergebnisse werden miteinander verglichen. Als thematischer Schwerpunkt der Schulbuchanalyse wurde die Einführung der Energie, begrenzt auf die Mechanik, in der Sekundarstufe I ausgewählt. Ziel dieser Arbeit ist nicht, eine Empfehlung eines „besseren“ Buches auszusprechen, sondern die unterschiedlichen Herangehensweisen und Umsetzungen in unterschiedlichen Schulbüchern aufzuzeigen. Der erstellte Kriterienkatalog soll aufzeigen, dass die Schulbücher verschiedene Lehransätze besitzen, sodass die Analysekriterien unterschiedlich gut erfüllt werden. Daher wird dem Leser eine abschließende Bewertung der für die Analyse verwendeten Physikschulbücher selber überlassen.

In Kapitel 2 werden die gewählten physikalischen Inhalte und Schülervorstellungen, zum einen im allgemeinen Kontext des Physikunterrichts und zum anderen im ausgewählten Kontext der Energie in der Mechanik, dargestellt. In Kapitel 3 werden die für die Schulbuchanalyse ausgewählten Physikschulbücher im Einzelnen vorgestellt. Im Anschluss wird im nachfolgenden Kapitel 4 auf die historische Entwicklung der Analyse von Schulbüchern eingegangen und der eigens erstellte Kriterienkatalog, der dieser Schulbuchanalyse zugrunde liegt, Schritt für Schritt erläutert. In Kapitel 5 erfolgt die Analyse der Schulbücher nach den festgelegten Kriterien. Die Erkenntnisse der Analyse werden daraufhin miteinander verglichen. Abschließend wird in Kapitel 6 eine abschließende Betrachtung zu der vorliegenden Analyse durchgeführt.

2 Die Einführung der Energie in der Sekundarstufe I

Nachfolgend werden Grundlagen in Bezug auf den Inhalt der vorgenommenen Schulbuchanalyse detaillierter vorgestellt. Im Abschnitt 2.1 werden zunächst die ausgewählten Inhalte, die für die Schulbuchanalyse herangezogen wurden, dargestellt. Daraufhin wird im Abschnitt 2.2 der Begriff „Schülervorstellungen“ erläutert und die Funktion dieser im Unterricht aufgegriffen. Zuletzt werden die Schülervorstellungen, die sich auf das Thema der Energie beziehen, im Abschnitt 2.3 dargelegt.

2.1 Ausgewählte Inhalte

Das Thema Energie ist in allen Bereichen der Physik mehr oder weniger stark vertreten. Hier steht die Energie in der Mechanik im Fokus, die sich über mehrere Schuljahre sowohl in der Sekundarstufe I als auch in der Sekundarstufe II erstreckt. Um das Thema einzugrenzen, wird die Einführung der Energie im Bereich der Mechanik in der Sekundarstufe I genauer untersucht.

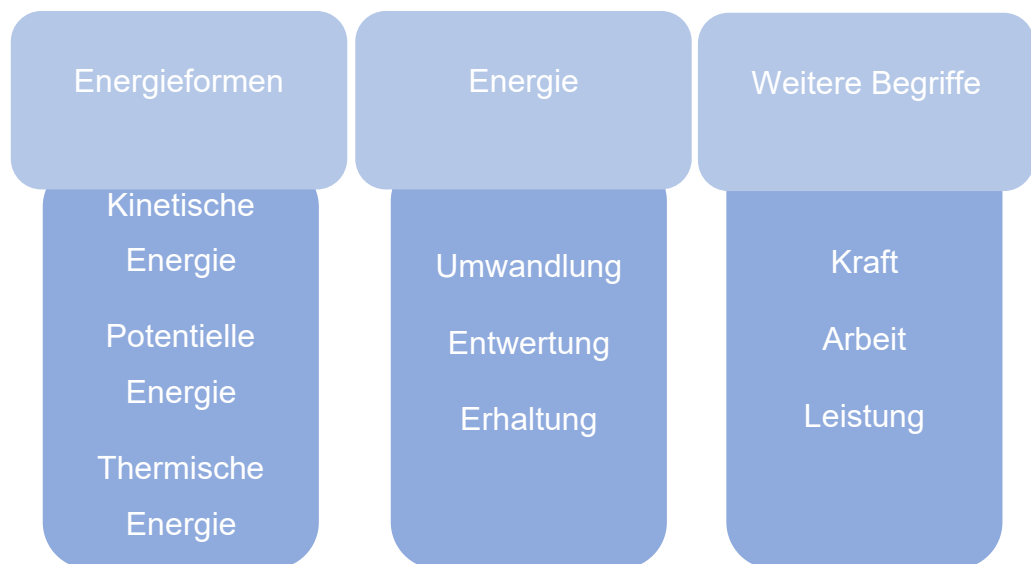


Abbildung 1: Ausgewählte Inhalte der Einführung der Energie in der Mechanik.

In einigen Physikschulbüchern werden die oben genannten Inhalte, sofern sie behandelt werden, in einem Kapitel ausgeführt. Einige Bücher

widmen diesen Inhalten mehr als ein Kapitel. Die Abbildung 1 dient als Anhaltspunkt für die Auswahl der Buchabschnitte bei der Analyse. In Kapitel 3 werden neben der Vorstellung der Schulbücher die ausgewählten Buchabschnitte dargelegt.

2.2 Schülervorstellungen

Im Physikunterricht bringen die SchülerInnen ihre eigenen Denkweisen und Vorstellungen zu physikalischen Phänomenen und Begriffen mit. Diese sind auf alltägliche Erfahrungen bei physikalischen Vorgängen der Lernenden zurückzuführen. Mit ihren Erfahrungen können sich die SchülerInnen neue Vorgänge im Physikunterricht erklären. Allerdings widersprechen diese Vorstellungen meistens den physikalischen Konzepten. Dennoch weisen diese Präkonzepte der Lernenden eine gewisse innere Logik auf und können resistent gegen den Physikunterricht sein. (Wiesner, Schecker, & Hopf, 2018, S. 34). Daher ist es bedeutend, in der Unterrichtsplanung die möglichen Schülervorstellungen zu berücksichtigen.

Schülervorstellungen können beispielhaft in zwei verschiedene Kategorien eingeteilt werden. Zum einen treten allgemeine Schülervorstellungen auf und zum anderen existieren spezifische Schülervorstellungen. Als allgemeines Präkonzept gilt das sogenannte Verbrauchsmodell. Ein Beispiel ist das Brennen einer Kerze, welches nur aufrechterhalten werden kann, wenn das Kerzenwachs verbraucht wird (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 34). Dies kann bei den Lernenden zu der Vorstellung führen, dass bei physikalischen Prozessen etwas verbraucht wird. Auch haben sich Schemata wie das Geben-Nehmen-Schema oder das Ursache-Wirkungs-Schema in dem Alltag der SchülerInnen bewährt. Als eine spezifische Schülervorstellung gilt die Streuung und Reflexion von Licht. Licht wird durch einen Spiegel „zurückgeworfen“. Bei anderen Oberflächen, wie Wänden, geschieht dies nicht. Die Schwierigkeit der Veränderung von Schülervorstellungen ist bei den allgemeinen Schülervorstellungen bedeutend schwerer als bei

den spezifischen Schülervorstellungen, weil sich die Allgemeinen der Lernenden in einem breiten Feld bewähren konnten (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 35).

Durch die bereits vorhandenen Präkonzepte der Lernenden kann es beim Einführen neuer Konzepte im Physikunterricht zu Konflikten mit eben diesen kommen. Dies kann zu enormen Lernschwierigkeiten bei den SchülerInnen führen, die mit einer Ablehnung gegenüber einem Konzeptwechsel zusammenhängen können.

Doch genau dieser Konzeptwechsel, häufig auch *Conceptual Change* genannt, d.h. die Umstrukturierung bekannten Wissens, ist für den Erwerb neuen Wissens im Physikunterricht oftmals unerlässlich. Die Lernschwierigkeiten können in verschiedene Kategorien unterteilt werden: Sach-, lehr- und innenbedingte Lernschwierigkeiten (Wiesner, Schecker, & Hopf, 2018, S. 35f). Bei komplexen Konzepten der Physik kann es auf Grund des Lernstoffs zu sachbedingten Lernschwierigkeiten kommen. Lehrbedingte Lernschwierigkeiten werden durch ungeeignete fachliche oder fachdidaktische Darstellungen verursacht. Bei SchülerInnen können Vereinfachungen dazu führen, dass sich Lernschwierigkeiten und bereits bestehende Schülervorstellungen verstärken. Als innenbedingte Lernschwierigkeiten werden Probleme bezeichnet, die bei der Verarbeitung neuer Informationen auf Grundlage von nicht angemessenen Denkweisen entstehen (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 5).

2.3 Schülervorstellungen zu Energie

Zu dem Thema Energie herrschen viele Schülervorstellungen im Physikunterricht. In den nachfolgenden Abschnitten, die in unterschiedliche Schwerpunkte des Energiebegriffs unterteilt sind, werden einige genauer thematisiert (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 164ff).

2.3.1 Energie, eine mengenartige Größe

„Energie braucht man, um etwas zu bewirken.“

Lernende assoziieren mit dem Begriff „Energie“ stets Positives und verbinden diesen mit Aktivität und Schwung. Die Vorstellung, dass Energie benötigt wird, um etwas zu bewirken, beruht auf dem anthropozentrischen Energieverständnis. Im Alltag treffen die Lernenden auf Aussagen, dass Menschen über ‚Energie‘ verfügen und müde Menschen ‚keine Energie‘ besitzen. Dennoch kann auf dieser Schülervorstellung im Physikunterricht angeknüpft werden (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 164f).

„Energie ist ein speicherbares Etwas – eine Art Treibstoff.“

Weiterhin kann Energie von SchülerInnen als etwas Stoffliches oder Quasi-Stoffliches verstanden werden. Energie ist demnach eine Art unsichtbarer Treibstoff, der in Körpern enthalten ist. Zum einen ist die Verwechslung und zum anderen die Gleichsetzung von Energie und Energieträger verbreitet. Im Unterricht wird die Quasi-Stoffliche Vorstellung durch Begriffe, wie „Energiegehalt“ und „Energiereservoir“, gefördert. Die Verwendung von Energieflussdiagrammen im Unterricht führen zu dem Schluss, dass Energie eine Quasi-Substanz ist, die zwischen Körpern oder Systemen ausgetauscht werden kann. Diese Darstellungen genügen der Konzeptualisierung der Energie als Erhaltungsgröße allerdings nicht (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 165f).

„Energie wird von A nach B gebracht.“

Eine weitere Schülervorstellung von Energie als mengenartige Größe ist, dass Energie fließt oder transportiert wird. Dies wird oftmals von den Lernenden eigenständig gebildet oder aus dem Unterricht geschlossen. Sie suchen für den Energiefluss mechanische Modelle und haben materielle Träger vor Augen. Oft kommt es zu einer Vermengung von Träger- und Energiefluss (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 166).

2.3.2 Energieverbrauch

„Energie wird verbraucht.“

Dieses Präkonzept wird besonders durch die Umgangssprache und die Medien verursacht. Beispielsweise finden sich auf der Website des Umweltbundesamts folgende Aussagen: „Zur Minderung dieser Probleme muss der Energieverbrauch sinken.“, und „Der Energieverbrauch der deutschen Industrie ist im Zeitraum 1995 bis 2017 nur wenig gestiegen“³. Diese Formulierungen verleiten dazu, dass die Lernenden bei dem Begriff „Energie“ an etwas Treibstoffähnliches denken, das beim Heizen verbraucht wird. Diese Aussagen setzen oftmals den ‚Energieverbrauch‘ mit dem Energieträgerverbrauch gleich. Allerdings ist diese Schülervorstellung hinderlich für das physikalische Verständnis der Energieerhaltung. Daher ist es ratsam, diese vorhandene Schülervorstellungen physikalisch umzudeuten, anstatt diese Vorstellung als falsch zu deklarieren (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 166f).

„Energie geht verloren.“

Ähnlich zum Energieverbrauch ist diese verbreitete Schülervorstellung. Neben der meist nützlichen Vorstellung des Energieverbrauchs ist die Vorstellung des Energieverlusts aus Sicht der Lernenden als nicht gewollt (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 167f).

³Der Artikel ist unter dem Stichwort „Indikator: Energieverbrauch der Industrie“ online auf der Website des Umweltbundesamts zu finden: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-energieverbrauch-der-industrie#welche-bedeutung-hat-der-indikator> (letzter Zugriff am 01. Juli 2021).

„Energie bleibt nur unter idealen Bedingungen erhalten.“

Erfahrungen in ihrem Alltag erklären sich viele Lernende mit Energieverbrauch und Energieverlust. Beim Einführen der Energieerhaltung im Physikunterricht werden Experimente gezeigt, bei denen die Lehrkraft Erklärungen verwendet, wie „unter idealen Bedingungen“ oder „wir vernachlässigen...“. Diese Formulierungen fördern das Präkonzept, die Energieerhaltung gelte nur unter idealen Bedingungen (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 168f).

2.3.3 Energieformen

Energietransfer und Energieformen

Auch zum Transfer und den Formen von Energie bestehen bei den Lernenden eigene Vorstellungen. Die Lernenden akzeptieren in der Regel die Idee des Energietransfers, dass Energie von einem Körper auf einen anderen übergeht, und können dieses Wissen anwenden. Beim Wechsel der Energieformen können hingegen mehrere Vorstellungen auftreten. Beispielsweise existiert die Vorstellung, dass verschiedene Energieformen auch andere Energien sind. Energie bleibt Energie unabhängig davon, in welcher Form sie vorliegt oder wie sich der Energieträger ändert (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 171).

2.4 Unterrichtskonzeptionen zu Energie

Durch die Untersuchung ergeben sich neben dem konventionellen Unterrichtskonzept weitere Konzeptionen zur Einführung der Energie in der Sekundarstufe I. Um die Schulbücher im Anschluss auf die Energieeinführung zu analysieren werden nachfolgend einige der Konzeptionen detaillierter dargestellt.

„Energieerhaltung und Energieentwertung“

Schlichting und Backhaus entwickelten ein Unterrichtskonzept auf der Grundlage, dass der Begriff „Energie“, ohne das Prinzip der Energieentwertung, nicht verständlich erklärt werden kann (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 177). Neben der Energieerhaltung, die auch in den klassischen Unterrichtskonzepten behandelt wird, ist die Energieentwertung ein wichtiger Teil (Schlichting & Backhaus, S. 1).

„Energie mengenartig“

Dieser Ansatz des Unterrichtskonzeptes beruht auf dem „Karlsruher Physikkurs“. Hier wird die Energie als mengenartig und quasistoff-gleich angesehen (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 177). Genau betrachtet werden hierbei die Energieänderungen bei einer geringen Änderung einer mengenartigen Größe in einem System (Bader, 2001, S. 22).

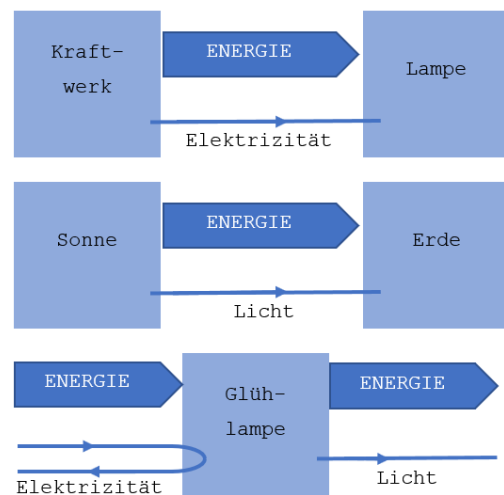


Abbildung 2: Beispielhaftes Diagramm mit Energiestrom und Energieträger in Anlehnung an Starauschek (2001).

Nach dem Karlsruher Physikkurs werden mengenartige Größen wie folgt definiert: „Eine mengenartige Größe ist eine Art ‚Substanz‘, die in einem physikalischen System oder einem Objekt enthalten ist und die von diesem Objekt auf andere Objekte überströmen oder umgekehrt von anderen Objekten als Strom geliefert werden kann.“ (Bader, 2001, S. 22). Dieser Unterrichtsansatz kann bis zur Einführung des Entropiebegriffs verfolgt werden, um die Hauptsätze der Thermodynamik einzuführen (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 177). Neben der Betrachtungsweise der mengenartigen Größen gibt es weitere große Unterschiede zum traditionellen Unterrichtsansatz. Eine besondere Rolle spielen hierbei Energieflussdiagramme, um Energieströme, -träger und -

umladeprozesse zwischen den Energieträgern darzustellen. Den Lernenden wird durch viele Experimente Sprachregeln plausibel gemacht: „Energie fließt nie allein. Energie braucht immer einen Träger“ und „Energie strömt immer von einer Energiequelle zu einem Energieempfänger.“ (Starauschek, 2001, S. 54). Zu Beginn der Lehreinheit werden die Energieträger anstatt mit physikalischen Größen mit sprachlichen Begriffen beschrieben, die als Vorstufe für die physikalischen Größen dienen. Darauf aufbauend erfolgt die Unterscheidung zwischen den Energieträgern, die vom Empfänger zurück zur Quelle gelangen und Energieträger, die nicht mehr zurück zur Quelle fließen. Zusätzlich lernen die SchülerInnen während des Unterrichts, strömende Flüssigkeiten und Gase physikalisch mit Hilfe des Strom-Antrieb-Konzeptes zu beschreiben (Starauschek, 2001, S. 54).

„Energie vor Arbeit“

Dieses Unterrichtskonzept nach Bader beruht auf den traditionellen Inhalte der Mechanik in einer veränderten Reihenfolge. Zu Beginn wird begründet angenommen, dass es in abgeschlossenen Systemen eine „Gesamtenergie“ gibt, die während einer Bewegung konstant bleibt (Schecker, Wilhelm, Hopf, & Duit, 2018, S. 178). Anschließend werden mechanische Formen der Energie, -umwandlungen und die -erhaltung eingeführt. Beim Betrachten nicht abgeschlossener Systeme wird die Änderung der Gesamtenergie beschrieben, wofür der Begriff „Arbeit“ eingeführt wird.

„Einführung über den Kraftbegriff“

Die Einführung der Energie erfolgt beim traditionellen Unterrichtskonzept über die Kraft. Hierbei wird zunächst der Begriff der Kraft, mit Hilfe des Begriffs der Arbeit und darauf aufbauend die Energie eingeführt. Diese Abfolge ist begründet durch das leichtere Erlernen des Kraftbegriff als der Begriff der Energie. Studien zeigen allerdings, dass die Lernenden

die Energie kaum mit Hilfe der Arbeit oder Kraft erklären und der Begriff der Arbeit in der alltäglichen Vorstellung der SchülerInnen anders definiert ist (Reimer, 2020, S. 46f).

„Lernförderliche Metaphern“

Neben den klassischen Unterrichtskonzepten können im Physikunterricht lernförderliche Metaphern zum Einsatz kommen. Ein Beispiel ist das sogenannte Energiekontomodel nach Friege et al zu Betrachtung energetischer Prozesse (Friege, Scholz, & Oberholz, 2018, S. 33f). Vordergründig wird beim Energiekontomodell die Bilanzierung der Energie betrachtet. Jede Energieform hat ein eigenes Konto, mit einem Kontostand, der die Füllhöhe darstellt. Die Umwandlung der Energie wird durch den Transfer der Energie, also die Veränderung (Zu- und Abnahme) der „Füllhöhen“, deutlich gemacht. Die Energieerhaltung wird durch die Gesamthöhe der Kontostände, die während der Energieumwandlung erhalten bleibt, visualisiert (Reimer, 2020, S. 48).

„Energiequadriga“

Duits Unterrichtsansatz beinhaltet eine Energiequadriga, die in Abbildung 3 dargestellt ist (vgl. Reimer, 2020, S. 48f). Diese setzt sich aus fünf Aspekten zusammen, von denen einer der Hauptaspekt und die anderen vier diesem untergeordnet sind. Der Hauptaspekt ist die Konzeptualisierung von Energie.

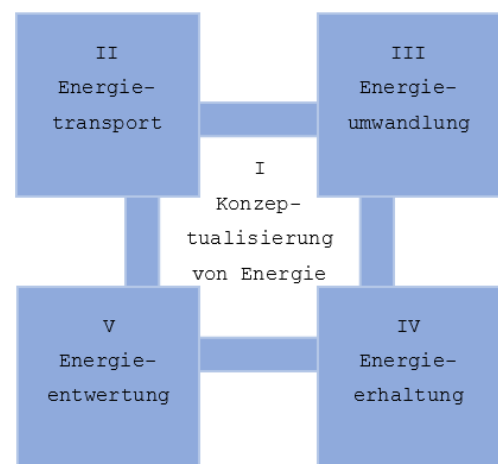


Abbildung 3: Energiequadriga in Anlehnung an Duit (Reimer, 2020).

Nach Duit soll die Treibstoffvorstellung der Lernenden aufgegriffen werden, da viele Prozesse so mit Energie in Verbindung gebracht werden können (Reimer, 2020, S. 48f). Energietransport, -umwandlung, -erhaltung und -entwertung sind

wesentliche Eigenschaften von Energie und bilden die Energiequadrige. Diese grundlegenden Eigenschaften sind laut Duit parallel zu behandeln, um das Wissen bestmöglich zu vernetzen.

Veranschaulichungen

Neben dem Energiekontomodell werden weitere Veranschaulichungen für Energie in der Literatur beschrieben. Mit Hilfe von Energieflussdiagrammen und entsprechenden Pfeilen können Energieflüsse kenntlich gemacht werden (Reimer, 2020, S. 51).

Eine weitere Maßnahme, Energie zu veranschaulichen, bietet das Würfelmodell. Hiermit kann besonders das Prinzip der Energieerhaltung begreifbarer werden. Umwandlungsprozesse der Energieformen und die dabei erhaltene Gesamtenergie können ebenfalls veranschaulicht werden. Jeder Würfel steht bei diesem Modell für eine bestimmte Energieeinheit. Wenn etwas mehr Energie als etwas anderes hat, so hat es mehr Würfel. Auf den Würfelflächen sind verschiedene Energieformen, beispielsweise durch Anfangsbuchstaben o. ä., abgebildet. Mit Hilfe der Würfel kann zu verschiedenen Zeitpunkten im Unterricht angesetzt werden. Zum einen bieten sich die Würfel bei dem Erlernen von Energieformen und Umwandlungsprozessen an, wenn die Würfel auf eine andere Würfelseite gedreht werden. Zum anderen kann die Energieerhaltung und -entwertung mit Hilfe der Würfel erarbeitet und verdeutlicht werden (Reimer, 2020, S. 51).

3 Auswahl der Schulbücher

Nachfolgend werden die für die Analyse verwendeten Schulbücher vorgestellt. Dabei werden nur oberflächliche Kennzeichen präsentiert, um dem Leser einen allgemeinen Überblick zu verschaffen. In Kapitel 5 werden alle Bücher detailliert analysiert.

Folgende Abkürzungen werden für die in dieser Arbeit analysierten Schulbücher verwendet:

- DUDEN: Duden Physik
- FOKUS HE: Fokus Physik 1
- IMPULSE: Impulse Physik
- SPEKTRUM HE: Spektrum Physik 2 Hessen
- FOKUS BW: Fokus Physik 2 Baden-Württemberg
- SPEKTRUM BW: Spektrum Physik 7/8 Baden-Württemberg

In der folgenden Tabelle werden die betrachteten Schulbücher als Übersicht aufgelistet. Bei mehrbändigen Werken ist nur der zur Analyse herangezogene Band genannt. Im Anschluss folgen weitere Informationen bezüglich Erscheinungsdatum und Besonderheiten. Zusätzlich werden die ausgewählten Bücherabschnitte angegeben.

Tabelle 1: Übersicht der ausgewählten Schulbücher.

	Konzipiert für Bundesland	Seiten- anzahl	Abmessungen [cm] C=Cover S=Seiten	Gewicht [g]	Kosten ⁴ - Print - Aufpreis EBook - nur EBook	DVD	Online- Anbindung
DUDEN Duden Schulbuchverlag 2014	Alle	496	C: 17,7 x 24,6 S: 17,0 x 24,0	959	38,50 € - -	•	-
FOKUS HE Cornelsen 2011	Hessen	320	C: 19,5 x 26,7 S: 18,8 x 26,0	822	24,00 € 1,00 € bis 35: 3,99 € 36-200: 3,50 €		•
IMPULSE Klett 2013	Hessen	384	C: 20,2 x 26,6 S: 19,0 x 26,0	954	35,95 € - -	36,95 €	-
SPEKTRUM HE Schroedel 2014	Hessen	304	C: 19,5 x 26,7 S: 18,8 x 26,0	519 / 773	35,95 € - -	-	-
FOKUS BW Cornelsen 2007	Baden- Württemberg	304	C: 19,6 x 26,7 S: 18,9 x 26,0	783	26,50 €	-	-
SPEKTRUM BW Schroedel 2017	Baden- Württemberg	236	C: 19,6 x 26,7 S: 18,8 x 26,0	593	27,50 €	-	-

⁴ Die angegebenen Kosten sind von den jeweiligen Verlagsseiten entnommen. Im Literaturverzeichnis sind die Bücher mit Internetverweisen angegeben.

3.1 Duden Physik – Gau, B., Meyer, L. & Schmidt, G.-D.

DUDEN wurde im Jahr 2014 im Duden Schulbuchverlag veröffentlicht. Diese Auflage wurde im Hinblick auf die Kerncurricula und der Kompetenzorientierung überarbeitet. Die vorliegende Ausgabe kann bundeslandübergreifend verwendet werden und deckt den gesamten Lernstoff der Sekundarstufe I ab. Für die Analyse wurden 39 Seiten (Seitenbereiche: S. 135-148, S. 466-490) verwendet.

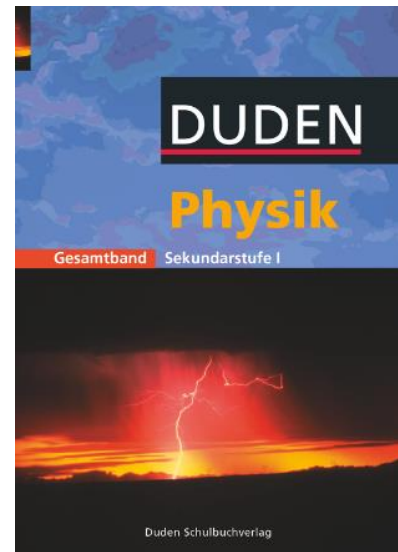


Abbildung 4: Schulbuch Duden.

Besonderheit: Dieses Werk beinhaltet eine DVD mit dem Buchinhalt als PDF.

3.2 Fokus Physik – Udo Backhaus et al.

FOKUS Bücher werden bei Cornelsen verlegt. Es handelt sich bei diesem Werk um eine Überbearbeitung früherer Versionen. Das vorliegende Schulbuch der Ausgabe 2011 ist speziell für den hessischen Physikunterricht konzipiert worden. Für die Analyse wurden 42 Seiten (Seitenbereiche: S. 153-176 & 245-262) verwendet.

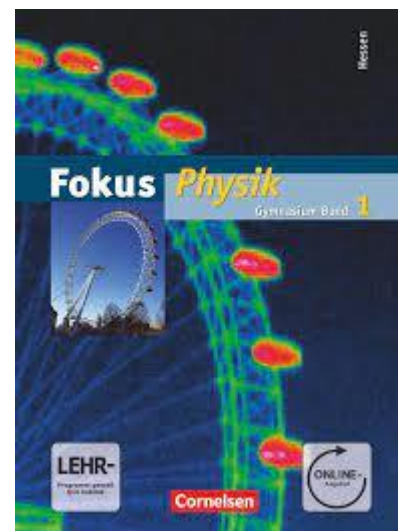


Abbildung 5: Schulbuch FOKUS HE.

Besonderheit: Als eines der wenigen ist dieses Schulbuch auch als E-Book für 8,99 € pro Jahr zu erwerben. Ab August 2021 werden die Jahreslizenzen für die E-Book-Version mit Staffelpreisen vergeben. Schulen, die das Schulbuch bereits als Print-Ausgabe verwenden, können die elektronische Version zusätzlich für 1 € pro bereits vorhandenem Exemplar erhalten.

3.3 Impulse Physik – Wilhelm Bredthauer et al.

IMPULSE-Bücher werden bei Klett verlegt. Analysiert wird das Buch aus der Auflage von 2013. Ebenso wie die vorhergehenden Bücher ist dieses eine Überarbeitung früherer Versionen für G9 (2005) und G8 (2006) und als Lehrwerk in Hessen genehmigt. Diese Auflage ist sowohl für Schulen mit G9 und G8 für die Sekundarstufe I geeignet. Für die Analyse wurden 45 Seiten (Seitenbereiche: S. 113-138, S. 245-260, S. 271-273) verwendet.

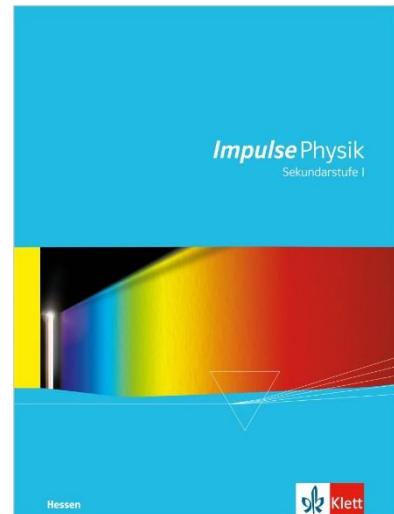


Abbildung 6: Schulbuch IMPULSE.

Besonderheit: Neben der gebundenen Ausgabe (35,95 €) ist auch ein digitaler Unterrichtsassistent, eine Einzellizenz mit DVD, für 36,95 € mit einer Lizenzgültigkeit von 8 Jahren zu erwerben.

3.4 Spektrum Physik Hessen – Thomas Appel et al.

Die SPEKTRUM-Bücherreihe ist bereits seit mindestens zwei Jahrzehnten im Physikunterricht zu finden. Dementsprechend ist die vorliegende Auflage (2014) eine Überarbeitung früherer Versionen. Der Lernstoff der Sekundarstufe I wird in zwei Bänden bereitgestellt. Für die Analyse wurden 34 Seiten (Seitenbereich: S. 158-191) verwendet.



Abbildung 7: Schulbuch SPEKTRUM HE.

3.5 Fokus Physik 2 Baden-Württemberg - Udo Backhaus et al.

Dieses Schulbuch ist eines der beiden Bücher, das für den Physikunterricht in Baden-Württemberg vorgesehen ist. Im Rahmen der Schulbuchanalyse ist es das älteste Schulbuch mit der Veröffentlichung im Jahr 2007 im Cornelsen Verlag. Der Lernstoff der Sekundarstufe I ist in zwei Schulbücher unterteilt. Für die Analyse wird Band 2 verwendet, der für die 7. und 8. Jahrgangsstufe vorgesehen ist. Für die Analyse wurden 53 Seiten (Seitenbereiche: S. 129-131, S. 154-157, S. 187-201, S. 222-252) verwendet.

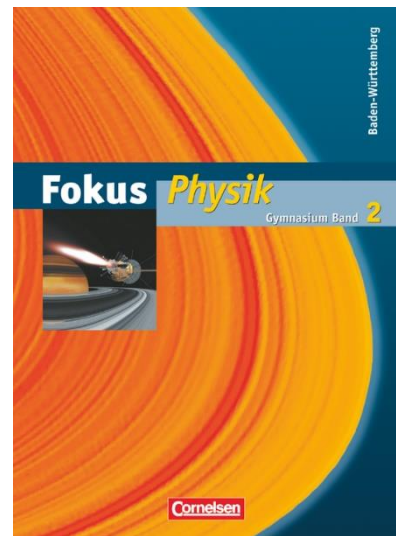


Abbildung 8: Schulbuch Fokus BW.

3.6 Spektrum Physik Baden-Württemberg – Thomas Appel et al.

Wie auch das zuvor vorgestellte Schulbuch ist dieses SPEKTRUM-Buch nicht für den hessischen Physikunterricht vorgesehen. Es wurde für die 7./8. Jahrgangsstufe für Baden-Württemberg konzipiert. Zudem handelt es sich um das neueste Schulbuch unter den ausgewählten Werken und wurde 2017 veröffentlicht. Für die Analyse wurden 38 Seiten (Seitenbereich: S. 60-97) verwendet.

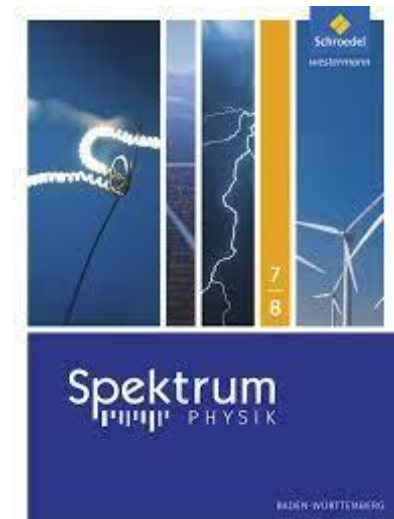


Abbildung 9: Schulbuch SPEKTRUM BW.

4 Kriteriengeleitete Schulbuchanalyse

Die Physikbücher werden anhand eines Kriterienkataloges analysiert. Bei dessen Erstellungen erfolgte eine Auseinandersetzung mit den in der Literatur vorhandenen Analyserastern und deren theoretischen Grundlagen. In Abschnitt 4.1 wird die historische Entwicklung der Schulbuchanalyse betrachtet, die die Grundlage für die Erstellung der Kriterienkatalogs bildet. Die Auflistung der einzelnen Kategorien und den dazugehörigen Kriterien findet sich in Abschnitt 4.2.

4.1 Historische Entwicklung der Analyse von Schulbüchern

Für die Analyse von Schulbüchern ist die Erstellung eines Kriterienkatalogs unverzichtbar. Dennoch besteht in der Schulbuchforschung keine Übereinstimmung, welche Analysekriterien bei Schulbüchern qualifiziert sind, und dazu ist die Unterrichtsforschung eher unbedeutend. Die Anfänge der Schulbuchforschung in Deutschland sind auf die Nachkriegszeit zurückzuführen. Dabei war die Befreiung der Lehrmittel von nationalistischen und geschlechtsspezifischen Ideologien das Ziel (Bölsterli Bardy, 2015, S. 12). In den folgenden Jahrzehnten wurden immer mehr didaktische Fragen beleuchtet. Seit Beginn der 1990er Jahre befasste sich die Schulbuchforschung mit der Analyse von Lehrmitteln. Über die Jahre wurden verschiedene Analyseraster mit verschiedenen objektiven Analysekriterien entwickelt (Scheller, 2010, S. 121f). Nachfolgend wird ein Überblick über einige Raster (auch Kriterienkataloge genannt) der Schulbuchanalyse, die noch heute Verwendung in der Schulbuchanalyse finden, gegeben.

Im Jahr 1986 wurde das *Reutlinger Raster* von Rauch & Tomaschewski für die Analyse von Schulbüchern und Begleitmaterialien entwickelt (Bölsterli Bardy, 2015, S. 16). Dieses Analyseraster beinhaltet vier Bereichen: Allgemeiner Teil, Lehrerband, Schülerband und Arbeitsmappe.

Untersucht werden die Bereiche auf neun Kategorien:

1. Bibliographische Angaben,
2. Ziele und Inhalte,
3. Lehrverfahren,
4. Adressaten,
5. Gestaltung,
6. Text,
7. Aufgaben,
8. Bild und
9. Bild/Text (Bölsterli Bardy, 2015, S. 16).

Jede dieser Kategorien weist mehrere Aussagen auf, die entweder mit Ja/Nein oder durch eine Punkteskala beantwortet werden können. Mit 250 Merkmalen handelt es sich um einen ausgesprochen umfangreichen Untersuchungskatalog.

Ebenfalls 1986 wurde das *Bielefelder Raster* veröffentlicht, das fünf Bereiche beinhaltet:

1. Fachwissenschaft,
2. Fachdidaktik,
3. Pädagogik,
4. Metatheorie und
5. Schulbuchdesign.

Vergleichend mit dem recht praxisorientierten Reutlinger Raster ist dieses Analyseraster stark wissenschaftsorientiert. Mit 480 Merkmalen ist es eines der umfangreichsten Analyseraster (Bölsterli Bardy, 2015, S. 16) überhaupt.

Das Bielefelder und das Reutlinger Raster dienen für viele weitere Schulbuchanalyseraster als Ausgangspunkt (Bölsterli Bardy, 2015, S. 17). 1998 veröffentlichten Sams und Thonhauser das *Salzburger Raster*. Im Wesentlichen beruht dieses Analyseraster auf dem Reutlinger Raster. Hinzugefügt wurden weitere Konzeptionen zur inhaltsanalytischen Betrachtung.

Damit umfasst das Analyseraster 11 Hauptkategorien:

1. Allgemeines zum Lehrwerk,
2. Ausstattung,
3. Handhabbarkeit,
4. Ziele,
5. inhaltliche Qualität,
6. sprachliche Gestaltung,
7. methodische Gestaltung,
8. Funktionen für die Planung und Durchführung des Unterrichts,
9. Bilder/Graphiken/Tabellen,
10. Umgang mit dem politischen Gehalt und
11. Informationen über AutorInnen und Entstehungsbedingungen
(Scheller, 2010, S. 126).

Besonders die Kategorien (7), (8) und (10) sind besonders auffällig. Mit diesen Kategorien sollen politische Färbungen und allfällige Ideologie aufgedeckt werden (Bölsterli Bardy, 2015, S. 17). Insgesamt beinhaltet das Salzburger Raster 78 Merkmale, die anhand einer fünfstufigen Rating-Skala nach der jeweiligen Ausprägung bewertet werden. Grundsätzlich ist dieses Analyseraster als Basis für eine Schulbuchanalyse geeignet. Aufgrund der sehr methodisch fokussierten Merkmalen kann es allerdings hinderlich sein, sodass andere Faktoren womöglich in den Hintergrund oder gar in Vergessenheit geraten (Scheller, 2010, S. 126).

Neben Analyserastern, die allgemeindidaktische Bereiche abdecken, wurden auch fachspezifische Raster entwickelt. Allerdings ist die Anzahl der naturwissenschaftlichen Analyseraster recht überschaubar. Beispielsweise wird dem Physikschulbuch nach Merzyn sieben Strukturelemente zugeordnet, wovon das Strukturelement „Experimentieran-gaben“ spezifisch naturwissenschaftlich ist (Bölsterli Bardy, 2015, S. 17).

In den Jahren 2008/2009 entwickelte die Interkantonale Lehrmittel-zentrale der Schweiz das Tool *Levanto* zur Lehrmittelevaluation (Wirthenson, 2012, S. 39). Hierbei handelt es sich um ein bedienungsfreundliches webbasiertes Programm, mit dem sowohl

bereits veröffentlichte als auch zukünftige Schulbücher und andere Lehrmittel evaluiert werden können. Im Mittelpunkt steht die Gruppenauswertung durch mehrere Fachpersonen. Das Tool umfasste zu Beginn 200 Beurteilungskriterien, die durch Fachleute erst auf 60 und im Rahmen einer Expertenevaluation letztendlich auf 52 Kriterien stark reduziert werden konnten (Wirthenson, 2012, S. 39f). Diese Beurteilungskriterien sind drei Bereichen untergeordnet, die mehrere Untergruppierungen aufweisen:

1. Pädagogisch-didaktischer Bereich:
 - a. Lehrplankongruenz,
 - b. Lernprozess,
 - c. Unterricht,
 - d. Individualisierung,
 - e. innere Differenzierung und
 - f. äußere Differenzierung.
2. Thematisch-inhaltlicher Bereich:
 - a. Ausgewogenheit,
 - b. Inhaltsauswahl und
 - c. Zielgruppenorientierung.
3. Formal-gestalterischer Bereich:
 - a. Gliederung und Aufbau,
 - b. Design und Gestaltung,
 - c. äußere Form und
 - d. Usability (elektronische Lehrmittel) (Wirthenson, 2012, S. 40).

Im Januar 2015 existiert von Levanto die Version 2.0. Neben den drei bereits vorhandenen Bereich beinhaltet die neue Version einen digital-interaktiven Bereich und einen Bereich mit fachspezifischen Kriterien für 18 verschiedene Fachbereich (Interkantonale Lehrmittelzentrale ilz, 2015, S. 4). Die Evaluation verläuft anhand von Aussagesätzen mit einer sechsstufigen Antwortskala. Dabei wird jedes Kriterium in Bezug auf die Einschätzung und der Gewichtung bewertet. Am Ende der Auswertung erhält man neben Angaben zum beschreibenden Teil, Kommentaren zu

den Kriterien auch Auswertungsdiagramme. Ein Beispiel ist in Abbildung 9 dargestellt. Diese Diagramme können für jeden Bereich ausgestellt werden und auch zu Gruppenauswertungen hinzugefügt werden, sodass Vergleiche innerhalb der Gruppe möglich sind. So können Durchschnitte, Minima und Maxima der Beurteilungen generiert werden, um bestimmte Entwicklungen innerhalb der Gruppe aufzudecken.



Abbildung 10: Beispieldiagramm des Tools levanto (Interkantonale Lehrmittelzentrale ilz, 2020).

Levanto wurde in der Schweiz sowohl von Fachleuten als auch vom Lehrpersonal positiv aufgenommen. Es wird bereits von den meisten Kantonen und in Liechtenstein verwendet (Wirthenson, 2012, S. 42). In Deutschland könnte sich bedingt durch Corona und die damit aufkommende Debatte zur Digitalisierung ein Evaluationstool etablieren.

4.2 Der Kriterienkatalog

Zu Beginn wurden fünf allgemeine Kategorien festgelegt, die als Oberbegriffe für die 50 aufgestellten Analysekriterien dienen. Diese lauten:

1. Didaktische Merkmale und Sachstruktur,
2. Text und Sprache,
3. Merksätze und Formeln,
4. Abbildungen und
5. Aufgaben.

Der Kriterienkatalog wurde so erstellt, dass die einzelnen Kriterien gleichmäßig auf die Kategorien verteilt sind. Jede Kategorie enthält genau 10 Kriterien. Formuliert wurden alle Kriterien als Fragen, wie beispielsweise „Werden die Textinhalte mit Hilfe von Bildern veranschaulicht?“. Auf diese Weise kann jedes Kriterium bei der Analyse eindeutig beantwortet werden. Einige Fragen können bejaht, verneint oder numerisch ausgewertet werden. Bei manchen Kriterien ist eine Bewertung im Textformat nötig.

Die Grundlage für das Konzept der Antwortmöglichkeiten bildet die von Scheller dargestellten Antwortvarianten eines Analyserasters (2010, S. 132f.). Nachfolgend wird das für diese Schulbuchanalyse erstellte Raster der Antwortmöglichkeiten vorgestellt (vgl. Tabelle 2):

Tabelle 2: Raster der Antwortmöglichkeiten auf die Fragen des Kriterienkatalogs angelehnt an Scheller (2010).

Antwortkürzel	Kriterium	Beschreibung
++, +, o, -	Abstufung der Ausprägung	Die Bewertung des Kriteriums wird anhand einer der vier Ausprägungsstufen vorgenommen: ++: sehr ausgeprägt +: ausgeprägt o: durchschnittlich ausgeprägt -: wenig ausgeprägt

Antwortkürzel	Kriterium	Beschreibung
J / N	Erfüllt / nicht erfüllt	Das Element der Frage ist erfüllt (J) / nicht erfüllt (N)
Text	Textantwort	Die Bewertung des Kriteriums erfolgt im Textformat
Wert	Angabe eines Zahlenwertes	Für die Bewertung des Kriteriums wird ein Zahlenwert angegeben (absolute Zahl, Prozentwert, usw.)

Im folgenden Kapitel 5 wird die Analyse der Schulbücher im Textformat verfasst. Im Anhang befindet sich die tabellarische Auswertung, die sich aus den Kriterien aus Abschnitt 4.2 ergeben hat. Die einzelnen Analyse-kriterien der verschiedenen Kategorien werden in den folgenden Unterkapiteln tabellarisch vorgestellt und genauer erklärt.

4.2.1 Didaktische Merkmale und Sachstruktur

Tabelle 3: Analysekriterien der ersten Kategorie des Kriterienkatalogs.

Kriterium	Frage	Antwortkürzel
Darstellung der Energie		
1.1	Wird die Energie über den Begriff der Arbeit eingeführt?	J / N
1.2	Wird ein anderes Konzept zur Energie-einführung verwendet?	J / N
1.3	Welche Energieformen werden thematisiert?	Text
1.4	Wird die Energieentwertung behandelt?	J / N
1.5	Wird die Energieerhaltung eingeführt?	J / N
1.6	Wie werden Energieumwandlungen dargestellt und erklärt?	Text

Kriterium	Frage	Antwortkürzel
Schülervorstellungen		
1.7	Wird auf Schülervorstellungen eingegangen?	++, +, o, -
1.8	Werden ungünstige Begriffe thematisiert oder als Lernzweck genutzt?	++, +, o, -
Energie in Natur und Technik		
1.9	Wird auf die Energie in der Natur eingegangen? Welche Schwerpunkte werden dabei gesetzt?	++, +, o, -
1.10	Wie stark wird auf Energie in der Technik eingegangen?	++, +, o, -

Mit den Kriterien 1.1 bis 1.6 wird untersucht, wie mit dem Energiekonzept umgegangen wird. In Kapitel 2 wurde darauf bereits genauer eingegangen und die theoretischen Aspekte vorgestellt. In der Analyse wird betrachtet, ob Unterschiede bei der Energieeinführung im Hinblick auf die Konzepte zu erkennen sind. Zusätzlich wird untersucht, ob Energieerhaltung und -entwertung behandelt werden. Weiterhin wird die Thematisierung der Umwandlungen der verschiedenen Energieformen untersucht.

Das Hauptaugenmerk der Kriterien 1.7 und 1.8 liegt auf den Schülervorstellungen. Einerseits wird der Umgang mit diesen untersucht, also ob und wie auf diese beispielsweise im Text oder in den Aufgaben eingegangen wird. Hierbei muss kein direkter Bezug vorliegen, da meist ohne explizites Ansprechen auf Präkonzept eingegangen wird. Weiterhin wird untersucht, ob ungünstige Begriffe, die Schülervorstellungen begünstigen, verwendet oder thematisiert werden.

Die Kriterien 1.9 und 1.10 befassen sich mit dem Umgang der Energie in Natur und Technik. Hierbei sind besonders Alltagsbezüge in den beiden Bereichen, beispielsweise die Energieumwandlung in der Technik, sinnvoll.

4.2.2 Text und Sprache

Tabelle 4: Analysekriterien der zweiten Kategorie des Kriterienkatalogs.

	Kriterium	Antwortkürzel
Quantitative Analyse der Texte		
2.1	Wie viele Wörter enthalten die ausgewählten Texte?	Wert
2.2	Wie lang sind die Sätze (Satzlänge SL - Wörter pro Satz) durchschnittlich?	Wert
2.3	Wie viele der Wörter weisen drei oder mehr Silben auf (Mehrsilber MS)?	Wert
2.4	Für welche Klassenstufe ist der Text nach der „Wiener Sachtextformel“ (WSTF) geeignet?	Wert
2.5	Entspricht der subjektive Eindruck beim Lesen den Ergebnissen der Analyse mit der WSTF?	Text
Qualitative Analyse der Texte		
2.6	Verfügen die Kapitel über Einstiegstexte und sind diese verständlich und somit motivierend formuliert?	++, +, o, -
2.7	Werden bei den Einstiegstexten kaum bekannte Begriffe oder neue / unbekannte Fachbegriffe verwendet?	Text
2.8	Werden neue Fachbegriffe hervorgehoben (farblich, kursiv, fett, etc.) und werden diese erklärt?	++, +, o, -
2.9	Werden die Textinhalte mit Hilfe von Bildern veranschaulicht?	++, +, o, -
2.10	Verfügen die Kapitel über Zusammenfassungen? Sind die Zusammenfassungen lernförderlich? Wie werden die Zusammenfassungen vom Haupttext getrennt?	Text

Für die zweite Kategorie, die auf der textsprachlichen Analyse beruht, konnten nicht alle Seiten der ausgewählten Kapitel analysiert werden, da dieses zu umfangreich gewesen wäre.

Daher wurde in jedem Buch ein Text herausgesucht, der zum einen annähernd der durchschnittlichen Gestaltung entspricht und zum anderen dasselbe beziehungsweise ein ähnliches Thema behandelt.

Analysiert wurden Texte zu Bewegungsenergie und Spannenergie.

Quantitativ werden die ausgewählten Texte auf der Text- und Sprachebene bei den Kriterien 2.1 bis 2.5 mit Hilfe der Wiener Sachtextformel (kurz WSTF) untersucht. Bamberger und Vanacek (1984) entwickelten die Wiener Sachtextformeln, bestehend aus vier verschiedenen Formelvarianten, um mit Hilfe von Textoberflächenmerkmalen Aussagen über die Lesbarkeit von Texten treffen zu können (Kulgemeyer & Starauschek, 2014, S. 246). Für Schulbuchanalysen wird oftmals die vierte Formel der WSTF verwendet. Diese wird im Folgenden dargestellt und erläutert:

$$WSTF = 0,2656 \cdot SL + 0,2744 \cdot MS - 1,693 \quad (1)$$

Die Textoberflächenmerkmale sind gegeben durch die Satzlänge (SL), also der absoluten Anzahl an Wörtern pro Satz, und den prozentualen Anteil der Mehrsilber (MS), definiert als Wörter mit drei oder mehr Silben.

Als Ergebnis der WSTF erhält man den Schwierigkeitsgrad des Textes, der einer Jahrgangsstufe zugeordnet werden kann.

Demnach entspricht die Lesbarkeit des Textes in etwa der errechneten Jahrgangsstufe. Beispielhaft wird ein Abschnitt eines Wikipedia-Eintrags⁵ über Energie, in welchem die Mehrsilber unterstrichen sind, analysiert:

⁵ Der Ausschnitt des Artikels ist unter dem Suchwort „Energie“ bei Wikipedia zu finden: <https://de.wikipedia.org/wiki/Energie> (letzter Zugriff am 03. Juli 2021).

„Energie ist eine fundamentale physikalische Größe, die in allen Teilgebieten der Physik sowie in der Technik, Chemie, Biologie und der Wirtschaft eine zentrale Rolle spielt. Ihre SI-Einheit ist das Joule. Die praktische Bedeutung der Energie liegt oft darin, dass ein physikalisches System in dem Maß Wärme abgeben, Arbeit leisten oder Strahlung aussenden kann, in dem seine Energie sich verringert. In einem gegenüber der Umgebung abgeschlossenen System ändert sich die Gesamtenergie nicht (Energieerhaltungssatz).“

Bei einer mittleren Satzlänge von 18 Wörtern pro Satz weist der Textabschnitt 19 mehrsilbige Wörter (MS = 26,4) auf. Mit Hilfe der WSTF ergibt sich für den Abschnitt ein errechneter Wert von 10,1, also etwa einer Schwierigkeitsstufe 10. Daher ist der Text für die Lernenden der 10. Jahrgangsstufe angemessen.

Die WSTF kann allerdings die passende Klassenstufe nicht vorhersagen, da nicht alle Textmerkmale mit der WSTF berücksichtigt werden können, sondern dient eher zur Orientierung (Kulgemeyer & Staraschek, 2014, S. 246). Aufgrund dieser Tatsache erfolgt mit dem Kriterium 2.5 ein Vergleich zwischen dem errechneten Wert für die Jahrgangsstufe mit dem subjektiven Leseindruck.

Für die Verständlichkeit ist nach Kulgemeyer und Staraschek (2014) neben der mittleren Satzlänge und der Anzahl mehrsilbiger Wörter auch die Anzahl der mehrfach im Text verwendeten Wörter ein wichtiger Faktor. Dieser wird bei der WSTF jedoch nicht berücksichtigt. Zudem wird dabei auch die Geläufigkeit von Wörtern bei den Lernenden vernachlässigt.

Die Universität Leipzig stellt ein Onlinetool namens *Deutscher Wortschatz*⁶ bereit. Mit diesem Tool kann über die korpusbasierte Suchfunktion Vergleichsdaten und die Häufigkeit und eines Begriffs in über 35 Millionen Sätzen aus deutschsprachigen Zeitungstexten ermittelt

⁶ Das Onlinetool ist zu finden unter: https://corpora.uni-leipzig.de/de?corpusId=deu_news_2020 (letzter Zugriff am 05. Juli 2021).

werden. Als Ergebnis wird unter anderem die Häufigkeitsklasse (kurz HF) dargestellt, die angibt, wie häufig der Suchbegriff in deutschsprachigen Texten auftritt. Die angegebene HF-Zahl verhält sich invers proportional zu der Worthäufigkeit. Das heißt, ein Begriff mit HF 4 kommt häufiger vor als einer mit HF 10. Der Begriff „Energie“ erhält die HF 9 und „Arbeit“ die HF 7. Bei der Analyse mit WSTF ist der Begriff „Energie“ trotz der Bekanntheit von Nachteil, da es im Gegensatz zu „Arbeit“ ein mehrsilbiges Wort ist.

Aus diesem Grund sind Ergebnisse der verschiedenen Lesbarkeitsformeln wie der WSTF nicht vollkommen verlässlich, aber sie dienen als gute Orientierung.

Neben der quantitativen Analyse wurden auch mehrere Merkmale der gewählten Textabschnitte, um die Kriterien 2.6 bis 2.10 zu klären, analysiert. Vordergründig war allerdings die Verständlichkeit der Texte. Untersuchungen von Apolin (2002) zeigten, dass sich die Verständnis der SchülerInnen durch Optimierung von Texten erhöht. Dies kumuliert mit den Leistungen der SchülerInnen in den Naturwissenschaften und der Mathematik (Apolin, 2004, S. 16).

„Man soll die Dinge so einfach wie möglich machen, aber nicht einfacher.“

Albert Einstein

Ab den 1970er Jahre wurde in Deutschland versucht, die Ansammlung verständnisfördernder Kennzeichen eines Textes zu prägnanten Merkmalen zusammenzufassen. Das *Hamburger Verständlichkeitsmodell* umfasst vier Haupt-Verständlichkeitsmerkmale, mit deren Hilfe alle wesentlichen Merkmale beschreiben werden können. Die vier Hauptmerkmale sind:

1. Einfachheit,
2. Gliederung – Ordnung,
3. Kürze – Prägnanz und
4. anregende Zusätze.

Das Hamburger Verständlichkeitsmodell ist allgemein gültig und unabhängig von der Textart und dem Alter, Geschlecht, Intelligenz des Lernenden (Apolin, 2004, S. 15). Für SchülerInnen sollten verständliche Texte demnach folgende Eigenschaften aufweisen (vgl. Heinicke & Wodzinski, 2018, S. 34, 40f.; Kulgemeyer & Starauschek, 2014, S. 250 und Schmitz, 2016, S. 22f.):

- möglichst kurze Sätze mit bekannten und geläufigen Wörtern und guter Lesbarkeit,
- innere Gliederung (Kohärenz, also ein roter Faden durch den Text) und äußere Gliederung (beispielsweise typografische Elemente wie die Hervorhebung wichtiger Begriffe),
- Weniger ist mehr – prägnante Formulierungen mit hoher Informationsdichte und
- motivierende Formulierungen (beispielsweise Humor und direkte (An-)rede).

Qualitativ werden die Texte mit den Kriterien 2.6 bis 2.10 untersucht. Die beiden Kriterien 2.6 und 2.7 befassen sich mit Einstiegstexten. Hierbei wird zum einen das Vorhandensein und zum anderen die Qualität der Einstiege untersucht.

Einstiegstexte sind wichtige Instrumente innerhalb von Lehrmitteln und dienen als Basis für das erfolgreiche Auseinandersetzen im Kapitel. Ebenso wie die Haupttexte sollen Einstiegstexte möglichst einfach formuliert und besonders gut gegliedert sein. Zusätzlich sollen sie motivierend gestaltet sein, um SchülerInnen stärker zu begeistern als die Haupttexte (Scheller, 2010, S. 158). Werden diese Verständlichkeitsmerkmale nicht oder nicht ausreichend erfüllt, kann es zu schwindender Motivation der SchülerInnen führen, die sich negativ auf die aktive Teilnahme am Physikunterricht auswirken könnte.

Allerdings ist nach Scheller (2010, S.147f.) die Verwendung von Mitteln zur anregenden Gestaltung von Texten eine subjektive Präferenz der Schulbuchautoren. Die Aufmerksamkeit der SchülerInnen wird durch verschiedene sprachliche Mittel, wie das Einbauen von lustigen Anek-

doten, gesteigert, um möglichst positive Stimmungen bei den LeserInnen zu bewirken. Hinderlich kann dabei eine Vielzahl an unbekannten Worten und Begriffen mit mehrfacher Bedeutung für das Textverständnis sein.

Unbekannte Wörter und besonders Fremdwörter sowie Fachbegriffe erfordern eine höhere Verarbeitungszeit von Seiten der Lernenden, sodass das Textverständnis erschwert wird (Scheller, 2010, S. 134f.). Demnach sollte das Maß an Fachbegriffen und Fremdwörtern in einem Einstiegstext angemessen gewählt sein. Die Häufigkeit an Fachbegriffen ist in der Literatur nicht genau definiert. Allerdings sollten nur so viele Fachbegriffe vorkommen, sodass die Erweiterung des Fachwissens der SchülerInnen nicht beeinträchtigt wird.

Daher ist es im Allgemeinen sinnvoll, in Schulbuchtexten (Alltags-) Begriffe zu verwenden, um so auch das Vorwissen der SchülerInnen zu aktivieren (Scheller, 2010, S. 135).

Bei dem Kriterium 2.8 wird die Hervorhebung von Fachbegriffen im Einstiegstext untersucht. Besonders neu eingeführte Fachbegriffe sollten hervorgegeben werden, beispielsweise durch Unterstreichen, Fett- oder Kursivschrift oder eine andere Schriftfarbe. Die Aufmerksamkeit der SchülerInnen beim Lesen wird so auf Fachbegriffe gelenkt und es wird dabei vermittelt, dass dies ein inhaltlich sehr bedeutender Begriff ist. Dies ist ein wahrnehmungspsychologisches Phänomen und wird als *Pop-out-Effekt* (deutsch „ins Auge springen“) bezeichnet. Dieser tritt besonders bei Signalfarben und Leuchtfarben wie Rot oder starken Kontrasten auf.

Die Hervorhebung wichtiger Begriffe ist besonders beim Lernen und Wiederholen für SchülerInnen hilfreich.

Das Kriterium 2.9 befasst sich mit der Veranschaulichung der Textinhalte durch Bilder zur Förderung des Textverständnisses. In den Naturwissenschaften, besonders der Physik, sind fachliche Konzepte meist komplex und dadurch für SchülerInnen zu abstrakt.

Hierbei können Bilder ergänzend wirken und so das Verständnis des komplexen Textinhalts unterstützen. Kognitionspsychologische Unter-

suchungen haben gezeigt, dass sich visuelles und begriffliches Wissen lernförderlich beeinflussen.

Bilder weisen im Gegensatz zur Sprache die Stärke der visuellen Eigenschaften auf, beispielsweise Farbe, Form, Textur und räumliche Zuordnung (Ballstaedt, 2012, S. 14ff.). Die Kombination von Bildern und Text kann bewirken, dass SchülerInnen die Inhalte besser und insbesondere nachhaltiger lernen.

Mit Hilfe des Kriteriums 2.10 werden die Zusammenfassungen der Kapitel untersucht. Zusammenfassungen können sich sowohl als Überblick vor als auch als Rückblick nach dem Haupttext befinden. Dabei werden die zentralen Inhalte des Textes prägnant zusammengefasst.

Die SchülerInnen können sich mit Hilfe von vorangestellten Zusammenfassungen einen Überblick über die wichtigsten Inhalte des Textes machen.

Nachgestellte Zusammenfassungen fördern durch Wiederholung der wichtigsten Inhalte des Haupttextes das Verständnis. Hilfreich können diese für die Vorbereitung auf Klausuren zum Wiederholen sein.

Durch Zusammenfassungen innerhalb eines Kapitels wird die Redundanz der Texte erhöht. So kann das gelernte Wissen eines Textes weiter gefestigt werden (Scheller, 2010, S. 159f.).

4.2.3 Merksätze und Formeln

Tabelle 5: Analysekriterien der dritten Kategorie des Kriterienkatalogs.

Kriterium	Frage	Antwortkürzel
Quantitative Analyse der Merksätze		
3.1	Wie viele Merksätze kommen insgesamt vor?	Wert
3.2	Wie viele Merksätze kommen durchschnittlich pro Seite vor?	Wert
3.3	Wie lang sind die Merksätze durchschnittlich (Wörter pro Merksatz)?	Wert
Qualitative Analyse der Merksätze		
3.4	Enthalten die Merksätze die wichtigsten Inhalte des Textes? Werden Fremdwörter verwendet?	++, +, o, -
3.5	Wie werden sie vom Haupttext gut sichtbar abgetrennt?	Text
Quantitative Analyse der Formeln		
3.6	Kommen im Text Formeln und mathematische Beziehungen vor?	J / N
3.7	Wie viele Formeln gibt es?	Wert
3.8	Wie viele Formeln kommen durchschnittlich pro Seite vor?	Wert
Qualitative Analyse der Formeln		
3.9	Werden Formeln hergeleitet? Werden die Formeln mathematisch und/oder sprachlich hergeleitet?	++, +, o, -
3.10	Entsprechen die Formeln den mathematischen Vorkenntnissen?	++, +, o, -

Die dritte Kategorie befasst sich sowohl mit Merksätzen als auch mit Formeln. Hierbei sind die Analysekriterien gleichmäßig auf die quantitative und qualitative Analyse verteilt. Merksätze gehören zu den Struktur-

elementen, die zur Organisation des Lernens beziehungsweise Aneignung genutzt werden, und sind gute Hilfsmittel während des Lernprozesses (Scheller, 2010, S. 162).

Die Kriterien 3.1 bis 3.3 beziehen sich auf die quantitative Analyse der Merksätze. Dabei wird einerseits die absolute Anzahl der sich im Buchabschnitt befindlichen Merksätze identifiziert und zum anderen die durchschnittliche Anzahl der Wörter pro Merksatz.

Bei dem Kriterium 3.4 wird untersucht, inwiefern die Merksätze den wichtigsten Inhalt des Textes zusammenfassen und ob die Merksätze Fremdwörter enthalten. Die Prägnanz bei der Formulierung von Merksätzen ist besonders wichtig. Daneben sollen diese eine einfache Wortwahl aufweisen und die wichtigsten Informationen des Textes enthalten.

Durch die Prägnanz der Merksätze können allerdings Schwierigkeiten beim Verständnis seitens der SchülerInnen auftreten. Dies ist auf die Verwendung von Fachbegriffen, die im Allgemeinen die kürzeste Beschreibung des Sachverhaltes darstellen, zurückzuführen. Die Fachbegriffe sind allerdings unverzichtbar in Merksätzen, da es sich dabei meist um die zu lernenden Fachtermini handelt. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass sich Merksätze an physikalischen Grundannahmen orientieren, was weitere (unbekannte) Fachbegriffe und eine erhöhte Komplexität der Satzstruktur mit sich bringt.

Daher sind Merksätze oftmals deutlich komplexer als der restliche Text. Im Hinblick auf die Wichtigkeit der Merksätze für SchülerInnen ist dies bedenklich (Scheller 2010, S.165).

Die Frage 3.5 befasst sich mit der Gestaltung, insbesondere den Hervorhebungsmitteln, die für die Merksätze gewählt wurde. Die Abgrenzung der Merksätze zum Haupttext ist besonders für die Orientierung der Lernenden wichtig. Merksätze sollen nicht nur inhaltlich geschlossen, sondern auch optisch als Einheit erscheinen. Durch Hervorhebungen, beispielsweise Umrandungen durch Kästen, Verwendung anderer Schriftfarben, farbige Schattierungen, festgelegten Buchstaben oder grafischen Symbolen, als Abgrenzung können auf einzelne

Informationsbausteine, wie hier den Merksätzen, schneller zugegriffen werden (Scheller, 2010, S. 142f.).

Als besondere Erscheinungsweisen des Haupttextes gelten Formeln. Da sie in der Regel integriert in Textabsätzen auftreten, werden sie nicht zu den Strukturelementen gezählt. In Physikschulbüchern sind Formeln allerdings eine wichtige Darstellungsmöglichkeit (Scheller, 2010, S. 152).

Bei Texten von Physikschulbüchern lassen sich anhand des Formelanteils Rückschlüsse auf die Mathematisierung ziehen. Daher sind das Vorkommen und die Texteinbindung der Formeln bei einer Schulbuchanalyse besonders zu berücksichtigen (Scheller, 2010, S. 155).

„Mach‘ dir keine Sorgen über deine Schwierigkeiten mit der Mathematik. Ich kann dir versichern, dass meine noch größer sind.“

Albert Einstein

Viele SchülerInnen verbinden mit dem Fach Physik negative Erfahrungen aufgrund einer bestehenden Abneigung gegen Mathematik.

Eine solche Aussage machte bereits Albert Einstein. Generell werden Formeln speziell von SchülerInnen als stark abstrahiert wahrgenommen. Ziel der meist mathematischen Aussagen der Formeln ist der Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.

Im Physikschulbuch sollen die Hintergründe der Formeln, vor allem die Theorie und Anwendbarkeit, vermittelt werden. Andernfalls bleiben die Formeln inhaltsleer und wirken abschreckend für die SchülerInnen oder verlieren gar ihre Bedeutung (Scheller, 2010, S. 155).

Mit den Kriterien 3.6 bis 3.8 werden die im Text angegebenen Formeln quantitativ analysiert. Einerseits werden die ausgewählten Textabschnitte auf das Vorkommen von Formeln oder mathematischen Beziehungen und andererseits die absolute Anzahl der Formeln innerhalb der Textabschnitte und pro Buchseite untersucht. Es lässt sich nicht festlegen, wie viele Formeln für eine bestimmte Jahrgangsstufe angemessen sind. Auch die Formelanzahl innerhalb eines Themas lässt sich meist

nicht bestimmt ermitteln, wobei sich die Anzahl der Formeln zum Teil auch auf den Inhalt des Textes ergibt (Scheller, 2010, S. 155).

Die Kriterien 3.9 und 3.10 befassen sich mit der Herleitung von den Formeln. Untersucht wird, ob Herleitungen der Formeln in den Texten verwendet werden und welche Form der Herleitung vorliegt. Bei Herleitungen können aufgrund der Notwendigkeit der Formeln Schwierigkeiten auftreten, da diese, wie auch die einzelnen Formeln, für die SchülerInnen sehr komplex erscheinen oder die mathematischen Kenntnisse nicht ausreichen. Letzteres kann auf nicht oder nur teilweise aufeinander abgestimmte Lehrpläne in den Fächern Mathematik und Physik zurückzuführen.

Daher ist situationsbedingt abzuwägen, ob auf Herleitungen verzichtet, eine besonders einfache Erklärung der Herleitungen hinzugefügt oder nur die Endformel verwendet werden kann (Scheller, 2010, S. 155).

4.2.4 Abbildungen

Tabelle 6: Analysekriterien der vierten Kategorie des Kriterienkatalogs.

Kriterium	Frage	Antwortkürzel
Quantitative Analyse der Abbildungen		
4.1	Wie viele Abbildungen gibt es insgesamt?	Wert
4.2	Wie viele Abbildungen gibt es durchschnittlich pro Seite?	Wert
4.3	Wie groß ist der Flächenanteil der Abbildungen durchschnittlich?	Wert
4.4	Wie groß ist der prozentuale Anteil der verschiedenen Abbildungstypen (z. B. Zeichnungen, Fotos)?	Wert

Kriterium	Frage	Antwortkürzel
Qualitative Analyse der Abbildungen		
4.5	Sind die Abbildungen beschriftet (Über- oder Unterschriften) und mit Nummern versehen?	J / N
4.6	Wird im Text auf die Abbildungen verwiesen und werden sie erklärt?	J / N
4.7	Spiegeln die Abbildungen die zu visualisierenden Inhalte wieder?	++, +, o, -
4.8	Welche Bildinhalte werden in den Abbildungsbeschriftungen thematisiert?	Text
4.9	Sind in den Abbildungen irrelevante Informationen enthalten?	++, +, o, -
4.10	Wie lassen sich die Abbildungen inhaltlich zuordnen? Werden Interessen und der Alltag der SchülerInnen berücksichtigt? Wird das Verständnis von Konzepten und den Texten durch die Abbildungen unterstützt?	++, +, o, -

In der Schule werden seit den 1940er und 1950er Jahren verschiedene sowohl visuelle als auch audiovisuelle Medien verwendet (Pettersson, 2010, S. 23).

Ebenfalls zeigte sich in den Schulbüchern im Lauf des 20. Jahrhunderts eine Veränderung. Waren sie anfangs meist textbasiert, wurden sie sowohl illustriert als auch später bild- und textbasiert. Die zunächst schwarzweißen Bilder wandelten sich im weiteren zeitlichen Verlauf in Farbbilder.

Im 21. Jahrhundert stieg die Anzahl der in Büchern gedruckten Bilder immer weiter an (Pettersson, 2010, S. 31f). In den Naturwissenschaften spielen Bilder eine große Rolle bei der Wissensvermittlung, wie beispielsweise Diagramme in der Mathematik (Ballstaedt, 2012, S. 17).

Weiterhin sind Bilder die häufigste Erscheinungsform der illustrierenden Textelemente. (Scheller, 2010, S. 168).

Die Kriterien 4.1 bis 4.4 entsprechen einer quantitativen Analyse. Hierbei werden zum einen die absolute Anzahl der Abbildungen, die in den analysierten Kapiteln abgebildet sind, und zum anderen die durchschnittlichen Flächeninhalte der Abbildungen pro Seite bestimmt. Im Weiteren erfolgt eine Einteilung der Abbildungen in die verschiedenen Abbildungstypen.

In der Literatur findet sich keine einheitliche Kategorisierung von Bildern. Je nach Autor erfolgt die Kategorisierung unterschiedlich ausführlich. Issing (vgl. 1983, zit. nach Wiesner, Schecker, Hopf 2018, S. 116f.) teilt Bilder in drei verschiedene Kategorien ein: Abbildungen, Analoge Bilder und Logische Bilder. Diese werden nachfolgend genauer beschrieben.

- Abbildungen: Eine Abbildung stellt die äußerliche Eigenschaft eines Objektes dar. Sie dienen als Anschauung und beinhalten Fotografien bis hin zu Strichzeichnungen.
- Analoge Bilder: Die analogen Bilder stellen nicht direkt beobachtbare Prozesse dar und helfen, Strukturen und Funktionsweisen zu begreifen. In dieser Kategorie inbegriffen sind beispielsweise funktionale und strukturelle Analogien.
- Logische Bilder: Dieser Bildtyp weist einen hohen Grad der Abstraktion und Schematisierung auf und enthält ein Symbolsystem. Beispiele dieser Kategorie sind Charts, Darts und Grafiken.

Eine weitere, detailliertere Typisierung von Bildern zeigt Ballstaedt (2012). Bilder werden zunächst in interne, wie visuelle Vorstellungen oder Bilder in Träumen, und externe Bilder, wie auf einem Papier oder anderen Medien gezeichnet, unterteilt (Ballstaedt, 2012, S. 14). In Abbildung 11 ist die Kategorisierung der externen Bilder gezeigt:

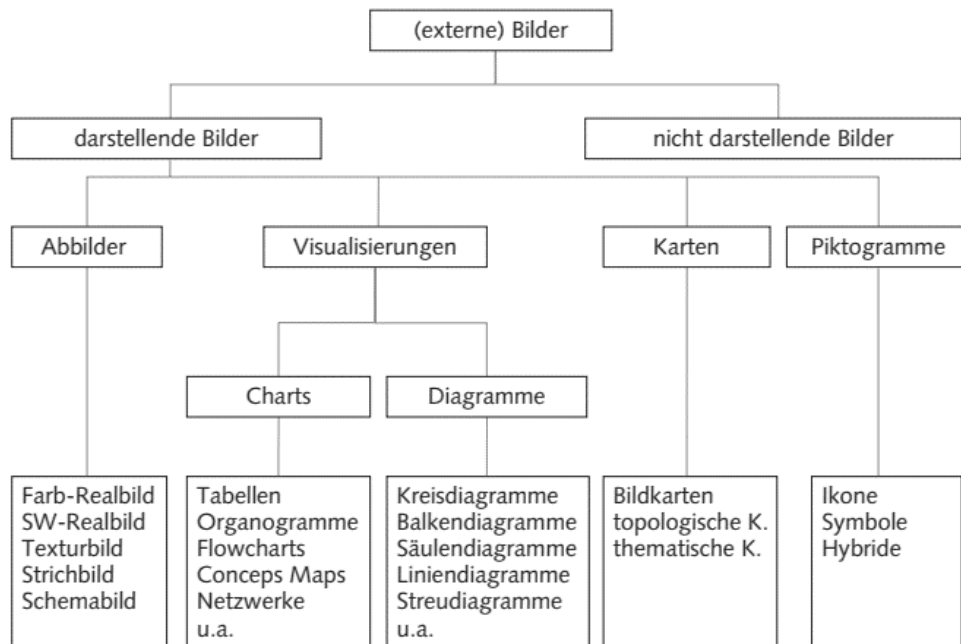


Abbildung 11: Übersicht der externen Bildtypen nach Ballstaedt (2012, S. 19).

Für jeden Bildtyp der obigen Abbildung gilt jeweils:

- Erfüllung bestimmter kommunikativer Basisfunktionen, also eine besonders effektive Übermittlung bestimmter Informationen. Dies ist bedeutend, sofern man sich für einen einzigen Bildtyp entscheiden muss
- Bestimmte Anforderungen an die Wahrnehmung und das Verstehen

Nachfolgend werden die für die Analyse ausgewählten Abbildungstypen vorgestellt. Im Fokus bei der Teilanalyse stehen vor allem der Inhalt und die Funktion der Abbildungen. Neben einer Beschreibung des jeweiligen Abbildungstyps ist jeweils ein Beispiel abgebildet.

Fotos:

Fotografien



Abbildung 12: Beispiel des Abbildungstyps "Fotos" (SPEKTRUM Baden-Württemberg, S. 86).

Zeichnungen:

Abbildungen, die durch händisches oder elektronisches Zeichnen erzeugt werden

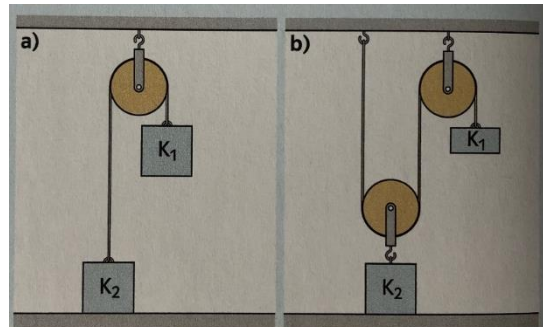


Abbildung 13: Beispiel des Abbildungstyps "Zeichnungen" (IMPULSE, S. 246).

Graphen:

Graphen stellt Funktionen verschiedener Art dar.

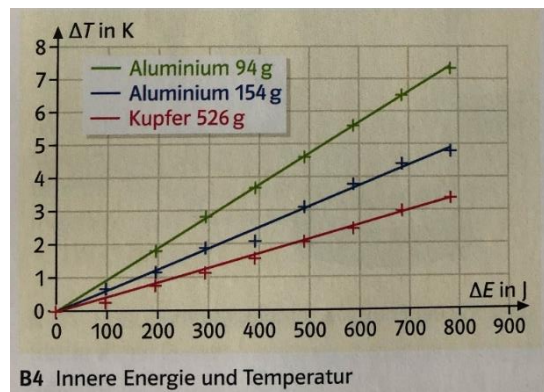


Abbildung 15: Beispiel des Abbildungstyps "Graphen" (IMPULSE, S. 257).

Diagramme:

Schaubilder, die beispielsweise Energieflussdiagramme, zeigen.

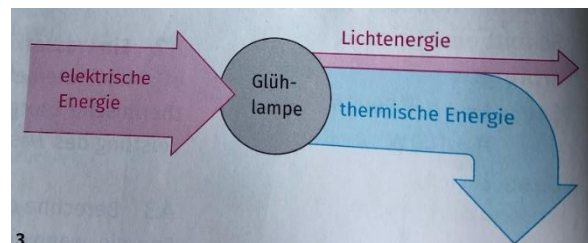


Abbildung 14: Beispiel des Abbildungstyps "Diagramme" (SPEKTRUM Baden-Württemberg, S. 82).

Tabellen:

Tabellarische Darstellungen von Messergebnissen oder ähnlichem.

t in s	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
v in m/s	0,10	0,24	0,37	0,45	0,62
E_B in J	0,001	0,004	0,011	0,016	0,030

B4

Abbildung 16: Beispiel des Abbildungstyps "Tabellen" (IMPULSE, S. 252).

Mit Hilfe der Kriterien 4.5 bis 4.7 wird die Verbindung von Text und Abbildung beleuchtet. Hierbei wird besonders auf den Praxisbezug der Abbildungen Wert gelegt, der sich positiv auf die Wahrnehmung und Verständnis der SchülerInnen beim Lesen auswirken.

Bei der Abbildungsauswahl für Lehrbücher ist es wichtig, dass die Abbildungen zum einen ästhetisch ansprechend sind und zum anderen den pädagogischen Inhalt vermitteln (Pettersson, 2010, S. 38). In der Regel enthalten Abbildungen im Vergleich zu einem geschriebenen Text recht viele Informationen, sodass Abbildungen ohne einen erklärenden Text wenig Informationen für die SchülerInnen (Pettersson, 2010, S. 49).

Um Abbildungen möglichst eindeutig verstehen zu können, ist die Kombination aus Abbildungen und Text notwendig. Damit Abbildungen den bestmöglichen Bezug zum Text haben, sollten sie nahe am Text platziert werden und zusätzlich im Text mit der entsprechenden Bildnummer referenziert werden (vgl. Aprea & Bayer, 2010, S. 77; Fuchs, Niehaus, & Stoletzki, 2014, S. 50). Die Textverweise machen deutlich, wann eine Abbildung wichtig im Lese- und Lernprozess ist.

Erklärende Texte mit Bildverweisen wirken unterstützend, um im Betrachtungsprozess die wichtigsten Details der Abbildungen bestmöglich zu erkennen. Neben Verweisen auf Abbildungen im Text sind Beschriftungen, sowohl Unter- als auch Überschriften, der Abbildungen beim Leseprozess lernfördernd für SchülerInnen.

Mit Hilfe von Unterschriften der Abbildungen kann neben der Benennung der Inhalte auch die Erklärung und Kontextualisierung erfolgen. Dadurch dienen sie als Orientierungshilfe für die LeserInnen (Scheller, 2010, S. 170).

Mit Hilfe der Kriterien 4.8 bis 4.10 werden die Bildinhalte im Detail analysiert. Hierbei werden die Abbildungsbeschriftungen mit den Bildinhalten verglichen und untersucht, ob die Abbildungen Inhalte enthalten, die für die SchülerInnen irrelevant sein könnten. Zusätzlich werden die Bildinhalte auf Alltagsbezüge der SchülerInnen untersucht. Die Verwendung von Alltagsgeräten oder Situationen in den Abbildungen hat für die SchülerInnen einen großen Nutzen.

Auch Bildinhalte, die sich an den Interessen der SchülerInnen orientieren, wie beispielsweise dargestellte Hobbies oder Haustiere, wirken sich positiv auf die lesenden SchülerInnen aus. Bedeutsam ist

grundsätzlich bei Schulbuchanalysen, wie sich die Abbildung zum Text verhält, das heißt, ob die Information des Textes visuell wiedergegeben wird, durch die Abbildung Informationen hinzugefügt werden oder weitere, irrelevante Informationen durch die Abbildungen angegeben werden.

Um eine bestmögliche Verarbeitung der Abbildungen während des Lesens zu gewährleisten, sollten Abbildungen nur jene Informationen beinhalten, die auch mit dem Text übermittelt werden sollen (Scheller, 2010, S. 105).

Dies ist auf das Drei-Speicher-Modell zurückzuführen, welches drei Teilsysteme der Informationsverarbeitung und -speicherung unterscheidet. Dazu gehören das sensorische, das Arbeits- und das Langzeitgedächtnis. Erhalten SchülerInnen beim Lesen und Betrachten der Bilder neue Informationen, gelangen diese zunächst in das sensorische Gedächtnis. Die Weiterverarbeitung der Informationen erfolgt im Arbeitsgedächtnis. Allerdings weist das Arbeitsgedächtnis einige Beschränkungen auf. Neben der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist auch die bewusste Aufmerksamkeit begrenzt. Das Arbeitsgedächtnis hat eine relativ kleine Kapazität (Kunter & Trautwein, 2013, S. 26f.). Der Großteil der Menschen kann sich etwa sieben Elemente, wie Wörter, Zahlen oder ähnliches, die gleichzeitig gemerkt, und nur zwei bis drei Elemente, die zeitgleich verarbeitet werden können (Aprea & Bayer, 2010, S. 77; Kunter & Trautwein, 2013, S. 27).

Auch die bewusste Aufmerksamkeit der Menschen ist auf eine Sache begrenzt beziehungsweise kann nur auf eine gerichtet werden, sodass die Abbildungen nur das Wichtigste zeigen sollten (Kunter & Trautwein, 2013, S. 27).

Enthalten Abbildungen für den darzustellenden Sachverhalt irrelevante Inhalte, so können SchülerInnen aufgrund der geringen bewussten Aufmerksamkeit durch diese von den wichtigen Bildinhalten abgelenkt werden.

4.2.5 Aufgaben

Tabelle 7: Analysekriterien der fünften Kategorie des Kriterienkatalogs.

Kriterium	Frage	Antwortkürzel
Quantitative Analyse der Aufgaben		
5.1	Wie viele Aufgaben gibt es insgesamt?	Wert
5.2	Wie viele Aufgaben gibt es durchschnittlich pro Seite?	Wert
5.3	Welche Länge haben die Aufgabenstellungen durchschnittlich (Wörter pro Aufgabe)?	Wert
5.4	Welche Anteile haben die verschiedenen Aufgabentypen?	Wert
5.5	Sind die Aufgabenstellungen verständlich formuliert?	++, +, o, -
Qualitative Analyse der Aufgaben		
5.6	Sind die Aufgabenstellungen mit Operatoren und direkter Ansprache formuliert?	J / N
5.7	Sind die Aufgaben lernförderlich? Handelt es sich dabei um reine Übungen oder vertiefende Aufgaben ?	++, +, o, -
5.8	Gibt es Beispielrechnungen und Musterlösungen?	J / N
5.9	Wie viele Beispielrechnungen gibt es insgesamt?	Wert
5.10	Gibt es Vorschläge für Experimente, die zu Hause durchgeführt werden können?	J / N

Mit Hilfe der Kriterien 5.1 bis 5.4 erfolgt eine quantitative Analyse der Aufgaben. Zum einen wird die absolute Anzahl und die durchschnittliche Anzahl der Aufgaben pro Seite ermittelt. Zum anderen wird ebenso, wie bei den Texten und Merksätzen, die durchschnittliche Länge der Aufgabenstellungen bestimmt. Die Aufgaben werden auf die Vielfältigkeit

der Aufgabentypen untersucht und eine Übersicht wird über die Anteile der jeweiligen Aufgabentypen erstellt. Im Physikunterricht werden Aufgaben für verschiedene Zwecke verwendet. In Schulbüchern kommen verschiedene Erscheinungsformen mit unterschiedlichen Zielen vor. Kauertz, Löffler und Fischer (2015, S. 452) unterteilen Aufgaben zunächst in Lern- und Testaufgaben und kategorisieren daraufhin nach den unterschiedlichen Lernzielen. Ballstaedt (1997, S.81) unterscheidet zwischen offenen Fragestellungen, die wiederum in Wissens-, Verständnis- und Anwendungsfragen unterteilt sind, Fragen im Multiple-Choice-Format, Ergänzungsverfahren, wie Lückentext, und Korrekturaufgaben.

Für die Analyse der Aufgaben wird die folgende Kategorisierung der Aufgabentypen herangezogen. Dabei wird die Art der Aufgabenstellung und das entstehende Lernergebnis kategorisiert. Es werden sieben verschiedene Kategorien für die Analyse verwendet. Nachfolgend werden diese jeweils mit einer Beschreibung der Kategorie und einer beispielhaften Aufgabenstellung vorgestellt.

Verständnisfrage: Hierbei wird Wissen abgefragt oder komplexere Fragen gestellt, für deren Beantwortung qualitatives Konzeptverständnis erforderlich ist. Häufig werden die Operatoren⁷ „erläutern“, „erklären“ etc. verwendet:

„Beschreibe am Beispiel des Turmspringers, an sich abkühlenden Tees, an einer abbrennenden Kerze und eines auf und ab laufenden Jo-Jos, was man tun muss, damit diese Vorgänge immer wieder neu ablaufen können. Gehe dabei auf die Energieübertragungen und Energieumwandlungen ein.“ (Fokus Hessen, S. 171)

⁷ Die hier angegebenen Operatoren sind in der naturwissenschaftlichen Operatorenliste vom hessischen Kultusministerium veröffentlicht worden und unter <https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/hkm/la21-operatoren-fbiii.pdf> zu finden.

Rechenaufgabe: Dies sind Aufgaben, die durch Berechnungen mit Zahlenwerten, Umformungen von Gleichungen und Lösen von Gleichungen gelöst werden können. Meist werden Operatoren wie „berechne“ oder „bestimme“ verwendet:

„Berechne, wie hoch ein gefüllter 10 Liter Wassereimer gehoben werden müsste, damit er genauso viel Energie wie der Rammklotz im Rechenbeispiel hat. (Masse des Eimers 360 g)“ (vgl. SPEKTRUM H, S. 162)

Rechercheaufgabe: Für diesen Aufgabentyp ist eine Internet-Recherche, Informationssuche in Zeitschriften, Büchern etc. notwendig. In der Regel wird die Aufgabe durch „informiere“, „schlage nach“ o.ä. eingeleitet:

„Sonnenenergie kann auch im Haushalt genutzt werden. Informiere dich in Büchern oder im Internet, welche Möglichkeiten es dazu gibt.“ (vgl. FOKUS H, S. 165)

Experimentieraufgabe: Diese erfordern die Entwicklung, Durchführung und Dokumentation von Experimenten mit elektrischen Geräten oder Freihandexperimente mit Alltagsgegenständen im Unterricht oder zu Hause. Hier werden meist die Operatoren „entwickeln“, „durchführen“ usw. verwendet:

„Entwickle einen Versuch, mit dem du die körperliche Leistung von Mitschülern bestimmen kannst.“ (vgl. SPEKTRUM BW, S.95)

Skizzieren / Darstellen / Modellieren: Dies sind Aufgaben, die eine zeichnerische oder darstellende Lösung erfordern, beispielsweise Skizzen, Energieflussdiagramme, Graphen oder ähnliches. Häufig enthalten diese Aufgabenstellungen den Operatoren „zeichnen“, „skizzieren“, „darstellen“ etc.:

„Ein Ball fällt aus 5 m Höhe auf den Boden. Zeichne den Verlauf von Höhenenergie und Bewegungsenergie des Balles in Abhängigkeit von der Zeit.“ (vgl. FOKUS BW, S. 227)

Präsentation / Gruppenarbeit: Bei diesem Aufgabentyp wird meist eine längere Bearbeitungszeit gewählt. Hierzu gehören Aufgaben, die als Gruppenarbeiten in Form eines Projekts oder Vortrags gelöst werden. Es werden oft die Operatoren „beurteilen“, „entwerfen“ verwendet:

„Stelle Kohlekraftwerk, Windkraftanlage, Fotovoltaikanlage und Solarthermieranlage anhand von Beispielen aus deiner Umgebung in einem Kurzvortrag mit Bild und Funktionsweise vor.“ (vgl. SPEKTRUM BW, S.77)

Zuordnen / Vergleichen: Diese Aufgaben werden durch das Vergleichen von Werten in einer Tabelle oder durch das Zuordnen von Sachverhalten gelöst. In der Regel werden die Operatoren „einordnen“, „zuordnen“, „vergleichen“ und „gegenüberstellen“ verwendet:

„Vergleiche drei verschiedene Kraftwerkstypen nach ihrem Wirkungsgrad und bewerte dies.“ (vgl. IMPULSE, S.257)

Die qualitative Analyse der Aufgaben erfolgt mit den Kriterien 5.5 bis 5.10. Zunächst wird mit dem Kriterium 5.5 die Verständlichkeit der Aufgabenstellungen beurteilt. Hierfür wird die Verständlichkeit im Kontext der Aufgaben mit Hilfe der folgenden Eigenschaften analysiert (Kauertz, Löffler, & Fischer, 2015, S. 466):

1. Kognitive Strukturierung: durch Einsatz von Strukturierungen und Strukturelementen, wie beispielsweise Hervorhebungen, Exposition einzelner wichtiger Informationen, und durch angemessene Gliederung der Absätze.

2. Sprachliche Einfachheit: Verwendung einfacher und kurze Satzstrukturen mit Subjekt, Prädikat und Objekt, für die Lernenden bekannte Wörter, aktive Verben und weniger Substantivierungen.
3. Semantische Redundanz: wird durch Verringerung der Informationsmenge durch Wiederholungen angestrebt.
4. Kürze und Prägnanz: Herstellung eines Gleichgewichts durch möglichst kurzen Text und die notwendige Redundanzen, sodass sich eine sinnvolle Relation zwischen der Informationsmenge und sprachlichem Einsatz ergibt.

Anschließend werden die Aufgabenstellungen mit dem Kriterium 5.6. auf die Verwendung von Operatoren und direkter Anrede analysiert. Der Einsatz von Operatoren ermöglicht den SchülerInnen das deutlichere und klarere Verständnis der Aufgabenstellungen, sowohl in Testsituationen als auch beim Hausaufgabenmachen alleine zuhause. Operatoren sind sogenannte Aufforderungsverben, durch diese die SchülerInnen besser erkennen, welcher Prozess zum Lösen der Aufgabenstellung gefordert ist. In Hessen und in Baden-Württemberg (weniger explizit vorgegeben als in Hessen) werden Operatoren in Aufgabenstellungen erwartet:

„Die beim Formulieren der Aufgaben verwendeten Operatoren müssen im Unterricht eingeführt und ihr Gebrauch an verschiedenen Beispielen geübt sein. (...) Mit dem konsequenten Einsatz der Operatoren wird Missdeutungen von Aufgabenstellungen entgegengewirkt.“

(Hessisches Kultusministerium, 2021, S. 1)

„In den Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen werden Operatoren (handlungsleitende Verben) verwendet. Standards legen fest, welchen Anforderungen die Schülerinnen und Schüler gerecht werden müssen.“

(Ministerium für Kultus,
Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016, S. 40)

Die Operatorenliste der Bundesländer Hessen und Baden-Württemberg unterscheiden sich in einigen Punkten. Zum einen wird vom hessischen Kultusministerium nur eine Liste der Operatoren der Sekundarstufe II für die Landesabiture veröffentlicht und in Baden-Württemberg wird offiziell eine Liste verwendet, die für die Sekundarstufe I und II gilt. Zum anderen ist auch die Länge der Operatorenlisten ungleich. Die baden-württembergische Version ist kürzer als die hessische. Für die naturwissenschaftlichen Fächer sind in beiden Bundesländern ähnliche Operatoren gewählt worden. Für die Oberstufe ist der Einsatz von Operatoren im Unterricht in Hessen verpflichtend vorgegeben. Aber auch in der Sekundarstufe I ist die einführende Verwendung von Operatoren durch die Lehrkräfte sinnvoll, damit die SchülerInnen bereits früh mit Operatoren in Kontakt kommen und so Schritt für Schritt weitere Operatoren eingeführt werden können. Daher ist der Einsatz von Operatoren in Aufgabenstellungen in Schulbüchern, aber auch in Tests und Arbeiten eine sinnvolle Unterstützung für die SchülerInnen. Neben der Analyse der Operatoren wird auch untersucht, ob die Aufgaben mit direkten Ansprachen formuliert sind. Die direkte Ansprache kann die oftmals distanzierte und autoritative Aussagen, auf die in der Literatur als eine Schwäche der Schulbücher verweisen wird, verringern und bietet den SchülerInnen die Möglichkeit einen besseren Bezug zu den Aussagen der Aufgabenstellungen aufzubauen und . Zusätzlich kann dadurch auch das Interesse der SchülerInnen für das Bearbeiten der Aufgabe gefördert werden (Girwidz, 2015, S. 219 f.). Daher ist es sinnvoll, bei der Formulierung von Aufgabenstellungen direkte Anreden zu verwenden.

Das Kriterium 5.7 befasst sich mit der Lernförderlichkeit der Aufgaben und mit den Anforderungsbereichen. Zum einen werden die Aufgabenstellungen auf inhaltliche Verbindungen zwischen einzelnen Aufgaben analysiert und abgeschätzt, inwiefern die Aufgaben lernförderlich für die SchülerInnen sind. Zum anderen werden die Aufgaben auf die drei verschiedenen Anforderungsbereiche der hessischen und baden-württembergischen Kerncurricula untersucht. Hierbei wird vor allem darauf geachtet, ob mit den Aufgaben alle Anforderungsbereiche abge-

deckt werden. Des Weiteren wird überprüft, dass neben Übungsaufgaben auch Aufgaben zur fachlichen Vertiefung verwendet werden. Die fachliche Vertiefung kann durch Transferaufgaben (beispielsweise durch vertikale Vernetzung oder Dekontextualisierung) oder Anwendungsaufgaben gefördert werden (Kauertz, Löffler, & Fischer, 2015, S. 452). Die Mischung aus Übungs- und Vertiefungsaufgaben kann verhindern, dass die SchülerInnen beispielsweise das banale Auswendiglernen und Verwenden von Formeln praktizieren, ohne die Physik tatsächlich verstanden zu haben (Janßen & Pospiech, 2015, S. 3).

Mit Hilfe der Kriterien 5.8 und 5.9 werden die Buchabschnitte auf das Vorhandensein und Anzahl von Beispielrechnungen und Musterlösungen untersucht. Für SchülerInnen können Beispielrechnungen dazu dienen, das Verständnis neu eingeführter Formeln bei Rechenaufgaben zu unterstützen und den Lösungsprozess, der für die Bewältigung der vorliegenden Aufgabe notwendig ist, nachvollziehen zu können. Dadurch fällt es vielen SchülerInnen leichter, ähnliche Aufgaben mit womöglich noch eher neuen Formeln zu bewältigen. Auch Musterlösungen können im Physikunterricht einen positiven Einfluss auf die SchülerInnen haben. Sie können mit Musterlösungen selbstständig ihr Wissen überprüfen, wie beispielsweise durch die Abschlusseiten eines Kapitels in Form von Selbstchecks. Ebenfalls sind die Musterlösungen bei Rechenaufgaben eine große Hilfe für SchülerInnen zum Vorbereiten auf Klausuren. Allerdings wird dieses in vielen deutschen naturwissenschaftlichen Schulbüchern kaum angeboten. Wenn Musterlösungen in einem Buch vorhanden sind, beziehen sich diese in der Regel auf die Check-Aufgaben und für die normalen Aufgaben wird innerhalb der Kapitel keine Musterlösung oder Lösungswerte angegeben.

Das Kriterium 5.10 befasst sich damit, ob die Aufgaben Vorschläge für Heimexperimente beinhalten. Heimexperimente können motivierend auf die SchülerInnen wirken. Zudem kann das selbstständige Experimentieren für die SchülerInnen lernförderlich sein. Sie können dadurch ein Experiment eigenständig durchführen, die Beobachtungen und Auswertungen protokollieren und so ihr Wissen festigen.

5 Analyse der Schulbücher

Dieses Kapitel zeigt die Analyse der ausgewählten Schulbücher anhand des erstellten Kriterienkatalogs. Die einzelnen Kategorien sind in Kapiteln mit Unterkapiteln, wie im vorangegangenen Abschnitt in den Kategorisierungstabellen angedeutet, die sich auf zwei bis sechs Kriterienfragen beziehen, gegliedert.

5.1 Didaktische Merkmale und Sachstruktur

5.1.1 Darstellung der Energie

Im DUDEN erfolgt die Einführung der Energie über den Begriff der Arbeit. Im Anschluss erfolgt die Einführung der Begriffe der Bewegungsenergie (kinetische Energie) und der potenziellen Energie. Diese werden mit der Unterstützung von Bildern und Formeln zur Berechnung erklärt. Im weiteren Verlauf der untersuchten Kapitel werden weitere Energieformen vorgestellt: Rotationsenergie, thermische Energie, chemische Energie, Lichtenergie, elektrische Energie, magnetische Energie und Kernenergie. Allerdings erfolgten hier nur eine kurze Definition und keine weitere Erklärung. Der Satz der Energieerhaltung wird direkt nach Einführung der kinetischen und potenziellen Energie thematisiert. Dies erfolgt mit folgendem Beispiel: „Beim Herabfallen eines Steines wird potenzielle Energie in kinetische Energie umgewandelt.“ (vgl. DUDEN, S. 139)

Auf die Energieentwertung bei Energieumwandlungen wird im zweiten untersuchten Kapitel „Energie in Natur und Technik“ behandelt. Als Beispiel wird die Energiesparlampe, die einen Alltagsbezug herstellt, gewählt.

Um die Umwandlung der Energie darzustellen, werden Energieflussdiagramme verwendet. Die Energieumwandlung wird wie folgt definiert:

„Bei physikalischen, chemischen oder biologischen Vorgängen kann Energie von einer Energieform in andere Energieformen

umgewandelt und von einem Körper auf andere Körper übertragen werden.“ (vgl. DUDEN, S.470)

Um Energiewandlungen zu erklären, werden in diesem Buch den SchülerInnen bekannte Beispiele, wie Windkraftanlagen oder Leuchtstofflampen, genutzt. Zusätzlich wird der Begriff Energieumwandlungskette eingeführt. Diese findet sich beispielsweise in einem Kraftwerk, wo viele Energieumwandlungen nacheinander stattfinden.

Im FOKUS HE wird die Energie nicht über die Arbeit eingeführt. Stattdessen wird sie als Eigenschaft von Gegenständen eingeführt:

„Gegenstände, mit denen etwas bewegt, erwärmt, geschmolzen, verdampft, hochgehoben, zum Leuchten oder zum Tönen gebracht werden kann, haben Energie“ (vgl. FOKUS HE)

Vorgestellt werden einige Energieformen kurz in einem Text und definiert: Bewegungsenergie, Höhenenergie, Spannenergie, thermische Energie und chemische Energie. Im zweiten untersuchten Kapitel wird etwas genauer auf weitere Energieformen eingegangen. Darunter befinden sich die innere Energie, Lageenergie sowie thermische Energie.

Mit verschiedenen Alltagsbezügen wird die Energieerhaltung schrittweise vorbereitend eingeführt. Neben der Tatsache, dass Energie nicht erzeugt, sondern lediglich von Körper zu Körper übertragen werden kann, wird auch auf die Energieumwandlung eingegangen. Daraufhin wird das Prinzip der Energieerhaltung definiert.

Das Thema Energieentwertung wird in diesem Buch behandelt. Hier werden aus dem Alltag bekannte Beispiele, wie ein Heizkessel oder Glühlampen, zur Erklärung verwendet (vgl. Abbildung 17).

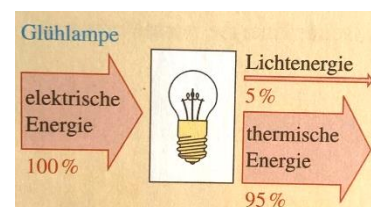


Abbildung 17: Energieentwertung am Beispiel einer Glühlampe (vgl. FOKUS HE, S. 170).

Bereits im Zusammenhang mit der Energieerhaltung werden Energieumwandlungen im Text thematisiert. Zusätzlich werden sie bildlich durch Energieflussdiagramme dargestellt. Auch hier werden sehr alltagsnahe Bezüge gewählt.

Bei der Einführung des Energiebegriffs im IMPULSE ist der Begriff der Arbeit noch unbekannt. Der Begriff der Arbeit wird erst im späteren Verlauf des Schulbuchs eingeführt. Stattdessen werden anfangs Alltagserfahrungen mit Energie besprochen. Daraufhin wird am Beispiel Erhitzen von Wasser der Energiebegriff, wie folgt, eingeführt:

„In der Physik hat sich die Vorstellung entwickelt, dass beim Vorgang des Erhitzens von Wasser etwas von den Gegenständen auf das Wasser übertragen wird. Das übertragene Etwas wird Energie genannt.“ (vgl. IMPULSE, S. 114)

Dies ähnelt zum einen dem Karlsruher Physikkurs und zum anderen der Energiequadrige von Duit. Daraufhin werden tabellarisch mit einem Beispielbild die verschiedenen Energieformen vorgestellt: Höhenenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie, innere Energie, elektrische Energie, Lichtenergie, chemische Energie und Kernenergie. Zusätzlich werden die Energieformen in ein zwei Sätzen erklärt. Im dritten untersuchten Kapitel wird auf die Höhen-, Bewegungs-, Spann- und Innere Energie näher eingegangen, sehr ausführlich an Experimenten erklärt und auch berechnet. Im Anschluss an die kurze Vorstellung der verschiedenen Formen wird neben der Umwandlung auch die Erhaltung der Energie thematisiert. Dabei wird das Beispiel eines Tauschhandels verwendet, bei dem es immer ehrlich zugehen soll, und wird daraufhin auf das Prinzip der Energieerhaltung bezogen (vgl. IMPULSE, S.118). Einige Seiten später wird die Energieentwertung behandelt. Hierfür werden Bezüge zu Alltagssituationen, wie das Bremsen eines Autos, hergestellt. In diesem Zusammenhang wird die Nutzbarkeit der Energie thematisiert. Zusätzlich zur Energieentwertung wird die Richtung von Vorgängen betrachtet.

Energieumwandlungen werden im IMPULSE in der Regel mit Energieflussdiagrammen dargestellt, die im IMPULSE als Energiestromdiagramme bezeichnet werden (vgl. IMPULSE, S. 114). Auf diese wird meist auch im Text im Detail eingegangen und die Energieumwandlungen werden im Text unterstützend durch die Flussdiagramme erklärt.

Im SPEKTRUM HE wird, ebenso wie im IMPULSE, die Arbeit erst nach der Energie eingeführt. Die Energie wird definiert als eine physikalische Größe, die erforderlich ist, damit Vorgänge ablaufen können. Recht ausführlich werden Lageenergie, Spannenergie und Bewegungsenergie thematisiert. Hierfür werden Alltagsbeispiele, wie ein Bahnwaggon oder eine gespannte Feder, gewählt. Zusätzlich werden auch die jeweiligen Formeln zur Berechnung der Energieformen hergeleitet.

Das Prinzip der Energieerhaltung wird experimentell durch mehrere Beispiele gezeigt. Zum einen wird ein Versuch zum freien Fall durchgeführt und ausgewertet. Zum anderen wird ein Pendel verwendet. Die schiefe Ebene wird ebenfalls genutzt, um die Energieerhaltung zu zeigen. Mit allen drei Beispielen kann das Prinzip der Energieerhaltung bestätigt werden (vgl. SPEKTRUM HE, S. 166)

Neben der Energieerhaltung wird recht ausführlich die Energieentwertung behandelt. Gewählt werden als alltagsnahe Beispiele ein Wärmekraftwerk und eine springende Kugel, die einem Flummi ähnelt. Im Verlauf werden zusätzlich die Begriffe „reversibel“ und „irreversibel“ eingeführt. Die Energieentwertung wird zum einen als eine Einbahnstraße und zum anderen als Sackgasse dargestellt, um zu demonstrieren, dass entwertete Energie nicht mehr „am Austausch der Energieformen“ teilnimmt (vgl. SPEKTRUM HE, S. 189).

Zur Demonstration von Energieumwandlungen werden auch im SPEKTRUM HE Energiestromdiagramme genutzt. Mit Hilfe eines Tauchsieders wird dies knapp erklärt. Ausführlicher werden Energieströme zwischen zwei Körper behandelt. Auch hier wird ein Energiestromdiagramm als zusätzliche Erklärung verwendet.

Im FOKUS BW wird die mechanische Energie über den Kraftbegriff definiert:

„Mechanische Energie wird immer dann übertragen, wenn ein Körper eine Strecke zurückgelegt und dabei eine Kraft auf den Körper wirkt, die nicht senkrecht zur Bewegungsrichtung gerichtet ist.“ (vgl. FOKUS BW, S. 188)

Im zweiten untersuchten Kapitel werden die Bewegungsenergie und Spannenergie im Detail vorgestellt. Hier werden auch die Formeln zur Berechnung der Energieformen hergeleitet. Im weiteren Verlauf wird die Rotationsenergie behandelt. Andere Energieformen kommen in dem untersuchten Kapitel „Mechanik“ nicht vor.

Dem Prinzip der Energieerhaltung wird nur ein kleiner Abschnitt im Mechanik-Kapitel gewidmet. Hierfür wird als alltagsnahes Beispiel das Pendel gewählt, um die Energieerhaltung in der Mechanik zu besprechen. Eingeführt wird die Energieerhaltung allerdings im Kapitel zur Thermodynamik (vgl. FOKUS BW, S. 129). Dabei wird angenommen, dass sich Energie wie eine Flüssigkeit verhält, die von einem zum anderen System fließen kann. Damit wird die Vorstellung verbunden, dass die Menge der Energie (also wie bei der Flüssigkeit) konstant bleibt (vgl. FOKUS BW, S. 131). Zusätzlich wird das Perpetuum mobile als Beispiel aufgegriffen.

Die Energieentwertung wird lediglich im Kapitel der Thermodynamik behandelt.

„Die mit der Energieübertragung verbundene Energieentwertung, ist umso größer, je niedriger die Temperatur des Systems ist, das die Energie aufnimmt.“ (vgl. FOKUS BW, S. 156)

Im Zuge der Energieentwertung erfolgt auch die Thematisierung der Entropieerzeugung.

Auch die Energieumwandlung und Energietransport werden lediglich im Thermodynamik-Kapitel behandelt. Es werden keine Energieflussdiagramme in den Kapiteln gezeigt. Die Energieumwandlung wird sehr kurz im Zusammenhang mit der Energieerhaltung angesprochen und erklärt.

Im SPEKTRUM BW wird der Energiebegriff nicht über den Begriff der Arbeit eingeführt. Stattdessen wird die Energie bereits im Vorwissen des untersuchten Kapitels des SPEKTRUM BW definiert durch:

„Energie erkennt man an ihren Wirkungen. Sie tritt in verschiedenen Erscheinungsformen auf und kann mit Hilfe von Übertragungsketten transportiert werden.“ (vgl. SPEKTRUM BW, S. 62)

Auf den ersten Seiten des Kapitels werden einige Energieformen im Detail vorgestellt und genauer betrachtet. Dabei handelt es sich um die Lage-, Bewegungs-, Spann-, Licht-, elektrische, chemische und thermische Energie. Bei einigen Energieformen wurden die entsprechenden Energieträger angegeben.

Das Prinzip der Energieerhaltung wird bereits im ersten Text des Kapitels behandelt.

Energie ist nötig, damit Vorgänge ablaufen. Die Energie wird an ihrer Wirkung erkannt und geht nicht verloren. Sie ändert nur ihre Erscheinungsform.

Neben der Definition der Energie erfolgt die der Energieerhaltung.

Abbildung 18: Definition der Energie und Energieerhaltung (vgl. SPEKTRUM BW, S. 64.)

Erklärt wird die Energieerhaltung anhand eines wippenden Vogels, der einmal angestoßen wird und immer weiter schwingt.

Deutlich später wird die Energieentwertung thematisiert. Diese wird experimentell durch einen Versuch mit einer speziellen, leuchtenden Glühlampe, die unter Wasser gedrückt wird, gezeigt. Durch Temperaturmessung wird festgestellt, dass das Wasser sich um einige Grad erwärmt hat. Bei dieser Einführung ist definitiv ein Alltagsbezug zu erkennen. Die Energieumwandlungen werden im SPEKTRUM BW häufig durch sehr verständliche Energieflussdiagramme dargestellt.

„Geräte, in denen Energie ihre Erscheinungsform wechselt, werden Energiewandler genannt. In Energieflussdiagrammen können die Wandlungsprozesse anschaulich dargestellt werden.“ (vgl. SPEKTRUM BW, S. 70)

Neben der Erklärung der Energieumwandlungen wird auch auf die Geräte, die so genannten Energiewandler, gezielt im Text eingegangen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die ausgewählten Inhalte in der Reihenfolge, wie sie in den Büchern vorkommen, dargestellt. Neben den Büchern sind die Lehrpläne von Hessen und Baden-Württemberg dabei.

Tabelle 8: Übersicht der Reihenfolge der Inhalte.

	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW	Lehrplan HE ⁹	Lehrplan BW ¹⁰
Kraft	1	-	9	1	5	9	1	8
Arbeit	2	-	10	5	-	-	2	9
Leistung	7	8	7	9	-	7	3	10
Energie	3	1	1	2	1	1	4	1
Kinetische Energie	4	2	4	6	6	4	5/6	5/6/7
Potenzielle Energie	5	3	3	4	-	3	5/6	5/6/7
Thermische / Innere Energie	8	4	5	7	-	5	7	5/6/7
Energieumwandlung	9	5	2	3	2	2	8	2
Energieerhaltung	6	6	6	8	3	2	9	3
Energieentwertung	10	7	8	10	4	8	10	4

Fazit:

Bei der Einführung der Energie sind Unterschiede zwischen den Büchern zu erkennen. Lediglich im DUDEN wird der Energiebegriff über die Arbeit eingeführt. Auch die beiden FOKUS (HE & BW) und SPEKTRUM (HE & BW) Versionen haben unterschiedliche Herangehensweisen. In allen Büchern werden verschiedene Energieformen im Einzelnen genauer vorgestellt. Energieerhaltung und -entwertung werden in allen Büchern mehr oder weniger ausgeprägt

⁹ Die Reihenfolge ist aus dem hessischen Lehrplan/Kerncurriculum für Physik abgeleitet (Hessisches Kultusministerium, 2010; Hessisches Kultusministerium, 2014).

¹⁰ Ebenso verhält es sich für den Bildungsplan Baden-Württemberg für Physik (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2016).

behandelt. Bei den Energieumwandlungen gibt es Bücher, die keine Energieflussdiagramme als unterstützende Erklärung verwenden.

5.1.2 Schülervorstellungen

In den sechs Büchern wird unterschiedlich mit Schülervorstellungen umgegangen. Im DUDEN finden sich keine Schülervorstellungen (-). Generell macht es den Anschein, als handelte es sich anstelle eines Schulbuchs um ein reines Nachschlagewerk. Dies wird auch durch die Gliederung der Texte und Aufgabenbereiche vermittelt.

Beim FOKUS HE findet man wenige Vorstellungen, die bei verschiedenen Themengebieten angesprochen werden (+). Bei der Einführung des Energieerhaltungssatz werden zwei Beispiele vorgestellt:

- Energie verhält sich wie eine Flüssigkeit. Wollen Kinder einen Bach anlegen, müssen sie viele Eimer Wasser anschleppen, das teilweise im Sand versickert. Dabei denken die Kinder ebenfalls nicht, dass das Wasser plötzlich verschwunden ist.
- Heißer Tee kühlt ab und verliert thermische Energie. Diese ist an die Luft des Zimmers übergegangen und nicht verschwunden (vgl. FOKUS HE, S. 160).

Durch die Flüssigkeits-Vorstellung kann der Vorstellung, dass die Energie verloren geht und nicht erhalten bleibt, entgegengewirkt werden.

Im Rahmen der Einführung der Energieentwertung wird gesagt, dass beim Einschalten des elektrischen Lichts Energie verbraucht wird (+) (vgl. FOKUS HE, S.168). Hierbei handelt es sich allerdings um eine bekannte Schülervorstellung, dass Energie verbraucht wird, zurückgegriffen. Diese Vorstellung wird genutzt, um anhand eines kleinen Versuchs zu zeigen, dass durch eine Energieumwandlungskette weniger

Energie von der ursprünglichen Energie bei dem letzten Glied (hier die Glühlampe) ankommt, da bei

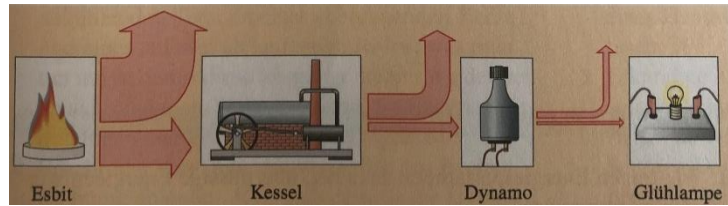


Abbildung 19: Darstellung der Energieentwertung (vgl. FOKUS HE, S. 169)

jeder Energieumwandlung ein Teil der Energie als thermische Energie an die Umgebung abgegeben wird. Dies wird zusätzlich bildlich durch das Energieflussdiagramm deutlich gemacht. Zudem wird die Verlust-Vorstellung angesprochen: „Energie geht an die Umgebung verloren.“ (vgl. FOKUS HE, S. 169)

Auch IMPULSE beinhaltet einige Schülervorstellungen (+). Zum einen wird die Energie beschrieben durch folgende Aussage: Beim Erhitzen von Wasser wird etwas von den Gegenständen auf das Wasser übertragen. Dies entspricht der Vorstellung „Energie wird von A nach B gebracht“. Zusätzlich wird der Vorgang der Energieübertragung mit einer Abbildung dargestellt (vgl. Abbildung 20).



Abbildung 20: Beispiel der Energieübertragung (vgl. IMPULSE, S.114).

Weiterhin wird die Vorstellung „Energie braucht man, um etwas zu bewirken“ aufgegriffen:

„Mit Energie kann man etwas hochheben, bewegen, erleuchten, erwärmen, schmelzen...“ (vgl. IMPULSE, S.115).

Diese Vorstellung ist allerdings nicht zu verurteilen, da man auf dieser Schülervorstellung das Energiekonzept aufbauen kann (+).

Bei SPEKTRUM HE werden Schülervorstellungen ebenfalls berücksichtigt (+). Wie auch bei IMPULSE wird die Schülervorstellung „Energie braucht man, um etwas zu bewirken“ aufgenommen:

„Hat ein Körper Energie, kann er etwas bewegen, anheben, verformen oder andere Wirkungen hervorrufen.“ (vgl. SPEKTRUM HE, S. 162).

Diese Vorstellung wird zum Aufbau der Lageenergie genutzt (+). Auch bei der Einführung des Begriffs Energieentwertung am Beispiel eines Wärmekraftwerks wird eine bekannte Schülervorstellung verwendet. Dabei handelt es sich die Verlust-Vorstellung:

„Gibt es physikalische Gründe dafür, dass solche „Verschwendung“ kostbarer Energie hingenommen werden muss? Woran liegt es, dass Energie nicht beliebig von einer Form in eine andere gewandelt werden kann, sondern dass dies nur unter „Verlust“ möglich ist?“ (vgl. SPEKTRUM HE, S. 188).

Auch hier kann diese Vorstellung als Anknüpfungspunkt für die Energieentwertung genutzt werden. Allerdings verbinden die SchülerInnen mit dieser Vorstellung, etwas Ungewolltes. Dies kann genutzt werden, um die Energieentwertung behandeln, da die Entwertung einen passiven Prozess bei Energieumwandlungen darstellt. Die SchülerInnen wissen an diesem Punkt bereits, dass das Prinzip der Energieerhaltung gilt und somit keine Energie verloren geht.

Im FOKUS BW werden wenige Schülervorstellungen angesprochen (o). Bei der Betrachtung der Energieumwandlungen eines springenden Flummis wird ebenfalls die Verlust-Vorstellung thematisiert:

„Ein Teil der mechanischen Energie wird in thermische Energie umgewandelt. Solche „Energieverluste“ treten bei allen Wechselwirkungen in mehr oder minder starker Form auf.“ (vgl. FOKUS BW, S. 228)

In dem nachfolgenden Text in diesem Schulbuch wird der Zusammenhang zwischen Wechselwirkung und Impuls besprochen. Wie auch bei

dem Beispiel zuvor bei SPEKTRUM HE, soll mit diesem Ausdruck verdeutlicht werden, dass es sich bei der Energieentwertung die beim Springen des Flummis abläuft, um ein „nicht gewollten“, aber unvermeidbaren Prozess handelt (+).

Auch im SPEKTRUM BW werden die meisten Schülervorstellungen thematisiert (++). Zum einen wird, wie in einigen anderen Büchern, die Vorstellung „Energie braucht man, um etwas zu bewirken“ verwendet. Auf diese Vorstellung wird im weiteren Verlauf der Energiebegriff aufgebaut (+). Anschließend wird betont, dass es bei Umwandlungen trotz verschiedener Erscheinungs- und Transportformen immer noch die gleiche Energie ist. Dies wird beim Thema Energiewandlungen wiederholt (vgl. SPEKTRUM BW, S. 70).

Fazit:

In allen Schulbüchern, mit Ausnahme von DUDEN, werden Schülervorstellungen angesprochen. Meist handelt es sich dabei um die Vorstellung des Bewirkens oder die Verlust-/Verbrauchsvorstellung. In der Regel werden diese auch als Lernzweck verwendet.

5.1.3 Energie in Natur und Technik

Im DUDEN findet sich ein eben solch benanntes Kapitel. In Bezug auf die Natur wird über Energieumwandlung gesprochen (+). Für den Entwicklungs- und Lebensprozess benötigen Pflanzen, Menschen sowie Tiere Energie. Diese wird dem Organismus über Nahrungsmittel zugeführt. Im Organismus finden Energieumwandlungen statt. In Bezug auf die Technik wird stark eingegangen (++). Neben der ausführlichen Untersuchung einer Windkraftanlage, der Darstellung der Energieumwandlung durch ein Energieflussdiagramm wird die Unterscheidung der Energieträger (Primär- und Sekundärenergieträger) besprochen. Zusätzlich wird in Primär-, Sekundär- und Nutzenergie unterteilt. Auch auf erneuerbare und fossile Brennstoffe wird genauer eingegangen.

Auch im FOKUS HE ist ein ähnlich klingendes Kapitel enthalten. Allerdings wird hier nicht so ausführlich auf Technik (+) und Natur eingegangen (o). In Bezug auf die Natur werden Energiespeicher der Natur behandelt. Zusätzlich werden Meeresströme der Ozeane und die Speicherung der Sonnenenergie im Wasser besprochen. Auf technischer Ebene wird beispielsweise die Wärmedämmung bei Wohnhäusern behandelt. Dabei wird besonders auf die Verringerung der Energieentwertung, also der Verringerung der entweichenden thermischen Energie, eingegangen. Die Unterschiede bei der Wärmedämmung wird sowohl durch eine Zeichnung als auch durch ein Foto einer Wärmebildkamera aufgezeigt.

Im IMPULSE wird kaum auf die Energie in der Natur (o) und der Technik (o) eingegangen. Bei der Behandlung des Energiebedarfs eines Menschen erfolgt dies in Bezug auf die Verwendung von Geräten und nicht auf den körperlichen Energiebedarf. Für den technischen Bereich werden zwar öfters kurze Beispiele aufgezeigt, allerdings wird sich damit kaum mehr auseinandergesetzt.

Im SPEKTRUM HE wird die Energie in Natur und Technik teilweise thematisiert. Explizit auf die Energie in der Natur wird in diesem Buch nicht eingegangen (-). Die Energie bei technischen Prozessen wird ein wenig besprochen (o). In diesem Zusammenhang wird auf den Wirkungsgrad eingegangen. Weiterhin wird über die Reduzierung des Energiebedarfs beim Heizen, Verwendung von Warmwasser oder Elektrogeräten gesprochen und Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufgezeigt.

Im FOKUS BW wird auch nur wenig auf die Energie in Natur und Umwelt eingegangen. In Bezug auf die Natur wird der Zusammenhang der Rotationsenergie auf die Erde angedeutet und dadurch die Reduzierung der Tage pro Jahr, die nur mit Atomuhren zu erkennen ist (o). Bezogen auf die Technik werden Autos vorgestellt, die ein Energierückgewinnungssystem aufweisen. Dabei handelt es sich um Plug-In-Hybrid-Autos, die beim Bremsen rekuperieren (+).

Im SPEKTRUM BW wird unterschiedlich auf die Energie in Natur und Technik eingegangen. Explizit auf die Energie in der Natur wird in diesem Buch nicht eingegangen (-). Kurz wird der Energiebedarf eines Menschen behandelt. In Bezug auf die Technik wird ebenso wie im DUDEN die Nutz-, Primär- sowie Sekundärenergie behandelt (++). Der Zusammenhang zwischen der genannten Energie wird an einem Kraftwerk durch ein entsprechend ausführliches Energieflussdiagramm gezeigt (vgl. SPEKTRUM BW, S. 86). Zudem wird, wie im SPEKTRUM HE auch, über die Reduzierung des Energiebedarfs gesprochen. Diese Seite ist nahezu identisch wie in der hessischen Variante gestaltet.

Fazit: In wenigen Büchern wird die Energie in Natur und Technik ausführlicher besprochen. Bezogen auf die Energie in der Natur wird besonders im DUDEN der menschliche Energiebedarf, sowie weitere Prozesse besprochen. Die Energie in der Technik wird in den Büchern etwas mehr besprochen. Hier werden besonders verschiedene Geräte, Autos und Kraftwerke thematisiert.

5.2 Text und Sprache

5.2.1 Quantitative Analyse der Texte

Beim Analysieren der ausgewählten Texte zeigen sich einige Unterschiede zwischen den einzelnen sechs Büchern. Das SPEKTRUM BW hat mit 288 Wörtern die höchste Wörteranzahl innerhalb eines Textes. Darauf folgt IMPULSE mit 249 Wörtern, und FOKUS BW mit 232 Wörtern. Das SPEKTRUM HE weist 196 Wörter und der DUDEN 195 Wörter auf. Lediglich 125 Wörter sind im FOKUS HE zu finden.

Diese Verhältnisse ändern sich allerdings im Hinblick auf die Satzlänge, also der Anzahl der Wörter in einem Satz, und das prozentuale Verhältnis der mehrsilbigen Wörter. In Abbildung 21 sind die Ergebnisse der Analyse der Satzlänge (SL) und der Mehrsilber (MS) sowohl graphisch als auch tabellarisch dargestellt. Für die Untersuchung der

gewählten Texte mit der Verständlichkeitsformel WSTF werden diese Ergebnisse verwendet.

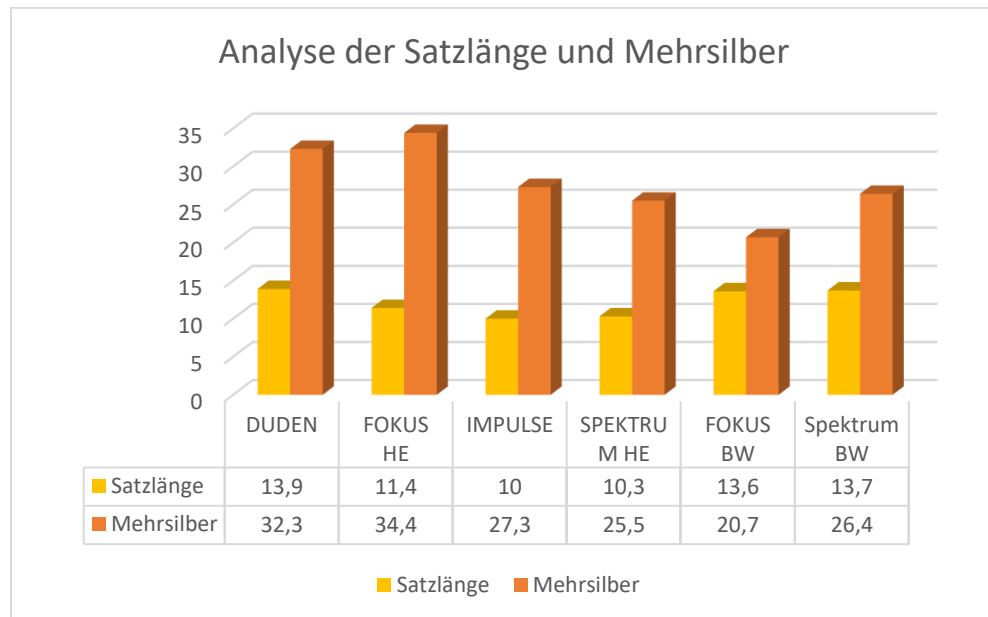


Abbildung 21: Auswertung der Satzlängen und Mehrsilber.

In Tabelle 9 sind die ermittelten Schwierigkeitsgrade dargestellt, die sich mit Hilfe der WSTF für die einzelnen Texte ergeben haben:

Tabelle 9: Ergebnisse der Berechnung mit der Wiener Sachtextformel.

Duden	Fokus HE	Impulse	Spektrum HE	Fokus BW	Spektrum BW
10,7	10,7	8,4	7,9	7,5	9,1

Wie bereits in der Erklärung des Kriterienkatalogs erwähnt, sind die Ergebnisse nicht vollkommen aussagekräftig. Daher wird überprüft, ob die ermittelten Schwierigkeitsgrade mit dem Leseindruck übereinstimmen.

Mit Hilfe der WSTF ergibt sich für DUDEN eine Schwierigkeitsstufe von 10,7. Dieses Ergebnis ist auf die höchste Satzlänge (SL = 13,9) und der zweitgrößten Anzahl an Mehrsilbern (MS = 32,3) zurückzuführen. Beim Lesen erweckt der Text allerdings weniger Schwierigkeiten. Dennoch sind einige Sätze recht lang, die deutlich kürzer geschrieben werden

könnten. Bei der Untersuchung der Mehrsilber fällt die sehr hohe Anzahl dieser Worte auf. Allerdings ist zu bemerken, dass bestimmte Mehrsilber im Text häufig wiederholt werden. Dabei handelt es sich um Begriffe, die zu den häufigsten Begriffen in der Mechanik zählen, wie beispielsweise „Energie“, „mechanische“, „potenzielle“ oder „Bewegungsenergie“. Daher ist davon auszugehen, dass die SchülerInnen diese Wörter kennen. Innerhalb des Textes werden bis auf die integrierten Merksätze keine Formeln verwendet. Beim Lesen macht der Abschnitt einen etwas leichteren Eindruck als der ermittelte Schwierigkeitsgrad.

Für FOKUS HE ergibt sich durch die WSTF eine Schwierigkeitsstufe von 10,7. Es besitzt die höchste Mehrsilberanzahl ($MS = 34,4$) im Vergleich zu den anderen Schulbüchern. Die durchschnittliche Satzlänge ist mit 11,4 Wörtern kürzer als im DUDEN. Das Leseempfinden stimmt hier recht gut mit dem ermittelten Schwierigkeitsgrad überein. Einige der Mehrsilber sind, wie auch bei DUDEN, Wörter, den SchülerInnen aus dem Alltag oder dem Physikunterricht vermutlich bereits bekannt, z. B. „Erscheinungsformen“, „Gegenstände“ oder „Energieformen“. Daneben fällt auf, dass keinerlei Formeln, Einheiten oder Zahlen im Text vorkommen, sodass das Lesen des Textes für die SchülerInnen ebenfalls leichter fallen sollte.

Das subjektive Leseempfinden weicht bei IMPULSE von dem Ergebnis der WSTF mit 8,4 ab. Es weist die kürzeste Satzlänge ($SL = 10$) aller untersuchten Bücher auf und hat eine mittlere Anzahl der Mehrsilber ($MS = 27,3$). Auch hier sollten den SchülerInnen die meisten Mehrsilber vertraut sein. Ein Problem könnte allerdings beim Wort „Verdunkelungszeit“ auftreten, das häufig in dem untersuchten Text ohne weitere Erklärung vorkommt. Das Leseempfinden durch viele Elemente, vor allem Formeln, Gleichungen, Zahlen und Wertetabellen, negativ beeinflusst. Für SchülerInnen bedeutet das, dass sie gleichzeitig das Konzept verstehen und einen mathematischen Zusammenhang herstellen müssen. In Summe erscheint der Text beim Lesen schwieriger als mit der WSTF berechnet.

Für SPEKTRUM HE wird mit der WSTF ein Schwierigkeitsgrad von 7,9 ermittelt. Die Sätze sind recht kurz (SL = 10,3) gehalten. Die Anzahl der Mehrsilber ist deutlich geringer (MS = 25,5) als bei den anderen 3 hessischen Büchern. Die Mehrsilber sind meistens geläufige Begriffe aus der Physik und der Mathematik, wie „Proportionalitätsfaktor“ oder „Federkraftmesser“. Subjektiv erscheint der Text beim Lesen schwieriger. Dies ist unter anderem auf die Verwendung von Formeln und Proportionalitäten zurückzuführen. Für SchülerInnen kann dieser Umstand das Lesen erschweren. Durch Bilder und Tabellen innerhalb des Textes im Textbereich wird der Lesefluss zudem beeinträchtigt. Dennoch ist die dargestellte Tabelle sinnvoll, um den Textinhalt mit numerischen Elementen zu veranschaulichen. Insgesamt ist der Text schwieriger zu lesen.

Die subjektive Wahrnehmung beim FOKUS BW weicht etwas von dem Schwierigkeitsgrad von 7,5 der WSTF ab. Mit einer recht großen Satzlänge (SL = 13,6), aber mit den wenigsten mehrsilbigen Wörtern (MS = 20,7) ist der Text gut verständlich. Bei den Mehrsilbern handelt es sich größtenteils um vertraute Wörter aus dem Physikunterricht oder dem Alltag, wie „Geschwindigkeit“ oder „Bewegungsenergie“. Durch mathematische Elemente, wie Formeln, Proportionalitäten und Gleichungen wird die Erklärung der Bewegungsenergie und der Spannenergie anspruchsvoller, aber dennoch für SchülerInnen verständlich. In Summe handelt es sich um einen etwas schwierigeren Text als mit der WSTF berechnet.

Das Ergebnis der WSTF mit einem Schwierigkeitsgrad von 9,1 von SPEKTRUM BW verträgt sich mit dem subjektiven Leseindruck. Die Sätze (SL = 13,7) sind relativ lang und könnten teilweise kürzer gefasst werden. Dafür ist aber die Anzahl der Mehrsilber (MS = 26,4) nicht so groß. Hierbei handelt es sich um wiederholte Wörter und Begriffe, die den SchülerInnen aus der Physik oder ihrem Alltag bekannt sind, wie „Dynamo“, „Fahrradreifen“, „Knautschzonen“ oder „Spannenergie“. Der Text ist sehr übersichtlich in zwei gleich große Spalten eingeteilt, was

das Lesen sehr erleichtert. Auf mathematische Elemente wird vollständig verzichtet. Insgesamt ist der Text angemessen gewählt.

Fazit: Bei den Büchern variieren die Schwierigkeitsgrade der Texte trotz ähnlicher Zielgruppen bei der quantitativen Analyse. Laut der Wiener Sachtextformel sind die Texte im DUDEN am anspruchsvollsten (Schwierigkeitsgrad 10,7) und die Texte im FOKUS BW (Schwierigkeitsgrad 7,5) am leichtesten. Diese Ergebnisse können relativiert werden, wenn andere (qualitative) Merkmale untersucht werden. Subjektiv betrachtet liegen die Schwierigkeitsgrade der Texte zwischen 7,5 und 10,5. Damit sind die Texte für SchülerInnen der Sekundarstufe I geeignet. Im Hinblick auf die Schwierigkeitsgrade sind die Texte leicht bis sehr anspruchsvoll für die Sekundarstufe I.

5.2.2 Qualitative Analyse der Texte

Viele Kapitel der untersuchten Schulbücher beginnen mit Einstiegstexten. Diese sind je nach Buch stärker oder schwächer ausgeprägt. Im DUDEN werden die neuen Kapitel jeweils durch drei kürzere Einstiegstexte eingeleitet. Diese sind auf einer Buchseite zwischen drei Bildern verteilt. Mit den Einstiegstexten erhalten die SchülerInnen eine kurze Übersicht über die Hauptinhalte der Kapitel. Neben kurzen informellen Texten beinhalten die Einstiegstexte auch jeweils eine bis vier Fragen, die sich auf die physikalischen Hintergründe der im Text vorgestellten Situationen beziehen.

Die Beispiele sind recht alltagsnah gewählt und können so das Interesse der SchülerInnen wecken. Zum Nachdenken werden die SchülerInnen durch die verwendeten Fragestellungen angeregt (++). Vereinzelt werden in den Einstiegstexten neue Fachbegriffe oder heutzutage seltene Wörter, wie „brennende Scheite“, verwendet. Die Fachbegriffe werden innerhalb der Kapitel genauer erklärt. In den Haupttexten werden neue, wichtige Fachbegriffe durch Fettdruck hervorgehoben und erklärt.

Ist dies nicht der Fall, ergeben sich die Begriffe aus dem Kontext. Andere Hervorhebungsmittel werden in den Haupttexten nicht gewählt (+). Hilfreich zur Veranschaulichung der Texte sind zudem die Bilder (+). Als Abschluss enthalten die Kapitel Zusammenfassungen der Textinhalte. Hierbei werden die wichtigsten Informationen prägnant zusammengefasst. Unterstützt wird dies durch die Verwendung von Mindmaps und Merkkästen. Im Ganzen wirken sich die Zusammenfassungen lernförderlich aus. Abgegrenzt werden sie durch einen blauen einheitlichen Hintergrund und der Überschrift „summa summarum“.

Die Kapiteleinstiege im FOKUS HE beginnen jeweils mit einem Text unterschiedlicher Länge und einem Bild (vgl. FOKUS HE, S.153, S. 245). Sie geben Alltagssituationen wieder und bereiten die SchülerInnen auf die Themen der Kapitel vor. Dennoch fehlt den Einstiegstexten etwas Motivierendes (o). Die Sätze beinhalten keine unbekannten Fachbegriffe, sodass beim Lesen keine Hindernisse seitens der SchülerInnen auftreten sollten. Innerhalb der Texte werden sehr selten Fachbegriffe hervorgehoben (vgl. FOKUS HE, S. 157). Dies erfolgt durch Fettdruck der Wörter. Es erfolgt eine oberflächliche Erklärung der Begriffe. Weitere Hervorhebungsmittel werden in diesem Buch nicht gezeigt (o). Die einzelnen Texte werden durch Bilder veranschaulicht, wobei einige Bilder durch andere Bildinhalte ablenkend wirken (+). Die Kapitel enden mit Zusammenfassungen, die mit „Auf einen Blick“ und einem blauen Hintergrund gekennzeichnet sind, zu jedem wichtigen Thema und Wiederholungsaufgaben „Alles klar“ (orangener Hintergrund) und einem Selbstcheck „Check up“ (grüne Akzente). Durch die kleinen Aufgaben des Selbstchecks werden die Zusammenfassungen lernförderlich gestaltet.

Als einziges Schulbuch beinhaltet das IMPULSE keine Einstiegstexte. Lediglich leitet ein kurzer Satz oder eine Frage, die sich auf das große Titelbild beziehen, das Kapitel ein. Trotz gut gewählter Titelbilder wirkt der Einstieg nicht sonderlich motivierend (-). Es werden keine neuen Fachbegriffe oder unbekannte Wörter im Einstieg verwendet. Innerhalb der Texte werden wichtige Namen und Fachbegriffe durch Fettdruck her-

vorgehoben. Zusätzlich werden die Fachbegriffe sprachlich oder mit bildlicher Unterstützung erklärt. Andere Hervorhebungsmittel werden nicht gewählt (+). Veranschaulicht werden die meisten Textinhalte durch angemessene Bilder (+). Am Ende der Kapitel finden sich „Rückblicke“, Beispiele, Heimversuche und Aufgaben. Die „Rückblicke“ sind keine klassischen Zusammenfassungen der wichtigsten Textinhalte, sondern Fragen zu verschiedenen Bereichen, wie Begriffe, Beobachtungen, Erklärungen und Gesetzmäßigkeiten. Dabei sollen die gelernten Inhalte angewendet werden, um die Fragen zu beantworten. Auf diese Weise sind die Rückblicke lernförderlich, wobei eine kurze Zusammenfassung der einzelnen Themen zum Nachlesen fehlt. Die abschließenden Kapitelseiten sind durch einen blauen Hintergrund gekennzeichnet.

Im SPEKTRUM HE werden vier Seiten zum Einstieg genutzt (vgl. SPEKTRUM HE, S. 158ff.). Neben einem klassischen Einstiegstext mit Bild finden sich kürzere informative Texte mit Vorbereitungsaufgaben, einer Übersichtsseite zum Vorwissen und einer Projektseite. In dem Einstiegstext wird zusätzlich zu alltagsnahen Informationen der Inhalt des Kapitels vorgestellt. Die Übersicht des Vorwissens wie auch die Vorbereitungstexte und -aufgaben sind sehr informativ gestaltet. Eine positive Auswirkung auf die Motivation der SchülerInnen ist dadurch definitiv wahrscheinlich (++). Im Einstiegstext werden keine unbekannten Fachbegriffe verwendet. Vermeintlich unbekannte Wörter in den Vorbereitungstexten ergeben sich meist aus dem Kontext. Vereinzelt werden wichtige Fachbegriffe fett markiert und erklärt. Allerdings könnten mehr Begriffe hervorgehoben werden. Wie in den anderen Büchern erfolgt keine weitere Hervorhebungsart (o). Zur Veranschaulichung der Texte werden Bilder verwendet, die diesen Zweck auch erfüllen (+). Die Kapitel enden mit einer Doppelseite, die eine Zusammenfassung des „Grundwissens“ und Übungsaufgaben beinhaltet. Das „Grundwissen“ fasst die wichtigsten Themen des Kapitels zusammen und wird durch passende kleine Diagramme ergänzt. Es findet sich auch eine Auflistung der Grundbegriffe mit Seitenangaben zum Nachschlagen. Die

Zusammenfassungen erscheint lernförderlich. Durch einen grünen Rahmen differenziert sich das Grundwissen vom Haupttext.

Das Kapitel im FOKUS BW beginnt mit einem Bild und zwei kurzen Einstiegstexten, von denen sich einer explizit auf das Bild bezieht. Es wird eine sportliche Situation dargestellt, wodurch das Interesse der SchülerInnen geweckt werden könnte. Zudem wird auf Alltagssituationen eingegangen und somit ein Bezug zu den SchülerInnen hergestellt. Ein Motivationsgrund ist zu erkennen (+). Die Einstiegstexte beinhalten teilweise neue Fachbegriffe, die erst innerhalb des Kapitels thematisiert und erklärt werden. Im FOKUS BW werden keine Begriffe im Text hervorgehoben (-). Zur Veranschaulichung der Textinhalte werden größtenteils Bilder verwendet (+). Wie auch in der hessischen Version wird im FOKUS BW erfolgt eine Zusammenfassung („Auf einen Blick“) der wichtigen Themen. Zusätzlich werden bei „Alles klar“ und „Check up“ Übungsaufgaben und Selbstchecks zur Verfügung gestellt. Die Zusammenfassung und die Übungsaufgaben weisen einen orangenen Hintergrund auf. Die Selbstchecks werden mit blauen Akzenten gekennzeichnet. Im Ganzen kann die Zusammenfassung mit den Extras als lernförderlich angesehen werden.

Das Kapitel im SPEKTRUM BW beginnt mit vier einführenden Seiten. Als Einstieg wird ein Bild mit einem Text gewählt, welcher einerseits einen Alltagsbezug herstellt und die Inhalte des Kapitels kurz vorstellt. Daran knüpfen drei kleinere Texte mit Einstiegsaufgaben an. Auf den folgenden zwei Seiten wird zum einen das Vorwissen thematisiert und zum anderen einige Projekte mit Übungen vorgestellt. Der Einstieg wirkt so sehr motivierend (++). Unbekannte Fachbegriffe werden in den Einstiegstexten nicht verwendet. Im Haupttext werden wichtige Fachbegriffe fett hervorgehoben und erklärt. Die Hervorhebung durch Fettdruck ist das einzige Hervorhebungsmittel, das in diesem Buch verwendet wird (+). Auch in diesem Buch werden die Textinhalte mit Hilfe von Bildern veranschaulicht, wobei der Bildinhalt kaum ablenkend wirkt (++). Die letzten zwei Doppelseiten des untersuchten Kapitels besteht aus Aufgaben zum „Üben und Vertiefen“ und einer visuell sehr ansprechenden Zusammen-

fassung „Wiederholen und Strukturieren“ (vgl. SPEKTRUM BW, S. 94ff.). Diese ist als Mindmap mit vielen kleinen Themen gestaltet, zwischen denen Verbindungen hergestellt werden. Außerdem sind zu jedem Thema die Seiten zum Nachschlagen angegeben. Somit kann die gesamte Zusammenfassung als lernförderlich angesehen werden. Farblich setzt sich die Zusammenfassung samt Übungen durch grüne Akzente vom Haupttext des Kapitels ab.

Fazit: Bis auf das IMPULSE beinhalten alle Bücher Einstiegstexte. Die Einstiege von FOKUS BW und SPEKTRUM BW ähneln durch einen vergleichbaren Aufbau denen von FOKUS HE und SPEKTRUM HE. Durch Alltagsbezüge werden die Einstiegstexte motivierend formuliert. In allen Büchern werden wichtige Fachbegriffe fett hervorgehoben. Ein anderes Hervorhebungsmittel wird im Text nicht gewählt. Wie zu erwarten, werden in allen Büchern die Textinhalte durch Bilder veranschaulicht. In Bezug auf die Zusammenfassungen zeigen sich Unterschiede. Alle Zusammenfassungen weisen einen lernförderlichen Charakter auf, wobei dies beim IMPULSE eingeschränkt anzusehen ist. Die FOKUS Bücher weisen den gleichen Aufbau auf. Beim SPEKTRUM bestehen trotz ähnlicher Autorengruppen Unterschiede.

5.3 Merksätze und Formeln

5.3.1 Quantitative Analyse der Merksätze

Bei der Anzahl der Merksätze variieren die untersuchten Schulbücher stark. Mit 39 Merksätzen finden sich im IMPULSE die meisten, jeweils 20 Merksätze besitzen DUDEN und das SPEKTRUM-Bücher. Die Schlusslichter bilden die beiden FOKUS-Bücher, wobei das baden-württembergische Buch 17 und das hessische Buch 16 Merksätze haben.

Die Verhältnisse der durchschnittlichen Anzahl der Merksätze pro Seite zeigen einen ähnlichen Trend wie die absoluten Angaben. Mit einem Wert von 0,9 Merksätzen pro Seite ist das IMPULSE an erster Stelle.

Darauf folgen relativ nahe beieinander SPEKTRUM HE mit 0,6, SPEKTRUM BW mit 0,5 und DUDEN mit 0,5 Merksätzen pro Seite. FOKUS HE weist 0,4 Merksätzen pro Seite etwas mehr als FOKUS BW mit 0,3 Merksätzen pro Seite auf.

Auch bei der durchschnittlichen Länge der Merksätze sind Unterschiede zwischen den sechs Büchern zu erkennen. Die Länge der Merksätze sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10: Länge der Merksätze im durchschnittlichen Vergleich.

DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
17,7	16,8	12,4	25,3	18,8	17,6

Daraus ergibt sich für die Länge der Merksätze ein Mittelwert von 18,1 Wörtern pro Merksatz.

Fazit:

Zwischen den Büchern zeigen sich bei den enthaltenen Merksätzen Unterschiede. Besonders auffällig ist dies bei der absoluten Anzahl der vorhandenen Merksätze. Im IMPULSE sind die meisten Merksätzen (39) und die wenigsten Merksätze sind im FOKUS HE (9) enthalten. Besonders bei der durchschnittlichen Länge der Merksätze sind Unterschiede zu erkennen. Die längsten Merksätze befinden sich im SPEKTRUM HE und die kürzesten Merksätze sind im IMPULSE.

5.3.2 Qualitative Analyse der Merksätze

Wie in der quantitativen Analyse gezeigt, finden sich in allen sechs Büchern Merksätze, wobei die Anzahl von Buch zu Buch variiert.

Im Duden finden sich einige Merksätze. Sie enthalten ein bis zwei Sätze. Einige sind kurzgefasst. Andere sind jedoch länger und könnten durch Umformulierung kürzer gefasst werden. Dennoch enthalten die

Merksätze die wichtigsten Inhalte der Haupttexte (++)). Neben wichtigen Formeln werden auch kleine Zeichnungen zum besseren Verständnis abgebildet (vgl. DUDEN, S. 138). Zusätzlich wird für jedes Formelzeichen die Definition hinzugefügt. Werden in den Haupttexten wichtige Fachbegriffe eingeführt, so finden sich diese auch in den Merksätzen wieder. Fremdwörter finden keine Verwendung. Zur sichtbaren Abgrenzung der Merksätze vom Haupttext, werden diese mit einem blauschattierten Kasten mit einem linken Balken versehen. So wird das Erkennen der Merksätze erleichtert, da diese sich selten am Ende eines Textes, sondern stattdessen meist zwischen einzelnen Absätzen befinden.

Das FOKUS HE beinhaltet die zweit wenigsten Merksätze. Diese sind ein bis drei Sätze lang. Die längeren Sätze könnten gekürzt beziehungsweise in zwei kürzere Sätze geteilt werden. Teilweise werden auch Aufzählungen mit Beispielen in den Merksätzen verwendet (vgl. FOKUS HE, S. 164). Die wichtigsten Inhalte der Texte werden in den Merksätzen zusammengefasst (++)). Fremdwörter kommen nicht vor und neue Fachbegriffe sind bereits in den Texten verwendet worden. Die Merksätze werden durch einen blauen Balken auf der linken Seite und durch einen blauen Fettdruck vom Haupttext abgegrenzt. Dies macht das Erkennen deutlich einfacher, das sie sich auch zwischen einzelnen Textabschnitten und nicht zwangsläufig am Ende eines Textes befinden.

Im IMPULSE finden sich die meisten Merksätze. Dafür sind diese aber nur ein bis zwei Sätze lang und dadurch meist sehr präzise formuliert (++)). Einige Sätze der Merksätze sind etwas länger, können aber ohne Streichen relevanter Angaben nicht kürzer gefasst werden. Sie beinhalten wichtige Inhalte des Textes, aber sind deutlich kleinschrittiger als die Merksätze der anderen fünf Bücher. Einige Sätze könnten auch zu einem etwas längeren Merksatz zusammengefasst werden. Fremdwörter werden auch hier nicht verwendet. Neue Fachbegriffe sind in den Haupttexten bereits eingebaut, sodass die SchülerInnen diese bereits mindestens einmal gelesen haben. Vom Haupttext werden die Merksätze gut sichtbar durch einen roten Punkt und durch Fettdruck abgetrennt.

Zwischen einzelnen Textabsätzen werden teils auch Merksätze verwendet, d.h. sie finden nicht wie bei anderen Büchern ausschließlich am Ende des Textes Verwendung.

Auch das SPEKTRUM HE beinhaltet einige Merksätze. Diese haben eine Länge von ein bis maximal vier Sätzen. Einige sind sehr lang und könnten in zwei kürzere Sätze geteilt werden oder deutlich kürzer gefasst werden. Dennoch beschränken sie sich auf die wichtigsten Inhalte des Haupttextes (+). Ein Merksatz beinhaltet die Begriffe „Emission“ und „Absorption“. Diese wurden womöglich bereits im Physikunterricht behandelt. Im zugehörigen Text werden diese Begriffe allerdings nicht verwendet, sodass es hier zu Fragen seitens der SchülerInnen kommen könnte, die mit den Begriffen noch nichts anfangen können. Dies könnte durch die Verwendung einer Umschreibung dieser zwei Begriffe oder der Verwendung beziehungsweise der Erklärung im Haupttext umgangen werden. Auch hier werden die Merksätze durch einen blauschattierten Kasten vom Haupttext abgegrenzt. Zudem befinden sie sich immer am Ende des jeweiligen Textes und der nächste Text beginnt erst in der zweiten Textspalte oder auf der nächsten Seite.

Im FOKUS BW finden sich die wenigstens Merksätze im Vergleich zu den anderen fünf Büchern. Die Merksätze weisen ein oder zwei Sätze auf. Diese sind jedoch teilweise sehr lang und könnten unterteilt oder kürzer gefasst werden. Trotz dessen geben sie nur die wichtigsten Inhalte des Textes zusammengefasst wieder (+). Auch hier werden wichtige, im Text erwähnte Formeln in den Merksätzen aufgegriffen (vgl. FOKUS BW, S.190). Die Merksätze weisen keine Fremdwörter auf. Zudem werden unbekannte Wörter bereits im Text verwendet, sodass diese den SchülerInnen beim Lesen bereits vertraut sind. Um die Merksätze vom Haupttext unterscheiden zu können, werden sie in einem blauen Fettdruck geschrieben. Dies setzt sie gut sichtbar ab und sie sind dadurch auf einen Blick erkennbar.

Auch im SPEKTRUM BW tauchen ebenfalls Merksätze auf. Diese enthalten in der Regel ein bis zwei Sätze. Lediglich ein Merksatz weist drei Sätze auf. Alle sind prägnant formuliert, wie eine Definition, und

enthalten nur die wichtigsten Textinhalte (++). Sofern im Text Formeln eingeführt werden, sind diese ebenfalls in den Merksätzen vorhanden. Fremdwörter werden in den Merksätzen nicht verwendet. Allerdings kommen Fachbegriffe vor, die in dem zugehörigen Text eingeführt werden, sodass die SchülerInnen diese bereits mindestens einmal gelesen haben. Vom Haupttext werden die Merksätze gut sichtbar durch hellblau schattierte Kästen mit dunkelblauen Rahmenlinien am unteren und oberen Rand abgetrennt.

Fazit:

Die Merksätze aller sechs Bücher beinhalten im Grunde die wichtigsten Inhalte der jeweiligen Texte. Lediglich könnten einige Sätze kürzer gefasst werden. Auch die sichtbare Abgrenzung der Merksätze ist in allen Büchern deutlich zu erkennen. Zwischen den Büchern unterscheidet sich diese Abgrenzung durch Farbe oder deren Gestaltung.

5.3.3 Quantitative Analyse der Formeln

In allen sechs Büchern werden Formeln, mathematische Gleichungen und ähnliches verwendet. Allerdings variiert auch die Anzahl der Formeln bei den einzelnen Büchern. Mit 116 Formeln hat das SPEKTRUM HE die meisten Formeln. An zweiter Stelle steht IMPULSE mit 68 Formeln. Darauf folgt das FOKUS BW mit 57 Formeln. Im DUDEN finden sich 44 Formeln. Das FOKUS HE und das SPEKTRUM BW weisen lediglich je 14 Formeln auf.

Vergleicht man die Verhältnisse zeigen sich ähnliche Verläufe wie bei der absoluten Anzahl der Formeln. Das SPEKTRUM HE weist 3,4 Formeln pro Seite auf. Im IMPULSE finden sich mit 1,5 Formeln pro Seite deutlich weniger Formeln. Darauf folgt das DUDEN und FOKUS BW mit jeweils 1,1 Formeln pro Seite. Die Schlusslichter bilden das SPEKTRUM BW mit 0,38 und das FOKUS HE mit 0,3 Formeln pro Seite.

Allerdings ist die (durchschnittliche) Anzahl der Formeln nicht besonders aussagekräftig, da die untersuchten Kapitel in den sechs Büchern nicht den identischen Lernstoff behandeln, sodass es zu deutlichen Schwankungen zwischen den einzelnen Büchern kommt.

Fazit:

Für die Anzahl der Formeln zeigen sich ebenfalls starke Unterschiede. Erkennbar ist hier, dass das FOKUS HE die wenigsten Formeln und das SPEKTRUM HE die meisten Formeln aufweist. Ebenfalls zeigt sich, dass sich die beiden FOKUS-Bücher und die SPEKTRUM-Bücher trotz ähnlicher Autorengruppen im Hinblick auf die Formeln unterscheiden.

5.3.4 Qualitative Analyse der Formeln

Formeln finden sich ebenfalls im DUDEN. Allerdings werden diese selten im Haupttext erwähnt, sondern in der Regel in den Merksätzen. Eine Herleitung erfolgt im mathematischen Sinne nicht. Stattdessen wird die Formel eher auf sprachlicher Ebene hergeleitet. Dies ist allerdings auch nicht bei allen Formeln der Fall. Die Formeln werden zusätzlich sehr einfach gehalten und entsprechen damit den mathematischen Vorkenntnissen der SchülerInnen (++). Sehr selten wird Δ verwendet, wobei dies explizit als Änderung der jeweiligen Größe definiert wird.

Wie auch das SPEKTRUM BW beinhaltet das FOKUS HE die wenigsten Formeln. Mathematisch erfolgt keine Herleitung der Formeln in diesem Buch. Teilweise werden die Formeln sprachlich hergeleitet, indem proportionale Beziehungen erklärt werden. Prinzipiell entsprechen etwa den mathematischen Vorkenntnissen der SchülerInnen. Die mathematische Bedeutung von Δ kennen die SchülerInnen vermutlich noch nicht, aber es wird im Buch erklärt, sodass größere Schwierigkeiten vermieden werden (+).

Das IMPULSE weist die zweit größte Anzahl an Formeln auf. Diese befinden sich aber größtenteils nur in einem der zwei untersuchten

Kapitel und zudem nicht nur innerhalb des Haupttextes. Wichtige Formeln werden in Merksätzen auch wiederholt. Die Formeln werden in der Regel sprachlich hergeleitet und durch Gleichsetzen einzelner Größen mathematisch hergeleitet (+). Diese Herleitungen sind aber leicht zu verstehen, sodass die mathematischen Vorkenntnisse der SchülerInnen ausreichend sind (++). Die den SchülerInnen vermutlich aus der Mathematik unbekannte Differenz Δ wird im IMPULSE explizit als Änderung der jeweiligen Größe angegeben.

Das SPEKTRUM HE weist mit Abstand die meisten Formeln auf. Die verwendeten Formeln werden in der Regel hergeleitet. Dies erfolgt meist durch die Verwendung von Proportionalitäten und mit Hilfe von bereits bekannten Formeln. Auch sprachlich wird die Herleitung unterstützt. Bevor die Proportionalitäten in eine physikalisch mathematische Beziehung gesetzt werden, werden diese erst im Text erklärt. Als Abschluss des Absatzes wird dann die proportionale Beziehung angegeben (++). Untersucht man die Formeln in Bezug auf die Mathematik, so zeigt sich, dass diese den mathematischen Vorkenntnissen der vorgesehenen Altersgruppe entsprechen (+). Positiv ist zu erwähnen, dass bei der Verwendung von ΔE erklärt wird, dass es sich um die Energieänderung handelt.

Es finden sich im FOKUS BW einige Formeln. Diese werden sowohl mathematisch als auch sprachlich und mit einer graphischen Ergänzung hergeleitet. Hier wird durch die Annahme, dass die zugeführte Energie der gesamten Bewegungsenergie ($E = \Delta E$) entspricht und durch anschließendes Einsetzen von $\Delta E = F \cdot \Delta s$, die Formel für die Bewegungsenergie ($E_{Bew} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$) hergeleitet. Allerdings sind einige Formeln im Text versteckt, die für die Herleitung unter dem Text benötigt wird, sodass dabei eventuell Probleme bei den SchülerInnen auftreten könnten (+) (vgl. FOKUS BW, S. 224).

Im Vergleich mit dem SPEKTRUM BW sind die Formeln anspruchsvoller. Dies kann aber zum einen auf die deutlich ältere Auflage des FOKUS BW zurückzuführen sein, dass noch vor der Erstellung des aktuellen

Bildungsplans in Baden-Württemberg veröffentlicht wurde. Zum anderen ist das FOKUS BW für den zweiten Teil der Mittelstufe und das SPEKTRUM BW für den Anfangsunterricht in der Mittelstufe vorgesehen. In Bezug auf die mathematischen Vorkenntnisse der SchülerInnen sind die verwendeten Formeln in Ordnung bis angemessen. Dennoch wird öfters Δ verwendet, was nicht explizit erklärt wird, sondern erst einige Seiten nach der ersten Erwähnung. Dies kann zu Verwirrungen der SchülerInnen kommen, da im Mathematik noch nicht thematisiert wurde, dass beispielsweise $\Delta s = s_2 - s_1$ bedeutet (+).

Das SPEKTRUM BW weist mit die wenigsten Formeln auf. Die vorkommenden Formeln werden teilweise hergeleitet. Dies erfolgt sowohl sprachlich als auch durch die Verwendung von einfachen Proportionalitäten (++) (vgl. SPEKTRUM BW, S. 66). Es wird keine mathematische Herleitung verwendet. Dennoch werden die Formeln im Text erklärt. Diese sind gut an die mathematischen Vorkenntnisse der SchülerInnen angepasst (++). Hauptsächlich bestehen die Formeln aus einfachen Multiplikationen oder Quotienten.

Fazit:

In Bezug auf die Formeln zeigen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Schulbüchern. Eine mathematische Herleitung findet sich im FOKUS BW, SPEKTRUM HE, IMPULSE. Hingegen wird bei DUDEN, FOKUS HE und SPEKTRUM BW auf eine mathematische Herleitung verzichtet und lediglich eine einfache sprachliche Herleitung gewählt. Die Formeln entsprechen in der Regel auch den mathematischen Vorkenntnissen der SchülerInnen.

5.4 Abbildungen

Für die Analyse der Abbildungen werden alle Abbildungen der gewählten Buchabschnitte berücksichtigt.

5.4.1 Quantitative Analyse der Abbildungen

Die ausgewählten Bücher haben eine sehr variable Bilderanzahl. Mit 250 Bildern hat IMPULSE die größte Anzahl. Deutlich weniger Bilder weisen FOKUS BW mit 143 Bildern, FOKUS HE mit 134 Bildern und dicht gefolgt von DUDEN mit 132 Bildern auf. Das Schlusslicht wird gebildet durch SPEKTRUM BW mit 99 und SPEKTRUM HE mit lediglich 82 Bildern.

Diese recht deutlichen Unterschiede lassen sich etwas abmildern, wenn die Verteilung der Bilder der einzelnen Bücher, also die durchschnittliche Bilderanzahl pro Buchseite, betrachtet wird. IMPULSE weist mit 5,6 Bildern pro Seite wie auch bei der absoluten Anzahl die meisten Bilder auf. Dahinter liegt nun allerdings FOKUS HE mit 3,2 Bildern pro Seite, dicht gefolgt von FOKUS BW mit 3,1 Bildern pro Seite. An vierter Stelle folgt wie zuvor DUDEN mit 2,7 Bildern pro Seite. Die wenigsten Bilder pro Seite haben SPEKTRUM BW mit 2,7 Bildern pro Seite und SPEKTRUM HE mit 2,3 Bildern pro Seite.

Ähnlich verhält es sich mit den Flächenanteil. Den größten Anteil haben allerdings FOKUS HE und FOKUS BW mit jeweils 26 %, dicht gefolgt von DUDEN mit einem Flächenanteil von 25 %. Die Bilder im IMPULSE haben einen Flächenanteil von 24 %, dicht gefolgt von dem SPEKTRUM BW mit 22 %. Den geringsten Flächenanteil zeigt sich mit 17 % beim SPEKTRUM HE.

DUDEN

Verteilung der Abbildungstypen

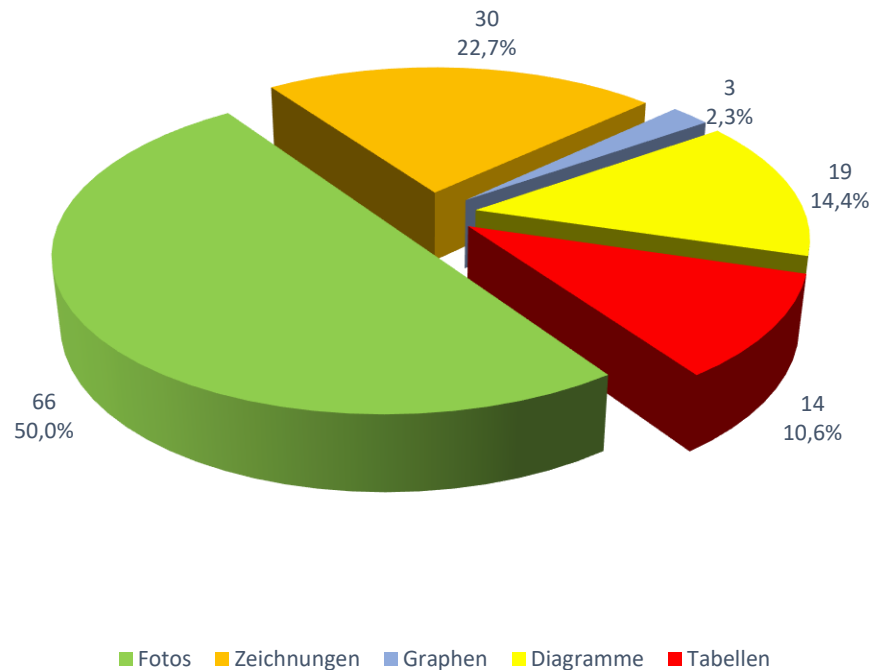


Abbildung 22: Auswertung der Abbildungstypen im DUDEN.

- In Bezug auf die verschiedenen Bildtypen sind signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Büchern zu erkennen.
- Die Hälfte der Bilder im DUDEN werden als Fotos (50,0 %) eingeteilt. Zeichnungen haben mit 22,7 % den zweitgrößten Anteil an den Bildern.
- Das Buch weist einen ähnlichen Anteil an Diagrammen (14,4 %) sowie Tabellen (10,6 %) auf.
- Den geringsten Anteil an den Bildern bilden Graphen (2,3 %).

FOKUS HE

Verteilung der Abbildungstypen

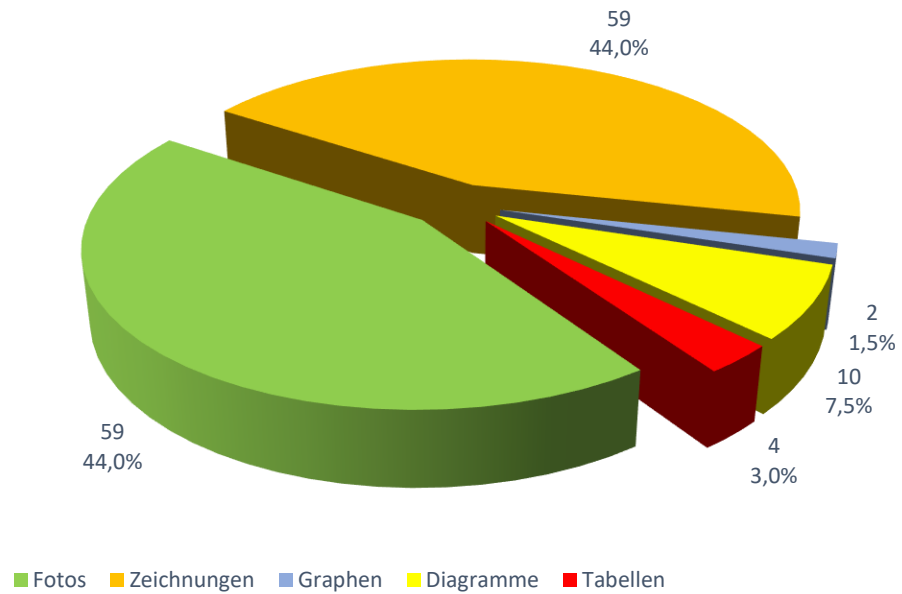


Abbildung 23: Auswertung der Abbildungstypen im FOKUS HE.

- Bei Fokus HE besteht der größte Teil der Bilder aus Fotos und Zeichnungen mit jeweils 44,0 %.
- Der Anteil der Diagramme liegt bei 7,5 %. Tabellen (3,0 %) und Graphen (1,5 %) sind kaum vorhanden.

IMPULSE

Verteilung der Abbildungstypen

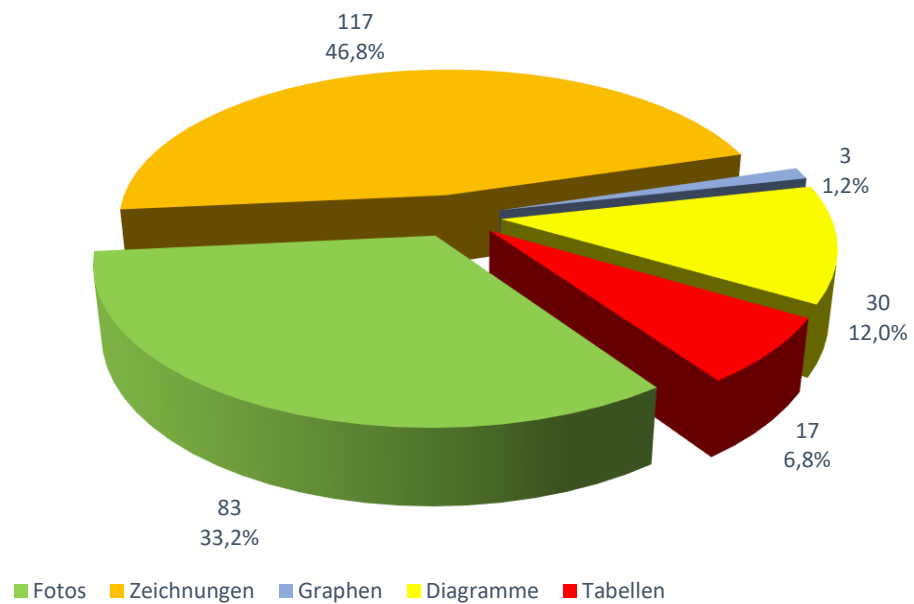


Abbildung 24: Auswertung der Abbildungstypen im IMPULSE.

- Bei IMPULSE weisen die Zeichnungen den größten Anteil von 46,8 % auf. Fotos sind mit einem Anteil von 33,2 % recht häufig vertreten.
- Deutlich seltener kommen Diagramme mit 12,0 % vor.
- Die vorhandenen Tabellen (6,8 %) erscheinen in der Regel zur Veranschaulichung oder bei den Aufgabenstellungen.
- Am seltensten sind Graphen (1,2 %) zu finden.

Spektrum HE

Verteilung der Abbildungstypen

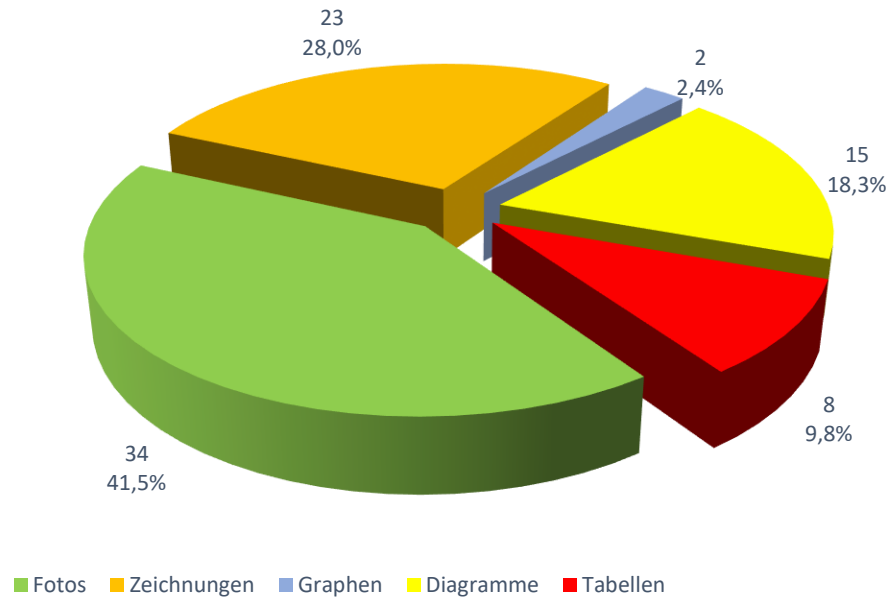


Abbildung 25: Auswertung der Abbildungstypen im SPEKTRUM HE.

- Beim SPEKTRUM HE nehmen ähnlich wie beim SPEKTRUM BW Fotos den größten Anteil mit 41,5 % an.
- Häufig verwendet werden Zeichnungen (28,0 %) und Diagramme (18,3 %) kommen regelmäßig vor.
- Deutlich öfter als bei den Büchern zuvor finden sich Tabellen mit einem Anteil von 9,8 %. Selten vorhanden sind wie bei den vorherigen Büchern die Graphen (2,4 %).

FOKUS BW

Verteilung der Abbildungstypen

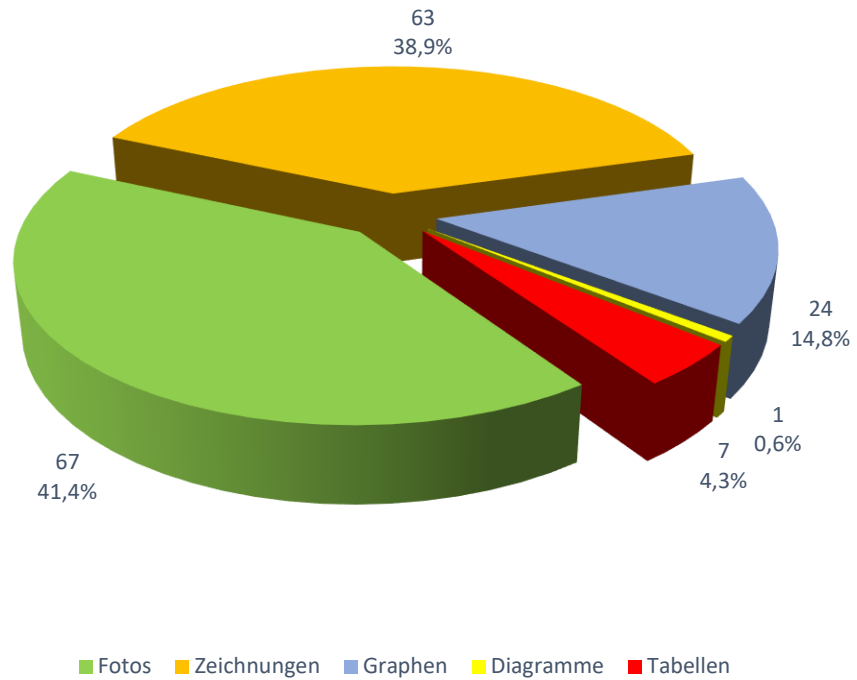


Abbildung 26: Auswertung der Abbildungstypen im FOKUS BW.

- Wie in Abbildung 26 zu erkennen, bilden Fotos mit 41,4 % und Zeichnungen mit 38,9 % die größten Anteile der Bilder im FOKUS BW.
- Der Anteil der Graphen ist mit 14,8 % deutlich höher als bei den anderen fünf Büchern.
- Hingegen werden Tabellen (4,3 %) und Diagramme (0,6 %) recht selten verwendet.

Spektrum BW

Verteilung der Abbildungstypen

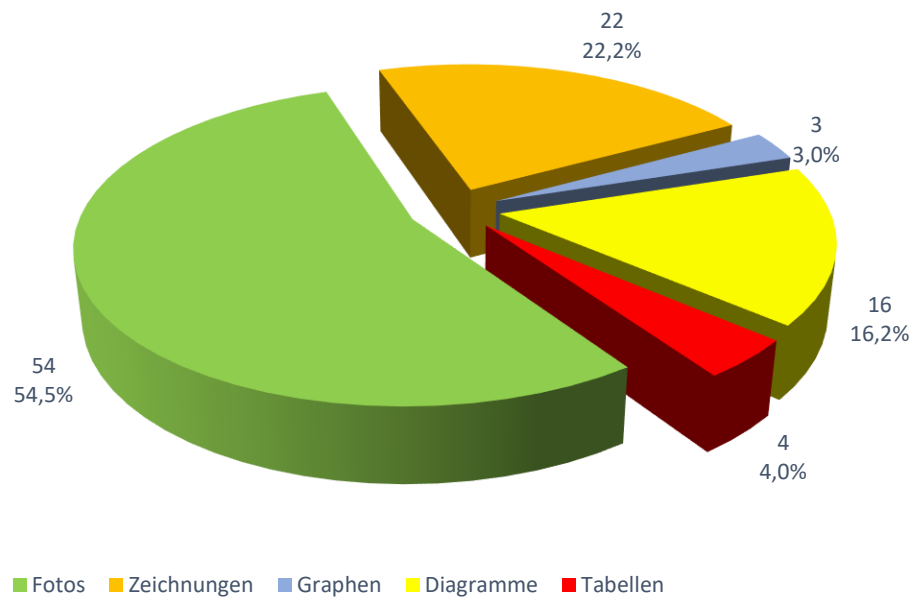


Abbildung 27: Auswertung der Abbildungstypen im SPEKTRUM BW.

- Den größten Bildanteil haben beim SPEKTRUM BW die Fotos mit 54,5 %.
- Mit einem Anteil von 22,2 % folgen Zeichnungen; Diagramme (16,2 %) werden hier im Vergleich zu IMPULSE deutlich öfter verwendet.
- Selten kommen Tabellen (4,0 %) und Graphen (3,0 %) vor.

In der folgenden Abbildung werden die Abbildungstypen aller Bücher dargestellt:

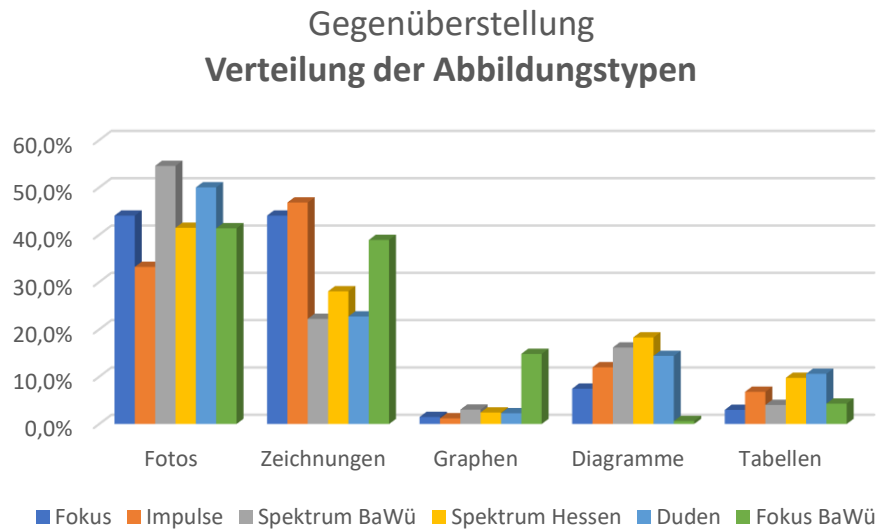


Abbildung 28: Abbildungstypen der Schulbücher.

Es ist deutlich zu erkennen, dass Fotos und Zeichnungen in allen Schulbüchern am stärksten vertreten sind. Höchstens ein Drittel sind in Summe Graphen, Diagrammen und Tabellen zuzuordnen.

Fazit:

Die am meisten vertretenen Bildtypen unterscheiden sich von Buch zu Buch. DUDEN und SPEKTRUM BW enthalten vor allem Fotos, IMPULSE vor allem Zeichnungen. Die beiden FOKUS-Bücher beinhalten ähnlich viele Fotos wie Zeichnungen. Im SPEKTRUM HE gibt es hauptsächlich Fotos. Es zeigt sich, dass die Verhältnisse der Bildtypen der einzelnen Bücher nicht gleichmäßig sind (vgl. Abbildung 28). Die Anteile der Bildtypen in den baden-württembergischen Bücher unterscheiden sich trotz ähnlicher Autorengruppen in gewissem Maße von den hessischen Büchern.

5.4.2 Qualitative Analyse der Abbildungen

Neben den Bildtypen spielt auch die Darstellung der Bilder innerhalb der Bücher eine große Rolle. Im DUDEN werden Bilder sowohl nummeriert als auch beschriftet. Bilder, die Aufgaben begleiten, erhalten keine Nummerierung und Beschriftung. Im Text wird in den meisten Fällen auf die Bilder verwiesen (Beispiel:

(Abb. 1)) und erklärt. Vereinzelt bezieht sich ein Text nicht (explizit) auf ein Bild, wenn das Bild eindeutig zum Text zugeordnet werden kann (vgl.

DUDEN, S.142 links oben; S. 475 links oben). In Bezug auf die



Abbildung 29: Beispielbild Energiequelle Sonne (vgl. DUDEN, S.470).

Qualität der Bilder sind Unterschiede erkennbar. Besonders die Fotos sind teilweise nicht sonderlich scharf. Hingegen haben die mit dem Computer gezeichneten Bilder eine deutlich bessere Auflösung. Neben der Auflösung sind auch die Größe und Belichtung/Farbkontrast der Bilder nicht optimal. Dadurch gehen wichtige Bildinhalte verloren. Ein Beispiel ist in Abbildung 29 zu sehen. Mit diesem Bild wird die Strahlung der Sonne als wichtigste Energiequelle dargestellt. Im Augen der SchülerInnen kann es aber auf den ersten Blick wie ein verkohltes, abgebranntes Getreidefeld wirken.

Die Bildbeschreibung wirken, wie auch die Texte, sehr sachlich, aber geben die wichtigsten Bildinhalt in Bezug auf den Text wieder. Die Bildinhalte begrenzen sich bei den meisten Bildern auf die relevanten Informationen. Allerdings kann es durch die oben genannten Qualitätsmängel zu Informationsverlusten bei den Bildern kommen (o). Die Bilder weisen oftmals typische Unterrichtsanwendungen auf. Verschiedene Alltagsbeispiele für die einzelnen Energieformen, wie das Verformen einer Feder und Heben eines Körpers finden sich im Buch. Es könnten allerdings mehr Energieflussdiagramme integriert werden (-). Einige Fotos wirken etwas veraltet, da beispielsweise ein Klettergerüst

abgebildet ist, das so auf modernen Spielplätzen nicht mehr zu finden ist (vgl. DUDEN, S. 138).

Auch im FOKUS HE werden die Bilder mit Nummern versehen. Dies erfolgt an der linken unteren Ecke und die fortlaufende Nummerierung ist begrenzt auf eine Doppelseite. Teilweise erhalten die Bilder unterhalb eine Beschriftung, sofern die Bildinhalte nicht selbsterklärend sind. Im Text wird durch einen blauen, nach oben gerichteten Pfeil und einer Nummer auf die Bilder verwiesen (Beispiel: ↑ 1). Zusätzlich werden in der Regel die Bilder im Text erklärt.

Die Bilder sind für das Widerspiegeln der Textinhalte gut gewählt. Sowohl die Qualität und die Farbkontraste der Bilder sind positiv zu bewerten. Teilweise finden sich etwas altmodischere Bildmotive (abgebildete Computer, Fernseher etc.) (+). Die Bildbeschriftungen sind sehr kurzgehalten und beinhalten nur die notwendigsten Informationen, um das Bild zu verstehen. Die Bildinhalte beschränken sich auf die relevanten Informationen, sodass keine ablenkenden Details in den Bildern gezeigt werden (++).

Die Inhalte der Bilder bestehen sowohl aus klassischen und moderneren Inhalten. Das Interesse der SchülerInnen wird besonders durch die Bilder der Abschnitte „Probier's mal“ und die „Experimente“ geweckt. Diese beinhalten viele kleine Versuche, mit denen sich die SchülerInnen eigenständig auseinandersetzen können. Zusätzlich zeigen die Bilder Alltagssituationen (Fahrrad fahren, Bus, Bahn etc.). Allerdings sind besonders interessante Anwendungen in den Bildern kaum zu finden (o).

Im IMPULSE erfolgt eine Nummerierung der Bilder an der linken unteren Ecke des Bildes (Beispiel **B1**). Wie auch bei den vorherigen Büchern ist die fortlaufende Nummerierung auf eine Doppelseite begrenzt. Zusätzlich haben die Bilder in der Regel eine Unterschrift. Im Text wird mit einem nach rechts deutenden Pfeil und der Bild Nummer auf die Bilder verwiesen (Beispiel: →**B1**). Prinzipiell werden die Bilder im Text genauer erklärt. Die meisten Bilder sind so gewählt, dass sie keine (ausführliche) Erklärung brauchen und sehr übersichtlich sind.

Die verwendeten Bilder weisen eine gute bis sehr gute Qualität auf. Dies zeigt sich besonders bei den Zeichnungen. Bei den Fotos variiert die Auflösung ein wenig, ist aber dennoch als gut zu bewerten (+). Um wichtige Inhalte, die nicht gut zu erkennen sind,

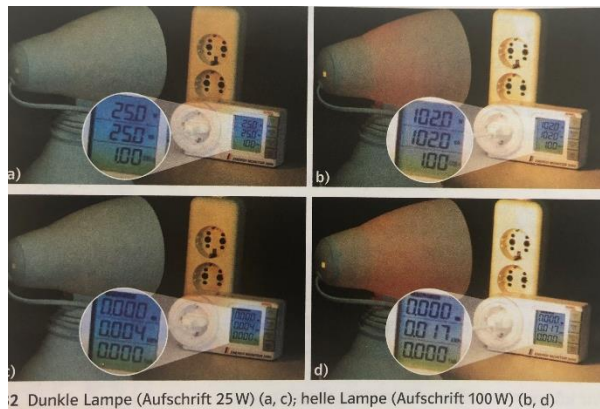


Abbildung 30: Beispiel der Darstellung mit Zoom-Fenstern (vgl. IMPULSE, S.120).

hervorzuheben, wird ein Zoomfenster im Bild gezeigt (vgl. Abbildung 30). Allerdings sind so die abgebildeten Einheiten kaum zu entziffern. Positiv fällt im IMPULSE auf, dass viele Energieflussdiagramme als zusätzliche Erklärung von Experimenten verwendet werden.

Die Bildbeschriftungen sind sehr knapp formuliert und beinhalten eine sachliche Beschreibung des Bildes. Dies reicht aber bei den meisten Bildern vollkommen aus, da diese in der Regel selbsterklärend sind.

In Bezug auf die Relevanz der Bildinhalte finden sich kaum Bilder mit für SchülerInnen irrelevante Inhalten (+). Die Fotos weisen meist einen neutralen Hintergrund auf. Bei Zeichnungen wird in der Regel ein heller gelber oder weißer Hintergrund gewählt, sodass der Fokus auf den Bildinhalt gerückt wird.

Inhaltlich zeigt sich eine Mischung aus standardisierten, bewährten und moderneren Bildinhalten. Besonders durch die zeitgemäßen „Heim-

versuche“ und der „Werkstatt“ wird das Interesse der SchülerInnen geweckt. Hier wird beispielsweise eine Linealschleuder aufgebaut oder verschiedene Versuche zum Thema „Energieerhaltung“ gezeigt. Allerdings kommen kaum für die SchülerInnen interessante Anwendungen vor (o).

Im SPEKTRUM HE erfolgt keine Nummerierung der Bilder. Ebenso werden die Bilder nicht beschriftet. Lediglich die Bilder, die einen Versuch darstellen, erhalten einen Rahmen mit der Überschrift „Zentraler Versuch“. Auch auf einen Verweis auf die Bilder im Haupttext wird vollständig verzichtet. Prinzipiell werden die Bilder im Text erklärt, wobei diese teilweise ausführlicher sein könnten, da der direkte Bezug durch den Bildverweis fehlt. Die Bilder weisen eine gute Qualität auf (+). Dies wird besonders durch die Zeichnungen deutlich. Bei den Fotos ist die Qualität abhängig vom Bildinhalt. Bilder, die Versuche zeigen, haben eine bessere Auflösung als Landschaftsbilder. Generell sind die Bilder passend zu den Textinhalten ausgewählt.

Aufgrund der Tatsache, dass SPEKTRUM HE die wenigsten Bilder aller sechs Bücher beinhaltet, sind diese sehr gezielt auf die Texte bezogen.

Es gibt keine Bilder, die als Zusatzbild fungieren. Auch die Bildinhalte sind auf die relevanten Inhalte beschränkt (++). Bei den Fotos, die Experimente zeigen, sind die Gesetze der Einfachheit und des



Abbildung 31: Versuch zur Spannenergie (vgl. SPEKTRUM HE, S.163).

Figur-Grund-Kontrastes sehr gut zu erkennen. Zusätzlich wird der Fokus durch die gute Hintergrundauswahl auf die Kernpunkte des Experiments gelegt.

Wegen der geringen Anzahl an Bildern sind wenig interessante Anwendungen vorhanden. Teilweise werden Alltagssituationen oder Hobbys der SchülerInnen dargestellt. Die Bilder sind recht klassisch und kaum innovativ gehalten. Es werden auch selten Energieflussdiagramme verwendet (o).

Die Bilder, mit Ausnahme des Typs Tabelle, werden im FOKUS BW nummeriert. Dies erfolgt in der linken unteren Ecke und die fortlaufende Nummerierung ist begrenzt auf eine Doppelseite. Zusätzlich erhalten manche Bilder Unterschriften, wenn sie nicht selbsterklärend sind. Im Text erfolgt in der Regel ein Verweis durch einen blauen, nach oben gerichteten Pfeil und der jeweiligen Nummer. Des Weiteren wird im Text auf die Bilder eingegangen und diese werden auch erklärt. Die Bilder weisen eine gute Qualität auf (+). Besonders die Zeichnungen haben eine sehr gute Qualität. Allerdings variiert die Qualität aufgrund der unterschiedlichen Auflösung bei den Fotos. Die Abbildungen geben den Textinhalt gut wieder. Die Beschriftungen der Bilder machen deutlich, worauf der Fokus der Bildinhalte liegt. Meist bestehen die Beschriftungen aus sehr kurzen Sätzen oder teilweise lediglich aus einem Wort. Es könnten für besseres Verständnis ausführlichere Beschriftungen erfolgen.

Auf irrelevante Informationen durch die Bildinhalte wird im FOKUS BW größtenteils verzichtet (+). Dies wird besonders durch die gezeichneten Versuchsaufbauten deutlich. Der Hintergrund ist je nach Kapitelabschnitt entweder hellgelb, hellgrün oder hellblau gewählt. Zusätzlich wird nur das nötigste für den Versuch in dem Bild dargestellt.

Die Bildinhalte sind sehr klassisch orientiert (o). Energieflussdiagramme kommen nicht vor. Die Interessen der SchülerInnen werden kaum berücksichtigt. Lediglich einige der vorgestellten Experimente können das Interesse wecken. Prinzipiell können die Bilder beim Verständnis der Texte unterstützend wirken.

Auch im SPEKTRUM BW werden die Bilder, unter anderem auch die Tabellen und Graphen, nummeriert. Dies erfolgt in der linken unteren Ecke und die fortlaufende Nummerierung ist begrenzt auf zwei Doppelseiten. Allerdings werden die Bilder nicht beschriftet. Im Text wird auf die Bilder durch einen waagerechten Pfeil mit der rechten Pfeilspitze und der jeweiligen Nummer (Beispiel: →1). Der Verweis ist zusätzlich fett-

gedruckt, sodass dieser beim Lesen direkt ins Auge springt. Neben dem Verweis werden die Bilder meist recht ausführlich im Text erklärt.

Die Bilder haben eine gute bis sehr gute Qualität. Die Qualität der Fotos ist durch eine höhere Auflösung besser als im SPEKTRUM HE. Auch die Zeichnungen sind qualitativ hochwertig. Zudem spiegeln die Bilder die Textinhalte deutlich wider (++).

Irrelevante Informationen enthalten die Bilder nicht (++) . Es werden, wie auch im SPEKTRUM HE, keine Bilder verwendet, die keinen Bezug zum Text oder nur als Zusatz fungieren. Die Fotos, die Versuche zeigen, weisen einen gut gewählten weißen Hintergrund auf und sind auf das Wichtigste beschränkt.

Im SPEKTRUM BW werden wenig klassische und deutlich mehr innovative Bildinhalte verwendet (++) . Besonders sichtbar wird dies, an der Vielzahl an Energieflussdiagrammen. Durch die Verwendung von moderneren Fotoinhalten kann das Interesse der SchülerInnen geweckt werden. Zudem sind Alltagsbezüge in den Bildern sichtbar.

Fazit:

In den meisten Büchern sind die Abbildungen nummeriert, mit einer Beschreibung versehen und werden im Text referenziert. Prinzipiell spiegeln die Abbildungen die zu visualisierenden Inhalte wider, wobei es teilweise Unterschiede bei der Qualität und Auflösung der Abbildungen gibt. Im SPEKTRUM BW haben die Abbildungen die beste Bildqualität. Bezogen auf die Alltagsnähe und die Interessen der SchülerInnen schneiden IMPULSE, SPEKTRUM HE und SPEKTRUM BW am besten ab. In beiden SPEKTRUM-Büchern werden teilweise die identischen oder sehr ähnliche Bilder verwendet.

5.5 Aufgaben

Für die Analyse der Aufgaben wurden nur jene Aufgaben untersucht, die als solche explizit gekennzeichnet werden. Daher werden Aufgaben in Exkurs- und Projektabschnitten nicht bei der Analyse berücksichtigt.

5.5.1 Quantitative Analyse der Aufgaben

Die Aufgabenanzahl variieren in den verschiedenen Büchern. FOKUS BW hat mit 132 Aufgaben die meisten Aufgaben. Eine deutlich geringere Anzahl weisen FOKUS HE mit 96 Aufgaben, IMPULSE mit 94 Aufgaben und SPEKTRUM BW mit 91 Aufgaben auf. Im SPEKTRUM HE finden sich 89 Aufgaben. Die geringste Aufgabenanzahl der untersuchten sechs Bücher besitzt DUDEN mit lediglich 81 Aufgaben.

Werden anstelle der absoluten Aufgabenanzahlen die durchschnittliche Anzahl an Aufgaben pro Seite betrachtet, ändern sich die Beziehungen. Dennoch liegen diese Werte fast aller Bücher nahe beieinander. Dadurch ist SPEKTRUM HE Spitzenreiter mit 2,6 Aufgaben pro Seite, dicht gefolgt von FOKUS BW mit 2,5 Aufgaben pro Seite. Im Mittelfeld liegen SPEKTRUM BW mit 2,4, FOKUS HE mit 2,3 und IMPULSE mit 2,1 Aufgaben pro Seite. Weit abgeschlagen ist DUDEN mit einer durchschnittlichen Aufgabenanzahl von 1,7.

Ebenfalls variieren die sechs Bücher bei der durchschnittlichen Länge der Aufgabenstellungen. Nachfolgende werden die Ergebnisse tabellarisch dargestellt:

Tabelle 11: Länge der Aufgabenstellungen (Wörter pro Aufgabe) im durchschnittlichen Vergleich.

DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
17,9	23,1	20,6	20,7	22,5	15,6

Bildet man aus diesen Werten den Mittelwert, so ergibt sich für die durchschnittliche Länge der Aufgabenstellungen ein Wert von 20,1.

Auch bei der Kategorisierung der Aufgaben gibt es Unterschiede zwischen den einzelnen Büchern.

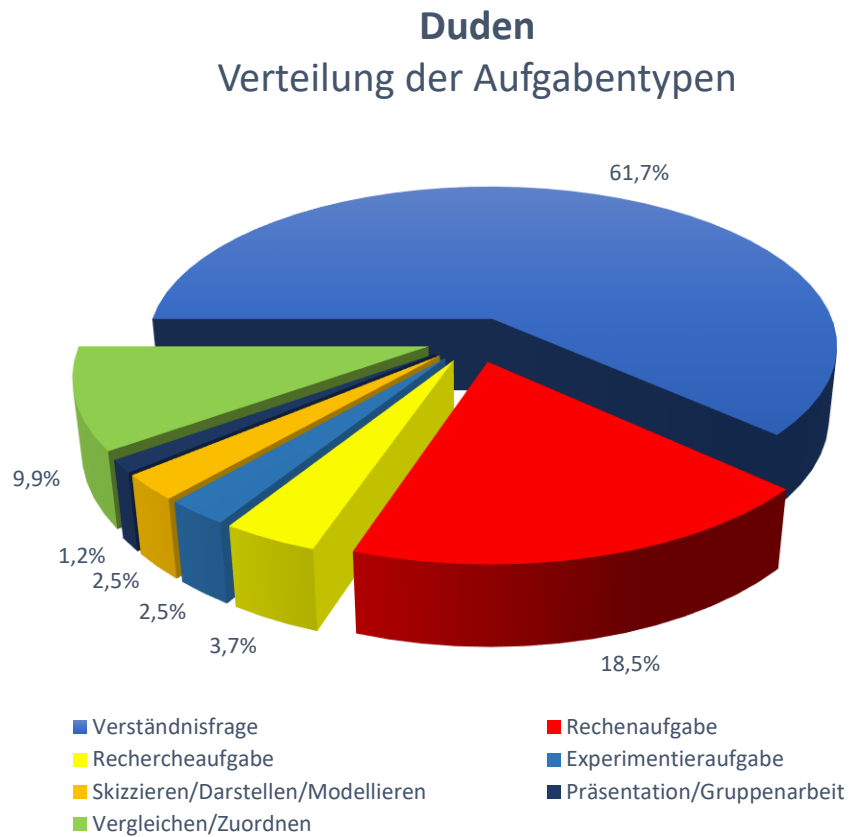


Abbildung 32: Auswertung der Aufgabentypen im DUDEN.

- Mehr als die Hälfte aller Aufgaben im DUDEN sind Verständnisaufgaben mit einem Anteil von 61,7 % (vgl. Abbildung 32).
- Mit 18,5 % finden sich Rechenaufgaben und 9,9 % Aufgaben zum Vergleichen und Zuordnen.
- Sehr selten sind Rechercheaufgaben (3,7 %), Experimentieraufgaben (2,5 %), Aufgaben zum Skizzieren und Darstellen (2,5 %) und Gruppenarbeiten beziehungsweise Präsentationen (1,2 %).

FOKUS HE

Verteilung der Aufgabentypen

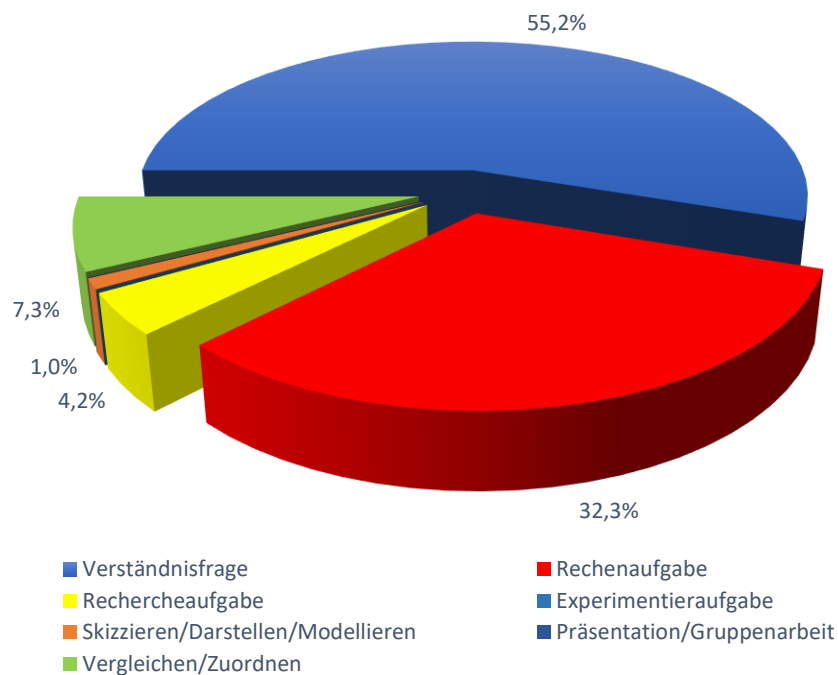


Abbildung 33: Auswertung der Aufgabentypen im FOKUS HE.

- Wie schon beim DUDEN nehmen beim FOKUS HE Verständnisfragen etwa die Hälfte (55,2 %) aller Aufgaben ein (vgl. Abbildung 33).
- Mit einem Anteil von 32,3 % sind Rechenaufgaben vertreten.
- Selten sind Aufgaben zum Vergleichen (7,3 %), Rechercheaufgaben (4,2 %) und darstellende Aufgaben (1,0 %).
- Hingegen gibt es keine Aufgaben zum Experimentieren und Gruppenarbeiten beziehungsweise Präsentationen in den untersuchten Abschnitten.

IMPULSE

Verteilung der Aufgabentypen

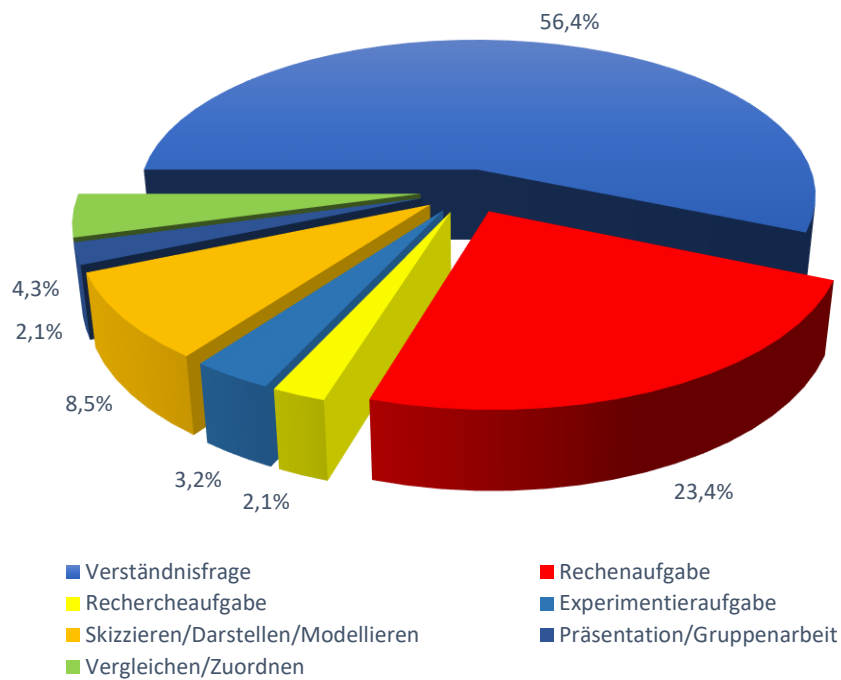


Abbildung 34: Auswertung der Aufgabentypen im IMPULSE.

- Eine ähnliche Verteilung der Aufgaben weist ebenso das IMPULSE auf (vgl. Abbildung 34).
- Mit 56,4 % haben Verständnisfragen den größten Anteil der Aufgaben.
- An zweiter Stelle stehen Rechenaufgaben mit einem Anteil von 23,4 %.
- Rund 20 % verteilen sich auf Darstellungsaufgaben (8,5 %), Vergleichsaufgaben (4,3 %), Experimentieraufgaben (3,2 %), Präsentationsaufgaben (2,1 %) und Rechercheaufgaben (2,1 %).

SPEKTRUM HE

Verteilung der Aufgabentypen

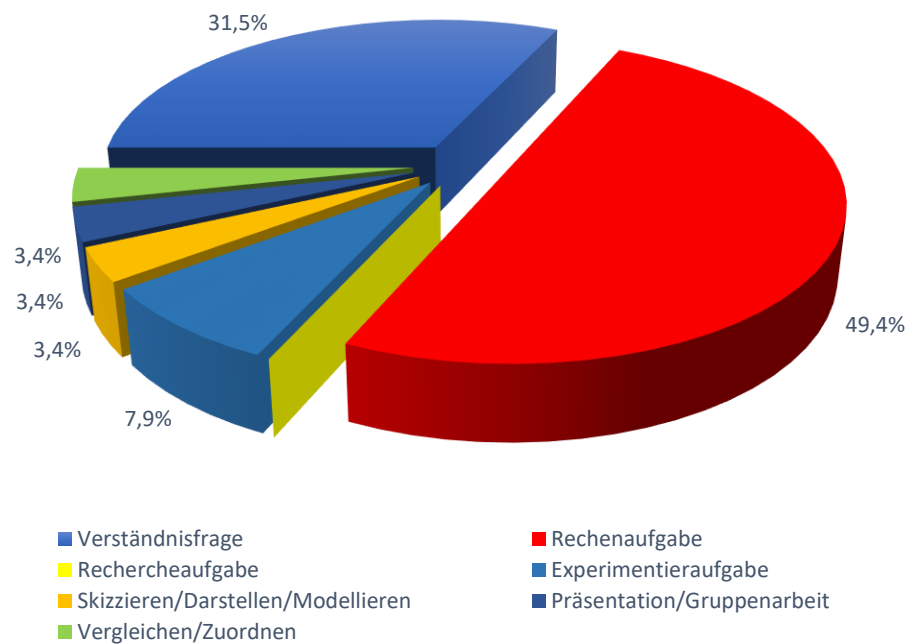


Abbildung 35: Auswertung der Aufgabentypen im SPEKTRUM HE.

- Etwas anders verhält es sich bei dem SPEKTRUM HE (vgl. Abbildung 35).
- Knapp die Hälfte aller Aufgaben sind Rechenaufgaben (49,4 %). Verständnisfragen nehmen in den untersuchten Abschnitten nur 31,5 % aller Aufgaben ein.
- Einen Anteil von 7,9 % weisen Experimentieraufgaben auf. Eher selten kommen Darstellungsaufgaben, Vergleichsaufgaben und Präsentationsaufgaben mit jeweils einem Anteil von 3,4 % vor.
- Rechercheaufgaben gibt es in den untersuchten Kapiteln nicht.

FOKUS BW

Verteilung der Aufgabentypen

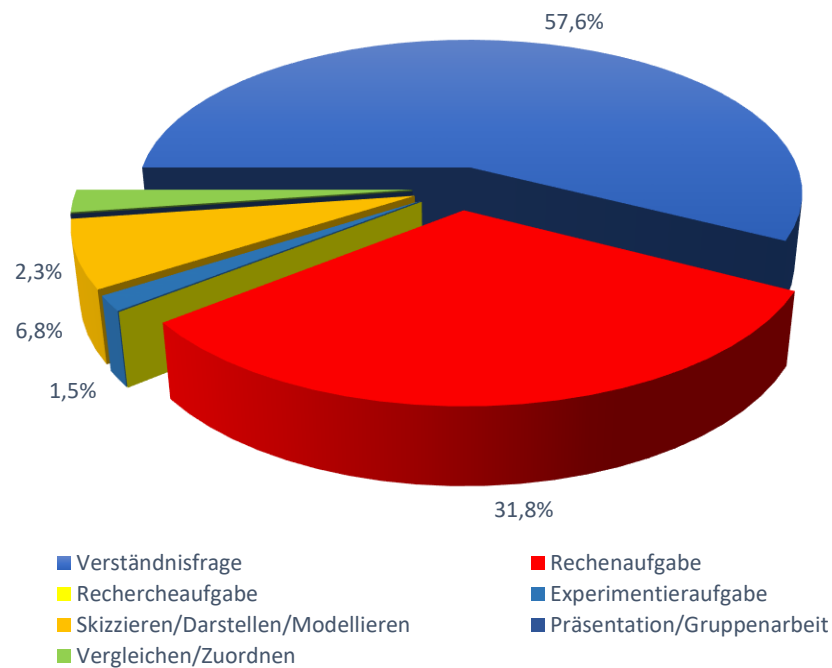


Abbildung 36: Auswertung der Aufgabentypen im FOKUS BW.

- Wie auch bei dem FOKUS HE beinhaltet das FOKUS BW einen recht großen Anteil an Verständnisaufgaben (57,6 %) und einen etwas geringeren, aber dennoch den zweit größten Anteil an Rechenaufgaben (31,8 %) (vgl. Abbildung 36).
- Darstellungsaufgaben weisen einen Anteil von 6,8 % auf. Sehr selten sind in diesem Buch Vergleichsaufgaben (2,3 %) und Experimentieraufgaben (1,5 %).
- Hingegen kommen Präsentationen und Rechercheaufgaben gar nicht vor.

SPEKTRUM BW

Verteilung der Aufgabentypen

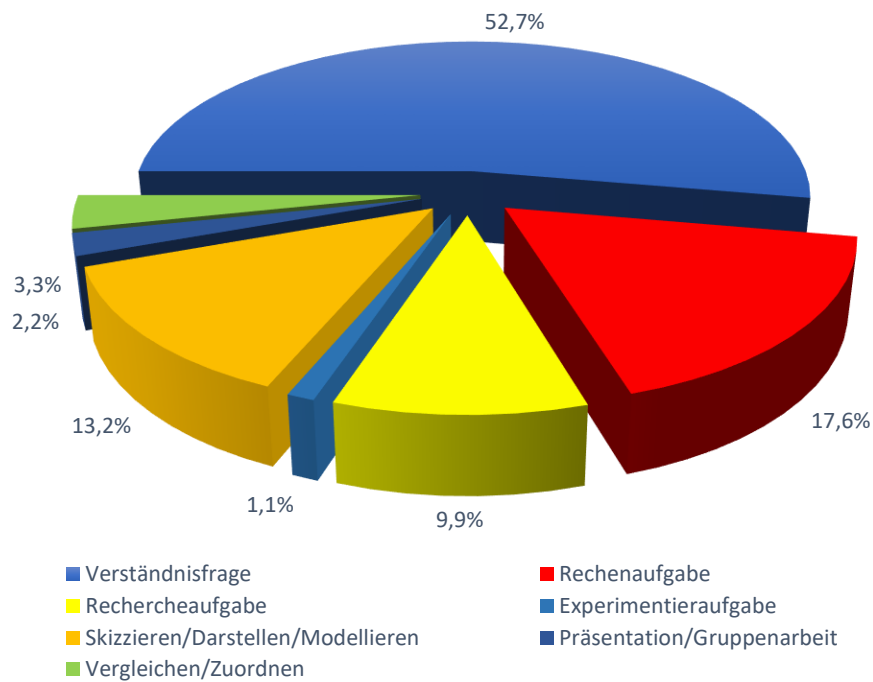


Abbildung 37: Auswertung der Aufgabentypen im SPEKTRUM BW.

- Das SPEKTRUM BW weist einen ähnlichen Trend auf wie die alle anderen Bücher mit Ausnahme des SPEKTRUM HE.
- Spitzenreiter sind Verständnisfragen mit einem Anteil von 52,7 % (vgl. Abbildung 37).
- Dahinter folgen Rechenaufgaben (17,6 %), Darstellungsaufgaben (13,2 %) sowie Rechercheaufgaben (9,9 %).
- Deutlich seltener sind Vergleichsaufgaben (3,3 %), Präsentationssaufgaben (2,2 %) und Experimentieraufgaben (1,1 %) zu finden.

In der nachfolgenden Abbildung werden die Aufgabentypen aller Bücher im Vergleich dargestellt.

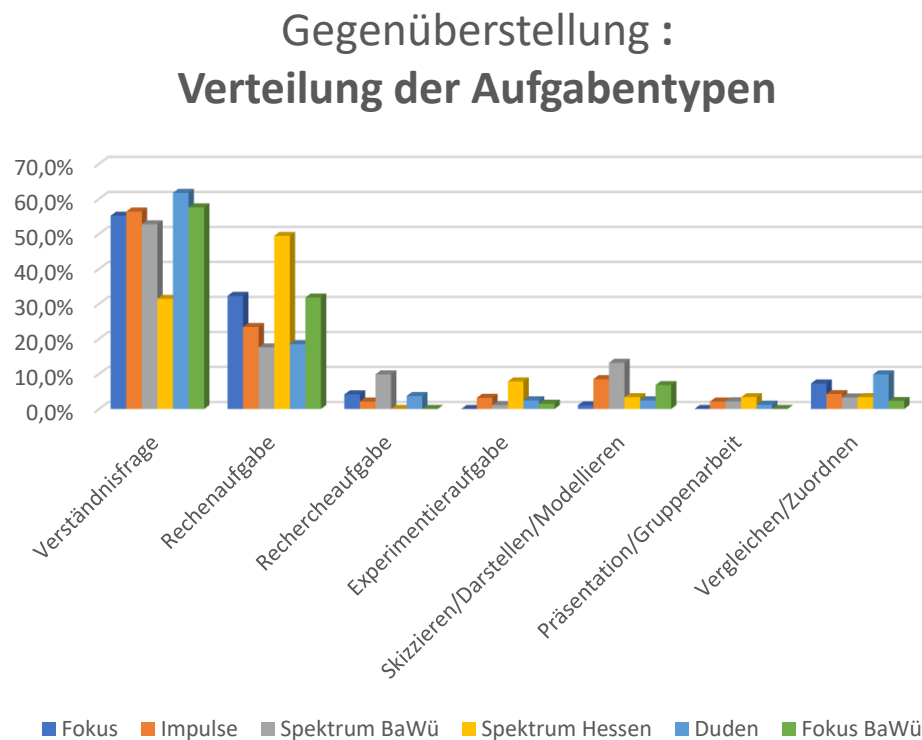


Abbildung 38: Aufgabentypen der Schulbücher.

Es ist erkennbar, dass der größte Anteil der Aufgaben Verständnisfragen und Rechenaufgaben sind. Höchstens 30 % sind den restlichen Aufgabentypen zuzuordnen.

Fazit:

Die am meisten vertretenen Aufgabentypen unterscheiden sich kaum von Buch zu Buch. Am häufigsten sind Verständnisfragen und an zweiter Stelle stehen Rechenaufgaben. Lediglich im hessischen SPEKTRUM-Buch gibt es deutlich mehr Rechenaufgaben als Verständnisfragen. Auch hier zeigt sich, dass die Verhältnisse der Aufgabentypen der einzelnen Bücher nicht gleichmäßig sind (vgl. Abbildung 38). Die Anteile der Aufgabentypen im SPEKTRUM BW unterscheiden sich recht stark trotz ähnlicher Autorengruppen von denen im SPEKTRUM HE. Dies ist bei den beiden FOKUS-Büchern nicht zu beobachten.

5.5.2 Qualitative Analyse der Aufgaben

Neben den verschiedenen Aufgabentypen ist die Formulierung für die Verständlichkeit der Aufgaben entscheidend.

Die Aufgaben im DUDEN befinden sich jeweils am Ende eines Kapitels und sind nicht in die Haupttexte integriert. In der Regel sind die Aufgabenstellungen verständlich formuliert (o). Die Wahl des Wortschatzes und der Satzstruktur ist angemessen. Durch die Entfernung der Aufgaben zum Haupttext müssten Fachbegriffe als Erinnerung angegeben werden. Sehr häufig enden die Aufgabenstellungen mit Ausrufezeichen, die sinnlos wirken. Dies kann zu Irritationen bei den SchülerInnen führen. Direkte Anrede („du“) und die Imperativform der Verben werden häufig in den Aufgabenstellungen verwendet. Auch Operatoren kommen bei der Formulierung der Aufgaben zum Einsatz. Öfters werden allerdings Kontexte vorgestellt und anschließend eine oder mehrere W-Fragen gestellt.

Die Aufgaben wirken unterstützend beim Lernen, allerdings dienen sie prinzipiell als Übungen. Das Buch hat eine Vielzahl an Aufgaben, die aufgrund der verschiedenen Themen eines Kapitels recht vielfältig sind. Trotzdem ist das Anforderungsniveau der Aufgaben eher gering (-). Viele Aufgaben sind mit dem erarbeiteten Wissen einfach zu lösen. Diese können den Anforderungsbereichen I und II zugeordnet werden (Hessisches Kultusministerium, 2021). Wenige Aufgaben, die sich beispielsweise mit der Planung und Durchführung eines Experiments beschäftigen, weisen einen Anteil des Anforderungsbereichs III auf. Für diese Aufgaben ist stärkeres Nachdenken und aktives Probieren erforderlich. Die Experimentieraufgaben weisen zusätzlich Alltagsbezüge und -materialien auf (vgl. Aufgabe 25 & 31, S. 147).

Im DUDEN finden sich zwischen den Haupttexten und Aufgaben insgesamt neun Beispiel(aufgaben). Ein Drittel der Beispiele ist Rechenaufgaben, deren Lösungsweg Schritt für Schritt abgebildet wird. Die anderen zwei Drittel sind Beispielaufgaben mit Erklärungen. Musterlösungen für die Übungsaufgaben sind keine im Buch enthalten. Zusätz-

lich werden bei den Übungsaufgaben Möglichkeiten für Heimexperimenten gegeben.

Die Aufgaben im FOKUS HE befinden sich in der Regel jeweils am Ende eines Haupttextes oder am Ende eines Kapitels. Prinzipiell sind die Aufgaben verständlich formuliert (o). Die Sätze zeigen eine einfache Satzstruktur auf und es werden wenig unbekannte Fachbegriffe verwendet. Es werden sowohl Formulierungen mit Operatoren als auch mit W-Fragen im FOKUS HE gewählt. Aufgaben mit Operatoren überwiegen allerdings. Häufig werden Operatoren, wie „beschreiben“, „begründen“, „vergleichen“ oder „berechnen“, am Anfang der Aufgabenstellungen verwendet. Zudem wird in den Formulierungen die direkte Anrede genutzt. Die Aufgaben sind in gewissem Maße lernförderlich, wobei sie eher zum Üben des gelernten Wissens sind. Wie beim DUDEN können die meisten Aufgaben den Anforderungsbereichen I und II zugeordnet werden. Dennoch ist das Lösen dieser Aufgaben meist erst durch das Anwenden des Erlernten Wissens zu bewältigen. Sehr wenige Aufgabenstellungen weisen Transferleistungen auf und entsprechen damit dem Anforderungsbereich III (-).

Im FOKUS HE sind sowohl Beispiele als auch Beispielaufgaben („Musteraufgabe“) zu finden. Insgesamt werden fünf Beispiele gezeigt. Dabei handelt es sich um drei Beispielaufgaben mit Lösungswegen und zwei Beispiele, die einen Sachverhalt kurz wiedergeben. Für die „Check up“-Aufgaben am Ende der Kapitel werden im Anhang Lösungen zur Verfügung gestellt. Diese beinhalten sowohl Lösungswege mit eingesetzten Werten bei Rechenaufgaben, sondern auch Erklärungen bei anderen Aufgabentypen. Bei den Aufgaben sind keine Vorschläge für Heimexperimente dabei. Erfreulicherweise finden sich in den Abschnitten „Experimente“ einige Versuche, die selbstständig zuhause durchgeführt werden können.

Die Aufgabenstellungen im IMPULSE sind sehr verständlich formuliert (++) . Dies ist besonders auf die kurzen, einfachen Sätzen, den einfachen Wortschatz und dem Verzicht auf schwereverständliche (Fach-)begriffe zurückzuführen. Sehr häufig sind Operatoren bei den Satzanfängen der

Aufgaben zu finden. Deutlich weniger Aufgaben als im DUDEN und FOKUS HE sind als W-Fragen formuliert. Besonders oft wird auch die direkte Anrede verwendet.

In Bezug auf die Lernförderlichkeit der Aufgaben ist diese als gemäßigt anzusehen (o). Begründet ist dies durch die nicht optimale Positionierung der Aufgaben. Beinahe nach jedem Text gibt es Aufgaben sowie unter dem Abschnitt „Physik überall“. Dadurch macht es den Anschein, als würden die Textinhalte einer Seite lediglich abgefragt werden. Bei den meisten Aufgaben handelt es sich um Übungsaufgaben und weniger um vertiefende Aufgaben. Auch in diesem Buch können die meisten Aufgaben den Anforderungsbereichen I und II zugeordnet werden. Wenige Aufgaben beinhalten Transferleistungen und entsprechen so dem Anforderungsbereich III. Trotz allem ist positiv zu bemerken, dass die Aufgaben viele Alltagsbezüge aufzeigen.

Beispiele und Beispielrechnungen (9) kommen selten im IMPULSE vor. Am Ende des Kapitels finden sich hinter dem Rückblick insgesamt drei Beispiele. Davon sind zwei Rechenbeispiele und ein Beispiel eines anderen Aufgabentyps. Zusätzlich befindet sich ein Rechenbeispiel im Text und fünf Rechenbeispiele in den Abschnitten „Werkstatt“. Musterlösungen werden nicht zur Verfügung gestellt. Sowohl am Ende jedes Kapitels im Abschnitt „Heimversuche“ als auch bei einigen Versuchsabschnitten oberhalb der Texte sind Experimente für Zuhause angegeben.

In der Regel sind die Aufgaben im SPEKTRUM HE verständlich formuliert (o). Die Satzstruktur ist etwas anspruchsvoller als bei den anderen Büchern und es werden teilweise Fachbegriffe gewählt. Die Aufgabenstellungen beinhalten direkte Anreden. Beinahe alle Aufgaben beinhalten Operatoren in der Formulierung. Lediglich eine Aufgabenstellung mit einer W-Frage findet sich im untersuchten Abschnitt. Daher ist positiv anzumerken, dass die intensive Verwendung der Operatoren die Verständlichkeit fördert.

Auch beim SPEKTRUM HE sind die Aufgabenstellungen im gewissen Maße lernförderlich (o). Allerdings sind die Aufgaben eher zum Üben des erlernten Wissens gedacht. Die meisten Aufgaben entsprechen den Anforderungsbereichen I und II. Einige Aufgaben weisen Transferleistungen auf und können so dem Anforderungsbereich III zugeordnet werden. Alltagsbezüge werden in den Aufgabenstellungen ebenfalls häufiger gezogen.

Bei einigen Themen sind Rechenbeispiele angegeben. Insgesamt enthält das untersuchte Kapitel 6 Beispielrechnungen. Musterlösungen sind nicht vorhanden. Bei den Abschnitten „Versuche und Aufträge“ sind neben Schulversuchen auch Heimexperimente angegeben.

Die Aufgaben im FOKUS BW sind im Vergleich mit den anderen fünf Büchern am unverständlichsten formuliert (-). Es werden viele Fachbegriffe und wenig bekannte Wörter verwendet. Zusätzlich ist die Satzstruktur etwas anspruchsvoller, da die Sätze teils etwas „verschachtelter“ sind. Die Formulierungen enthalten direkte Anreden. Sehr häufig werden Operatoren in den Aufgabenstellungen verwendet. In einigen Formulierungen finden sich W-Fragen.

Auch hier sind die Aufgaben in gewisser Weise lernförderlich (o). Die meisten Aufgaben können den Anforderungsbereichen I und II zugeordnet werden. Einige anspruchsvollere Aufgaben sind vorhanden und entsprechen dem Anforderungsbereich III. Ebenfalls enthalten die Aufgabenstellungen Alltagsbezüge.

In dem untersuchten Kapitel finden sich lediglich zwei Beispiele, die nicht sonderlich lernförderlich gestaltet sind. Lösungen zu den „Check up“-Aufgaben werden im Anhang zur Verfügung gestellt. Die Lösungen sind sehr ausführlich. In den Abschnitten „Experimente“ finden sich ein paar Versuche, die durchaus auch als Heimexperimente durchgeführt werden können.

Die Aufgaben im SPEKTRUM BW befinden sich in der Regel jeweils am Ende eines Unterkapitels. Prinzipiell sind die Aufgabenstellungen verständlich formuliert (o). Durch die Verwendung von Fachbegriffen und

eines längeren Satzbaus wirken die Aufgaben anspruchsvoller. Positiv fällt auf, dass die Aufgaben oftmals einen Alltagsbezug der SchülerInnen zeigen. Zusätzlich wird die direkte Anrede gewählt. Auf W-Fragen in den Aufgabenstellungen wird vollkommen verzichtet und alle Aufgabenstellungen beinhalten Operatoren.

Durchaus können die Aufgaben als lernförderlich angesehen werden (+). Bei den Aufgaben handelt es sich Sowohl um Übungs- als auch um Vertiefungsaufgaben. Viele Aufgaben entsprechen den Anforderungsbereichen I und II. Einige Aufgaben sind meist erst durch das Anwenden des erworbenen Wissens lösbar. Wenige Aufgaben können dem Anforderungsbereich III zugeordnet werden. Diese befassen sich mit dem eigenständigen Entwickeln von Versuchen zu bestimmten Sachverhalten (vgl. SPEKTRUM BW, S. 95, Aufgabe I3). Weiterhin spiegeln die Aufgaben alltägliche Situationen der SchülerInnen wider.

Im untersuchten Kapitel werden vier Aufgabenbeispiele, die Rechnungen zeigen, gezeigt. Musterlösungen sind in dem Buch nicht vorhanden. Zusätzlich werden in den Abschnitten „Aufgaben und Versuche“ Experimente vorgestellt, die SchülerInnen zuhause durchführen können.

Fazit:

Die Aufgabenstellungen sind in den meisten Schulbüchern verständlich formuliert. Direkte Anrede und Operatoren werden in allen Büchern verwendet. Teilweise finden sich in den Aufgabenstellungen W-Fragen, aber Operatoren überwiegen in der Regel. Dafür beinhalten die Bücher kaum Beispielrechnungen und in den wenigsten Büchern sind Musterlösungen angegeben. Gegensätzlich verhält es sich mit Experimenten, die daheim durchgeführt werden können. Diese sind in allen Büchern in unterschiedlicher Ausprägung enthalten. Insgesamt wäre eine bessere Verwendung von Beispielrechnungen und Musterlösungen für die SchülerInnen von Vorteil, um sich selbstständig mit den Lerninhalten auseinandersetzen, insbesondere ihre Ergebnisse kontrollieren und mögliche Fehlerquellen identifizieren zu können.

6 Abschließende Betrachtung

In Kapitel 5 sind bereits Betrachtungen zu den Einzelanalysen angegeben, weshalb hier auf eine Wiederholung verzichtet wird. Auf Grund dessen werden hier nur die zentralsten Erkenntnisse der fünf Kategorien der Schulbuchanalyse zusammengefasst.

Bezogen auf die Didaktik ist festzustellen, dass die Bücher teils unterschiedliche Ansätze wählen, dennoch in der Regel dieselben Unterrichtsinhalte mit lediglich unterschiedlichen Gewichtungen aufweisen. Die hessischen und baden-württembergischen FOKUS- und SPEKTRUM-Versionen weisen ebenfalls verschiedene Konzepte auf. Schülervorstellungen finden sich, mit Ausnahme von DUDEN, in allen Büchern wieder. Positiv fällt neben dem Thematisieren dieser auf, dass sie in der Regel als Lernzwecke verwendet werden. Hier sind zwischen den hessischen und baden-württembergischen FOKUS- und SPEKTRUM-Versionen kaum Unterschiede zu erkennen. Allerdings weist das Spektrum BW, das neuste Buch im Vergleich, die meisten Schülervorstellungen auf.

Im textsprachlichen Bereich sind die Ergebnisse akzeptabel ausgefallen. Sowohl die Einstiegstexte als auch die Zusammenfassungen sind unterschiedlich aufgebaut. Die FOKUS-Bücher sind sich in diesem Bereich sehr ähnlich. Teilweise fehlen motivierende Zusätze für SchülerInnen. Die Bücher weisen allerdings ein etwas höheres Anforderungsniveau auf als gewünscht. Dies entspricht leider der Literaturlage zur Sprache im Physikunterricht.

Bei den Merksätzen und Formeln zeigen sich besondere Unterschiede. Die meisten Merksätze sind verständlich formuliert und beinhalten das Wichtigste. Bei den Formeln sind teilweise Wiederholungen dabei, aber prinzipiell sind die Formeln an die mathematischen Vorkenntnisse der SchülerInnen angepasst.

Die Bücher weisen recht ähnliche Schwerpunkte bei der Bildauswahl auf. In Bezug auf die Qualität sind die neueren Bücher besser zu bewerten.

Bei der Auswahl der Bilder ist eine der Zeit angemessene Orientierung an den SchülerInnen wünschenswert.

Die Verhältnisse der Aufgaben sind sehr unausgeglichen. Dabei herrscht eine starke Fokussierung auf Verständnisfragen und Rechenaufgaben, wobei dies Buchabhängig ist. Besonders Präsentationen / Gruppenarbeiten werden dabei übergangen, die von Seiten der SchülerInnen mehr Freiheiten ermöglichen, den Unterricht mitzugestalten. Dennoch sind die Aufgaben sinnvoll gewählt und können als lernförderlich angesehen werden.

Zwischen den baden-württembergischen Büchern und den hessischen Versionen (Fokus und Spektrum) zeigen sich besonders bei den didaktischen Aspekten Unterschiede. In den anderen Kategorien finden sich Gemeinsamkeiten, die vermutlich auf die ähnlichen Autorengruppen zurückzuführen sind.

Als Abschluss erfolgt keine Kategorisierung der Bücher, da alle ihre Stärken und Schwächen haben und im Unterricht einsetzbar sind. Die Analyse kann einen allgemeinen Überblick verschaffen. Neben den vorgestellten fünf Kategorien gibt es in der Literatur noch deutlich mehr Kategorien zur Untersuchung von Schulbüchern.

Der Kriterienkatalog ist subjektiv erstellt. Bei der Kategorisierung der Abbildungs- und Aufgabentypen wurde eine möglichst große Differenzierung gewählt, die jedoch auch geringer hätte sein können. Bei der Analyse konnten nur einige Merkmale von Schulbüchern und auch nur ein Bruchteil der in Hessen und Baden-Württemberg verwendeten Physikbüchern gewählt werden. Mit anderen Merkmalen und Kriterien sind weitere Ergebnisse, auch hinsichtlich der Unterscheidung des Physikunterrichts in den beiden Bundesländern, zu erwarten. Interessant wäre u. a. zu untersuchen, inwiefern sich die verschiedenen Unterrichtskonzepte, Herangehensweisen und Darstellungsformen in Physikschulbüchern anderer Bundesländer (z. B. weitere an Hessen angrenzende Bundesländer) voneinander abweichen.

7 Literaturverzeichnis

7.1 Schulbücher für die Analyse

Gau, B., Meyer, L. & Schmidt, G.-D. (2014): *Duden Physik*.

Gesamtband Sekundarstufe I. Berlin, Frankfurt am Main: Duden Schulbuchverlag. Abgerufen am 25. Juli 2021 von

<https://www.cornelsen.de/produkte/duden-physik-schuelerbuch-gesamtband-9783898183253>

Backhaus, U. et al. (2011): *Fokus Physik. Gymnasium. Band 1*.

Hessen. Berlin: Cornelsen. Abgerufen am 25. Juli 2021 von

<https://www.cornelsen.de/produkte/fokus-physik-schuelerbuch-mit-online-anbindung-band-1-9783060130818>

Bredthauer, W. et al. (2013): *Impulse Physik. Sekundarstufe I für die*

Gymnasien in Hessen. Stuttgart: Klett. Abgerufen am 25. Juli 2021 von

<https://www.klett.de/produkt/isbn/978-3-12-772555-1?searchQuery=978-3-12-772555-1>

Appel, T. et al. (2014): *Spektrum Physik 2 – Hessen – Gymnasium*.

Braunschweig: Schroedel. Abgerufen am 25. Juli 2021 von

<https://www.westermann.de/artikel/978-3-507-86718-5/Spektrum-Physik-SI-Ausgabe-2011-fuer-Hessen-Schuelerband-2>

Backhaus, U. et al. (2007): *Fokus Physik. Gymnasium. Band 2. Baden-*

Württemberg. Berlin: Cornelsen. Abgerufen am 30. Juli 2021 von

<https://www.cornelsen.de/produkte/fokus-physik-schuelerbuch-band-2-9783464852828>

Appel, T. et al. (2017): *Spektrum Physik. Baden-Württemberg 7/8*.

Gymnasium. Braunschweig: Schroedel. Abgerufen am 25. Juli 2021 von

<https://www.westermann.de/artikel/978-3-507-86971-4/Spektrum-Physik-SI-Ausgabe-2017-fuer-Baden-Wuerttemberg-Schuelerband-7-8>

7.2 Weitere Literatur

- Apolin, M. (2004). Sprache im Physikunterricht. *Plus Lucis*, S. 15-18.
Abgerufen am 18. Juni 2020 von
https://www.pluslucis.org/ZeitschriftenArchiv/2004-1_PL.pdf
- Aprea, C., & Bayer, D. (2010). Instruktionale Qualität von grafischen Darstellungen in Lehrmitteln: Kriterien zu deren Evaluation. *Beiträge zu Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, S. 73-83.
- Bader, M. (12. März 2001). Vergleichende Untersuchung eines neuen Lehrganges "Einführung in die mechanische Energie und Wärmelehre". München. Abgerufen am 20. Juni 2021 von
<https://edoc.ub.uni-muenchen.de/191/>
- Ballstaedt, S.-P. (2012). *Visualisieren. Bilder in wissenschaftlichen Texten*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH.
- Bölsterli Bardy, K. (2015). *Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften. Eine Analyse am Beispiel der Schweiz*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Friege, G., Scholz, R., & Oberholz, H.-W. (Juni 2018). Darstellungen energetischer Prozesse. Physikalische Vorgänge mit Energiekontomodell, Energieflussdiagrammen und Energieübertragungsketten beschreiben. *Naturwissenschaften im Unterricht- Physik*(164), S. 33-38.
- Fuchs, E., Niehaus, I., & Stoletzki, A. (2014). *Das Schulbuch in der Forschung*. (E. Fuchs, Hrsg.) Göttingen: V&R unipress.
- Girwidz, R. (2015). Medien im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik - Theorie und Praxis* (S. 194-241). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Heinicke, S., & Wodzinski, R. (Hrsg.). (Juli 2018). *Naturwissenschaften im Unterricht Physik - Sprachsensibel Physik unterrichten*. (165/166).

- Hessisches Kultusministerium. (2010). Lehrplan Physik. Gymnasialer Bildungsgang. Jahrgangsstufen 7 bis 13. Wiesbaden. Abgerufen am 23. Juni 2021 von <https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/g9-physik.pdf>
- Hessisches Kultusministerium. (2014). Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I - Gymnasium. Physik. Wiesbaden. Abgerufen am 23. Juni 2021 von https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/kerncurriculum_physik_gymnasium.pdf
- Hessisches Kultusministerium. (2021). Operatoren in den Fächern Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik. Wiesbaden. Abgerufen am 23. Juni 2021 von <https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/hkm/la21-operatoren-fbiii.pdf>
- Interkantonale Lehrmittelzentrale ilz. (Februar 2015). Informationen zu Levanto® 2.0 dem Evaluationstool für Lehrmittel. Rapperswil, Schweiz. Abgerufen am 20. Juli 2021 von https://lehrmittelkoordination.ch/Handbuch_Levanto_2.0.pdf
- Janßen, W., & Pospiech, G. (2015). Versprachlichung von Formeln - Die Bedeutung von Formeln und ihre Vermittlung. Dresden. Abgerufen am 30. Juni 2021 von <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/608>
- Kauertz, A., Löffler, P., & Fischer, H. (2015). Physikaufgaben. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik - Theorie und Praxis* (S. 452-468). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kulgemeyer, C., & Starauschek, E. (2014). Analyse der Verständlichkeit naturwissenschaftlicher Fachtexte. In D. Krüger, I. Parchmann, & Schecker, Horst (Hrsg.), *Methoden in der*

- naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 241-252). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Kunter, M., & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Paderborn: Schöningh.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2016). Bildungsplan des Gymnasiums - Physik. Stuttgart. Abgerufen am 10. August 2021 von http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_PH.pdf
- Pettersson, R. (2010). *Bilder in Lehrmitteln*. (F. Billmeyer, & G. Lieber, Hrsg.) Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Reimer, M. (2020). *Ohne Energie wäre alles weg vom Fenster. Vorstellungen von Grundschulkindern zu Energie*. (Bd. Basiswissen Grundschule Band 44). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (Hrsg.). (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Berlin: Springer Spektrum.
- Scheller, P. (2010). *Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Schlichting, H., & Backhaus, U. (kein Datum). Energieverbrauch und Energieentwertung. Abgerufen am 02. Juli 2021 von https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/didaktik_physik/publikationen/vernergieverbrauchentwertung.pdf
- Schmitz, A. (2016). *Verständlichkeit von Sachtexten. Wirkung der globalen Textkohäsion auf das Textverständnis von Schülern*. Wiesbaden: Springer VS.

- Starauschek, E. (2001). *Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. Ergebnisse einer Evaluationsstudie*. (Bd. 20). (H. Niedderer, & H. Fischler, Hrsg.) Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Wiesner, H., Schecker, H., & Hopf, M. (2018). *Physikdidaktik kompakt*. Seelze: Aulis Verlag.
- Wirthenson, M. (2012). Praxisorientierte Lehrmittelevaluation mit Levanto. *Babylonia - Lehrmittel und Innovation in der Fremdsprachendidaktik*, S. 39-43. Abgerufen am 20. Juli 2021 von <https://docplayer.org/21432445-Praxisorientierte-lehrmittelevaluation-mit-levanto.html>

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausgewählte Inhalte der Einführung der Energie in der Mechanik.....	3
Abbildung 2: Beispielhaftes Diagramm mit Energiestrom und Energieträger in Anlehnung an Starauschek (2001).....	9
Abbildung 3: Energiequadrige in Anlehnung an Duit (Reimer, 2020). .	11
Abbildung 4: Schulbuch Duden.	15
Abbildung 5: Schulbuch FOKUS HE.....	15
Abbildung 6: Schulbuch IMPULSE.	16
Abbildung 7: Schulbuch SPEKTRUM HE.	16
Abbildung 8: Schulbuch Fokus BW.	17
Abbildung 9: Schulbuch SPEKTRUM BW.	17
Abbildung 10: Beispieldiagramm des Tools levanto (Interkantonale Lehrmittelzentrale ilz, 2020).	22
Abbildung 11: Übersicht der externen Bildtypen nach Ballstaedt (2012, S. 19).....	39
Abbildung 12: Beispiel des Abbildungstyps "Fotos" (SPEKTRUM Baden-Württemberg, S. 86).....	39
Abbildung 13: Beispiel des Abbildungstyps "Zeichnungen" (IMPULSE, S. 246).....	40
Abbildung 14: Beispiel des Abbildungstyps "Diagramme" (SPEKTRUM Baden-Württemberg, S. 82).....	40
Abbildung 15: Beispiel des Abbildungstyps "Graphen" (IMPULSE, S. 257).....	40
Abbildung 16: Beispiel des Abbildungstyps "Tabellen" (IMPULSE, S. 252).....	40
Abbildung 17: Energieentwertung am Beispiel einer Glühlampe (vgl. FOKUS HE, S. 170).	51
Abbildung 18: Definition der Energie und Energieerhaltung (vgl. SPEKTRUM BW, S. 64.)	55
Abbildung 19: Darstellung der Energieentwertung (vgl. FOKUS HE, S. 169).....	58

Abbildung 20: Beispiel der Energieübertragung (vgl. IMPULSE, S.114).	
.....	58
Abbildung 21: Auswertung der Satzlängen und Mehrsilber.	63
Abbildung 22: Auswertung der Abbildungstypen im DUDEN.	79
Abbildung 23: Auswertung der Abbildungstypen im FOKUS HE.	80
Abbildung 24: Auswertung der Abbildungstypen im IMPULSE.	81
Abbildung 25: Auswertung der Abbildungstypen im SPEKTRUM HE..	82
Abbildung 26: Auswertung der Abbildungstypen im FOKUS BW.	83
Abbildung 27: Auswertung der Abbildungstypen im SPEKTRUM BW.	84
Abbildung 28: Abbildungstypen der Schulbücher.	85
Abbildung 29: Beispielbild Energiequelle Sonne (vgl. DUDEN, S.470).	
.....	86
Abbildung 30: Beispiel der Darstellung mit Zoom-Fenstern (vgl.	
IMPULSE, S.120).	88
Abbildung 31: Versuch zur Spannenergie (vgl. SPEKTRUM HE, S.163).	
.....	89
Abbildung 32: Auswertung der Aufgabentypen im DUDEN.	93
Abbildung 33: Auswertung der Aufgabentypen im FOKUS HE.	94
Abbildung 34: Auswertung der Aufgabentypen im IMPULSE.	95
Abbildung 35: Auswertung der Aufgabentypen im SPEKTRUM HE.	96
Abbildung 36: Auswertung der Aufgabentypen im FOKUS BW.	97
Abbildung 37: Auswertung der Aufgabentypen im SPEKTRUM BW. ...	98
Abbildung 38: Aufgabentypen der Schulbücher.	99

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der ausgewählten Schulbücher.....	14
Tabelle 2: Raster der Antwortmöglichkeiten auf die Fragen des Kriterienkatalogs angelehnt an Scheller (2010).	23
Tabelle 3: Analysekriterien der ersten Kategorie des Kriterienkatalogs.	24
Tabelle 4: Analysekriterien der zweiten Kategorie des Kriterienkatalogs.	26
Tabelle 5: Analysekriterien der dritten Kategorie des Kriterienkatalogs.	33
Tabelle 6: Analysekriterien der vierten Kategorie des Kriterienkatalogs.	36
Tabelle 7: Analysekriterien der fünften Kategorie des Kriterienkatalogs.	43
Tabelle 8: Übersicht der Reihenfolge der Inhalte.	56
Tabelle 9: Ergebnisse der Berechnung mit der Wiener Sachtextformel.	63
Tabelle 10: Länge der Merksätze im durchschnittlichen Vergleich.	71
Tabelle 11: Länge der Aufgabenstellungen (Wörter pro Aufgabe) im durchschnittlichen Vergleich.	92

10 Anhang

10.1 Anhang Kriterienkatalog

10.2 Anhang Eigenständigkeitserklärung

10.1 Kriterienkatalog

10.1.1 Didaktische Merkmale und Sachstruktur

	Kriterium	Antwort- kürzel	Duden	Fokus HE	Impulse	Spektrum HE	Fokus BW	Spektrum BW
Darstellung der Energie								
1.1	Wird die Energie über den Begriff der Arbeit eingeführt?	J / N	J	N	N	N	N	N
1.2	Wird ein anderes Konzept zur Energieeinführung verwendet?	J / N	N	J	J	J	J	J
1.3	Welche Energieformen werden thematisiert?	Text	chemische E. elektrische E. Kern- E. Kinetische E. Licht- E. magnetische E. potenzielle E. Rotations-E. thermische E.	Bewegungs-E. chemische E. Höhen-E. innere E. Lage-E. Spann-E. thermische E.	Bewegungs-E. chemische E. elektrische E. Höhen-E. innere E. Kern-E. Licht-E. Spann-E.	Bewegungs-E. Lage-E. Spann-E.	Bewegungs-E. Rotations-E. Spann-E.	Bewegungs-E. chemische E. elektrische E. Lage-E. Licht-E. Spann-E. thermische E.

	Kriterium	Antwort- kürzel	Duden	Fokus HE	Impulse	Spektrum HE	Fokus BW	Spektrum BW
Darstellung der Energie								
1.4	Wird die Energieentwertung behandelt?	J / N	J	J	J	J	J	J
1.5	Wird die Energieerhaltung eingeführt?	J / N	J	J	J	J	J	J
1.6	Wie werden Energieumwandlungen dargestellt und erklärt?	Text	Alltagsnahe Beispiele (Windkraftanlagen, Leuchtstofflampen), Energieflussdiagramme	Im Zusammenhang mit der Energieerhaltung, Darstellung mit Energieflussdiagrammen und alltagsnahe Beispiele	Darstellung und Erklärung mit Energiestromdiagrammen	Darstellung mit Energiestromdiagrammen, Beispiel Tauchsieder	Im Zusammenhang mit der Energieerhaltung, keine Darstellung durch Energieflussdiagramme	Darstellung mit Energieflussdiagrammen und Energiewandler, Alltagsnahe Beispiele
Schülervorstellungen								
1.7	Wird auf Schülervorstellungen eingegangen?	++, +, o, -	-	+	+	+	o	++
1.8	Werden ungünstige Begriffe thematisiert oder als Lernzweck genutzt?	++, +, o, -	-	+	+	+	+	+

	Kriterium	Antwort- kürzel	Duden	Fokus HE	Impulse	Spektrum HE	Fokus BW	Spektrum BW
Energie in Natur und Technik								
1.9	Wird auf die Energie in der Natur eingegangen?	++, +, o, -	+	o	o	-	o	-
1.10	Wie stark wird auf Energie in der Technik eingegangen?	++, +, o, -	++	+	o	o	+	++

10.1.2 Text und Sprache

	Kriterium	Antwort- kürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
Quantitative Analyse der Texte								
2.1	Wie viele Wörter enthalten die ausgewählten Texte?	Wert	195	125	249	196	232	288
2.2	Wie lang sind die Sätze (Satzlänge SL - Wörter pro Satz) durchschnittlich?	Wert	13,9	11,4	10,0	10,3	13,6	13,7
2.3	Wie viele der Wörter weisen drei oder mehr Silben auf (Mehrsilber MS)?	Wert	63	43	68	50	48	76
2.4	Für welche Klassenstufe ist der Text nach der „Wiener Sachtextformel“ (WSTF) geeignet?	Wert	10,7	10,7	8,4	7,9	7,5	9,1
2.5	Ist der subjektive Eindruck beim Lesen den Ergebnissen der Analyse mit der WSTF entsprechend?	Text	Der Text wirkt beim Lesen leichter als die berechnete Schwierigkeitsstufe.	Die Wahrnehmung beim Lesen entspricht etwa der berechneten Schwierigkeitsstufe. Der Text erscheint nur etwas leichter.	Das Leseempfinden weicht von der berechneten Schwierigkeitsstufe ab. Der Text erscheint schwieriger.	Der Text erscheint schwieriger als die berechnete Schwierigkeitsstufe vorhersagt.	Die Wahrnehmung beim Lesen weicht von der berechneten Schwierigkeitsstufe ab. Der Text erscheint schwieriger.	Der Leseindruck verträgt sich mit dem berechneten Schwierigkeitsstufe. Der Text ist angemessen gewählt.

	Kriterium	Antwort- kürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
Qualitative Analyse der Texte								
2.6	Verfügen die Kapitel über Einstiegstexten und sind diese verständlich und somit motivierend formuliert?	++, +, o, -	++	o	-	++	+	++
2.7	Werden bei den Einstiegstexten kaum bekannte Begriffe oder neue / unbekannte Fachbegriffe verwendet?	Text	Vereinzelt neue Begriffe	keine unbekannten Begriffe	keine unbekannten Begriffe	keine unbekannten Fachbegriffe; wenig Unbekannte Wörter	Wenige neue Fachbegriffe	Wenig neue Wörter
2.8	Werden neue Fachbegriffe im Text hervorgehoben (farblich, kursiv, fett, etc.) und werden diese erklärt?	++, +, o, -	+	o	+	o	-	+
2.9	Werden die Textinhalte mit Hilfe von Bildern veranschaulicht?	++, +, o, -	+	+	+	+	+	++
2.10	Verfügen die Kapitel über Zusammenfassungen? Sind die Zusammenfassungen lernförderlich? Wie werden die Zusammenfassungen vom Haupttext getrennt?	Text	Zusammenfassungen mit Mind-Map und Merkkästen; lernförderlich; Überschrift „summa summarum“ und blauem Hintergrund	kurze Zusammenfassungen zu wichtigen Themen; lernförderlich durch Übungsaufgaben; blauer Schattierung	„Rückblick“ mit Fragen zu den wichtigsten Themen; in Kombination mit den Übungsaufgaben ist der „Rückblick“ lernförderlich; blau hinterlegt	Zusammenfassung mit kleinen Diagrammen; lernförderlich durch Verweise; grün hinterlegt	kurze Zusammenfassungen zu wichtigen Themen; lernförderlich durch Übungsaufgaben; blauer Schattierung	Zusammenfassung als Mind-Map auf einer Doppelseite; sehr lernförderlich durch sehr gute Übersichtlichkeit; grün hinterlegt und passender Überschrift

10.1.3 Merksätze und Formeln

	Kriterium	Antwortkürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
Quantitative Analyse der Merksätze								
3.1	Wie viele Merksätze kommen insgesamt vor?	Wert	20	16	39	20	17	20
3.2	Wie viele Merksätze kommen durchschnittlich pro Seite vor?	Wert	0,5	0,4	0,9	0,6	0,3	0,5
3.3	Wie lang sind die Merksätze durchschnittlich (Wörter pro Merksatz)?	Wert	17,7	16,8	12,4	25,3	18,8	17,6
Qualitative Analyse der Merksätze								
3.4	Enthalten die Merksätze die wichtigsten Inhalte des Textes? Werden Fremdwörter verwendet?	++, +, o, -	++	++	++	+	+	++
3.5	Wie werden sie vom Haupttext gut sichtbar abgetrennt?	Text	Blau schattierter Kasten mit blauem linken Balken	Blauer Streifen/- Viereck vor dem Merksatz und blaue Schrift	Roter Punkt; Satz fettgedruckt	Blau schattierter Kasten	Blauer Fettdruck	Blauer Balken oben & unten; hellblau hinterlegt
Quantitative Analyse der Formeln								
3.6	Kommen im Text Formeln und mathematische Beziehungen vor?	J / N	J	J	J	J	J	J

	Kriterium	Antwortkürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
3.7	Wie viele Formeln gibt es?	Wert	44	14	68	116	57	14
Quantitative Analyse der Formeln								
3.8	Wie viele Formeln kommen durchschnittlich pro Seite vor?	Wert	1,1	0,3	1,5	3,4	1,1	0,4
Qualitative Analyse der Formeln								
3.9	Werden Formeln hergeleitet? Werden die Formeln mathematisch und/oder sprachlich hergeleitet?	++, +, 0, -	0	+	+	++	+	++
3.10	Entsprechen die Formeln den mathematischen Vorkenntnissen?	++, +, 0, -	++	+	++	+	+	++

123

Fotos = F; Zeichnungen = Z; Graphen = G; Diagramme = D; Tabellen = T

	Kriterium	Antwortkürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
Quantitative Analyse der Abbildungen								
4.1	Wie viele Abbildungen gibt es insgesamt?	Wert	132	134	250	82	162	99
4.2	Wie viele Abbildungen gibt es durchschnittlich pro Seite?	Wert	2,7	3,2	5,6	2,3	3,1	2,7
4.3	Wie groß ist der Flächenanteil der Abbildungen durchschnittlich?	Wert	25 %	26 %	24 %	17 %	26 %	22 %
4.4	Wie groß ist der prozentuale Anteil der verschiedenen Abbildungstypen (z. B. Zeichnungen, Fotos)?	Wert	F 50,0 % Z 22,7 % G 2,3 % D 14,4 % T 10,6 %	F 44,0 % Z 44,0 % G 1,5 % D 7,5 % T 3,0 %	F 33,2 % Z 46,8 % G 1,2 % D 12,0 % T 6,8 %	F 41,5% Z 28,0 % G 2,4 % D 18,3 % T 9,8 %	F 41,4 % Z 38,9 % G 14,8 % D 0,6 % T 4,3 %	F 54,5 % Z 22,2 % G 3,0 % D 16,2 % T 4,0 %
Qualitative Analyse der Abbildungen								

	Kriterium	Antwortkürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
4.5	Sind die Abbildungen beschriftet (Über- oder Unterschriften) und mit Nummern versehen?	J / N	(J) und J Teilweise unter dem Bild beschriftet;	(J) und J Teilweise unter dem Bild beschriftet; Links unten nummeriert	J und J Beschriftung unter dem Bild; links unten nummeriert	N und N Weder beschriftet noch nummeriert	(J) und J Teilweise unter dem Bild beschriftet; Links unten nummeriert	N und J Keine Beschriftung; links unten nummeriert
Qualitative Analyse der Abbildungen								
4.6	Wird im Text auf die Abbildungen verwiesen und werden sie erklärt?	J / N	J Durch (Abb. Nr)	J und J Durch ↑Nr	J und J Durch →BNr	N und J	J und J Durch ↑Nr	J und J Durch →Nr
4.7	Spiegeln die Abbildungen die zu visualisierenden Inhalte wieder?	++, +, 0, -	+	+	+	+	+	++
4.8	Welche Bildinhalte werden in den Abbildungsbeschriftungen thematisiert?	Text	Geben wichtigste Inhalte wieder	Enthalten die notwendigen Informationen	Sachliche, kurze Beschreibung	-	Kurze Beschreibung mit Informationen	-
4.9	Sind in den Abbildungen irrelevante Informationen enthalten?	++, +, 0, -	+ Relevante Informationen	+ Relevante Informationen	+ Relevante Informationen	++ Nur relevante Informationen	+ Relevante Informationen	++ Nur relevante Informationen
4.10	Wie lassen sich die Abbildungen inhaltlich zuordnen? Werden Interessen und der Alltag der SchülerInnen berücksichtigt? Wird das Verständnis von Konzepten und den Texten durch die Bilder unterstützt?	++, +, 0, -	-	0	0	0	0	++

10.1.5 Aufgabekultur

Abkürzungen Aufgabentypen:

Verständnisfrage = VF; Rechenaufgabe = RN; Rechercheaufgabe = RC; Experimentieraufgabe = EA;

Skizzieren/Darstellen/Modellieren = SDM; Präsentation/Gruppenarbeit = PG; Vergleichen/Zuordnen = VZ

	Kriterium	Antwortkürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
Quantitative Analyse der Aufgaben								
5.1	Wie viele Aufgaben gibt es insgesamt?	Wert	81	96	94	89	132	91
5.2	Wie viele Aufgaben gibt es durchschnittlich pro Seite?	Wert	1,7	2,3	2,1	2,6	2,5	2,4
5.3	Welche durchschnittliche Länge haben die Aufgabenstellungen (Wörter pro Aufgabe)?	Wert	17,9	23,1	20,6	20,7	22,5	15,6
5.4	Welche Anteile haben die verschiedenen Aufgabentypen?	Wert	VF 61,7 % RN 18,5 % RC 3,7 % EA 2,5 % SDM 2,5 % PG 1,2 % VZ 9,9 %	VF 55,2 % RN 32,3 % RC 4,2 % EA 0 % SDM 1,0 % PG 0 % VZ 7,3 %	VF 56,4 % RN 23,4 % RC 2,1 % EA 3,2 % SDM 8,5 % PG 2,1 % VZ 4,3 %	VF 31,5 % RN 49,4 % RC 0 % EA 7,9 % SDM 3,4 % PG 3,4 % VZ 3,4 %	VF 57,6 % RN 31,8 % RC 0 % EA 1,5 % SDM 6,8 % PG 0 % VZ 2,3 %	VF 52,7 % RN 17,6 % RC 9,9 % EA 1,1 % SDM 13,2 % PG 2,2 % VZ 3,3 %
5.5	Sind die Aufgabenstellungen verständlich formuliert?	++, +, 0, -	o	o	++	o	-	o

	Kriterium	Antwortkürzel	DUDEN	FOKUS HE	IMPULSE	SPEKTRUM HE	FOKUS BW	SPEKTRUM BW
Qualitative Analyse der Aufgaben								
5.6	Sind die Aufgabenstellungen mit Operatoren und direkter Ansprache formuliert?	J / N	J	J	J	J	J	J
5.7	Sind die Aufgaben lernförderlich? Handelt es sich dabei um reine Übungen oder vertiefende Aufgaben?	++, +, o, -	- Übungen	- Übungen	o Eher Übungen	o Eher Übungen	o Eher Übungen	+ Eher Übungen, aber auch vertiefende Aufgaben
5.8	Gibt es Beispielrechnungen und Musterlösungen?	J / N	J und N	J und N Lösungen für die Selbst- checks	J und N	J und N	J und J Lösungen für die Selbst- checks	J und N
5.9	Wie viele Beispielrechnungen gibt es insgesamt?	Wert	3	3	8	6	2	4
5.10	Gibt es Vorschläge für Experimente, die zu Hause durchgeführt werden können?	J / N	J	J	J	J	J	J