



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Vergleichende Analyse von Schulbüchern und
Unterrichtsmaterialien der 8. Schulstufe zum Thema Optik“

verfasst von

Stefan Holzmeier

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 412 406

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium Physik und Mathematik

betreut von: Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf

Inhaltsverzeichnis

i. Erklärung	1
ii. Danksagung	3
iii. Einleitung und Zielsetzung	5
1 Über das Schulbuch	7
1. 1 Zukunftsperspektiven des Schulbuches	7
1. 2 Charakteristika eines Schulbuches	9
1. 2. 1 Das Schulbuch als Lernbuch	9
1. 2. 2 Das Schulbuch als Nachschlagewerk	10
1. 2. 3 Das Schulbuch als Arbeitsbuch	11
1. 2. 4 Das Schulbuch als Experimentier- und Projektanleitung	11
1. 2. 5 Das Schulbuch als Aufgabensammlung	12
1. 2. 6 Das Schulbuch zur Förderung metafachlicher Ziele	12
1. 3 Zur Bedeutung des Schulbuches für die Lehrkraft	13
1. 4 Schulbücher als Realisierung der Lehrpläne	14
1. 4. 1 Leitvorstellungen	14
1. 4. 2 Wissensvermittlung	15
1. 4. 3 Der Kernbereich des Lehrstoffes in der Optik	16
2 Bestehende Bewertungsmethoden	17
3 Vorstellung der Schulbücher	19
4 Realisierung des Analyserasters	21
4. 1 Quantitative, sprachliche Aspekte	22
4. 2 Qualitative, sprachliche Aspekte	25
4. 3 Rhetorische Stilmittel	25
4. 4 Visuelle Aspekte	28
4. 5 Aufgaben	31
4. 6 Schülervorstellungen	32
4. 7 Einführung der SEV	35
4. 8 Bezugnahme auf die SEV	36
5 Der Analyseraster	38
5. 1 Quantitative, sprachliche Aspekte	38
5. 2 Qualitative, sprachliche Aspekte	38
5. 3 Rhetorische Stilmittel	39
5. 4 Visuelle Aspekte	39
5. 5 Aufgaben	40
5. 6 Schülervorstellungen	41
5. 7 Einführung der SEV	41
5. 8 Bezugnahme auf die SEV	42

6 Auswertungsmethoden und Ankerbeispiele	43
7 Vergleiche der Analyseergebnisse.....	57
7. 1 Kurzanalyse und Ergebnisse	58
7. 1. 1 Ergebnisse der quantitativen, sprachlichen Aspekte	58
7. 1. 2 Ergebnisse der qualitativen, sprachlichen Aspekte.....	59
7. 1. 3 Ergebnisse der rhetorischen Stilmittel	60
7. 1. 4 Ergebnisse der visuellen Aspekte Vis	61
7. 1. 5 Ergebnisse der Aufgaben Aufg	62
7. 1. 6 Schülervorstellungen	63
7. 1. 7 Ergebnisse der Einführung der SEV.....	65
7. 1. 8 Ergebnisse der Bezugnahme auf die SEV	66
7. 2 Lehrbuchanalyse.....	67
7. 2. 1 Impuls Physik 4 (IP) Seiten 44 – 58 ½	67
7. 2. 2 Lehrbuch der Physik 4. Klasse (P4) Seiten 47 - 67	71
7. 2. 3 Physik verstehen 4. Klasse (PV) Seiten 24 – 38 exklusive Seiten 36 - 37	76
7. 2. 4 Physik heute 4 (PH) Seiten 55 – 74 ½ sowie 75 – 75 ½.....	82
7. 2. 5 Physik ist überall 4 (PÜ) Seiten 53 - 68.....	88
7. 2. 6 Unterrichtsmaterialien der Universität Wien (UW) Seiten 1 – 19 ½ sowie 32 - 76	93
8 Sachstrukturanalysen	98
8. 1 Die Sachstrukturanalyse als Qualitätskriterium	98
8. 2 Aufbau eines konventionellen Sachstrukturdiagramms	98
8. 3 Adaptionen eines Sachstrukturdiagramms in dieser Arbeit	100
8. 4 Auswertung eines Sachstrukturdiagramms	103
8. 5 Qualität von Pfeilverbindungen.....	104
8. 5. 1 Qualität der Rückbezüge anhand der geradlinigen Ausbreitung des Lichts	105
8. 5. 2 Qualität der Rückbezüge anhand des Reflexionsgesetzes	107
8. 6 Ergebnisse der Sachstrukturanalysen	109
9 Interview	112
9. 1 Interviewdesign	112
9. 2 Ergebnisse	115
9. 2. 1 Definition einer Lichtquelle bzw eines Senders	120
9. 2. 2 Arten von Lichtquellen bzw Sendern	121
9. 2. 3 Eigenschaften der Repräsentanten.....	121
9. 2. 4 Das Sehen von Gegenständen	122
9. 2. 5 Leuchtreklame	123
10 Conclusio	125
11 Anhang	126
11. 1 Kompetenzmodell NaWi 8.....	126

11. 1. 1 Handlungsdimensionen des Kompetenzmodells NaWi 8.....	126
10. 1. 2 Anforderungsdimensionen des Kompetenzmodells NaWi 8.....	127
11. 2 Operatoren für die Naturwissenschaften	128
11.3 Sachstrukturanalysen	130
11. 3. 1 Sachstrukturanalyse „Impuls Physik 4“	130
11. 3. 2 Sachstrukturanalyse „Lehrbuch der Physik 4“	133
11. 3. 3 Sachstrukturanalyse „Physik verstehen 4“	136
11. 3. 4 Sachstrukturanalyse „Physik heute 4“	139
11. 3. 5 Sachstrukturanalyse „Physik ist überall 4“	142
11. 3. 6 Sachstrukturanalyse „AECC-Physik“	145
11. 4 Erster Teil des Interviews.....	150
11. 5 Zweiter Teil des Interviews	152
11. 5. 1 Textausschnitt „Physik verstehen 4“	152
11. 5. 2 Textausschnitt „AECC Lehrmaterial“	153
11. 6 Dritter Teil des Interviews	155
11. 6. 1 Interviewleitfaden sowie Forschungszweck „Physik verstehen 4“	155
11. 6. 2 Interviewleitfaden sowie Forschungszweck „AECC-Unterrichtsmaterial“	164
11. 7 Transkription der geführten Interviews	173
11. 7. 1 Transkription Gruppe AECC - S/S 1	173
11. 7. 2 Transkription Gruppe AECC – S/S 2.....	175
11. 7. 3 Transkription Gruppe AECC – S/S 3.....	178
11. 7. 4 Transkription Gruppe AECC – S/S 4.....	182
11. 7. 5 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 5	185
11. 7. 6 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 6	189
11. 7. 7 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 7	192
11. 7. 8 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 8	197
12. Lebenslauf	203

i. Erklärung

Hiermit erkläre ich, Stefan Holzmeier, dass ich diese Arbeit selbstständig angefertigt habe. Informationen oder Gedanken, welche aus fremden Quellen stammen, sind als solche gekennzeichnet. Diese Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Wien, am 16.07.2013

Unterschrift

ii. Danksagung

Zwar für den Lesenden zu Beginn dieser Arbeit, für mich jedoch als symbolischer Abschluss meines Studiums, welchem ich nun die letzten 5 Jahre meines Lebens gewidmet habe, ist es mir eine riesige Freude mich nun bei all jenen Menschen bedanken zu dürfen, welche mich bis hierher auf meinem Lebensweg begleitet haben, mir stets eine Unterstützung in allen Lagen waren und ohne die diese Arbeit wohl nie entstanden wäre.

Zu allererst möchte ich mich hierbei bei meiner Familie bedanken, bei meinen Eltern Richard und Martha, welche mich stets ermutigen die Dinge zu tun, welche mir Freude bereiten und neuen Herausforderungen offen gegenüber zu stehen. Ebenso meinen Geschwistern Daniela, Michael und Manuel, welche mir oftmals im Leben Vorbilder sind und mir immer zur Seite stehen.

Weiters möchte ich mich bei meiner langjährigen Freundin Janine bedanken, welche es immer wieder versteht, mich in Zeiten der Trostlosigkeit aufzumuntern und mir Freude zu spenden.

Ebenso möchte ich auch meine Universitätskollegen Ugur und Stefan nicht unerwähnt lassen. Ersterer, weil er mir speziell zu Beginn des Studiums immer eine große Hilfe war und mich in Vorlesungen oder Übungen stets zu motivieren wusste. Zweiterer, weil ich mit ihm den Großteil meines restlichen Studiums bestritten habe und mir dieses ohne ihn wohl nicht annähernd so viel Spaß und Freude bereitet hätte. Ebenfalls weiß ich unsere sinnstiftenden Gespräche in und abseits des Universitätslebens sehr zu schätzen und würde diese um keinen Preis missen wollen.

Abschließend darf ich mich auch bei Frau Mag. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer bedanken, welche meine Wegbegleiterin während dieser Arbeit war, und das Entstehen dieser massiv beeinflusst und mir erleichtert hat.

iii. Einleitung und Zielsetzung

Am Ende eines Studiums naht für jeden/jede Student/in der Zeitpunkt, an dem es gilt, sich für das Thema einer Diplom- bzw. Masterarbeit zu entscheiden. Für mich schien sich, zumindest für die Wahl des Fachbereichs, diese Entscheidung jedoch schon bereits im Verlauf meiner ersten Semester von selbst getroffen zu haben. Da mir fachdidaktische Lehrveranstaltungen der Physik von Anbeginn sehr große Freude bereitet haben und ich darüber hinaus der Meinung bin, dass dieser Aspekt des Studiums ohnedies etwas unterrepräsentiert ist, war für mich recht schnell klar, dass ich mich im Zuge meiner wissenschaftlichen Arbeit dem Beobachtungsfeld der Fachdidaktik widmen möchte.

Dass sich darüber hinaus diese Arbeit im speziellen mit Unterrichtsmaterialien beschäftigt, ist einerseits meinem Interesse gegenüber Schulbüchern, andererseits einer Ausschreibung des Österreichischen Kompetenzzentrums für Physik geschuldet.

Schulbücher werden seit jeher als „zum Leben erweckte Lehrpläne¹“ bezeichnet. Ebenso gelten sie als Referenzwerk für die Vorbereitung von Unterricht². Aus diesem Grund liegt die Annahme nahe, dass Unterrichtsmaterialien, welche auf Erkenntnissen physikdidaktischer Forschung aufgebaut sind, den Lernerfolg von Schüler/innen positiv beeinflussen. Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Arbeit intensiv mit der Fragestellung, inwieweit jene fünf Physikbücher der 8. Jahrgangsstufe, mit dem höchsten Marktanteil in Österreich, diese Forschungsergebnisse berücksichtigen. Weiters werden diese Schulbücher mit Lernmaterialien³ verglichen, welche vom Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik entwickelt, in Micro-teaching settings mittels Akzeptanzbefragungen⁴ empirisch untersucht und in Schulsettings erprobt wurden.

Abschließend werden neben diesen Analysen Schülerinterviews (N=8) geführt, welche Aufschluss über die Rezeption inhaltlich vergleichbarer Textausschnitte durch Lernende geben.

¹ Stein G. (2003b): Vom medien-kritischen Umgang mit Schulbüchern: mehr als nur eine didaktische Innovation. In: Matthes, Eva/Heinze, Carsten: Didaktische Innovationen im Schulbuch. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 233-254

² Härtig, H. (2010). Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests. Berlin: Logos

³ Haagen-Schützenhöfer C., Rottensteiner J., Hopf, M. (2013). Akzeptanzbefragung zu Optikunterrichtsmaterialien. In S. Bernholt (Hrsg.), GDCP Jahrestagung Hannover 2012 Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen. Münster: LIT Verlag

⁴ Jung, W. (1992). Probing acceptance, a technique for investigating learning difficulties. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Hrsg.), Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. Kiel: IPN

1 Über das Schulbuch

Für die folgenden Formulierungen in dieser Arbeit ist vorweg zu sagen, dass sowohl die Begriffe „Schulbuch“, „Lehrbuch“, „Lernbuch“ als auch „Unterrichtsmaterial“ Verwendung finden. Diese sind jedoch nicht als Synonyme anzusehen, sondern werden je nach vorliegendem Kontext gezielt eingesetzt.

Als Schulbuch werden ganz allgemein jene Bücher bezeichnet, welche per Bescheid des BMUKK (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur) für den Unterrichtsgebrauch an Hauptschulen sowie an allgemeinbildenden höheren Schulen im Unterrichtsgegenstand Physik als geeignet erklärt sind.

Der Begriff des Lehrbuches hingegen umfasst die Einflussnahme eines Schulbuches auf die konkrete Gestaltung von Unterricht, unter der Annahme, dass Lehrkräfte in der Phase der Unterrichtsplanung und –durchführung auf diese zurückgreifen.

Die Bezeichnung des Lernbuches wird dann verwendet, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, dass Schulbücher nicht nur Lehrkräften als Hilfestellung dienen, sondern auch Schüler/innen als Nachschlagewerk dienen und so ihre Lernprozesse unterstützen.

Als Unterrichtsmaterialien werden in dieser Arbeit sowohl Schulbücher als auch Materialien subsumiert, welche vom BMUKK nicht zwingend als für den Unterrichtsgebrauch geeignet, bezeichnet werden. Der Begriff bezieht sich hierbei jedoch nicht auf spezielle Eigenschaften eines Lern- oder Lehrbuches.

1.1 Zukunftsperspektiven des Schulbuches

Mit dem Anbruch des neuen Jahrtausends steht das Schulbuch, so wie wir es heute kennen vor einer großen Belastungsprobe. Diese stellen die sogenannten neuen Medien dar, welche zum Beispiel durch das Internet, Handys, Beamer und Videokameras repräsentiert werden. Die Beschaffung von Informationen kann heutzutage ganz einfach per Mausklick von zu Hause aus geschehen, wobei das Angebot an Inhalten schier unerschöpflich ist. Darüber hinaus kann in Form von Online-Enzyklopädien Wissen Tag und Nacht sogar völlig kostenlos abgerufen werden und steht somit, zumindest in Österreich, fast jedem Menschen zur Verfügung.

Der Druck auf Schulbuchverlage wächst jedoch nicht nur durch das Internet. Multimediale Lernspiele, welche schnell auf dem Computer installiert sind, tragen ihres dazu bei, dass Lernen anhand eines Buches schon fast altmodisch wirkt. Befürworter dieser Software betonen in diesem Zusammenhang auch immer wieder, dass derartige multimediale Formen des Lernens nicht nur den Wissensstand von Kindern erhöhen, sondern darüber hinaus auch alternative Fertigkeiten, zum Beispiel den Umgang mit dem Computer schulen. Die von John Hattie angelegte Studie

„Visible Learning“⁵, welche den Effekt diverser Faktoren auf den schulischen Lernerfolg von Schüler/innen zu evaluieren versucht, kann über die Gültigkeit dieser und ähnlicher Aussagen Aufschluss geben. Hierzu verweist Hattie auf über 800 durchgeführte Meta-Analysen, aus welchen er in weiterer Folge 138 Einflüsse filtert, welche sich größtenteils positiv, vereinzelt jedoch auch negativ auf den Lernerfolg auswirken. Ziel seiner Untersuchung ist es, alle diese 138 Einflüsse durch eine einzige Maßzahl beschreiben zu können. Dies realisiert Hattie durch das Einführen einer sogenannten „Effektgröße“ d. Eine Effektgröße von $d = 1,0$ bedeutet hierbei, dass sich die Leistungen einer untersuchten Gruppe bei Anwendung dieses Einflusses um eine Standardabweichung erhöht bzw, dass das Lerntempo von Schüler/innen um 50% steigt. Eine Effektgröße von 1,0 ist nach Hattie ebenfalls damit gleichsetzbar, dass 84% aller Jugendlichen, welche diesem Einfluss „ausgesetzt“ sind, beim Bearbeiten einer neuen Aufgabe besser abschneiden würden, als solche, welche diesem Einfluss nicht „ausgesetzt“ sind. Weiters ist die Effektgröße d derart definiert, dass einerseits $d = 0$ die Grenze zwischen positiv bzw negativ beeinflussenden Faktoren darstellt und andererseits ein Wert von $d = 0,4$ den durchschnittlichen Effekt aller Einflüsse widerspiegelt.

Nun ergibt sich in den mehr als 800 von Hattie betrachteten Meta-Analysen, dass die Effektgröße für computerunterstützte Anleitungen bei $+0.37$ liegt⁶, somit sogar etwas unter dem durchschnittlichen Effekt aller Einflüsse. Das computerunterstützte Lernen als die Förderungsmaßnahme schlecht hin zu bezeichnen ist daher wohl eher als etwas weit hergeholt zu bezeichnen, positive Einflüsse an sich sind jedoch in der Tat wissenschaftlich fundiert.

Die Tatsache, dass Schulbuchverlage diese Bedrohung sehr ernst nehmen, zeigt sich speziell darin, dass Schulbüchern immer öfter Zusatzsoftware in Form von CD-ROMs beigelegt wird. Inwieweit die momentane Entwicklung daher als richtungsweisend für die Zukunft des Schulbuches ist, ist ungewiss. Etwas Wind aus den Segeln jener Menschen, welche Lehrbücher für obsolet erklären, kann jedoch genommen werden, indem man sich in aller Kürze mit der Geschichte des Schulbuches befasst.

Das Auffälligste an dieser ist nämlich der Fakt, dass Schulbücher nicht erst einmal für tot erklärt wurden, heute jedoch immer noch bestehen und das meist verwendete Medium im Unterricht darstellen. So war zum Beispiel bereits 1913 in einer New Yorker Zeitung Folgendes zu lesen: „Books will soon be obsolete in the schools. Scholars will soon be instructed through the eye. It is possible to teach every branch of human knowledge with the motion picture. Our school

⁵ Vgl. Hattie J. (2009): Visible Learning A Synthesis of over 800 Meta-Analyses relating to achievement. Routledge. New York

⁶ <http://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/> abgerufen am 15.06.2013

system will be completely changed in ten years.⁷“ Vater dieses Gedankens war übrigens niemand geringerer als Thomas Alva Edison⁸. Keine fünfzig Jahre später, als mit dem Fernsehen die nächste Technologierevolution Einzug in private Haushalte nahm, äußerten sich ganz ähnliche Stimmen, welche der Ansicht waren, dass Kultur, Werte und Wissen nun endlich selbst ins entlegenste Eck der Erde gebracht werden könnten. Ziemlich exakt fünfzig weitere Jahre später ist es nun also der Computer sowie das Internet, welches die Menschen dazu bringt, das Schulbuch für tot zu erklären. Denn völlig neue Möglichkeiten bringe die Technik mit sich, welche das Lernen in der Schule von Grund auf revolutionieren werde. Dass diesmal jedoch alles anders sei wird von Medienpädagogen trotz des bereits beobachteten Aufstiegs und Falls von Sprachlabors und E-Learning ebenfalls immer wieder betont.

1. 2 Charakteristika eines Schulbuches

Welche Funktionen und Bedeutungen dem Schulbuch im Regelunterricht eigentlich zukommen bzw. zukommen sollten, ist sehr umstritten und hängt stark von dem jeweiligen thematischen Gebiet ab. Ebenso unterschiedlich fällt folglich auch die Kategorisierung seiner Aufgaben aus. Während Hiller zum Beispiel diese anhand wissenschaftlicher Betrachtungsweisen, wie der medienwissenschaftlichen Perspektive, der pädagogisch-didaktischen Sichtweise oder der ökonomischen Perspektive vollzieht⁹, richtet sich Scheller an Kriterien der außer- und innerschulischen Anwendung¹⁰.

Kircher et al. versuchen indes die Charakteristik des Schulbuches wesentlich breitgefächerter zu unterscheiden und kommen zu folgender Aufschlüsselung¹¹:

1. 2. 1 Das Schulbuch als Lernbuch

Als eine der großen Stärken des Schulbuches gilt, dass es Fachinhalte ausführlich darstellen und ein Stoffgebiet strukturiert wiedergeben kann. Viel diskutiert ist hierbei jedoch die Frage, inwieweit es Schüler/innen möglich ist, eigenständig mit dem Physikbuch lernen zu können. Dies wird von Seiten der Schulbuchforschung oftmals damit kritisiert bzw. bemängelt, dass die

⁷ Saettler P. (1990): The evolution of american educational technology, Information Age Publishing, Greenwich, CT S.98

⁸ Spitzer M. (2012): Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. Droemer. München S.13f.

⁹ Hiller, Andreas (2012): Das Schulbuch zwischen Internet und Bildungspolitik – Konsequenzen für das Schulbuch als Leitmedium und die Rolle des Staates in der Schulbildung. Tectum Verlag Marburg, 119

¹⁰ Scheller, Petra (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch – Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse, 76-77

¹¹ Vgl. Kircher et al. (2001): Physikdidaktik – Eine Einführung. Springer. Heidelberg. S.233ff.

Lehrbücher sehr entpersonalisiert geschrieben sind und nur sehr knapp gehaltene Texte enthalten, welche ein sinnvolles Lernen erst gar nicht ermöglichen. Alternative Lernmaterialien, welche sehr schülernah geschrieben sind, können zwar vereinzelt gefunden werden, jedoch hält sich deren Verbreitung meist in Grenzen, da sie als zu revolutionär und nicht tauglich angesehen werden.

Ebenfalls anzumerken ist hierbei, dass, obwohl im praktischen Gebrauch teilweise ein anderer Eindruck entstehen mag, ein Lehrbuch primär als Lernmittel für die Schüler/innen gedacht ist¹².

1. 2. 2 Das Schulbuch als Nachschlagewerk

Als Gegenpol zur ersten Bedeutung des Schulbuches kann der Aspekt des Nachschlagewerks angesehen werden. Als Paradoxie stellt sich hierbei heraus, dass, obwohl das Schulbuch eigentlich für Lernende konzipiert ist, in der Schulpraxis Lehrer/innen es dennoch öfter und intensiver benutzen¹³. Hieraus ergibt sich die Doppelrolle, dass das Lehrbuch sowohl eine Schüler- als auch Lehrerhilfe darstellt, welche es Schulbuchautor/innen erschwert, Schulbücher zu konzipieren, welche diesen beiden Ansprüchen gerecht werden¹⁴.

Für Lehrende bietet das Schulbuch jedoch eine Fülle an Informationen, aus welchen gezielt passende Inhalte zur Gestaltung des eigenen Unterrichts verwendet werden können. Insoweit kann das Schulbuch daher auch als Materialband betrachtet werden, da es Texte ebenso enthält, wie Bilder, Grafiken, Tabellen und Formeln. Diese können punktuell und zielgerichtet an geeigneter Stelle eingesetzt und in das Unterrichtskonzept integriert werden.

Diesem Argument ist jedoch kritisch entgegenzuhalten, dass die von einem Lehrbuch dargebotenen Informationen sehr starr umgrenzte Gebilde sind. Zwar kann ihr Umfang für manche Lehrkräfte als ausreichend empfunden werden, doch fehlen in aller Regel weiterführende Hinweise sowohl für Lernende als auch Lehrende. So fehlen zum Beispiel meist weiterführende Links oder Verweise auf tiefer gehende Literatur, welche vielleicht für Schüler/innen spannend sein könnten, genauso fehlen jedoch auch didaktische Anregungen, welche Lehrkräfte in der Umsetzung des Unterrichts unterstützen könnten. Ebenso berücksichtigen sie oftmals ganz allgemeine Erkenntnisse der Fachdidaktikforschung nicht oder nur ungenügend, was in dieser Arbeit jedoch ohnedies noch zur Genüge thematisiert werden wird.

¹² Scheller, Petra (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch – Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse, S. 75

¹³ Vgl. Merzyn, G. (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. IPN. Kiel.

¹⁴ Scheller, Petra (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch – Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse, S. 76

1. 2. 3 Das Schulbuch als Arbeitsbuch

Da Schüler/innen auch selbstständig mit ihrem Buch Wissen erarbeiten können sollen, muss dies auch ohne Anleitung durch eine Lehrkraft sowohl in der Schule aber auch zu Hause zum Zwecke der Vor- und Nachbereitung möglich sein. Damit dies auch effektiv geschehen kann muss das Buch hierfür explizite Arbeitsaufträge erteilen und alle nötigen Informationen zur Lösung dieser beinhalten und zur Verfügung stellen. In der Schule kann so auch individuelles und differenziertes Lernen in Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit angeleitet und gefördert werden.

1. 2. 4 Das Schulbuch als Experimentier- und Projektanleitung

Viele Physikbücher enthalten neben Texten und Abbildungen auch eine Fülle an Experimentieranleitungen. Diese sind allerdings häufig sehr knapp gehalten und beinhalten darüber hinaus ein großes Maß an Fachvokabular, welches es den Schüler/innen erschwert, den Aufbau und die Durchführung gänzlich zu begreifen. Dies fügt sich nahtlos an die Kritik am Schulbuch als Lernbuch an, da auch im Falle der Experimente somit oft ein eigenständiges Durchführen dieser gar nicht möglich ist.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwieweit Experimente eigenständiges Denken überhaupt fördern, selbst wenn deren Anleitungen klar und einfach formuliert sind. Dies liegt daran, dass die meisten Experimente entweder von der Lehrkraft durchgeführt werden und den Charakter einer Vorführung besitzen oder aber Schüler/innen als abzuarbeitende Kochrezepte vorgelegt werden¹⁵. In beiden Fällen verläuft die Auseinandersetzung mit einem Phänomen und den physikalischen Inhalten jedoch fremdbestimmt und passiv, was dazu geführt hat, dass in den letzten 20 Jahren immer mehr forschungsbasierte Untersuchungen diese gängige Praxis des Experimentierens als defizitär und überholt betrachten und daher Veränderungen einfordern. Diese Forderungen beinhalten im Speziellen, dass sowohl die Planung als auch die Auswertung des eigentlichen Experiments mehr in den Aktivitätsraum der Lernenden verlagert wird und ihnen so bei der Bearbeitung der Fragestellung mehr Eigenverantwortung und Spielräume gestattet werden. Ein striktes Festhalten an trivialen kochbuchartigen Anleitungen, welche tiefgreifende Einsichten verhindert, soll so verhindert werden¹⁶.

¹⁵ Die Gedanken dieses Absatzes sind folgender Quelle entnommen: <http://www.physikdidaktik.uni-osnabrueck.de/zwischenstagung2008.htm> abgerufen am 10.6.2013

¹⁶ Melle et al (2004). Kerncurriculum Chemie. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht

Bei alltagsnahen Themen, welche ein geringes Ausmaß an Komplexität und die Aktivierung theoretischen Vorwissens beinhalten, konnten bezüglich des Lernzuwachses deutliche Steigerungen festgestellt werden¹⁷.

Projekte hingegen werden nur in wenigen Schulbüchern initiiert und umfassen meist nur einen groben Rahmenplan zur Durchführung. Sie stellen daher für Lehrende vielmehr eine abstrakte Ideensammlung dar, denn konkret aufzugreifende Realisierungsmöglichkeiten.

1. 2. 5 Das Schulbuch als Aufgabensammlung

Vor allem Lehrkräfte wünschen sich viele Aufgaben als Bestandteil eines guten Schulbuches. Diese sind in der Regel thematisch sehr eng mit dem jeweiligen Kapitel verbunden und so auch nur in diesem Kontext einsetzbar. Darüber hinaus stellen Verlage in Zeiten der multimedialen Veränderung der Lehrbücher oftmals auch ergänzend Zusatzinformationen auf ihren Internetseiten zur Verfügung. Ebenso werden über mitgelieferte DVDs im Buch die Möglichkeiten des Schulbucheinsatzes im Unterricht ständig erweitert.

Wie in weiterer Folge noch ausführlich besprochen werden wird, können Aufgaben anhand zahlreicher Kriterien kategorisiert werden. Augenscheinlich ist jedoch, dass die meisten Lehrbücher nur sehr wenige Kompetenzen der Schüler/innen ansprechen, diese dafür immer und immer wieder. Gleichmaßen verhält es sich auch bzgl. der unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade, welche Aufgaben repräsentieren.

1. 2. 6 Das Schulbuch zur Förderung metafachlicher Ziele

Neben der gezielten Vermittlung fachlicher Inhalte werden durch das Lehrbuch ebenso metafachliche Aspekte gelehrt. So schult es zum Beispiel die Fähigkeit zu einem angemessenen Umgang mit Literatur, welche eine der wichtigsten Kulturtechniken darstellt. Breslauer et al¹⁸ beschreiben diesen Aspekt der Lehrbücher als 'sprachliche Bewältigung', welche die zielorientierte Entnahme von Information aus einem Text beinhaltet und damit auch sehr stark die Tätigkeit des Lesens und des Bearbeitens von Texten als sprachlich begründeten Verstehensprozess problematisieren¹⁹.

Da Schulbücher jedoch ebenso gesellschaftlich und politisch sanktioniertes Wissen vermitteln sollen, ordnen sie sich in gewisser Weise auch den Institutionen Schule und Staat unter. Neben

¹⁷ Kandt, W. (2008): Offenes Experimentieren im Anfangsunterricht. Lübeck: Der Andere Verlag.

¹⁸ Breslauer et al (1980): Das Sachkundebuch. In: Hacker, Hartmut(Hrsg.): Das Schulbuch – Funktion und Verwendung im Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 31ff

¹⁹ Scheller, Petra (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch – Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 77

der reinen Wissensvermittlung kommt den Lehrbüchern daher auch eine integrierende und regulierende Funktion zu²⁰. Folglich können die Inhalte der Schulbücher auch gleichzeitig als Spiegel der Gesellschaft angesehen werden, welcher die jeweils herrschenden Normen und Werte wiedergibt²¹.

1. 3 Zur Bedeutung des Schulbuches für die Lehrkraft

Genauso viel diskutiert, wie die Rolle des Physikbuches im Physikunterricht, ist auch die Bedeutung desselben für die Lehrkraft. Besonders bemerkenswert ist hierbei, dass neben zahlreichen Zwischenpositionen vor allem zwei sehr gegenteilige Ansichten vertreten werden. Einerseits, dass die erfahrene Lehrkraft gar kein Schulbuch brauche und andererseits, dass das Schulbuch vielmehr als eine Art Bibel dogmatische Verwendung finde und als Anleitung für Unterricht gelte. Die Spanne ist somit überaus ausgedehnt, beginnend bei sporadisch zufällig und endend bei geplant systematisch²².

In der modernen Physikdidaktikdiskussion zeigt sich jedoch, dass zunehmend der zweite Standpunkt als der, der Diskussion zugrunde liegende, angesehen werden kann. So führt Hacker zum Beispiel aus, dass „die Bedeutung des Schulbuches für den Unterricht stets am Anfang eines Schuljahres am augenfälligsten wird, wenn nämlich in den ersten Tagen die neuen Bücher noch nicht zur Verfügung stehen. Nur mühsam schleppt sich der Lehrer über die buchlose Durststrecke und sehnt den Tag herbei, an dem der Klassensatz endlich eintrifft²³“. Stein hingegen dramatisiert die Ansicht sogar noch etwas weiter und beschreibt Schulbücher als die „zum Leben erweckten Lehrpläne²⁴“. Welche Bedeutung Schulbüchern daher im schulischen Regelbetrieb beigemessen werden kann zeigt sich durch diese und ähnliche Formulierungen, welche den aktuellen Diskurs in der Physikdidaktik beherrschen.

Aus diesem Grund verwundert es auch nicht, dass sich die Anzahl an Literaturbeiträgen, welche sich mit dem Aufbau und der Qualität von Lehrbüchern beschäftigen, stark steigend ist. Denn mit der basalen Annahme, dass das Lehrbuch von Lehrkräften als wichtigste Grundlage für die

²⁰ Höhne, Thomas (2005): Über das Wissen in Schulbüchern – Elemente einer Theorie des Schulbuchs. In: Matthes, Eva/ Heinze, Carsten(Hrsg.): Das Schulbuch zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis, Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 84ff

²¹ Hiller, Andreas (2012): Das Schulbuch zwischen Internet und Bildungspolitik – Konsequenzen für das Schulbuch als Leitmedium und die Rolle des Staates in der Schulbildung. Weimar: Tectum, 128f

²² Mikelskis, H. (2006): Physik-Didaktik : Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin : Cornelsen Scriptor. S. 197

²³ Hacker, Hartmut (1980b): Didaktische Funktionen der Mediums Schulbuch. In: Hacker, Hartmut: (Hrsg.) Das Schulbuch – Funktion und Verwendung im Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 7-30

²⁴ Stein Gerd (2003b): Vom medien-kritischen Umgang mit Schulbüchern: mehr als nur eine didaktische Innovation. In: Matthes, Eva/Heinze, Carsten: Didaktische Innovationen im Schulbuch. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 233-254

Planung und Gestaltung deren Unterrichts verwendet wird, rückt das Lehrbuch an sich natürlich stark in den Fokus der Forschung.

1. 4 Schulbücher als Realisierung der Lehrpläne

Der momentan in Österreich gültige AHS – Lehrplan wurde im Mai 2000 im Bundesgesetzblatt kundgemacht, ist somit gut 13 Jahre alt und umfasst im Kern vier grundlegende Bereiche. Die ersten drei stellen den „allgemeinen Teil²⁵“ dar, welche für alle Fächer Gültigkeit haben und sowohl für Hauptschulen als auch allgemein bildende höhere Schulen gelten. Diese umfassen „allgemeine Bildungsziele“, „didaktische Grundsätze“ sowie Vorgaben zur „Schul- und Unterrichtsplanung“, welche zum Beispiel die Anzahl der Schularbeiten regeln. Im vierten Bereich werden die Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände angeführt. Diese beinhalten den konkreten Lehrstoff, welcher im Laufe eines Unterrichtsjahres gelehrt werden sollte.

Im Folgenden werden nun repräsentativ allgemeine sowie fachspezifische Bildungsziele des AHS-Lehrplans angeführt und es wird betrachtet, inwieweit Lehrbücher diese Aspekte berücksichtigen.

1. 4. 1 Leitvorstellungen

„... zunehmend stellen sich Fragen der interkulturellen Begegnung und Herausforderungen im Bereich Chancengleichheit und Gleichstellung der Geschlechter. In diesem Zusammenhang kommt der Auseinandersetzung mit der regionalen, österreichischen und europäischen Identität unter dem Aspekt der Weltoffenheit besondere Bedeutung zu.“²⁶

Inwieweit Lehrbücher Chancengleichheiten und eine Gleichstellung der Geschlechter herstellen ist umstritten. Eine Tatsache ist jedoch, dass sich Mädchen trotz immer verbesserter Leistungen in den MINT-Fächern auch heute noch oftmals für traditionelle und geschlechtstypische Berufe und Karrieren entscheiden, diese Entschlüsse jedoch oftmals rückblickend bereuen. Abgelesen werden kann dieses Phänomen unter anderem auch an den Zahlen der Studierenden in den technischen sowie geisteswissenschaftlichen Studien der Universität Wien.

Eine Möglichkeit von Lehrbüchern, diese festgefahrenen Rollenmuster aufzubrechen, besteht darin, Mädchen und Burschen einerseits zu gleichen Anteilen in den Lehrbüchern zu repräsentieren und andererseits die Formen dieser Präsenz nicht stereotyp zu wählen. Ein dadurch geschaffenes Selbstverständnis dafür, dass physikalisch technische Inhalte keinesfalls

²⁵ http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml abgerufen am 15.06.2013

²⁶ <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11668/11668.pdf> abgerufen am 15.06.2013

geschlechterspezifisch zu betrachten sind, könnte dabei helfen, dass in Zukunft auch Mädchen vermehrt „alternative“ Berufe auswählen.

Dass in diesem Punkt jedoch noch sehr viel Aufholbedarf vorliegt, kann sehr leicht anhand gängiger Physikschulbücher geschlossen werden. Diese repräsentieren Mädchen zum Teil unterdurchschnittlich oft und andererseits auch überwiegend in sehr geschlechtertypischen Kontexten wie der Büroarbeit²⁷.

1. 4. 2 Wissensvermittlung

„Zur Vermittlung fundierten Wissens als zentraler Aufgabe der Schule sollen die Schülerinnen und Schüler im Sinne eines lebensbegleitenden Lernens zur selbstständigen, aktiven Aneignung, aber auch zu einer kritisch-prüfenden Auseinandersetzung mit dem verfügbaren Wissen befähigt und ermutigt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, in altersadäquater Form Problemstellungen zu definieren, zu bearbeiten und ihren Erfolg dabei zu kontrollieren.“²⁸

Ginge es nach dem Lehrplan ist der Umfang an Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche Schule zu vermitteln hat, äußerst vielfältig. Sie reichen von der selbstständigen, aktiven Aneignung von Wissen, über kritische Betrachtungen von Informationsquellen, bis zur Kontrolle des eigenen Erfolgs bei der Lösung von Problemstellungen.

Dass diese Lehrplananforderungen jedoch teilweise stark im Kontrast zum Aufbau und Design der gängigsten Physikschulbücher stehen, deren größtes Augenmerk auf der Aneignung von Wissen und dessen Reproduktion liegt, ist bei der Betrachtung eines solchen schnell zu sehen, wird sich jedoch auch noch in weiterer Folge dieser Arbeit zeigen (siehe Kap. 7. 1. 5). Besonders deutlich wird die Diskrepanz zwischen Vorgabe und Realität bei der Betrachtung von Übungsaufgaben, da der Großteil dieser Wissen stur abprüft und andere Kompetenzen unberücksichtigt lässt (siehe Kap. 7. 1. 5). Nur äußerst selten gilt es für die Schüler/innen Informationen selbst beschaffen zu müssen, diese zu vergleichen oder gar kritisch zu hinterfragen. Ebenso stellen Versuchsbeschreibungen oftmals starre Anleitungen dar, welche von den Schüler/innen ohne zu hinterfragen durchgeführt werden. Passende Problemstellungen müssen hier kaum selbst gefunden und bearbeitet werden.

²⁷ Vgl: Thomas, Susanne (1999): Analyse neuerer Schulbücher unter geschlechterspezifischen Aspekten. Göttingen: Duehrkohp & Radicke

²⁸ <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11668/11668.pdf> abgerufen am 15.06.2013

1. 4. 3 Der Kernbereich des Lehrstoffes in der Optik

„Die Welt des Sichtbaren:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler grundlegendes Verständnis über Entstehung und Ausbreitungsverhalten des Lichtes erwerben und anwenden können.

- *Die Voraussetzungen für die Sichtbarkeit von Körpern erkennen und die Folgeerscheinungen der geradlinigen Lichtausbreitung verstehen*
- *Funktionsprinzipien optischer Geräte und deren Grenzen bei der Bilderzeugung verstehen und Einblicke in die kulturhistorische Bedeutung gewinnen (ebener und gekrümmter Spiegel; Brechung und Totalreflexion, Fernrohr und Mikroskop)*
- *grundlegendes Wissen über das Zustandekommen von Farben in der Natur erwerben.*²⁹“

Ob und wie intensiv sich Lehrbücher mit diesen Kernpunkten des Unterrichtsstoffes der vierten Klasse AHS-Unterstufe auseinander setzen wird an dieser Stelle nicht näher erläutert, da dies einen Teil der folgenden Arbeit darstellt. Vorweg zu nehmen ist jedoch, dass der Fokus hierbei ganz besonders auf dem ersten Aspekt, der Voraussetzungen für die Sichtbarkeit von Körpern sowie den Folgeerscheinungen der geradlinigen Ausbreitung des Lichts liegt.

²⁹ <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/791/ahs16.pdf> abgerufen am 15.06.2013

2 Bestehende Bewertungsmethoden

Um die Qualität eines Physiklehrbuches eruieren bzw. feststellen zu können, bedarf es klarerweise möglichst objektiver Kriterien, welche in dieser Arbeit anhand eines Kriterienkataloges zu realisieren versucht wurden. Dieser lehnt sich in seinen Grundzügen an bereits bestehende Analyseverfahren an und umfasst die wichtigsten Strukturelemente eines Lehrbuches.

Beispiele für derartige Analyseverfahren können unter anderem bei Merzyn³⁰ oder Rauch und Tomaschewski³¹ gefunden werden. Zweitere analysieren in ihrem Reutlinger Raster Schulbücher anhand der neun Kategorien Bibliografische Angaben, Ziele und Inhalte, Lehrverfahren, Adressaten, Gestaltung, Text, Aufgaben, Bild sowie Bild/Text, welche insgesamt 164 Merkmale beinhalten. In der anschließenden Analyse wird nun jedem Merkmal ein Wert zwischen 0 und 4 zugewiesen. Eine Null bedeutet hierbei, dass das Merkmal im Lehrbuch komplett fehlt, die Ausprägungen 1 bis 4 stehen für die Qualität der Umsetzung, wobei 1 die schlechteste und 4 die beste Wertung darstellt. Merkmalen, welchen eine erhöhte Gewichtung im Raster zukommt werden durch Vielfache der Grundwerte, also 2,4,6,8 etc. bewertet. Die Addition aller Grundwerte liefert so einen Rohwert für jede Kategorie, welcher zusammen mit offenen Fragestellungen, ja/nein-Fragen und Fragen mit vorgegebenen Antwortoptionen in Form eines Gutachtentextes sowie eines Diagrammes ausgewertet werden.

Kritisch beurteilt wird hierbei jedoch das hohe Maß an subjektiver Färbung, welches in die jeweilige Beurteilung der einzelnen Merkmale einfließt, sowie die Tatsache, dass deren jeweilige Gewichtung von den Autoren vorgegeben ist, jedoch nicht explizit dargestellt wird³². So werden beispielsweise in der Untersuchungskategorie „Gestaltung“ Merkmale der Art „Die Zeilenlänge ist lesegerecht“ (Merkmal 5.30) oder „Die Schriftarten entsprechen den Textsorten“ (Merkmal 5.33) bewertet.

Dass für die Beantwortung dieser Rating-Merkmale eine Bewertung durch den Anwender erforderlich ist, welche stark vom persönlichen Empfinden abhängt, hat in dieser Diplomarbeit Anlass dazu gegeben, dass versucht wurde, einen möglichst objektiven Raster zu erstellen, welcher weitestgehend auf subjektive Bewertungen zu verzichten versucht. So wird zum Beispiel anstelle des Merkmals 5.30 des Reutlinger Rasters schlichtweg die durchschnittliche Satzlänge gewisser Textpassagen untersucht. An Stellen wo ein derartiges quantifizierendes Vorgehen nur

³⁰ Vgl. Merzyn, G. (1994): Physiks Schulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. IPN. Kiel. S.17

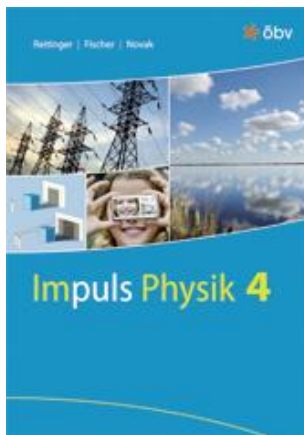
³¹ Vgl. Rauch, M. / Tomaschewski L. (1986): Reutlinger Raster zur Analyse und Bewertung von Schulbüchern und Begleitmedien. Typoskript. Reutlingen

³² Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physiks Schulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.125

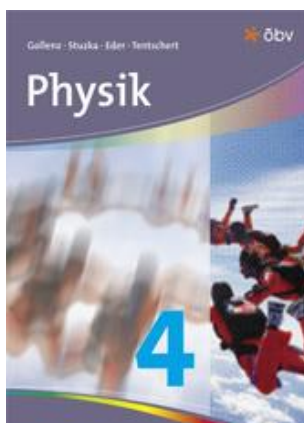
schwer zu realisieren ist, wird jedoch zumindest versucht den Bewertungen klare und objektiv nachvollziehbare Bewertungskriterien zugrunde zu legen. Als Ergebnis dieser Überlegungen ergibt sich ein Analyseraster, welches sich in acht Kategorien mit insgesamt 67 Merkmalen aufschlüsselt (siehe Kap. 4. 1 bis 4. 8).

Im Folgenden werden nun daher einerseits jene sechs Unterrichtsmaterialien vorgestellt, welche die Grundlage der weiteren Untersuchungen darstellen, andererseits der Analyseraster in seiner konkreten Formulierung, sowie die physikdidaktischen Annahmen, auf welchen er beruht.

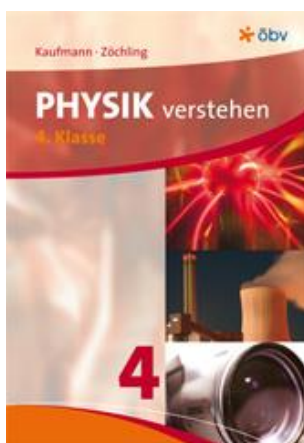
3 Vorstellung der Schulbücher



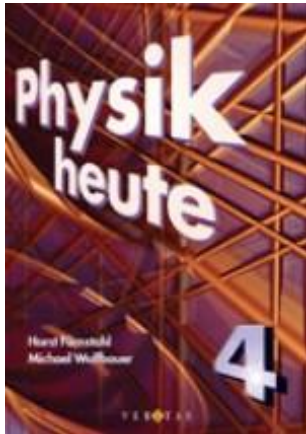
Titel: „Impuls Physik 4”
Autoren: Rettinger J., Fischer B., Novak P.
Verlag: ÖBV
Version: 1. Auflage (2012)



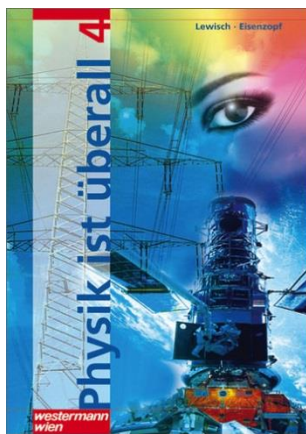
Titel: „Lehrbuch der Physik 4. Klasse”
Autoren: Gollenz F., Stuzka W., Eder J.,
Tentschert H.
Verlag: ÖBV
Version: 1. Auflage



Titel: „Physik verstehen 4. Klasse”
Autoren: Kaufmann E., Zöchling A.
Verlag: ÖBV
Version: 1. Auflage (2003)



Titel: „Physik heute 4”
Autoren: Horst Färnstahl, Michael Wolfbauer
Verlag: Veritas
Version: 6. Auflage (2011)



Titel: „Physik ist überall 4”
Autoren: Lewisch I., Eisenzopf W.
Verlag: E. Dörner
Version: 3. Auflage (2008)



Titel: „AECC Physik”
Autoren: Rottensteiner J., Fehrer I., Haagen-Schützenhöfer C.
Verlag: o.V.
Version: (2012)

4 Realisierung des Analyserasters

Grundlegend muss an dieser Stelle angeführt werden, dass der Hauptfokus dieser Arbeit sowie des Analyserasters auf dem Prozess des Konzeptwechsels liegt. Dies bedeutet, dass in den Denkprozess von Schüler/innen eine physikalisch adäquate Sichtweise nachhaltig verankert werden soll. Für den Bereich der Optik wird diese durch das Modell der Sender-Empfänger-Vorstellung (in weiterer Folge kurz SEV) repräsentiert. Durch das Einführen und Etablieren dieses Modells sollen so bereits bestehende Schülervorstellungen, mit welchen Jugendliche in den Unterricht kommen, verdrängt werden. Da das Gelingen dieses Konzeptwechsels, aufgrund der in Kap. 1. 2 bis 1. 4 ausgeführten Gründe auch maßgeblich von der Verwendung von Unterrichtsmaterialien beeinflusst wird, befasst sich der folgende Analyseraster einerseits mit Faktoren, welche einen erfolgreichen Konzeptwechsel begünstigen (Kap. 4. 1 bis 4. 5), andererseits jedoch auch, wie dieser Konzeptwechsel in den jeweiligen Unterrichtsmaterialien konkret vollzogen wird und ob auf diesen in weiterer Folge auch Rückbezüge hergestellt werden (Kap. 4. 6 bis 4. 8).

Weiters gilt, dass als Grundlage der Auswertung der Kategorien nicht das gesamte Optikkapitel der Unterrichtsmaterialien dient. Dies ist erstens durch den speziellen Forschungsschwerpunkt dieser Diplomarbeit begründet. Da nicht allen Teilbereichen der Optik eine gleichwertige Bedeutung für einen erfolgreichen Konzeptwechsel zugunsten der SEV zukommt, werden auch nur all jene Themengebiete betrachtet, für welche diese besonders groß ist. Zweitens zeichnen sich die Unterrichtsmaterialien dahingehend aus, dass der Aufbau und Umfang der Unterkapitel speziell gegen Ende der Optik stark divergieren. Auch thematische Schwerpunktsetzungen unterscheiden sich gegen Ende der Optikeinheit stark voneinander. Um daher bessere Vergleichbarkeit zwischen den Unterrichtsmaterialien herzustellen, werden diese Themenbereiche von der Analyse ausgenommen.

Sofern dies für eine Kategorie nicht anders angegeben ist, gilt daher, dass diese anhand des gesamten Optikkapitels exklusive optischer Geräte, der Farblehre sowie der Wellen- und Teilcheneigenschaft von Licht ausgewertet werden. Ist somit in weiterer Folge von der „gesamten“ oder „ganzen Optik“ die Rede, sind darunter die Themengebiete der Lichtquellen, des Sehens von Gegenständen, der Lichtausbreitung, der Schattenbildung, der Reflexion sowie der Bildentstehung am ebenen Spiegel, der Wölb- sowie Hohlspiegel, der Lichtbrechung, der Totalreflexion, der optischen Linsen, des Auges sowie unter Sonstiges zusammengefasste Inhalte wie Zusammenfassungen, Exkurse, etc. zu verstehen.

4. 1 Quantitative, sprachliche Aspekte

Eines der offensichtlichsten und wichtigsten Elemente eines Schulbuches stellt das Geschriebene, also der Text dar. Er ist in Lehrbüchern ein überaus dominantes Strukturelement, da er einen Großteil des gesamten Unterrichtsstoffes enthalten muss, das heißt Beobachtungen, physikalische Prinzipien oder auch Gesetze und Merkregeln. Darüber hinaus stellt er ebenso die gedankliche Brücke von den Beobachtungen und Versuchen hin zu den konkreten Gesetzen und Theorien dar³³. Aus diesem Grund ist es auch eine fundamentale Forderung an hochwertige und schüler/innenfreundliche Texte, dass diese möglichst verständlich und einfach geschrieben sind. Nicht alle Schüler/innen können nämlich Aufgabenstellungen und Texte von Lehrbüchern problemlos verstehen, was es ihnen oftmals unmöglich macht, zu den eigentlichen fachlichen Lösungen vorzudringen. Dies ist insbesondere bei Schüler/innen aus bildungsfernen Familien oder Familien mit Migrationshintergrund der Fall³⁴. Sie sind mit den sprachlichen Anforderungen der Schulbücher oftmals überfordert, da sowohl ihr Wortschatz als Ganzes als auch ihr Fachsprachenwortschatz lückenhaft ist und sie so oftmals Probleme bei der Verarbeitung komplexer Texte aufweisen.

Erste Methoden zur Beurteilung von Textverständlichkeiten wurden bereits in den 1930er Jahren entwickelt³⁵, wobei diese größtenteils aus sogenannten Sachtext- oder Lesbarkeitsformeln bestanden, wie zum Beispiel der etwas später entstandenen und in mehreren Versionen existierenden Wiener Sachtextformel. Diese geben entweder an, wie viele Jahre man bereits die Schule besuchen musste oder in welcher Schulstufe man sich momentan gerade befinden muss, um einen speziellen Text verstehen zu können. Die vierte Wiener Sachtextformel verwendet hierfür nur die Kriterien der durchschnittlichen Satzlänge in Worten (= SL) sowie den relativen Anteil von Worten mit drei oder mehr Silben am Text (= MS). Als Ergebnis x liefert sie jene Schulstufe, für welche ein Text geeignet erscheint und berechnet sich konkret als:

$$x = 0,2656 \cdot SL + 0,2744 \cdot MS - 1,693$$

An dieser Formel kann abgeleitet werden, dass der Wertebereich der vierten Wiener Sachtextformel zwischen $\sim -1,2$ und $+\infty$ liegt. Dies liegt daran, dass ein grammatikalisch korrekter Satz zumindest ein Subjekt und ein Prädikat, also 2 Worte beinhalten muss, in seiner Länge nach oben jedoch nicht begrenzt ist. In der Praxis ist diese Formel, wie es der Name

³³ Vgl. Merzyn, G. (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. IPN. Kiel. S. 26

³⁴ Vgl. BMUKK (2012): Sprache in Schulbüchern. Empfehlungen zur Sprachverwendung in Schulbüchern für SchulbuchautorInnen, GutachterInnen und Schulbuchverlage. BMUKK. Wien. S. 3

³⁵ Vgl. Biere, B. U. (2000): Der Einfluss der Textlinguistik auf die praktische Verständlichkeitsforschung. In: Brinker et al.: Text- und Gesprächslinguistik: ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung. De Gruyter. Berlin/New York

andeutet, jedoch nur für die Schulstufen 4-15 konzipiert worden. Für darunterliegende Werte kann in der Regel kaum noch von einem sinnhaften Text gesprochen werden. Für darüber liegende Werte kann gesagt werden, dass der Text nicht für eine Anwendung im Schulbereich geeignet ist. Ebenfalls ersichtlich ist, dass der Wert dieser Sachtextformel sowohl mit einer zunehmenden durchschnittlichen Satzlänge als auch einem zunehmenden relativen Anteil drei- und mehrsilbiger Worte ansteigt.

Für Textverständlichkeitsformeln kann generell kritisiert werden, dass diese nur oberflächliche Kriterien berücksichtigen, da sie weitergehende Aspekte wie grammatikalische Komplexität oder auch Fragen der Textstruktur erst gar nicht berücksichtigen. Aus diesem Grund wäre es zum Beispiel möglich, dass sich eine sinnlose Aneinanderreihung von kurzen Worten durch einen sehr guten Wert bei der vierten Wiener Sachtextformel auszeichnet. Umgekehrt könnte jedoch auch ein äußerst schlüssiger und leicht verständlicher Text einen sehr schlechten Wert erhalten, da er besonders viele lange Wörter verwendet.

Trotz dieser kritischen Betrachtungen ist das Kriterium der durchschnittlichen Satz- und Wortlänge jedoch grundsätzlich ein einfaches und einleuchtendes Kriterium, da sich in der Regel der/die Leser/in eines Textes mit zunehmender Länge der Sätze und Wörter beim Lesen plagen wird. Darüber hinaus werden in dieser Arbeit zusätzlich zur vierten Wiener Sachtextformel auch grammatikalische Aspekte berücksichtigt und bewertet, welche somit die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen sollen. Hierzu zählen zum Beispiel die Anzahl an Subordinationen (= Nebensätzen) sowie Nominalisierungen(= hauptwörtlich gebrauchte Wortarten wie Verben, Adjektive, etc.), welche durchschnittlich pro Satz verwendet werden, da mit deren Verwendung die Textverständlichkeit sinkt³⁶.

Neben diesen grammatikalischen Aspekten wird im Bereich der quantitativen, sprachlichen Charakteristik der Lehrbücher ebenso die Dichte an Fachbegriffen ausgewertet. Denn berücksichtigt man, dass sich der Wortschatzumfang eines Kindes vom Zeitpunkt der Einschulung bis zum Ende der Regelschulzeit verdrei- bzw vervierfacht³⁷, so erkennt man, dass diese einen enormen Umfang an neuen Worten innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes erlernen müssen. Erschwerend kommt hierbei die Tatsache hinzu, dass neben der Erweiterung des Alltagswortschatzes ebenso eine Fülle an Fachbegriffe erworben werden muss. Insgesamt werden pro Schuljahr in allen Fächern in etwa 3000 neue Wörter eingeführt³⁸.

³⁶ Mikelskis, H. (2006): Physik-Didaktik : Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin : Cornelsen Scriptor. S. 188

³⁷ Vgl. BMUKK (2012): Sprache in Schulbüchern – Empfehlungen zur Sprachverwendung in Schulbüchern für SchulbuchautorInnen, GutachterInnen und Schulbuchverlage. BMUKK. Wien. S. 12

³⁸ Vgl. Apeltauer, E. (2008): Wortschatzentwicklung und Wortschatzarbeit. In: Ahrenholz, B. / Ingelore Omen-Welhe (Hrsg.): deutsch als Zweitsprache. Baltmannsweiler. Schneider Hohengehren. S. 244

Wiederum besonders für Schüler/innen mit Deutsch als Zweitsprache entstehen durch diese hohe Anzahl neu eingeführter Wörter im Unterricht oftmals Probleme³⁹. Folglich gilt es, die Fachbegriffe möglichst schrittweise und dosiert einzusetzen, diese möglichst gut zu erklären und auch wirklich nur dort zu verwenden, wo sie für eine physikalisch adäquate Diskussionsfähigkeit der Schüler/innen notwendig sind. So ist es aus physikalischer Sicht zum Beispiel nicht erforderlich, dass der Fachbegriff des Ziliarmuskels gelehrt wird. Viel wichtiger ist jedoch, dass die Lernenden wissen, dass im menschlichen Auge ein Muskel existiert, welcher dafür verantwortlich ist, dass wir Objekte, egal in welcher Entfernung sie sich von uns befinden, scharf sehen können. Aus diesem Grund berücksichtigt der Kriterienkatalog neben der grundsätzlichen Dichte an Fachbegriffen auch, wie oft diese im weiteren Verlauf des Textes verwendet werden, da die mehrmalige Verwendung eines Fachbegriffes dessen Bedeutung für den Text erhöht und in der Regel auch ein Verständnis dieser erleichtern sollte.

Um den Arbeitsaufwand des Auszählens in dieser Arbeit etwas in Grenzen zu halten, wurden die, unter den quantitativen sprachlichen Aspekten angeführten Merkmale, nur in den Themenbereichen „Lichtquellen“, „die Lichtbrechung“ sowie „das Auge“ ausgewertet. Dass gerade diese drei Subkapitel für die exemplarische Auswertung herangezogen wurden, liegt darin begründet, dass sämtliche untersuchten Lehrmaterialien diese Themen gesondert behandeln und somit ein guter Abgleich der Resultate möglich ist.

Ebenfalls zu beachten ist, dass sämtliche Merkmale der quantitativ sprachlichen Elemente nur an all jenen Stellen des Buches ausgewertet werden, welche schriftlichen Fließtext darstellen. Diese werden in weiterer Folge in dieser Arbeit auch als Merkstoff bezeichnet. Dies bedeutet, dass kein Text ausgewertet wurde, welcher zu Übungen, Aufgaben oder Bildern gehört. Ebenfalls wurden keine Überschriften betrachtet, da diese oftmals keine grammatikalisch korrekten Sätze darstellen. Aus selbigem Grund wurden einzelne Worte wie „Vorsicht!“ oder „Beachte!“ ebenfalls nicht ausgewertet. Ausdrücke in Klammern wurden dem zugehörigen Satz hinzuaddiert, Ausnahmen bilden hierbei nur Verweise auf Abbildungen. Abkürzungen wie „usw.“, „etc.“ oder „Abb.“ wurden als ein Wort gezählt, ein Ausdruck der Form „Abb. 40.4“ als zwei Worte.

³⁹ Vgl. BMUKK (2012): Sprache in Schulbüchern – Empfehlungen zur Sprachverwendung in Schulbüchern für SchulbuchautorInnen, GutachterInnen und Schulbuchverlage. BMUKK. Wien. S. 12

4. 2 Qualitative, sprachliche Aspekte

Neben den quantitativen Aspekten des Textes, versucht der Analyseraster jedoch ebenso qualitative Aussagen zu treffen. Diese sind deswegen zwingend notwendig, da Erstere für sich alleine, wie dies schon zuvor ausgeführt wurde, nicht sehr aussagekräftig wären.

So kann sich ja zum Beispiel ein Text, welcher sich durch einen sehr guten Wert im Merkmal „Welchen Wert ergibt die Wiener Sachtextformel“ auszeichnet, unter Umständen als eine sinnlose Anordnung von kurzen Worten herausstellen. Um diese Möglichkeit ausschließen zu können, berücksichtigt der Raster zusätzlich zu grammatikalischen Aspekten ebenso, inwieweit die Lehrbücher einen inhaltlich nachvollziehbaren Zusammenhang zwischen den einzelnen Sätzen herstellen und ob Informationen schrittweise eingeführt werden.

Wie es die Bezeichnung dieser Kategorie schon aussagt, handelt es sich bei der Bewertung der qualitativen sprachlichen Elemente um eine persönliche Einschätzung der Sachlage. Um eine subjektive Färbung bzw. Voreingenommenheit des Beurteilers weitestgehend ausschließen zu können, liegen den Bewertungsmöglichkeiten jedoch möglichst klare Richtlinien zu Grunde, welche noch gesondert angeführt werden.

Ebenso wie die quantitativen sprachlichen Aspekte wurden auch die qualitativen sprachlichen Aspekte nur an einem Teil des gesamten Optik Kapitels untersucht und ausgewertet. Für die Merkmale Qual 1 sowie Qual 2 sind dies die Themen „Lichtquellen“, „Lichtbrechung“ sowie „Auge“, für das Merkmal Qual 3 hingegen „Lichtquellen“ sowie „Sehen von Körpern“. Als Begründung für diese spezielle Auswahl der betrachteten Themen gilt für Qual 1-2 selbiges wie für die quantitativen sprachlichen Aspekte. Für Qual 3 unterscheidet sich diese jedoch, da dieses Merkmal vor allem die logischen Zusammenhänge zwischen einzelnen Sätzen, sowie das schrittweise Einführen von Informationen beurteilen. Aus diesem Grund ist es auch von Vorteil zwei aufeinanderfolgende Kapitel der Optik zu betrachten, um so die Qualität der Zusammenhänge und Verknüpfungen besser evaluieren zu können.

Ebenfalls gilt, dass auch sämtliche Merkmale der qualitativen sprachlichen Elemente nur an all jenen Stellen des Buches ausgewertet werden, welche Merkstoff (siehe Kap. 4. 1) darstellen.

4. 3 Rhetorische Stilmittel

Einstiegstexte bzw. die Wahl eines Ausgangsproblems stellen ein wichtiges Mittel zur Elementarisierung von Wissensinhalten dar und können zu Beginn eines neuen Themengebiets die Begeisterung und Neugier der Schüler/innen für dieses steigern. Die Elementarisierung eines Textes beschreibt hierbei jenen Prozess, durch den „aus komplexen Zusammenhängen,

umfangreichen Inhalten oder abstrakten gedanklichen Konstrukten für den Lernenden nachvollziehbare, in ihrem Umfang erfassbare und anschauliche Darstellungen erzeugt werden⁴⁰“. Dessen immense Bedeutung für den Unterricht zeigt sich hierbei unter anderem darin, dass sich schon überaus namhafte Personen mit dieser Thematik beschäftigt haben, wie zum Beispiel Wolfgang Klafki und Martin Wagenschein. Besonders Zweiterer sieht die Wahl des richtigen Einstieges als zentral für den Gedanken der Elementarisierung⁴¹. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Einstieg in ein Problem der Physik von außen geschieht und sich in einem, für den Lernenden noch unbekannten, jedoch nachvollziehbaren Problem manifestiert⁴². Die Wahl des Einstieges sollte weder auf ein allzu simples, noch allzu komplexes Problem fallen, damit es für die Schüler/innen einerseits als lösbar, andererseits jedoch nicht als trivial, sprich lösungswürdig angesehen wird und somit eine Auseinandersetzung mit der Problemstellung erst möglich ist. Tendenziell zeichnet sich jedoch ein Trend zu eher anspruchsvolleren Aufgaben ab, da diese als Grund für Entwicklungsvorsprünge gegenüber Schüler/innen angesehen werden, welche in ihren Denkanstrengungen nicht in diesem Ausmaß gefordert werden⁴³.

In den thematischen Zugängen der Einstiegsproblematiken in die Physik sieht Wagenschein drei Möglichkeiten. Diese können ihren Ursprung entweder im Gebiet der Natur, des technischen Geräts oder des Handwerks bzw. Werkzeugs haben, wobei er in der Natur zwar den natürlichsten jedoch gleichzeitig auch den, am schwersten zu entdeckenden Zugang sieht. Der Zugang der Technik stellt zwar den interessantesten dar, büßt jedoch rasch an Spannung ein, wenn der Einstieg anhand eines zu simplen oder allzu komplexen Geräts erfolgt. Aufgrund dieser Sachverhalte erscheint Wagenschein der Zugang zur Physik über das Handwerk bzw. das Werkzeug als am geeignetsten. Diese können nämlich einerseits rasch rational verstanden werden, bergen andererseits jedoch nicht die Gefahr, ebenso rasch an Faszination zu verlieren.

Inwieweit diese Sichtweise auch heute noch Gültigkeit besitzt ist jedoch umstritten, da einerseits Bezüge zu handwerklichen Tätigkeiten zusehends verloren gehen⁴⁴ und andererseits Wagenschein in seiner Ausführung geschlechtstypische Unterschiede überhaupt nicht berücksichtigt. Dass sich jedoch sowohl die Interessensausprägung als auch deren zeitliche Entwicklung bei Burschen und Mädchen stark voneinander unterscheiden ist mittlerweile mehrfach bestätigt. Unter

⁴⁰ Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S. 49f

⁴¹ Vgl. Wagenschein, M. (1991): Verstehen lehren: genetisch – sokratisch – exemplarisch. Beltz. Weinheim/Basel. S. 34

⁴² Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S. 53

⁴³ Vgl. Möller et al. (2007): Naturwissenschaftlicher Sachunterricht. Kindern beim Erlernen von Naturwissenschaften helfen. Grundschulmagazin, 1, 8-10

⁴⁴ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S. 59

anderem auch durch die von Hoffmann, Häußler und Lehrke durchgeführte IPN Interessensstudie⁴⁵ sowie der von Schreiner und Sjöberg geleiteten ROSE-Studie⁴⁶.

Diese haben gezeigt, dass, während Burschen sich für alle naturwissenschaftlichen Fächer etwa gleichermaßen interessieren, für Mädchen dieses Interesse besonders groß für die Biologie ausgeprägt ist. Mit deutlichem Abstand folgen die Mathematik, Chemie sowie Physik. Innerhalb der Biologie nimmt hier wiederum die Humanbiologie eine besonders interessante Stellung ein. Aus diesem Grund sind Mädchen auch besonders für jene physikalischen Inhalte zu begeistern, welche einen Bezug zum menschlichen Körper herstellen und ihre Anwendungen in der Medizin und dem Gesundheitswesen finden. Ebenso interessieren sich Mädchen speziell für solche Problemstellungen, welche eine gesellschaftliche Bedeutung haben und Betroffenheit auslösen. Weiters kann für beide Geschlechter gesagt werden, dass Bezüge zu alltäglichen Erfahrungen das Schüler/inneninteresse erhöhen, für Mädchen ist dies jedoch nur der Fall, wenn diese dabei auch auf persönliche Erfahrungen zurückgreifen können, welche sie auch selbst gemacht haben.

Zusammenfassungen beinhalten die zentralen Gedanken eines vorangegangenen Textes und stellen eine Wiederholung bzw. Übersicht des Gelernten dar. Sie fördern dadurch das Behalten des Gelernten und können je nach Umfang und Vollständigkeit auch zum eigenständigen Wiederholen bzw. zur Festigung von Wissensinhalten genützt werden⁴⁷. Sie treten meist in Textform auf und sollten im Zusammenspiel mit Einstiegstexten und dem Merkstoff im Idealfall als Darbietungsdreiheit auftreten⁴⁸. Dies bedeutet, dass den Schüler/innen zunächst angekündigt wird, was ihnen gelehrt werden wird, dann wird es ihnen gelehrt und zum Abschluss wird zusammengefasst was sie gerade gelehrt wurden. Diese Dreiheit erhöht die Redundanz des Textes, welche in dieser gezielt eingesetzten Form dazu beiträgt, das Gelernte zu festigen⁴⁹.

Merksätze zeichnen sich meist durch eine sehr hohe Dichte an Fachbegriffen, sowie Satz- und Textkonstruktionen aus, welche in der Alltagssprache meist wenig Verwendung finden⁵⁰. Hierzu zählen beispielsweise je-desto Beziehungen oder Gleichungen⁵¹. Dies liegt darin begründet, dass

⁴⁵ Vgl. Hoffmann et al. (1998): Die IPN Interessensstudie Physik. Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. Kiel.

⁴⁶ Vgl. <http://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/actadidactica.pdf> aufgerufen am 05.06.2013

⁴⁷ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.159

⁴⁸ Vgl. Bamberger et al. (1998): Zur Gestaltung und Verwendung von Schulbüchern, mit besonderer Berücksichtigung der elektronischer Medien und der neuen Lernkultur. ÖBV. Wien.

⁴⁹ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.160

⁵⁰ Vgl. Leisen, J.: Sprache(n) im Physikunterricht. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik 47 (1998) Nr. 2 S.2

⁵¹ Vgl. Kneisel, S. (2010): Vergleichende Analyse der Gestaltung und Sachstruktur von Gymnasialschulbüchern der 7. Jahrgangsstufe im Teilbereich der Mechanik. o.V. Würzburg. S.104

sie jene Passagen des Schulbuchtextes beinhalten, welche sich die Schüler besonders gut einprägen sollen und somit eine Art Zusammenfassung des zuvor Erarbeiteten bilden. Meist werden diese farbig oder durch andere typographische Kennzeichen hervorgehoben, damit sie schnell vom restlichen Text unterschieden werden können und auch für Schüler/innen einfacher zu finden sind. Da den Merksätzen jedoch aufgrund der zusammenfassenden Funktion eine besondere Bedeutung im Lehrbuch zukommt, sollten diese möglichst einfach und zielgerichtet formuliert sein, sodass sie sich für Schüler/innen als verständlich darstellen. Folglich sollten die Länge der Merksätze, die Dichte an verwendeten Fachbegriffen, sowie die Verwendung von Subordinationen sowie Nominalisierungen auf ein notwendiges Minimum reduziert werden.

Gleiches gilt ebenso für Formeln, welche gerade ein Spezifikum der Physik darstellen, da in kaum einem anderen naturwissenschaftlichen Fach eine vergleichbare Anzahl von Formeln gelehrt wird bzw. gelernt werden muss. Die Häufung von Formeln lässt hierbei Rückschlüsse auf den Grad der Mathematisierung eines Textes zu⁵², weshalb eine häufige Verwendung von Formeln diesen grundsätzlich schwieriger zu verstehen macht.

4. 4 Visuelle Aspekte

Sogenannte Leseleiteinrichtungen machen Informationen eines Textes für den/die Leser/in wesentlich leichter zugänglich. Durch sie wird einerseits die Orientierung im Text erleichtert, andererseits ermöglichen sie jedoch auch Unterbrechungen und Sprünge im Text⁵³, was dem/der Leser/in variablere Lesegewohnheiten ermöglicht. Sie können in Form von Überschriften, Textboxen oder anderen optischen Zugehörigkeiten wie der Farbe oder Schriftgröße realisiert werden. Generell gilt hierbei, dass zusammengehörige Informationen so angeordnet werden sollten, dass sie auch gemeinsam wahrgenommen und verarbeitet werden können. Deshalb sollten die Leiteinrichtungen nicht nur inhaltlich geschlossen, sondern auch optisch als zusammengehörige Einheit auftreten⁵⁴.

Dem gegenüber sollte jedoch auch berücksichtigt werden, dass optisch getrennte Blöcke dennoch durch Überleitungen miteinander verbunden werden, um den gesamten Merkstoff nicht in ein fragmentiertes Stückwerk zerfallen zu lassen. Hierfür kann auch ein durchgehend einheitliches Seitenlayout hilfreich sein, welches dem/der Leser/in dabei hilft, Inhalte schneller zu finden, da diese an gewohnten und bereits erwarteten Positionen im Lehrbuch aufgefunden werden können.

⁵² Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.155

⁵³ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.142

⁵⁴ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.142f

Eine besondere Stellung nimmt hierbei die Überschrift ein, da sie dem darauffolgenden Themengebiet meist vorangestellt ist und somit eine Vorausschau auf das Folgende darstellt. Sie beeinflusst daher wesentlich den ersten Eindruck der Schüler/innen und kann dazu beitragen, dass das Interesse, die Motivation und die Neugier des/der Leser/in geweckt wird⁵⁵. Sie können jedoch auch dazu verwendet werden, um einem Text eine gewisse Hierarchie zu verleihen, wozu Haupt- und Zwischenüberschriften dienen können, welche sich optisch voneinander unterscheiden. Auch sie erhöhen den Lesefluss, da sie dem/der Leser/in ermöglichen, stets von Überschrift zu Überschrift weiter zu lesen und die Orientierung im Text zu wahren.

Zwar muss von einer Überschrift nicht immer zwingend auf den Inhalt des darauffolgenden Textes geschlossen werden können, doch hat sich gezeigt, dass thematisch übereinstimmende Überschriften zu bevorzugen sind⁵⁶, da diese inhaltsbezogene Erwartungen der Leser aktivieren, wodurch das Integrieren von Informationen in bereits bestehende Wissensstrukturen erleichtert wird⁵⁷.

Zu beachten ist allerdings, dass, obwohl all diese Leiteinrichtungen den Lesefluss grundsätzlich erleichtern und die Textverständlichkeit erhöhen, ein übermäßiger Einsatz dieser nicht zielführend ist, da einerseits die hervorhebende Wirkung der einzelnen typografischen Mittel abfällt und andererseits so die nicht markierten Textabschnitte kaum die Bemerkung des/der Leser/in finden und somit im Leseprozess vernachlässigt werden.

Neben diesen strukturellen Leiteinrichtungen kann ein Lehrbuch auch durch visuelle Hervorhebungen besonders wichtige Worte, Passagen oder Sachverhalte kennzeichnen. Mittel für derartige Hervorhebungen können die Schriftgröße und farbige Markierungen sein, oder das Anführen in fett gedruckter, kursiver oder unterstrichener Schrift. Durch das Lenken der Wahrnehmung des/der Leser/in tragen sie so dazu bei, dass dessen/deren Augenmerk auf besonders bedeutende Textstellen gerichtet wird und diesen eine erhöhte Aufmerksamkeit zukommt. Ebenso wie für die anderen Leiteinrichtungen gilt auch für die Hervorhebungen, dass deren Wirkung durch sparsames aber gezieltes Einsetzen optimiert wird⁵⁸.

Neben dem Merkstoff stellen Darstellungsformen, wie Bilder, Tabellen oder Diagramme den zweiten großen Inhaltsbereich von Lehrbüchern dar. Deren immense Bedeutung für den Lernprozess offenbart sich schon alleine in der Tatsache, dass deren flächenmäßiger Anteil in

⁵⁵ Vgl. Kneisel, S. (2010): Vergleichende Analyse der Gestaltung und Sachstruktur von Gymnasialschulbüchern der 7. Jahrgangsstufe im Teilbereich der Mechanik. o.V. Würzburg. S.45

⁵⁶ Vgl. Ballstaedt et al, (1981): Texte verstehen, Texte gestalten. Urban und Schwarzenberg. München.

⁵⁷ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S.175

⁵⁸ Vgl. Ballstaedt, S. P. (1997): Wissensvermittlung. Die Gestaltung von Lernmaterialien. Weltz Psychologie Verlags Union. Weinheim. S.55

modernen Schulbüchern bis zu 50% betragen kann⁵⁹. Da Lernende darüber hinaus ebenfalls dazu neigen, den Konstruktions- und Nutzungsaufwand beim Lernen möglichst gering zu halten, präferieren sie beim Lesen eines Buches, sich Wissen anhand einer Abbildung anzueignen, da der kognitive Aufwand beim Verstehen eines Textes generell höher liegt⁶⁰.

Bilder führen im Gegensatz zum Merkmalsstoff Informationen nicht linear und schrittweise, sondern simultan ein, was bedingt, dass, damit Bildinhalte korrekt entschlüsselt und verarbeitet werden können, der/die Leser/in über die dazu notwendigen Fertigkeiten verfügen muss. Um diesen Prozess des Verinnerlichens zu unterstützen, ist es daher hilfreich, dass Text und Abbildungen miteinander in Einklang stehen und Zweitere an den richtigen Stellen eingefügt werden⁶¹. Aus diesem Grund ist es ebenfalls erforderlich, dass der Text einerseits auf die, ihm zugehörigen Abbildungen verweist, andererseits, die Darstellungsformen jedoch auch über Bildunterschriften verfügen. Diese erläutern den Inhalt eines Bildes und besitzen eine erklärende Funktion, wodurch sie als Verbindungselement und Orientierungshilfe betrachtet werden können⁶².

Ebenso gilt es für Abbildungen, dass diese, soweit es geht, auf das Notwendigste reduziert werden, da sich das Aussparen von nicht relevanten Informationen positiv auf die Wahrnehmung relevanter Inhalte auswirkt. Dies kann dadurch begründet werden, dass so die Betrachtungszeit einer Abbildung auf die wesentlichen Elemente gebündelt und ein Abgleiten des Blickes auf Sekundäres vermieden wird⁶³.

Neben dem Text-Bild Zusammenhang spielen Bildtypen und -funktionen ebenfalls eine überaus wichtige Rolle im Verständnisprozess des/der Leser/in. Diese werden in der gängigen Literatur überaus unterschiedlich differenziert. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, dass sich die Differenzierung der Bildtypen fast immer am Grad der Realitätsnähe orientiert, jene der Bildfunktionen daran, ob die Abbildungen wiederholenden, vertiefenden oder ergänzenden Charakter besitzen⁶⁴. Der konkreten Einteilung von Abbildungen in Subkategorien kommt in dieser Arbeit jedoch keine übergeordnete Rolle zu, weshalb an dieser Stelle auch nicht auf konkrete Differenzierungsmöglichkeiten eingegangen wird. Vielmehr soll zur Bewertung der Schulbücher betrachtet werden, ob den Abbildungen eine grundsätzliche zielgerichtete Funktion

⁵⁹ Vgl. Merzyn, G. (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. IPN. Kiel. S. 18.

⁶⁰ Vgl. Schnotz, W./Bannert M. (1999): Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. Hogrefe. Göttingen. S.223

⁶¹ Vgl. Merzyn, G. (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. IPN. Kiel. S. 18f

⁶² Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S. 170

⁶³ Vgl. Fäth et al. (2012): Eye-Tracker-Untersuchung zu Gestaltungsprinzipien einer Animation. In: Bernholt S. (Hg.) Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen. Gesellschaft der Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Hannover 2012. Band 33. S. 746

⁶⁴ Vgl. Ballstaedt et al, (1981): Texte verstehen, Texte gestalten. Urban und Schwarzenberg. München. S. 234

zukommt, oder ob diesen mehr eine dekorative Funktion zukommt. Als dekorativ ist hierbei eine Abbildung zu verstehen, welche nicht zum Verständnis der Lerninhalte, also des Merkstoffes, beiträgt⁶⁵.

4. 5 Aufgaben

Aufgaben haben das Ziel, dass Schüler/innen ihr angeeignetes Wissen auf konkrete Problemstellungen anwenden können und es durch diese aktive Auseinandersetzung festigen. Darüber hinaus können Aufgabenformate jedoch auch ganz andere Kompetenzen ansprechen. Hierzu gehört das Beurteilen, Einschätzen und Vergleichen von Informationsquellen, die Fähigkeit komplexe Problemstellungen eigenständig und unangeleitet zu lösen sowie Wissen deduzieren und induzieren zu können. Ebenso bieten sich Aufgaben auch dazu an, in der Erarbeitungs- und insbesondere in der Einstiegsphase eines Themas das Interesse des/der Schüler/innen für gewisse Fragestellungen zu wecken⁶⁶. Sie sollten daher auch dem Erfahrungs- und Lebensbereich der Schüler/innen entstammen und sprachlich möglichst einfach gestaltet sein, um eine rasche Frustration des/der Leser/in bei der Bearbeitung zu verhindern⁶⁷.

Meist wird in Lehrbüchern jedoch weitestgehend nur der Prozess des Reproduzierens gefördert. Kritische Auseinandersetzungen mit einer Problemstellung oder Rechercheaufgaben werden nur vereinzelt eingesetzt. Aufgabenstellungen konventioneller Lehrbücher besitzen daher meist einen Überprüfungscharakter und dienen hauptsächlich dazu, sowohl der Lehrkraft als auch dem/der Schüler/in Aufschluss darüber zu geben, inwieweit angeeignetes Wissen bereits verinnerlicht wurde⁶⁸. Aus diesem Grund und, da Aufgaben meist zum Zwecke des Wiederholens und Übens von Merkstoff zur Ergebnissicherung eingesetzt werden, sind diese in Schulbüchern meist am Ende einer Sinneinheit zu finden. Aufgaben universell einsetzende Schulbücher zeichnen sich folglich dadurch aus, dass Aufgabenstellungen nicht ausschließlich am Ende des Merkstoffes angeführt werden, sondern auch vor und zwischen diesem.

Ein weiteres wichtiges Charakteristikum guter Aufgaben liegt darin, dass deren Funktion für den/die Bearbeiter/in klar ist⁶⁹. Aus diesem Grund sollten Operatoren verwendet werden, aus welchen unmissverständlich hervorgeht, welche Art von Tätigkeit von einer Aufgabe verlangt

⁶⁵ Vgl. Kircher et al. (2001): Physikdidaktik – Eine Einführung. Springer. Heidelberg. S. 242f

⁶⁶ Vgl. Häußler, P. / Lind, G. (1998): Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichem Unterricht. Kiel. S. 139

⁶⁷ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S. 162f

⁶⁸ Vgl. Sobek, P. (2011): Schriftliche Hausarbeit für die erste Staatsprüfung für ein Lehramt an Gymnasien. o.V. Würzburg. S. 38

⁶⁹ Vgl. Scheller, P. (2010): Verständlichkeit im Physikschulbuch. Kriterien und Ergebnisse einer interdisziplinären Analyse. Julius Klinkhard. Bad Heilbrunn. S. 163

wird. So macht es zum Beispiel einen Unterschied, ob die Aufforderung zu einer Handlung durch das Partikel „Schätze ab“, „Erkläre“ oder „Zeichne ein“ eingeleitet wird, da in jedem Fall die Bearbeitung der Fragestellung anders ausfallen wird. Als theoretische Grundlage dient hierzu ein Leitfaden des Niedersächsischen Kultusministeriums, welcher die Beschreibung der erwarteten Leistung gängiger Operatoren in der Naturwissenschaft angibt⁷⁰ (siehe Anhang Kap. 11. 2).

Darüber hinaus müssen Schüler/innen zur Bewältigung von Herausforderungen auch abseits des Schulalltages über Fähigkeiten verfügen, welche weit über die einfache Wiedergabe von angesammeltem Wissen hinaus reicht⁷¹. Ein Beispiel hierfür stellen soziale Netzwerke dar, welche sich seit knapp 10 Jahren, anfangs bei Student/innen, mittlerweile jedoch auch bei Jugendlichen größter Beliebtheit erfreuen. Um mit diesem Medium jedoch verantwortungsbewusst umgehen zu können bedarf es sowohl Diskriminations- als auch Reflexionsfähigkeiten. Unter dieser Annahme scheint es daher auch sinnvoll Aufgabenstellungen eines Lehrbuches dahingehend zu untersuchen, welchen Schwierigkeitsgrad sie besitzen und welche Kompetenzbildung sie fördern.

In dieser Arbeit wird für die Klassifizierung von Aufgaben auf das Kompetenzmodell NaWi 8 zurückgegriffen, welches vom „Bundesinstitut bifie – Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens“ entwickelt wurde und in seiner aktuellsten Version seit Oktober 2011 besteht⁷². Dieses stuft Aufgaben anhand der Dimensionen der Handlung, der Anforderung sowie des Inhalts ein, wobei die Betrachtung der dritten Dimension dadurch obsolet wird, da sich diese Arbeit ohnedies nur mit dem Teilgebiet der Optik beschäftigt und somit stets in der Inhaltsdimension Optik bewegt. Abbildung 1 sowie 2 zählen jene Handlungskompetenzen sowie Anforderungsniveaus auf, welche durch das NaWi 8 differenziert werden.

4. 6 Schülervorstellungen

Schüler und Schülerinnen kommen stets mit Vorerfahrungen und bereits vorgeprägten Vorstellungen in den Physikunterricht. Sie können daher aus Lehrersicht nicht als weißes Blatt Papier betrachtet werden, welches es durch Unterricht einfach zu beschriften gilt. Vielmehr gilt es, die Startsituation der Jugendlichen zu berücksichtigen, um so physikalisch adäquate Vorstellungen zu fördern, und physikalisch inadäquate Vorstellungen zu beseitigen.

⁷⁰Vgl. http://www.nibis.de/nli1/gohrgs/operatoren/operatoren_ab_2012/op09_10NW.pdf aufgerufen am 30.5.13

⁷¹Vgl. Hepp, R. / Lichtenstein H.: Verschiedene Ziele – verschiedene Aufgaben. Vielfältige Aufgabenformate zur Unterrichtsentwicklung nutzen. In: Unterricht Physik_2010_Nr. 117/118. S. 98

⁷²Vgl. https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf aufgerufen am 30.5.2013

Hierfür ist es jedoch auch notwendig sich mit Lernprozessen an sich zu befassen. Grundsätzlich gilt, dass Sinneseindrücke zunächst nichts als „bloße Daten sind, die noch keine Bedeutung für den Empfänger haben“⁷³. Diese erhalten die Daten erst durch Einbezugnahme von „bereits vorhandenen Denk- und Wissensstrukturen“⁷⁴. Aus diesem Grund ist es auch nicht möglich, dass Lehrkräfte Informationen direkt an Schüler/innen weitergeben, vielmehr können sie „lediglich geeignete Daten anbieten, die Lerner sich aufgrund ihres Vorwissens erschließen und so zu Informationen machen, welche für Lernprozesse wirksam werden“⁷⁵.

Aufgrund der intensiven fachdidaktischen Forschung seit den 1970er Jahren konnten bereits viele Erkenntnisse über Vorwissen gewonnen werden. Hierzu zählt, dass Schüler/innen mit Vorwissen in den Physikunterricht kommen, welches sich einerseits aus Alltagserfahrungen und vorherigem Unterricht entwickelt hat und sich andererseits auch bereits in zahlreichen Alltagssituationen bewährt hat. Da dieses Vorwissen jedoch häufig nicht mit den, zu lernenden Vorstellungen übereinstimmt, bilden sich bei den Schüler/innen oftmals ganz andere Bedeutungen von Daten aus, als dies von einer Lehrkraft eigentlich beabsichtigt wurde.

Generell kann man beim Unterrichten physikalischer Sachverhalte von zwei äußerst verschiedenen Grundannahmen ausgehen. Die erste besagt, dass die von einer Lehrkraft erwünschten physikalischen Sichtweisen in den Alltagsvorstellungen der Schüler/innen bereits angelegt sind. Aus diesem Grund muss die Lehrkraft an diese Ausgangsvorstellungen adäquat anknüpfen um in den Schüler/innen physikalisch Zielvorstellungen zu entwickeln. Die zweite These geht davon aus, dass sich die Alltags- und physikalische Sicht stark voneinander unterscheiden und, damit neue adäquate Vorstellungen ausgebildet werden können, die dominanten Alltagsvorstellungen erst gebrochen werden müssen.

Häufig wird im Unterricht so vorgegangen, als ob die erste Annahme zuträfe, in der Praxis verhält es sich jedoch meist so, dass der zweite Fall vorliegt. Um somit den, im Normalfall nötigen Bruch der dominanten Alltagsvorstellung bewerkstelligen zu können ist es nötig, dass die Schüler/innen ihre physikalischen Konzepte wechseln. Diese Prozesse sind jedoch meist sehr aufwändig und mit Schwierigkeiten behaftet, weshalb Konzeptwechselstrategien entwickelt wurden, welche diesen Umbruch erleichtern sollen.

a) Anknüpfungsstrategie:

Diese Strategie bezieht sich auf die Annahme, dass Lernenden neben hinderlichen auch nützliche Vorstellungen inne wohnen, auf welche man im weiteren Unterricht aufbauen

⁷³ Hopf et al. (2011) Physikdidaktik kompakt. Aulis. S. 29

⁷⁴ Hopf et al. (2011) Physikdidaktik kompakt. Aulis. S. 29

⁷⁵ Hopf et al. (2011) Physikdidaktik kompakt. Aulis. S. 29

kann. Hierfür werden von der Lehrkraft jene Alltagsverständnisse der Schüler/innen ausgewählt, welche nicht mit den physikalischen Einsichten kollidieren.

b) Konfrontationsstrategie:

Um einen Konzeptwechsel einzuleiten wird von Seite der fachdidaktischen Literatur oftmals empfohlen einen kognitiven Konflikt zwischen Alltagsvorstellungen und konkreten Beobachtungen herzustellen. Hierfür können zu einem konkreten Problem Vorstellungen der Schüler/innen gesammelt und gegenüber gestellt werden. Durch das Verdeutlichen von Widersprüchen im Klassengespräch soll so die physikalische Sichtweise als die Korrekte erkannt werden. Dieser Prozess soll nach Martin Wagenschein in zwei Schritten erfolgen⁷⁶. Im ersten soll der/die Lernende die Möglichkeit erhalten, seine Vorerfahrungen und Ansichten offen zu legen. Meist wird bereits hier erkannt, dass die eigene Ansicht unstimmig ist und nicht auf sämtliche gängige Phänomene anwendbar ist. Aus dieser Irritation heraus soll der/die Schüler/in nun im zweiten Schritt durch die Lehrkraft bzw das Schulbuch am Weg zur physikalisch adäquaten Erkenntnis begleitet werden. Diese sollten jedoch nicht als fertige Denkprodukte präsentiert werden, da sonst deren Genese, welche massiv zur Verinnerlichung dieser Produkte beiträgt, verloren geht.

c) Umdeutungsstrategie:

Bei dieser Strategie wird Lernenden vermittelt, dass deren Alltagsvorstellungen nicht gänzlich unbrauchbar sind, sondern ganz im Gegenteil durch eine Umdeutung ihrer Vorstellungen eine physikalisch sinnvolle Bedeutung erhalten. Dieses Vorgehen hat zum Ziel, dass dadurch eine höhere Bereitschaft zu einem Konzeptwechsel erzeugt wird und dieser auch tatsächlich stattfindet.

Generell sollten bei allen oben genannten Strategien, folgenden vier Bedingungen für einen erfolgreichen Konzeptwechsel berücksichtigt werden, welche von Posner et al 1982⁷⁷ formuliert wurden:

-) Die Lernenden müssen mit ihren bereits vorhandenen Vorstellungen unzufrieden sein
-) Die neue Vorstellung muss logisch verständlich(nachvollziehbar) sein
-) Sie muss plausibel (einleuchtend) sein
-) Sie muss fruchtbar sein, das heißt erfolgreich zur Beantwortung bisher ungeklärter oder neuer Fragestellungen herangezogen werden können

⁷⁶ Vgl. Wagenschein, M. (1971): Die pädagogische Dimension der Physik. Westermann. Braunschweig. S.131

⁷⁷ Posner et al. (1982): Accomodation of Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. Science Education, 66, 211-227. Zitiert nach Hopf et al. (2011): Physikdidaktik kompakt.

Da weiters der Effekt der Differenzierung von Lichtquellen, sei es in primäre und sekundäre, natürliche und künstliche oder kalte und warme auf den Lernprozess in der elementaren Optik umstritten ist und von diversen Physikdidaktikern als negativ bewertet wird⁷⁸, wird auch dieser Aspekt im Kriterienkatalog behandelt. Die Skepsis gegenüber dieser, in der Regel äußerst willkürlichen Unterscheidung ist insofern intuitiv einleuchtend, als dass die Wahl der Lichtquelle auf den Sehvorgang an sich ja auch überhaupt keinen Einfluss nimmt und daher eigentlich obsolet sein sollte.

4. 7 Einführung der SEV

Für das Themengebiet der Optik konnten Herdt et al durch einen in den Neunzigerjahren des letzten Jahrhunderts entwickelten Lehrgang zeigen, dass die sogenannte Sender-Empfänger-Vorstellung, im Weiteren kurz SEV, massiven Einfluss auf die Verstehensprozesse der Schüler/innen nimmt und als Schlüssel zum Verständnis der elementaren Optik gesehen werden kann⁷⁹. Denn als notwendige Voraussetzung für das physikalische Verstehen der, in der Schule besprochenen, optischen Erscheinungen, wie zum Beispiel der Entstehung des Spiegelbildes ist eine elementarisierte Theorie der optischen Wahrnehmung zu sehen, welche in diesem Fall eben die SEV darstellt⁸⁰. Unter der SEV sind jene Erklärungsmodelle des Sehens subsumiert, welche beinhalten, dass dieses dadurch zu Stande kommt, dass der entsprechende Körper entweder selbst Licht erzeugt oder dieses reflektiert und dieses Licht anschließend vom Körper aus direkt in das Auge des/der Betrachter/in fällt.

Als Grundlage dieses neuen Optiklehrganges dienen einfache Alltags- und Naturerscheinungen sowie Experimente, welche die Physik für die Schüler/innen erschließen sollen. Aus diesem Grund baut dieser Lehrgang auch nur auf sehr wenigen grundlegenden Rahmenvorstellungen, wie der SEV oder auch der Fleck zu Fleck Abbildung auf; diese werden jedoch durchgehend verwendet und immer wieder in den Unterricht integriert. Da Herdt et al vor allem qualitative, physikalische Vorstellungen auf Schüler/innenseite ausbilden möchten, werden strahlengeometrische Konstruktionen nur in einem sehr geringen Umfang betrachtet. Diese sind in der Regel an den Endpunkten angeführt und dienen der Abstraktion von Inhalten, wobei von diesen immer ein Rückbezug zum Ausgangsphänomen hergestellt wird. Schülervorstellungen werden mittels Anknüpfungs- und Brückenstrategien zu überwinden versucht, wobei das weitergehende Erschließen der physikalisch adäquaten Modelle lehrer/innengeführt erfolgt.

⁷⁸ Vgl. Kircher, E. (2009): Physikdidaktik: Theorie und Praxis. Springer. Berlin Heidelberg. S. 606

⁷⁹ Vgl. Herdt, D. (1990): Einführung in die elementare Optik. Vergleichende Untersuchung eines neuen Lehrgangs. Westarp Wissenschaften. Essen. S. 37

⁸⁰ Vgl. Hopf et al. (2011): Physikdidaktik kompakt. Aulis. S. 55f

Da jedoch in der Praxis nur allzu oft die Startsituation von Schüler/innen in der Optik unberücksichtigt bleibt und das Konzept der SEV somit fälschlicherweise vorausgesetzt wird, sind Lernschwierigkeiten zwangsläufig und bloß als logische Schlussfolge dieser Umstände zu betrachten⁸¹. Die unter Kap. 4. 3 „rhetorische Stilmittel“ angeführte Ansicht Wagenscheins bezüglich der Wahl des richtigen Einstieges als zentraler Gedanke der Elementarisierung berücksichtigend, wäre darüber hinaus wünschenswert, dass die SEV mittels eines episodischen Einführungsexperiments eingeführt wird, welches die Grundlage weiterer Überlegungen darstellt, und auf welches im weiteren Verlauf des Unterrichts stets rückverwiesen wird.

Zum von Herdt verwendeten Untersuchungsdesign ist zu sagen, dass er insgesamt 15 Klassen (n=351) untersucht. Sechs dieser Klassen (n=143) bilden hierbei die Versuchsklassen, welche allesamt den 7.Schulstufen deutscher Gymnasien oder Realschulen entstammen und nach dem, von Herdt entwickelten Optiklehrgang unterrichtet werden. Neun weitere Klassen (n=208) bilden die Kontrollgruppe und entstammen ebenso deutschen Gymnasien sowie Realschulen, jedoch umfasst diese Gruppe auch eine Klasse der 8. sowie 9. Schulstufe. Die Kontrollgruppe wird nach dem Unterrichtsangebot des traditionellen Optikunterrichts unterrichtet.

Anhand der Auswertung der Untersuchungsergebnisse dieser 351 Schüler/innen ergeben sich signifikante Unterschiede bzgl. des Lernerfolges der Schulklassen. Jene, welche nach dem neuen Optiklehrgang unterrichtet werden, schneiden bei abschließenden Überprüfungen signifikant besser ab als die Kontrollgruppe. Besonders bemerkenswert ist hierbei, dass sogar die schlechteste Klasse des neuen Lehrgangs bessere Ergebnisse im Abschlusstest erzielt als die beste Klasse des konventionellen Unterrichts.

4. 8 Bezugnahme auf die SEV

Rückverweise bzw allgemein gesagt, das regelmäßige Einbinden und Wiederholen der SEV stellt ein weiteres, notwendiges Kriterium nachhaltigen Unterrichts dar. Aufgrund der gleichgestellten Bedeutung von Abbildungen und Merkstoff für den Lernprozess sollten die Rückbezüge folglich sowohl sprachlich als auch visuell verankert sein. Ein besonderes Augenmerk ist hierbei auch auf die Betonung der Richtung des Lichtweges zu legen.

Für verbale Erklärungen ist dies ohnehin per Definition der SEV der Fall, da diese beschreibt, dass das von einem Körper ausgesandte bzw reflektierte Licht in das Auge des/der Betrachter/in gelangen muss; für Abbildungen bleibt dies jedoch oft unberücksichtigt. Aus diesem Grund

⁸¹ Vgl. Guesne E. (1984): Die Vorstellung von Kindern über Licht. In: physica didactica 11. S. 79-98

sollten Lichtstrahlen in Abbildungen stets durch Pfeile dargestellt werden und nicht bloß durch Striche.

5 Der Analyseraster

Nachstehend ist der Analyseraster angeführt, anhand welchem in dieser Arbeit die Qualität diverser Schulbücher sowie Unterrichtsmaterials ausgewertet wird. Neben der konkreten Formulierung der einzelnen Merkmale, liefert dieser auch Informationen darüber, wie die jeweilige Merkmalsausprägung realisiert ist und welche Auswertungsmethoden für das jeweilige Merkmal angewandt werden. Diese ist dem Titel des Merkmals in Klammern beigelegt und unter Kap 5 „Auswertungsmethoden“ näher beschrieben.

5. 1 Quantitative, sprachliche Aspekte

Quan 1-4 SATZEBENE

Quan 1 (Anzahl): Aus wie vielen Worten bestehen die drei betrachteten Themengebiete (Lichtquellen, Lichtbrechung, Auge) insgesamt

Quan 2 (Anzahl): Aus wie vielen Worten besteht ein Satz im Durchschnitt

Quan 3 (Anzahl): Wie viele Drei- und Mehrsilber werden im Durchschnitt pro Satz verwendet

Quan 4 (Anzahl): Welchen Wert ergibt die Wiener Sachtextformel

Quan 5-6 SATZEBENE GRAMMATIK

Quan 5 (Anzahl): Wie viele Subordination werden im Durchschnitt pro Satz verwendet

Quan 6 (Anzahl): Wie viele Nominalisierungen werden im Durchschnitt pro Satz verwendet

Quan 7-9 FACHBEGRIFFE

Quan 7 (Prozentzahl): Wie hoch ist die Dichte der Fachbegriffe am gesamten Merkstoff

Quan 8 (Prozentzahl): Wie viele dieser Fachbegriffe werden nur einmalig im Input-Fließtext verwendet

Quan 9 (Prozentzahl): Wie viele dieser Fachbegriffe werden mehrmalig im Fließtext verwendet

5. 2 Qualitative, sprachliche Aspekte

Qual 1-2 FACHBEGRIFFE

Qual 1 (Prozentzahl): Wie viele der Fachbegriffe werden genau und ausreichend erklärt

Qual 2 (Prozentzahl): Wie viele der mehrfach verwendeten Fachbegriffe werden genau und ausreichend erklärt

Qual 3 TEXTEBENE

Qual 3 (Einschätzung): Es besteht ein inhaltlich nachvollziehbarer Zusammenhang zwischen den einzelnen Sätzen

5. 3 Rhetorische Stilmittel

Rhet 1-2 EINSTIEGSTEXTE UND ZUSAMMENFASSUNGEN

Rhet 1 (Einschätzung): Zu Beginn des Optik Kapitels und der einzelnen Unterkapitel werden Einstiegstexte verwendet

Rhet 2 (Entscheidung): Die Subkapitel werden durch Zusammenfassungen abgeschlossen

Rhet 3-7 MERKSÄTZE

Rhet 3 (Anzahl): Wie viele Merksätze stehen im Durchschnitt pro Seite geschrieben

Rhet 4 (Anzahl): Aus wie vielen Wörtern bestehen diese im Durchschnitt

Rhet 5 (Anzahl): Wie viele Subordinationen enthalten diese im Durchschnitt

Rhet 6 (Anzahl): Wie viele Nominalisierungen enthalten diese im Durchschnitt

Rhet 7 (Anzahl): Wie viele Fachbegriffe, inklusive Mehrmalszählungen enthalten diese im Durchschnitt

Rhet 8 FORMELN

Rhet 8 (Anzahl): Wie viele Formeln werden angeführt

5. 4 Visuelle Aspekte

Vis 1-2 VISUELLE EBENE

Vis 1 (Realisierung): Wie werden wichtige Informationen im Text visuell hervorgehoben

Vis 2 (Realisierung): Wie werden zusammengehörige Informationen bzw. Textelemente gekennzeichnet

Vis 3-4 ABBILDUNGEN QUANTITATIV

Vis 3 (Anzahl): Wie viele Abbildungen werden im Durchschnitt pro Seite verwendet

Vis 4 (Realisierung): Wo befinden sich diese Abbildungen

Vis 5-12 ABBILDUNGEN QUALITATIV

Vis 5 (Einschätzung): Stehen die Abbildungen in sinnhafter Verbindung zum Text oder kommt ihnen eher eine dekorative Funktion zu

Vis 6 (Häufigkeit): Zu Abbildungen existieren Bildunterschriften

Vis 7 (Einschätzung): Erklärt diese korrekt das Abgebildete

Vis 8 (Häufigkeit): Zu Abbildungen existieren Bildlegenden

Vis 9 (Häufigkeit): Der Text verweist auf die Bilder

Vis 10 (Prozentzahl): Wie viele aller Abbildungen stellen Fotos dar

Vis 11 (Prozentzahl): Wie viele aller Abbildungen stellen Zeichnungen dar

Vis 12 (Prozentzahl): Wie viele aller Abbildungen stellen Tabellen dar

5. 5 Aufgaben

Aufg 1 AUFGABEN QUANTITATIV

Aufg 1 (Anzahl): Wie viele Aufgaben und Übungen werden durchschnittlich pro Seite gestellt

Aufg 2-9 AUFGABEN QUALITATIV

Aufg 2 (Prozentzahl): Wie viele aller gestellten Aufgaben oder Übungen sprechen nach dem Kompetenzmodell NaWi 8 den Bereich „Wissen Organisieren“ an

Aufg 3 (Prozentzahl): Wie viele aller gestellten Aufgaben oder Übungen, sprechen nach dem Kompetenzmodell NaWi 8 den Bereich „Erkenntnisse Gewinnen“ an

Aufg 4 (Prozentzahl): Wie viele aller gestellten Aufgaben oder Übungen, sprechen nach dem Kompetenzmodell NaWi 8 den Bereich „Schlüsse Ziehen“ an

Aufg 5 (Prozentzahl): Wie viele aller gestellten Aufgaben oder Übungen, entsprechen der Anforderungsdimension N1

Aufg 6 (Prozentzahl): Wie viele aller gestellten Aufgaben oder Übungen, entsprechen der Anforderungsdimension N2

Aufg 7 (Prozentzahl): Wie viele aller gestellten Aufgaben oder Übungen entsprechen der Anforderungsdimension N3

Aufg 8 (Realisierung): Wo im Text werden Aufgaben oder Übungen verwendet

Aufg 9 (Realisierung): Werden in der Aufgabenstellung alle Informationen, die für die Lösung der Aufgabe notwendig sind, angegeben

Aufg 10: OPERATOREN IN AUFGABEN

Aufg 10 (Einschätzung): Werden Operatoren explizit und korrekt eingesetzt (siehe Kap. 11.2)

5. 6 Schülervorstellungen

Schü 1-9 SCHÜLERVORSTELLUNGEN

Schü 1 (Entscheidung): Unterscheidet das Unterrichtsmaterial verschiedene Arten von Lichtquellen

Schü 2 (Entscheidung): Wird auf Schülervorstellungen wie das Lichtbad bzw Helligkeit eingegangen

Schü 3 (Entscheidung): Wird der dynamische Aspekt des Lichts berücksichtigt

Schü 4 (Realisierung): Wenn ja an welchen Stellen wird auf den dynamischen Aspekt des Lichts eingegangen.

Schü 5 (Realisierung): Wenn ja, wie

Schü 6 (Entscheidung): Werden im Gegenteil dazu physikalisch nicht adäquate Vorstellungen vielleicht sogar gefördert

Schü 7 (Realisierung): Wenn ja, an welchen Stellen

Schü 8 (Realisierung): Wenn ja, welche Schülervorstellung wird gefördert

Schü 9 (Realisierung): In welcher Farbe wird Licht in Abbildungen dargestellt

5. 7 Einführung der SEV

Einf 1-4 VERBALE EINFÜHRUNG DER SEV

Einf 1 (Entscheidung): Wird die Sender-Empfänger-Vorstellung (siehe Kap. 4. 7) als Grundlage für den Sehprozess verwendet

Einf 2 (Entscheidung): Wenn ja, wird auf diese im weiteren Verlauf des Optik Kapitels Bezug genommen

Einf 3 (Realisierung): Wenn ja, an welchen Stellen

Einf 4 (Realisierung): Wenn ja, wie

Einf 5-8 VISUELLE EINFÜHRUNG DER SEV

Einf 5 (Entscheidung): Wird die SEV durch ein Einführungsexperiment eingeführt

Einf 6 (Entscheidung): Wenn ja, wird auf dieses im weiteren Verlauf des Optik Kapitels Bezug genommen

Einf 7 (Realisierung): Wenn ja, an welchen Stellen

Einf 8 (Realisierung): Wenn ja, wie oft

5. 8 Bezugnahme auf die SEV

Bez 1 ALLGEMEINE BEZUGNAHME AUF DIE SEV

Bez 1 (Anzahl): Wie oft wird auf die SEV im gesamten Optikkapitel insgesamt Bezug genommen

Bez 2-4 VISUELLE BEZUGNAHME AUF DIE SEV

Bez 2 (Anzahl): Wie oft wird im gesamten Optikkapitel die SEV in Abbildungen verwendet

Bez 3 (Entscheidung): Wird sie dabei auch gerichtet dargestellt

Bez 4 (Prozentzahl): Wenn ja, wie oft

Bez 5 VERBALE BEZUGNAHME AUF DIE SEV

Bez 5 (Anzahl): Wie oft wird im gesamten Optikkapitel verbal auf die SEV im Text verwiesen

Bez 6-7 AUFGABEN ZUR SEV

Bez 6 (Entscheidung): Wird die SEV im weiteren Verlauf anhand von Übungs- und Transferaufgaben angewendet und geübt

Bez 7 (Anzahl): Wenn ja, wie oft

Bez 8-9 DAS AUGE

Bez 8 (Entscheidung): Wird beim Kapitel „Auge“ auf die SEV eingegangen

Bez 9 (Realisierung): Wenn ja, in welcher Form

6 Auswertungsmethoden und Ankerbeispiele

Im Folgenden soll nun erörtert werden, wie einzelne Merkmale ausgewertet werden und welche Annahmen diesen zugrunde liegen. Ebenso werden hierfür Ankerbeispiele angeführt, welche die Vorgehensweisen bei den Bewertungen besser verdeutlichen sollen

Allgemeine Erläuterungen

1) Anzahl: Merkmalsausprägung dieser Art wird durch schlichtes Auszählen ausgewertet. Für Quan 1 zum Beispiel wurden schlichtweg Worte gezählt.

2) Prozentzahl: Auch diese Merkmalsausprägung wird durch schlichtes Abzählen ausgewertet, wobei das Verhältnis zur zugehörigen Gesamtmenge angeführt wird.

3) Einschätzung: Mögliche Realisierungen der Einschätzung sind:

++ : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals zutrifft. Zutreffend steht wiederum hierfür, dass es auf mindestens 75% aller Repräsentanten zutrifft.

+ : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals eher zutrifft. Eher zutreffend steht wiederum hierfür, dass es auf 75-50% aller Repräsentanten zutrifft.

- : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals eher nicht zutrifft. Eher nicht zutreffend steht wiederum hierfür, dass es auf 50-25% aller Repräsentanten zutrifft.

-- : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals nicht zutrifft. Nicht zutreffend steht wiederum hierfür, dass es auf maximal 25% aller Repräsentanten zutrifft.

4) Entscheidungen: Mögliche Merkmalsausprägungen sind:

j : Dies bedeutet, dass die Formulierung des entsprechenden Merkmals auf das jeweilige Unterrichtsmaterial zutrifft.

n : Dies bedeutet, dass die Formulierung des entsprechenden Merkmals auf das jeweilige Unterrichtsmaterial nicht zutrifft.

5) Realisierungen: Hier geben die möglichen Merkmalsausprägungen an, wie ein spezielles Merkmal in den jeweiligen Unterrichtsmaterialien umgesetzt wurde bzw welches stilistische Mittel hierfür verwendet wurde. Hierfür gelten folgende Codes:

- A Anfang
- Abb Abbildung
- an alle nötigen

- Ash horizontal angeordnete Abbildungsspalte
- Asv vertikal angeordnete Abbildungsspalte
- Aug Auge
- Aus Lichtausbreitung
- BL Modell des beleuchtenden Lichtes⁸²
- Bre Brechung
- E Ende
- f fette Letter
- Fa Farbe
(hinsichtlich der Kennzeichnung zusammengehöriger Textstellen)
- fä in Farbe
(hinsichtlich der Markierung wichtiger Informationen im Text)
- Fe fette Letter
(hinsichtlich der Kennzeichnung zusammengehöriger Textstellen)
- g unterschiedliche Schriftgrößen
- k kursive Schrift
- Lin optische Linsen
- Lq Lichtquellen
- LS Modell des Lichtsees⁸³
- M Mitte
- nrZü nummerierte Überschriften
- Ref Reflexion
- S Symbole
- Sch Schattenbildung
- Seh Modell der Sehstrahlen⁸⁴
- Son Sonstiges
- Spie Spiegel
- T Text
- Tb Textboxen
- Tot Totalreflexion

⁸² Vgl. Guesne E. (1984): Die Vorstellung von Kindern über Licht. In: physica didactica 11. S. 79-98

⁸³ Vgl. Guesne E. (1984): Die Vorstellung von Kindern über Licht. In: physica didactica 11. S. 79-98

⁸⁴ Vgl. Guesne E. (1984): Die Vorstellung von Kindern über Licht. In: physica didactica 11. S. 79-98

- u unterstrichene Letter
- Ü Übung
- wn weniger als nötig
- Zus Zusammenfassung
- Zü nicht nummerierte Überschriften

6) Häufigkeit: Mögliche Realisierungen der Häufigkeit sind:

- 4 : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals auf mindestens 75% aller Repräsentanten zutrifft.
- 3 : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals auf 75-50% aller Repräsentanten zutrifft.
- 2 : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals auf 50-25% aller Repräsentanten zutrifft.
- 1 : Dies bedeutet, dass auf das jeweilige Unterrichtsmaterial die Formulierung des entsprechenden Merkmals auf maximal 25% aller Repräsentanten zutrifft.

Merkmal Quan 1

Abbildung 1 kann die Auswertungssystematik bzgl. dieses Merkmals entnommen werden. Ausgewertet wird ausschließlich das rot umrandete Textfeld, wobei die grün durchstrichenen Worte aus den, in Kap. 4.1 genannten Gründen, nicht berücksichtigt wurden.

Lichtausbreitung und Reflexion

32 Sichtbarkeit von Körpern, Lichtquellen

Wie kannst du in einem verdunkelten Raum Gegenstände wie Sessel, Tische, Kästen oder die Wände wahrnehmen? Nenne Eigenschaften von leuchtenden oder beleuchteten Körpern, die du mit deinen Augen erkennen kannst!

Körper, die Licht aussenden, heißen **Lichtquellen** (light source). Dazu gehören die Sonne, Glühlampen, Leuchtstoffröhren, Kerzen usw. Selbstleuchtende Körper haben meist eine sehr hohe Temperatur. Es glüht aber auch Körper, die bei Zimmertemperatur leuchten. Beispiele dafür sind faulendes Holz, Leuchtkäfer sowie Leuchtziffern und -zeiger einer Uhr. **Mensch!** Die Leuchtziffern älterer Uhren senden starke, für uns unsichtbare Strahlen aus. **Nachtsichtbrille**

Die meisten Körper unserer Umgebung, wie die Einrichtungsgegenstände eines Zimmers, aber auch die Erde, der Mond usw., senden kein eigenes Licht aus. Wann werden sie sichtbar? Sie müssen beleuchtet werden und das auf sie auftreffende Licht zurückwerfen (reflektieren).

M Lichtquellen sind Körper, die Licht aussenden. Nichtleuchtende Körper werden sichtbar, wenn sie beleuchtet werden und von ihnen Licht in unser Auge gelangt.

Glühlampen von 25 Watt, 40 Watt und 100 Watt leuchten verschieden hell. Die Ursache dafür ist ihre unterschiedliche **Lichtstärke**. Zwei Lichtquellen besitzen die gleiche Lichtstärke, wenn sie uns in gleicher Entfernung gleich hell erscheinen. Jede Lichtquelle ruft auf einer Fläche, die sie beleuchtet, eine bestimmte **Beleuchtungsstärke** hervor. Diese ist umso größer, je größer die Lichtstärke der Lichtquelle ist. Außerdem nimmt die Beleuchtungsstärke mit der Entfernung von der Lichtquelle ab. Sie ist auch geringer, wenn die Lichtstrahlen schräg einfallen.

32.1 Scheinwerfer

32.2 Lichtquelle für optische Versuche. Die verwendete Glühlampe hat einen sehr kleinen Leuchtkörper (Wendel).

32.3 Die Mitternachtssonne, aufgenommen in der Nähe des Nordkaps. Das 6. Streifenbild zeigt das Foto der Sonne um 0 Uhr.

32.4 Sonne mit Sonnenflecken. Sie ist eine sehr intensive Lichtquelle. Vorsicht!

Überlege und beantworte:

32.1 Zähle verschiedene Lichtquellen auf!

32.2 Warum ist die Beleuchtungsstärke geringer, wenn die Lichtstrahlen schräg einfallen?

32.3 Wo hast du bereits einen Zusammenhang zwischen der Strahlungseinwirkung auf eine Fläche und dem Auftreffwinkel der Strahlung kennengelernt?

Arbeitsblätter Seite 126, 32.1–32.3

Sichtbarkeit von Körpern, Lichtquellen Seite 47

Abb. 1: Nur das rot umrandete Textfeld exklusive der grün durchgestrichenen Worte wurde für die Auswertung des Merkmals Quan 1 berücksichtigt (siehe Schulbuch „Lehrbuch der Physik 4“ Seite 47)

Merkmal Quan 5

Subordinationen sind Satzteile, welche einem übergeordneten Satzteil untergeordnet sind. In der Alltagssprache werden sie meist einfach als Nebensätze bezeichnet. Sie sind Sätze, welche von einem anderen Satz abhängig sind und für sich alleine nicht stehen können.

Beispiel:

Das Auto, welches ich sehe, ist rot.

Der Satzteil „welches ich sehe“ kann für sich alleine nicht stehen, er wird über das Relativpronomen „welches“ dem Hauptsatz „Das Auto ist rot“ untergeordnet. Ob es sich bei den Subordinationen um Relativ-, Adverbial-, oder Komplementärsätze handelt, wird in dieser Arbeit nicht unterschiedlich bewertet.

Merkmal Quan 6

Die Nominalisierung beschreibt die Bildung eines Substantivs (gleichbedeutend mit einem Hauptwort) aus einer anderen Wortart wie zum Beispiel eines Adjektivs oder Verbs.

Beispiel:

Das Gehen macht mir Spaß.

Dieser Satz enthält das Nomen „Gehen“, welche aus der Substantivierung des Verbes „gehen“ hervorgeht.

Merkmale Quan 7-9

Als Fachbegriffe werden all jene Begriffe gewertet, welche einerseits vor allem in einer speziellen Disziplin verwendet werden und andererseits dort auch eine spezielle, nicht der Alltagssprache entsprechende Bedeutung haben. Welchem Gebiet oder welcher Wissenschaft diese angehören, ist jedoch nicht von Belang.

Beispiele:

völlige Dunkelheit / Dunkelheit

Ersterer ist ein Begriff, welcher als solches in der Physik eigentlich gar nicht verwendet wird, da der Begriff der „Dunkelheit“ bereits die Lichtleere beinhaltet und das Beiwort „völlig“ daher als redundant zu betrachten ist. Dennoch wird es vom Schulbuch „Impuls Physik 4“ verwendet. Da in der Alltagssprache unter der „völligen Dunkelheit“ ebenfalls der absolut lichtleere Raum verstanden wird, ist dieser Begriff nicht als Fachbegriff zu werten.

Zweiterer ist hingegen ein Begriff, welcher in der Alltagssprache zwar Verwendung findet, dem dort aber eine andere Bedeutung als in der Physik zukommt, da er in der Regel als lichtarmer und nicht als lichtleerer Raum verstanden wird. Folglich ist der Begriff „Dunkelheit“ als Fachbegriff zu verstehen.

Die Häufigkeit des Auftretens eines Fachbegriffs wurde ausschließlich auf den Merkstoff bezogen.

Merkmal Qual 3

Inhaltlich nachvollziehbare Zusammenhänge zwischen zwei Sätzen sind dadurch zu erkennen, dass sich Folgesätze auf vorhergehende explizit beziehen. Dies kann zum Beispiel durch Demonstrativpronomen wie „Diese“, „Dieser“, „Dieses“ geschehen.

Beispiel:

Körper die Licht aussenden, heißen Lichtquellen. Dazu gehören die Sonne, Glühlampen, Leuchtstoffröhren, Kerzen usw. Diese Körper haben meist eine sehr hohe Temperatur.

Durch die Verwendung des Demonstrativpronomens „Diese“ geht klar hervor, dass Körper wie die Sonne oder Glühlampen meist eine hohe Temperatur haben. Diese Sätze sind folglich als inhaltlich nachvollziehbar zusammenhängend zu bezeichnen.

Beispiel (Lehrbuch der Physik 4. Klasse S. 47):

Körper die Licht aussenden, heißen Lichtquellen. Dazu gehören die Sonne, Glühlampen, Leuchtstoffröhren, Kerzen usw. Selbstleuchtende Körper haben meist eine sehr hohe Temperatur.

Da hier kein Demonstrativpronomen verwendet wird, geht nicht klar hervor, worauf sich die „Selbstleuchtenden Körper“ des dritten Satzes beziehen. Ein inhaltlich nachvollziehbarer Zusammenhang ist daher nicht gegeben.

Merkmal Rhet 2

Siehe „Merkmal Rhet 3-4“

Merkmale Rhet 3-4

Als Merksätze werden all jene sprachlichen Konstruktionen gewertet, welche sich einerseits typographisch vom restlichen Merkstoff abheben (z.B.: Farbe, fett gedruckte Letter) und welchen andererseits eine zusammenfassende Funktion zukommt. Sie unterscheiden sich von Zusammenfassungen dahingehend, dass sie nur sehr kurze Textabschnitte reproduzieren und niemals ein gesamtes Kapitel.

Merkmal Rhet 8

Als Formeln werden nur jene Ausdrücke gewertet, welche auch ein Relationszeichen beinhalten. Weiters wird darüber hinaus auch differenziert betrachtet, ob die Formeln in Kurzschreibweise durch entsprechende Variablen ausgedrückt werden oder wörtlich ausformuliert sind. Als Formeln werden hierbei nur Erstere betrachtet, da angenommen wird, dass nur diese aufgrund ihrer Symbolschreibweise den Grad der Mathematisierung erhöhen, Zweitere hingegen nicht.

Merkmal Vis 1

Unter Symbolen, welche Merksätze kennzeichnen, sind visuelle, einheitlich gestaltete Wiedererkennungsmerkmale zu verstehen, welchen ausschließlich die Funktion der Kennzeichnung von Merkmalen zukommt. In Abbildung 2 ist ein Beispiel für eine derartige Verwendung eines Symbols ersichtlich, wie es im Lehrbuch „Physik 4“ verwendet wird.

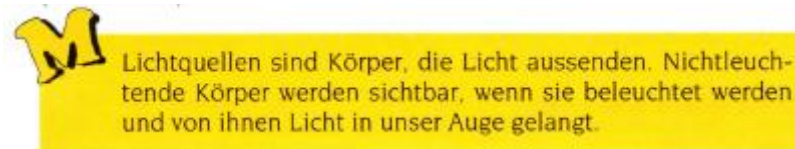


Abb. 2: Das Schulbuch „Lehrbuch der Physik 4“ verwendet zur Kennzeichnung von Merksätzen einheitlich ein gelbes M

Merkmal Vis 3

Als Abbildungen werden sämtliche graphischen Darstellungsarten der Bücher gewertet, egal ob es sich dabei um Fotos, Zeichnungen oder Tabellen handelt.

Merkmal Vis 4

Abbildungen werden in den Unterrichtsmaterialien ausschließlich in vertikalen oder horizontalen Abbildungsspalten sowie im Fließtext abgelichtet. Erstere zeichnen sich dadurch aus, dass für Abbildungen spezielle Plätze im Buch vorreserviert sind. Dies kann entweder durch einen Querbalken (siehe Abb. 3) oder in Form von Längsbalken, meist am äußeren Rand des Buches geschehen (siehe Abb. 4).



Abb. 3 (links): Physik ist überall: Beispiel für die Darstellung von Abbildungen in einer vertikalen Abbildungsspalte



Abb. 4 (rechts): Physik heute 4: Beispiel für die Darstellung von Abbildungen in einer horizontalen Abbildungsspalte

Die dritte Möglichkeit der Darstellung im Fließtext ist in Abbildung 5 ersichtlich. Dieser entsprechen alle Darstellungsformen, welche keine Abbildungsspalten darstellen.

Wir bauen eine Lochkamera!

Bevor wir uns weiter mit dem Thema Optik beschäftigen, werden wir ein Augenmodell basteln. Wir beginnen mit der einfachsten Form einer Kamera, der Lochkamera. Hebe sie gut auf! Wir werden sie noch verbessern und sie oft im Unterricht brauchen.

Du benötigst:

- *Chipsdose
- *Schwarzer Fotokarton (ev. Schwarzes Tonpapier)
- *Klebeband
- *Gummiringel
- *Transparentpapier
- *dünner Nagel
- *Hammer
- *Schere
- *Klebstoff
- *Dosenöffner

Abb.: Diese Dinge benötigst du!

So gehst du vor:

1. Forme aus dem Fotokarton eine Rolle (Abb. 1). Der Durchmesser der Rolle muss ein wenig kleiner sein als der Durchmesser der Chipsdose. Verklebe die Kartonrolle seitlich gut mit Klebeband (Abb. 2).
2. Eine Öffnung der Fotokartonrolle wird nun mit Transparentpapier verschlossen. Du kannst die Kartonrolle als Schablone für den Kreis aus Transparentpapier verwenden. Vergiß nicht die Laschen fürs Festkleben! (Abb. 3).
3. Befestige die Laschen des Transparentpapiers mit Klebstoff an der Kartonrolle (Abb. 4). Je glatter das Transparentpapier gespannt wird, umso besser sind später die Abbildungen zu erkennen.

Abb. 3

ACHTUNG: Anthracbeschichtetes Backpapier lässt sich aufgrund seiner extrem glatten Oberfläche relativ schwer befestigen. Buttersotropapier ist hier geeigneter. Am besten funktioniert allerdings Transparentpapier.

Abb. 4

Abb. 5: Unterrichtsmaterialien der Universität Wien: Beispiel für die Darstellung von Abbildungen im Fließtext

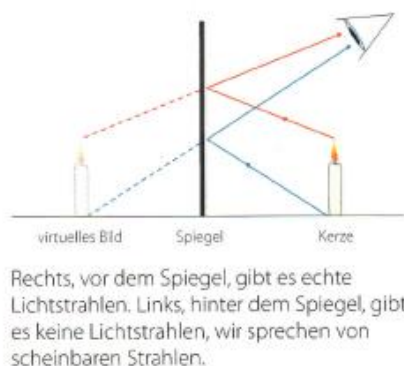
Merkmal Vis 5

Als dekorativ werden all jene Abbildungen verstanden, welche nicht direkt zum Verständnis von Lerninhalten beitragen. Dies ist beispielsweise für Abbildung 6 der Fall. Sie zeigt ein Mädchen, welches gerade an einem Schreibtisch sitzend etwas schreiben möchte, durch ihre Sitzposition jedoch einen Schatten auf ihr Blatt Papier wirft. Daraus wird gefolgert, dass die Arbeitsplatzbeleuchtung in diesem Fall ungünstig gewählt wurde. Da diese Abbildung jedoch unter der Thematik der Schattenphänomene am Mond angeführt wird, kann davon ausgegangen werden, dass diese nicht zum Verständnis einer Mondfinsternis oder anderen Erscheinungen beitragen kann. Aus diesem Grund wird diese Abbildung als dekorativ eingestuft.



Abb. 6: Physik heute 4 S.58: Beispiel für eine dekorative Abbildung

Abbildung 7 ist im Gegensatz dazu nicht als dekorativ zu bezeichnen, da Sie die Reflexion des Lichts am ebenen Spiegel darstellt und somit das Verinnerlichen des Lerninhaltes der Bildentstehung am ebenen Spiegel unterstützt.



■ Wo ist beim Spiegel das Spiegelbild?

Wenn kleine Kinder vor einem Spiegel sitzen, würden sie gerne mit ihrem Gegenüber spielen, doch irgendwie funktioniert das nicht. Die Welt „hinter“ dem Spiegel gibt es nämlich nicht wirklich.

Der Spiegel reflektiert alle Lichtstrahlen. Vor dem Spiegel gibt es echte Lichtstrahlen. Dahinter existieren nur **scheinbare (virtuelle) Lichtstrahlen**.



Das Spiegelbild ist seitenverkehrt, gleich groß und gleich weit vom Spiegel entfernt wie das „Original“.

Abb. 7: „Impuls Physik 4: Beispiel für eine Abbildung, welche in sinnhafter Verbindung zum Text steht

Merkmal Vis 7

Ein Beispiel für eine Bildunterschrift, welche korrekt wiedergibt, was in der zugehörigen Abbildung dargestellt wird, ist in Abbildung 8 ersichtlich. Die Bildunterschrift erklärt hierbei richtigerweise, dass die zugehörige Abbildung Beispiele für künstliche Lichtquellen beinhaltet.



Abb. 8: Impuls Physik 4 S.44: Beispiel für eine Bildunterschrift, welche korrekt das Abgebildete wiedergibt

Merkmal Vis 9

Verweise von Text auf Bilder werden in Schulbüchern in aller Regel in Form von Klammer realisiert (siehe Abb. 9).



Wie kannst du in einem verdunkelten Raum Gegenstände wie Sessel, Tische, Kästen oder die Wände wahrnehmen? Nenne Eigenschaften von leuchtenden oder beleuchteten Körpern, die du mit deinen Augen erkennen kannst!

Körper, die Licht aussenden, heißen **Lichtquellen** (*light source*) (Abb. 32.1, 32.2, 32.4). Dazu gehören die Sonne, Glühlampen, Leuchtstoffröhren, Kerzen usw. Selbstleuchtende Körper haben meist eine sehr hohe Temperatur. Es gibt aber auch Körper, die bei Zimmertemperatur leuchten. Beispiele dafür sind faulendes Holz, Leuchtkäfer sowie Leuchtziffern und -zeiger einer Uhr. (Vorsicht! Die Leuchtziffern älterer Uhren senden starke, für uns unsichtbare Strahlen aus. Radioaktivität!)

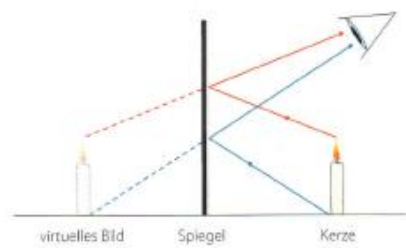
Die meisten Körper unserer Umgebung, wie die Einrichtungsgegenstände eines Zimmers, aber auch die Erde, der Mond usw., senden kein eigenes Licht aus. Wann werden sie sichtbar? Sie müssen beleuchtet werden und das auf sie auftreffende Licht zurückwerfen (reflektieren).



32.1 Scheinwerfer

Abb. 9: Lehrbuch der Physik 4. Klasse S.47: Beispiel für Merkstoff, welcher auf eine zugehörige Abbildung verweist

Abbildung 10 zeigt jedoch den Fall einer Abbildung sowie des zugehörigen Merkstoffes, welcher nicht auf Erstere verweist.



Rechts, vor dem Spiegel, gibt es echte Lichtstrahlen. Links, hinter dem Spiegel, gibt es keine Lichtstrahlen, wir sprechen von scheinbaren Strahlen.

■ Wo ist beim Spiegel das Spiegelbild?

Wenn kleine Kinder vor einem Spiegel sitzen, würden sie gerne mit ihrem Gegenüber spielen, doch irgendwie funktioniert das nicht. Die Welt „hinter“ dem Spiegel gibt es nämlich nicht wirklich.

Der Spiegel reflektiert alle Lichtstrahlen. Vor dem Spiegel gibt es echte Lichtstrahlen. Dahinter existieren nur **scheinbare (virtuelle) Lichtstrahlen**.



Das Spiegelbild ist seitenverkehrt, gleich groß und gleich weit vom Spiegel entfernt wie das „Original“.

48

Abb. 10: „Impuls Physik 4: Beispiel für Merkstoff, welcher nicht auf eine zugehörige Abbildung verweist

Merkmal Aufg 1

Als Aufgaben und Übungen werden all jene Textstellen gewertet, welche eine Fragestellung beinhalten. Ist daher in einer Versuchsanleitung davon die Rede, dass „du beobachten kannst wie das Licht gebrochen wird“, wird dies nicht als Aufgabe gewertet, da kein selbstständiger Erkenntnisgewinn erfolgt. Wird anschließend jedoch nach der Größe eines Brechungswinkels etc. gefragt, stellt dies sehr wohl eine Aufgabe im Sinne dieses Merkmals dar.

Sofern eine Aufgabe Unteraufgaben beinhaltet, welche durch Aufzählungszeichen wie a), b), 1.1), 1.2) oder -) deklariert sind, werden diese alle als eigenständige Aufgaben gewertet. Ein Aufgabenblock mit drei gekennzeichneten Unterpunkten schlägt sich in der Auswertung daher durch dreifache Zählung aus.

Merkmale Aufg 2-7

Bzgl. der Zuordnung zu Anforderungsdimensionen sowie Kompetenzen gilt Selbiges wie für „Merkmal Aufg 1“. Ein Aufgabenblock mit drei Unterpunkten wird folglich für jede Unteraufgabe separat eingegliedert. Ebenfalls ist es möglich, dass Aufgaben mehrere Kompetenzen gleichzeitig ansprechen; in diesem Fall wurde beiden Möglichkeiten die Häufigkeit eins hinzuaddiert. Aus diesem Grund ist es auch möglich, dass die Summe der Kompetenzen zusammen mehr als 100% ergeben.

Weiters sollen an dieser Stelle kurz Musteraufgaben angeführt werden, welche die drei Bereiche „Wissen Organisieren“, „Erkenntnisse Gewinnen“ sowie „Schlüsse Ziehen“ ansprechen.

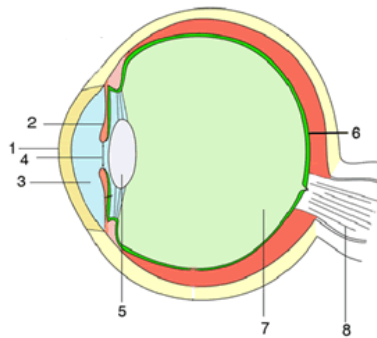
Beispiel „Wissen Organisieren“:

Das Auge – ein natürliches optisches System

Das menschliche Auge funktioniert ähnlich wie ein Fotoapparat: Gegenstände leuchten entweder selbst oder reflektieren Licht. Hornhaut, Augenkammer und Linse entsprechen dem Linsensystem eines Fotoapparats. Sie bilden Gegenstände auf der lichtempfindlichen Netzhaut ab. Die Sehzellen der Netzhaut lösen elektrische Impulse im Sehnerv aus. Diese werden im Gehirn zu einem Bild verarbeitet, das du bewusst wahrnimmst.

Max hat ein Poster über das menschliche Auge vorbereitet. Leider sind einige Beschriftungen abgefallen. Hilf Max, indem du die fehlenden Beschriftungen richtig anbringst.

	Nummer
Sehnerv	☐
Netzhaut	☐
Linse	☐
Pupille	4
Iris	2
Hornhaut	☐
Glaskörper	☐
Augenkammer	3



<http://aufgabenpool.bifie.at/nawi/index.php?action=14&cmd=4&QID=166&AID=35> aufgerufen am 9.7.2013

Beispiel „Erkenntnisse Gewinnen“:

Ebene Spiegel - Aufgabe 1

Verena und Mehmet möchten gerne Friseurin bzw. Friseur werden. Während ihrer berufspraktischen Tage dürfen sie nun in einem Friseursalon schnuppern.

Im Salon angekommen, muss Mehmet erst die Spiegel putzen. Da fällt ihm – ausgerechnet - der Physikunterricht ein: Spiegel und Reflexion. Aber wie war das mit der Reflexion noch einmal?

Klicke die beste Erklärung für den Begriff Reflexion an.

Ist das, wenn ...

- ☐ ein Spiegel selbst Licht aussendet?
- ☐ Licht, das in einen Spiegel hineingeht, gebrochen wird?
- ☐ Licht auf einen Spiegel auftrifft und zurückgeworfen wird?
- ☐ Licht auf einem Spiegel ein Bild erzeugt?

<http://aufgabenpool.bifie.at/nawi/index.php?action=14&cmd=4&QID=149&AID=31> aufgerufen am 9.7.2013

Beispiel „Schlüsse Ziehen“:

Wärmebildkamera - Aufgabe 3

Welchen Zusammenhang gibt es zwischen der Temperatur des Körpers und der ausgesandten Strahlungsenergie?

	Richtig	Falsch
Wenn die Temperatur tiefer ist, wird mehr Strahlungsenergie ausgesandt.	☐	☐
Bei tieferer Temperatur wird weniger Strahlungsenergie ausgesandt.	☐	☐
Wenn die Temperatur höher ist, wird mehr Strahlungsenergie ausgesandt.	☐	☐
Bei höherer Temperatur wird weniger Strahlungsenergie ausgesandt.	☐	☐
Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Temperatur eines Körpers und der ausgesandten Strahlungsenergie.	☐	☐

<http://aufgabenpool.bific.at/nawi/index.php> aufgerufen am 9.7.2013

Merkmal Aufg 10

Operatoren sind bei Aufgaben gemäß den Vorgaben des Niedersächsischen Kultusministeriums einzusetzen (siehe Kap. 11. 2). Ein Beispiel für einen falsch eingesetzten Operator sowie der Richtigstellung sind in folgendem Beispiel ersichtlich.

Beispiel:



Abb. 11: Physik verstehen 4.Klasse S.34 Versuche 2 bis 4

Auf Seite 34 Versuch 2 (Abb. 11) heißt es: „Welchen Einfluss hat der Zylinder aus Wasser auf die durchgehenden Lichtbündel? Prüfe Bechergläser mit verschiedenen Durchmessern!“, wobei prüfen laut Niedersächsischem Kultusministerium die Tätigkeit einfordert, dass Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik gemessen und eventuelle Widersprüche aufgedeckt werden. Da Versuch 2 jedoch hinsichtlich der verschiedenen Durchmesser der Bechergläser gar keine Aussage trifft, kann diese auch folglich nicht geprüft bzw. an Fakten oder innerer Logik gemessen werden. Die Verwendung des Operators „messen“ wäre hier korrekt, da dieser unter anderem dazu auffordert Gemeinsamkeiten und Unterschiede festzustellen.

Merkmal Schü 6

Ein Beispiel für Lerninhalte, welche physikalisch nicht adäquate Vorstellungen fördern ist in Abbildung 12 Versuch 1 ersichtlich. Diese zeigt nämlich unter anderem eine Großaufnahme eines Menschen, welcher ein Becherglas betrachtet. Problematisch an dieser Abbildung ist, dass eine Verbindung zwischen dem Auge des Menschen sowie dem Becherglas eingezeichnet ist, welche keine Richtung ausweist. Für den/die Schüler/in ist somit an dieser Stelle nicht ersichtlich, ob diese Verbindung vom Becherglas zum Auge oder umgekehrt gerichtet ist. Zusätzlich zu dieser offenen Darstellung wird die Verbindung dieser beiden Objekte durch den Begriff „Blickrichtung“ bezeichnet. Für den/die Schüler/in könnte folglich der Eindruck entstehen, dass die Richtung der Verbindung vom Auge zum Becherglas geht, da der Blick eines Menschen im alltäglichen Sprachgebrauch (einen Blick auf etwas werfen) ja auch vom Auge ausgeht.



Abb. 12: Physik verstehen 4. Klasse S.33 Versuche 1 bis 3

Merkmal Bez 5-6

Hier ist anzuführen, dass Bezüge auf die SEV entweder als verbaler Verweis oder als Transfer- bzw. Übungsaufgabe gewertet werden. Die Anzahl der verbale Verweise auf die SEV beinhalten daher nicht Transfer- und Übungsaufgaben.

7 Vergleiche der Analyseergebnisse

Mittels der oben angeführten Realisierung des Analyserasters sowie dessen konkreten Auswertungsergebnissen, welche in weiterer Folge angeführt werden, sollen nun Schlüsse über die einzelnen Unterrichtsmaterialien gezogen werden. Hierfür wird zunächst eine Kurzanalyse der acht Kategorien des Analyserasters angegeben, anschließend folgt eine zusammenfassende Bewertung jedes einzelnen Schulbuches. Diese Anordnung wurde aus dem Grund gewählt, da für eine/n Betrachter/in wohl eher von Bedeutung ist, die Charakteristik eines Schulbuches gesammelt betrachten zu können, denn eine Einstufung aller Schulbücher anhand einer einzigen Kategorie gesammelt vorzufinden.

Für die weiteren Folgerungen werden die Unterrichtsmaterialien durch folgende Codes abgekürzt:

Schulbuch „Impuls Physik 4“	-	„IP“
Schulbuch „Lehrbuch der Physik 4. Klasse“	-	„P4“
Schulbuch „Physik verstehen 4. Klasse“	-	„PV“
Schulbuch „Physik heute 4“	-	„PH“
Schulbuch „Physik ist überall 4“	-	„PÜ“
Unterrichtsmaterial der Universität Wien	-	„UW“

Als $\bar{X}$ wird in weiterer Folge der Mittelwert eines Merkmales aller sechs Unterrichtsmaterialien angeführt. Dieser wird durch das arithmetische Mittel realisiert und nur für all jene Merkmale ermittelt, deren Merkmalsausprägung rational skaliert ist. $\bar{X}$ wird in weiterer Folge auch nur als „Durchschnitt“ bezeichnet, Formulierungen wie „über dem Durchschnitt“ beziehen sich daher auf dessen Wert. Für die Kapitel der Schulbuchanalysen wird der Mittelwert den Werten eines konkreten Schulbuches stets in Klammern beigelegt, um Abweichungen besser ersichtlich zu machen.

Beispiel: Der Merkstoff von „IP“ ist mit 323 (534) Worten unterdurchschnittlich lang.

Als Standardabweichung σ wird in weiterer Folge die Streuung der Merkmalsausprägungen eines

Merkmals um seinen Mittelwert $\bar{X}$ bezeichnet. Diese berechnet sich als $\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{5}}$.

7. 1 Kurzanalyse und Ergebnisse

Im Folgenden werden nun die Auswertungen der 8 untersuchten Aspekte (quantitative sprachliche Aspekte, qualitative sprachliche Aspekte, Rhetorische Stilmittel, Visuelle Aspekte, Aufgaben, Schülervorstellungen, Einführung der SEV, Bezugnahme auf die SEV), wie sie in den Kap. 4.1 bis 4.8 geschildert wurden, für alle 6 Unterrichtsmaterialien gesammelt angeführt. Es ist daher auf einen Blick ersichtlich, wie sich diese anhand eines konkreten Beobachtungsfeldes, wie zum Beispiel des quantitativ-sprachlichen Aspekts (siehe Kap. 7. 1. 1) unterscheiden. Zuerst geschieht dies stets anhand einer Wertetabelle, welche die Auswertung kompakt numerisch wiedergibt, anschließend verbal, wobei hier einzig auf Besonderheiten und Ausreißer eingegangen wird. Weitestgehend werden alle erhaltenen Werte auf zwei signifikante Stellen gerundet.

7. 1. 1 Ergebnisse der quantitativen, sprachlichen Aspekte

	Quan 1	Quan 2	Quan 3	Quan 4	Quan 5	Quan 6	Quan 7	Quan 8	Quan 9
IP	323	12,9	3,2	8,5	0,5	0,7	10%	51,5%	48,5%
P4	797	12,9	3,2	8,5	0,5	0,6	6,3%	44%	56%
PV	239	16,0	4,7	10,6	0,3	0,7	11,3%	63%	37%
PH	458	15,3	3,9	9,4	0,9	0,8	4,6%	33,3%	66,7%
PÜ	702	12,8	3,0	8,1	0,7	0,9	8,4%	49,2%	50,8%
UW	684	10,4	1,7	5,6	0,4	0,7	3,2%	9%	91%
$\bar{X}$	534	13,4	3,3	8,5	0,6	0,73	7,3%	36,7%	58,3%
σ	227	2,0	1,0	1,7	0,2	0,1	3,1%	18,7%	18,7%

Bezüglich der Textlänge können die sechs Werke in zwei Gruppen eingeordnet werden. Die Lehrbücher „PV“, „IP“ sowie „PH“ bilden jenen Teil der Lehrbücher, welche wenige Worte verwenden, die Lehrbücher „PÜ“, „UW“ sowie „P4“ hingegen verwenden in etwa doppelt so viele Worte wie die erstgenannten.

Ebenfalls auffällig ist, dass nur ein einziges Buch hinsichtlich der Textverständlichkeit, repräsentiert durch die Wiener Sachtextformel, den Zielwert von 8 erreicht bzw unterschreitet, alle anderen Werke diesen hingegen verpassen, teilweise auch recht deutlich.

Eklatante Unterschiede bestehen darüber hinaus im relativen Anteil an einmalig bzw mehrmalig angeführten Fachbegriffen. Das Lehrbuch mit dem schlechtesten Wert verwendet sieben Mal so viele Fachbegriffe einfach als das Lehrbuch mit dem besten Wert.

Grundsätzlich gilt ebenso für alle anderen Merkmale, dass die Streuung der vergebenen Werte überaus hoch ist.

Besonders positiv überzeugt das Unterrichtsmaterial „UW“, da es in allen Merkmalen entweder sehr gute Werte erhält oder sich sogar von der Konkurrenz merklich abhebt. Negativ hervorzuheben ist das Werk „PV“, welches in vielen Kategorien durch die schlechtesten Werte auffällt.

7. 1. 2 Ergebnisse der qualitativen, sprachlichen Aspekte

	Qual 1	Qual 2	Qual 3
IP	30%	38%	++
P4	56%	64%	-
PV	7,4%	0%	-
PH	38%	43%	++
PÜ	42%	50%	+
UW	96%	95%	++
$\bar{X}$	45%	48%	/
σ	30%	31%	/

Erneut sind sehr starke Abweichungen in den einzelnen Kategorien zu beobachten, wobei sie hier noch stärker ausgeprägt sind als in den quantitativen Merkmalen. Abermals zeichnet sich das Material „UW“ besonders positiv, „PV“ besonders negativ aus.

7. 1. 3 Ergebnisse der rhetorischen Stilmittel

	Rhet 1	Rhet 2	Rhet 3	Rhet 4	Rhet 5	Rhet 6	Rhet 7	Rhet 8
IP	-	j	1,2	16	0,56	0,61	3,7	0
P4	--	j	0,90	24	1,1	1,7	5,2	8
PV	-	n	2,1	24	1,3	1,0	5,0	0
PH	-	j	0,15	24	1,7	0,67	6,3	0
PÜ	--	j	1,9	20	0,90	0,90	4,0	11
UW	+	n	0,20	18	0,62	1,2	2,8	3
$\bar{X}$	/	/	1,1	21	1,0	1,0	4,5	3,7
σ	/	/	0,82	3,5	0,43	0,4	1,2	4,8

Erneut differieren die einzelnen Teilergebnisse der Lehrbücher sehr stark voneinander. Den einzigen Ausreißer stellt hierbei das Merkmal 4 dar, welches die durchschnittliche Länge der Merksätze beurteilt. Als ebenfalls bemerkenswert stellt sich heraus, dass während einige Lehrbücher auf die Verwendung von Formeln komplett verzichten, diese speziell in „P4“ und „PÜ“ sehr gehäuft auftreten.

Bezüglich der Verständlichkeit der Merksätze (siehe Kap. 4. 3) können die Lehrbücher „UW“ sowie ganz speziell „IP“ hervorgehoben werden, da diese Bücher in drei von vier Merkmalen besonders gute Werte erzielen („IP“ in Rhet 4 sowie Rhet 5, „UW“ in Rhet 7) und auch in den restlichen Merkmalen überdurchschnittlich gut abschneiden.

Die meisten Lehrbücher verwenden keine Einstiegstexte, wohingegen Zusammenfassungen relativ häufig anzutreffen sind.

7. 1. 4 Ergebnisse der visuellen Aspekte Vis

	Vis 1	Vis 2	Vis 3	Vis 4	Vis 5	Vis 6	Vis 7	Vis 8	Vis 9	Vis 10	Vis 11	Vis 12
IP	f/fä/S	Zü nrZü Tb Fa	3,5	T Asv	++	1	++	3	1	43%	53%	4%
P4	f/fä/S	Zü nrZü Tb Fa fe	3,2	T Asv	++	4	++	4	3	23%	74%	3%
PV	f/fä/u	Zü nrZü Fa	7	T Asv Ash	+	4	++	4	2	35%	65%	0,5%
PH	f	Zü Tb	4,5	T Ash	+	4	++	1	1	46%	54%	0
PÜ	f/fä	Zü nrZü Fa	5,2	T Asv	++	4	++	4	4	25%	72%	3,6%
UW	f/k/u	Zü nrZü	2,3	T	++	4	++	4	4	42%	57%	1,0%
$\bar{X}$	/	/	4,3	/	/	/	/	/	/	36%	62%	2%
σ	/	/	1,7	/	/	/	/	/	/	9,8%	9,1%	1,7%

Auch für die Kategorie der visuellen Aspekte ist festzuhalten, dass die einzelnen Lehrbücher sehr unterschiedliche Strategien verfolgen. Während manche versuchen, optische Betonungen eher reduziert einzusetzen und so zum Beispiel auf die Verwendung von Farbe komplett verzichten, bedienen sich andere Lehrbücher einer ganzen Fülle typographischer Hilfsmittel wie fetten Lettern, Farben sowie Orientierungssymbolen.

Recht ähnlich verhält es sich hier auch bei der Kennzeichnung zusammengehöriger Textelemente sowie dem Einsatz von Abbildungen. So unterscheidet sich die Anzahl verwendeter Darstellungsformen zwischen den Büchern teilweise um einen Faktor drei.

Als weitestgehend gleich kann die Tatsache betrachtet werden, dass sich fast alle Lehrmaterialien darum bemühen, ein einheitliches Seitenlayout einzuhalten und Abbildungen gewisse Plätze auf Seiten vorzureservieren. Einzige Ausnahme bildet hierbei das Unterrichtsmaterial „UW“, welches Abbildungen ausschließlich im Fließtext anführt.

Markante Unterschiede hingegen ergeben sich bei der Existenz von Bildlegenden sowie dem Verweis des Textes auf die einzelnen Abbildungen.

Für die Kategorisierung der Abbildungen gilt, dass sämtliche Lehrmaterialien mehrheitlich Zeichnungen verwenden, die Stärke dieser Ausprägung jedoch divergiert. Ebenfalls kann festgehalten werden, dass Tabellen nur in sehr geringem Ausmaß Verwendung finden.

7. 1. 5 Ergebnisse der Aufgaben Aufg

	Aufg 1	Aufg 2	Aufg 3	Aufg 4	Aufg 5	Aufg 6	Aufg 7	Aufg 8	Aufg 9	Aufg 10
IP	1,5	82%	23%	4,5%	45%	55%	0%	E M	an/wn	++
P4	2,9	58%	42%	0%	43%	57%	0%	A E M	an/wn	++
PV	2,2	10%	90%	0%	52%	48%	0%	A	an/wn	-
PH	1,6	65%	32%	6%	65%	35%	0%	E	an/wn	++
PÜ	2,25	67%	28%	3%	42%	58%	0%	A E M	an/wn	++
UW	1,8	69%	30%	5%	61%	38%	2%	A E M	an/wn	++
$\bar{X}$	2,0	59%	41%	3%	51%	49%	0%	/	/	/
σ	0,5	25%	25%	2,6%	9,8%	10%	0,8%	/	/	/

Grundsätzlich unterscheidet sich die Anzahl gestellter Aufgaben in den Lehrbüchern deutlich, mit einem Faktor zwei fällt hier jedoch der Unterschied deutlich geringer aus, als dies bei diversen anderen Merkmalen der Fall ist. Ebenfalls markante Unterschiede ergeben sich bzgl. der Anordnung und Aufteilung der Aufgaben. Während einige Bücher wie zum Beispiel „PÜ“ diese größtenteils in Form von Sammlungen konzentrieren, wählt „P4“ hingegen den Weg, diese an sämtlichen Stellen des Textes zu platzieren.

Hinsichtlich der angesprochenen Kompetenzbereiche ist ein Trend dahingehend zu beobachten, dass besonders die Fähigkeit der Organisation des Wissens im Vordergrund steht und das Ziehen

von Schlüssen eher unangesprochen bleibt. Die einzige Ausnahme bildet hierbei das Lehrbuch „PV“, welches sein Augenmerk speziell auf das Gewinnen von Erkenntnissen legt.

Die zugeordneten Anforderungsdimensionen betrachtend liegt hier über alle Lehrbücher gemittelt jedoch eine wesentlich ausgeglichene Verteilung vor, zumindest was die Anforderungsdimensionen N1 und N2 angeht. Jeweils drei Lehrbücher verwenden mehrheitlich Aufgaben dieser beiden Niveaus. Aufgaben höchster Schwierigkeit werden über fast alle Lehrbücher hinweg überhaupt nicht verwendet. Die Ausnahme bildet hierbei „UW“, welches vereinzelt diese Dimension anspricht.

Generell kann weiters gesagt werden, dass sämtliche Lehrbücher stets alle zur Lösung der Aufgaben relevanten Daten und Informationen vorgeben, außer in jenen Fällen, in welchen bewusst Recherchefähigkeiten der Schüler/innen geschult werden sollen.

Operatoren werden von sämtlichen Schulbüchern äußerst spärlich eingesetzt. Aufgabenstellungen sind meist in Form einer Frage wie „Was erkennst du..?“ oder „Was bedeutet dies für...?“ formuliert.

7. 1. 6 Schülervorstellungen

	Schü 1	Schü 2	Schü 3	Schü 4	Schü 5	Schü 6	Schü 7	Schü 8	Schü 9
IP	j	n	n	/	/	n	/	/	rot
P4	n	n	j	Aus	T	n	/	/	rot/gelb
PV	j	n	j	Aus	T	j	Tot	Seh	rot
PH	n	j	j	Aus	T	j	Zus Son	Seh BL	rot
PÜ	j	n	j	Aus	T	j	Aus	LS	gelb
UW	n	n	j	Aus	T/Abb/Ü	n	/	/	gelb

Das Gebiet der Lichtquellen wird von den einzelnen Lehrbüchern in sehr unterschiedlichen Ausmaßen besprochen. Ebenso verhält es sich folglich auch bzgl. der weiteren Differenzierung dieser in natürliche und künstliche oder ähnliche. Während manche Bücher in dieser Hinsicht keine Unterscheidung treffen, vollzieht „PÜ“ diese sogar anhand zweier Aspekte. Weiters bemerkenswert ist, dass „UW“ als einziges Lehrmaterial die Lichtquellen anhand eines Sendermodells und nicht konventionell einführt und „IP“ als einziges auf das Anführen des

Wertes für die Lichtgeschwindigkeit verzichtet. Licht wird von den Unterrichtsmaterialien fast ausschließlich rot oder gelb dargestellt, wobei erstere Farbe in den meist überwiegt. In der Regel wird in den Schulbüchern jedoch nicht erörtert, warum an welchen Stellen spezielle Farben für Licht verwendet werden.

Schülervorstellungen werden im Allgemeinen von den Lehrbüchern nicht angesprochen. Die Ausnahme bildet hierbei „PH“, welches konkret auf die Vorstellung des Lichts als Element und die Frage, ob man dieses einfangen könne, eingeht. Inwieweit diese Realisierung jedoch als schüleradäquat betrachtet werden kann wird an späterer Stelle noch besprochen.

Darüber hinaus werden in drei Lehrbüchern Formulierungen bzw Darstellungsformen verwendet, welche aus didaktischer Sicht als problembehaftet eingestuft werden (siehe Kap. 7. 2. 3, Kap. 7. 2. 4 sowie Kap. 7. 2. 5)

7. 1. 7 Ergebnisse der Einführung der SEV

	Einf 1	Einf 2	Einf 3	Einf 4	Einf 5	Einf 6	Einf 7	Einf 8
IP	j	j	Ref Bre Zus	Abb/Ü Ü T	n	/	/	/
P4	j	j	Spie Bre Aug	Abb Abb T/Abb	n	/	/	/
PV	j	j	Aus Spie Bre Tot Lin	T/Abb/Ü T/Abb Abb Abb Abb	n	/	/	/
PH	j	j	Bre Tot Spie Lin Zus	Abb Ü Abb/Ü Abb/Abb T	n	/	/	/
PÜ	j	j	Spie Bre Aug	T/Abb Abb/Ü Abb	n	/	/	/
UW	j	j	Lq Sp Aus Ref Spie Streu Bre Aug	T/Ü T/Abb/Ü T/Abb/Ü T/Ü T/Ü T/Abb T/Abb/Ü T/Abb/Ü	j	/	/	/

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass zwar sämtliche Lehrbücher das Sehen anhand der SEV erklären und sich auf diese auch im weiteren Verlauf des Optik Kapitels rückbeziehen, die Häufigkeiten der Verweise jedoch eklatante Unterschiede aufweisen. Während „IP“ vier Rückbezüge auf die SEV vollzieht, sind dies bei „UW“ 42. „UW“ hebt sich in diesem Merkmal allerdings auch massiv von den restlichen Lehrbüchern ab. Die zweitmeisten Verweise betragen bei „PV“ nämlich zehn. Darüber hinaus ist „UW“ auch das einzige Lehrmaterial, welches die Einführung der SEV anhand eines Einführungsexperiments bewerkstelligt.

7. 1. 8 Ergebnisse der Bezugnahme auf die SEV

	Bez 1	Bez 2	Bez 3	Bez 4	Bez 5	Bez 6	Bez 7	Bez 8	Bez 9
IP	4	1	j	100%	1	j	2	n	/
P4	7	6	n	0%	1	n	0	j	T/Abb
PV	10	8	j	100%	2	n	0	n	/
PH	9	5	n	0%	1	j	3	n	/
PÜ	6	4	j	50%	1	j	1	j	Abb
UW	42	10	j	80%	20	j	12	j	T/Abb/Ü
$\bar{X}$	13	5,7	/	55%	4,3	/	3	/	/
σ	14	3,1	/	46%	8	/	5	/	/

Auch die einzelnen Rückbezüge auf Bild, Text sowie Aufgaben betrachtend, sticht klarerweise besonders das Unterrichtsmaterial „UW“ heraus. Einzig im Bereich der visuellen Rückbezüge können die anderen Lehrbüchern, allen voran „PV“ diese Lücke etwas schließen, was zu einem gut Teil auch daran liegt, dass im Vergleich zu „UW“ die anderen Lehrbücher bis zu dreimal so viele Abbildungen pro Seite verwenden. Die gerichtete Darstellung des Lichts in, die SEV berücksichtigenden Abbildungen, wird in insgesamt 4 Büchern zumindest einmal dargestellt, einzig „IP“ sowie „PV“ verwenden diese konsequent.

Sämtliche Lehrbücher verweisen zumindest einmal im Fließtext auf die SEV, die meisten jedoch auch wirklich nur einmal. Übungsaufgaben, welche die SEV berücksichtigen und schulen kommen bei vier Lehrbüchern vor, auch hier hebt sich „UW“ vom Rest ab.

Im Themenbereich „Auge“ geht exakt die Hälfte aller Lehrbücher auf die SEV ein.

7. 2 Lehrbuchanalyse

Im Folgenden werden nun die erhaltenen Resultate sowie die Schwächen und Stärken der sechs analysierten Unterrichtsmaterialien wiedergegeben, wobei ebenfalls angeführt wird, welche Seiten zur Analyse herangezogen werden.

7. 2. 1 Impuls Physik 4 (IP) Seiten 44 – 58 ½

Im Folgenden soll nun die grundlegende Struktur des Lehrbuchs „IP“ anhand von Abb. 13 nachvollzogen werden:

Generell verwendet „IP“ zu Beginn eines neuen Kapitels stets einen kleinen Einstiegstext in Form von Fragen. Diese sind jedoch nicht wirklich motivierend gestaltet, da sie genauso aufgebaut und formuliert sind wie die im Buch verwendeten Übungsaufgaben und ihnen daher eher ein überprüfender Charakter zuzuschreiben ist. Abgeschlossen werden die Kapitel jeweils durch Zusammenfassungen, welche die wichtigsten Inhalte erneut wiedergeben. Diese kommen im Gegensatz zu den Einführungsfragen jedoch deutlich seltener vor und umfassen somit wesentlich mehr Merkstoff.

Wichtige Informationen werden im Lehrbuch „IP“ auf mehrere Arten gekennzeichnet. Im Falle einzelner Fachbegriffe werden diese fett markiert, wenn es sich hingegen um ganze Sätze handelt, so werden diese farbig markiert. Diese farbig hervorgehobenen Sätze fungieren dann auch zugleich als Merksätze. Da die Merksätze in der Signalfarbe rot abgedruckt sind, heben sie sich sehr stark vom restlichen Merkstoff ab und sollten für Schüler/innen leicht zu erkennen sein. Darüber hinaus sind sie auch mit einem Symbol gekennzeichnet, was deren optische Erscheinung ebenfalls betont.

Zusammengehörige Informationen können ebenfalls recht einfach ausgemacht werden, da „IP“ sie mittels Zwischenüberschriften trennt. Diese sind jedoch leider nicht durchgehend nummeriert, was die Orientierung im Buch etwas erschwert. Neben diesen Überschriften verwendet das Lehrbuch ebenso Textboxen und Farben um Textelemente zu gruppieren.

Abbildungen werden in „IP“ durchgehend gleich angeordnet. So werden zum Beispiel Abbildungen, welche sich thematisch auf den Fließtext beziehen stets in einer separierten, vertikal verlaufenden Abbildungsspalte abgebildet, wohingegen Versuchen zugehörige Abbildungen im Fließtext zu finden sind. Ebenso sind sowohl bei den Einstiegsfragen als auch den Zusammenfassungen Abbildungen abgeleitet, welche sich stets an derselben Position befinden. Weiters stehen die Abbildungen auch in einer sinnhaften Verbindung zum Text und scheinen wohlüberlegt eingesetzt worden zu sein. Dekorative Bilder lassen sich einzig bei den Einstiegsfragen sowie Zusammenfassungen ausfindig machen. Bildunterschriften werden von

„IP“ überhaupt nicht verwendet, Legenden jedoch fast immer, wobei diese stets korrekt das Abgebildete erklären. Ein Fehlen der Legenden ist bei Bildern zu Aufgaben und Zusammenfassungen der Fall. Aufgrund der fehlenden Bildunterschrift verweist das Lehrbuch „IP“ auch nicht im Text auf die Bilder.

Aufgaben sind in „IP“ ausschließlich zwischen und am Ende der Inhalte zu finden, vor dem Merkstoff jedoch nie.

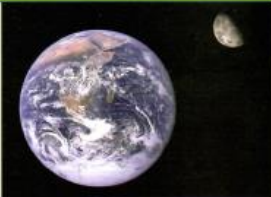
Schließlich gelingt es dem Lehrbuch sehr gut einen inhaltlich nachvollziehbaren Zusammenhang zwischen den Sätzen herzustellen.

5 Licht und Schatten

Gerade Lichtstrahlen

Weißt du, ...

- ... welche Lichtquellen es gibt?
- ... dass sich Licht nur geradlinig ausbreitet?
- ... dass die Lichtquelle den Schatten bestimmt?
- ... was eine Sonnenfinsternis und eine Mondfinsternis sind?





Natürliche und künstliche Lichtquellen

Wenn du in einen dunklen Keller gehst, drehst du das Licht auf, weil du in völliger Dunkelheit nichts sehen kannst. Erst wenn die Lampe leuchtet, kannst du sehen, was sie beleuchtet.

M Dinge sind nur dann sichtbar, wenn sie selbst leuchten oder beleuchtet werden.

Objekte, die selbst leuchten, nennt man Lichtquellen. Man unterteilt sie in **natürliche Lichtquellen** (Sonne, Polarlicht, Blitz, Glühwürmchen) und **künstliche Lichtquellen** (Glühbirne, Laser, Bildröhre, Leuchtdioden).

Beispiele für künstliche Lichtquellen



Lichtstrahlen breiten sich geradlinig aus!

Normalerweise kannst du die Lichtstrahlen der Sonne nicht sehen. Aber an einem dunstigen Morgen oder bei einem Waldspaziergang kannst du die Strahlen der „punktförmigen Lichtquelle“ Sonne sehen und erkennst grundlegende Eigenschaften der Lichtstrahlen.

M Lichtstrahlen breiten sich geradlinig in alle Richtungen aus.

Leuchtest du mit einer starken Lampe durch einen Schlitz, scheinst du einen einzelnen Lichtstrahl zu erhalten. Dieser verbreitert sich, sodass du ihn nochmals durch einen Schlitz schicken kannst. Wieder verbreitert er sich, sodass du nie einen einzelnen Strahl erhältst.

M Ein Lichtbündel setzt sich aus unendlich vielen Lichtstrahlen zusammen.

Lichtstrahlen breiten sich geradlinig aus.



Ein Lichtstrahl wird durch einen Schlitz geleitet. Er verbreitert sich immer wieder.

Materialien:
Taschenlampe
Kreidestaub oder Mehl

Leuchte mit der Taschenlampe in einem abgedunkelten Raum auf einen Gegenstand. Du siehst nur den beleuchteten Körper, nicht aber die Lichtstrahlen.

Lass jetzt etwas Kreidestaub durch den Lichtstrahl rieseln. Der Staub wird im Bereich des Lichtstrahles erleuchtet und du kannst erkennen, wo die Strahlen sind.



V Beobachten

Abb. 13: Impuls Physik 4 S.44

Wie schon in der Kurzanalyse angeführt gehört „IP“ zu jenen Schulbüchern, deren Merkstoff mit 323 (534) Worten relativ gering ausfällt. Bemerkenswert ist hierbei, dass besonders der Themenbereich Lichtquellen sehr knapp behandelt wird und der Großteil den Themen Lichtbrechung und Auge zukommt. Der relative Umfang an allen drei Themen beträgt für die Lichtquellen gut 21%. Hinsichtlich der durchschnittlichen Satzlänge mit 12,9 (13,4) Worten sowie der Anzahl verwendeter Drei- und Mehrsilber mit 3,2 (3,3) pro Satz belegt „IP“ einen Platz im vorderen Mittelfeld. Daraus resultierend ergibt sich klarerweise auch für den Wert der Wiener Sachtextformel mit 8,5 (8,5) ein der Zielvorgabe recht nahe kommenden. Im Bereich der grammatikalischen Aspekte liegt die Qualität von „IP“ im Durchschnitt.

Negativ anzumerken ist jedoch, dass der relative Anteil an Fachbegriffen in diesem Lehrbuch mit 10% (7,3%) überdurchschnittlich hoch liegt und der Anteil nur einmalig verwendeter Fachbegriffe mit 51,5% (36,7%) ebenfalls deutlich über dem Durchschnitt liegt. Ersteres liegt vor allem im Themenbereich Auge begründet, da hier fast 50% aller Fachbegriffe Verwendung finden, für Zweiteres fällt besonders die Lichtbrechung ins Gewicht, da hier nur 11% aller Fachbegriffe mehrmalig auftreten..

Die Anzahl an Fachbegriffen, welche vom Lehrbuch „IP“ genau und ausreichend erklärt werden, liegt mit 30% (45%) ebenso unter dem Durchschnitt. Dies gilt mit 38% (48%) auch für jene Fachbegriffe, welche vom Lehrbuch mehrmalig verwendet werden.

Die Anzahl verwendeter Merksätze liegt mit 1,2 (1,1) pro Seite im Durchschnitt, wobei jedoch positiv anzumerken ist, dass diese sehr verständlich und einfach verfasst sind. So sind sie, verglichen mit den anderen Lehrmaterialien mit durchschnittlich 16 (21) Worten die kürzesten und beinhalten auch die wenigsten grammatikalischen Hürden. Die Anzahl verwendeter Fachbegriffe ist mit 3,7 (4,5) ebenfalls relativ gering gehalten und liegt im vorderen Mittelfeld. Dies ist besonders interessant, da „IP“ bezüglich des Merkstoffes mit 10% (7,3%) überdurchschnittlich viele Fachbegriffe anführt.

Ein Spezifikum von „IP“ stellt die Tatsache dar, dass es zusammen mit zwei anderen Lehrbüchern auf die Verwendung von Formeln komplett verzichtet (3,7), den Grad der Mathematisierung somit auf einem Minimum hält.

Die Anzahl verwendeter Abbildungen liegt mit 3,5 pro Seite (4,3) etwas unter dem Durchschnitt. Bezüglich der Darstellungsformen ist weiters zu sagen, dass das Verhältnis von Fotos und Zeichnungen mit 43% (35,6%) zu 53% (62,4%) leicht zugunsten Zweiterer liegt, Tabellen mit 3% (2%) äußerst selten verwendet werden, jedoch noch immer häufiger als in sämtlichen anderen Lehrmaterialien.

Aufgaben werden in „IP“ verglichen mit den anderen Büchern relativ spärlich eingesetzt. Die Anzahl der Aufgaben pro Seite stellt mit 1,5 (2,0) ein Minimum dar. Diese sprechen mit 82%

(59%) mehrheitlich den Bereich „Wissen Organisieren“ an, wobei dieser Schwerpunkt in diesem Werk besonders eklatant ausfällt. Die Schwierigkeit der gestellten Aufgaben entspricht mit 45% (51%) bzw 55% (49%) den Anforderungsdimensionen N1 und N2, wobei Zweitere leicht überwiegen. Falls für die Lösung einer Aufgabe nicht alle notwendigen Informationen angegeben werden, so geschieht dies bewusst, da die Aufgabe in diesem Fall eine Recherche darstellt. Operatoren werden, wie in den anderen Schulbüchern selten eingesetzt, wenn sie verwendet werden, sind sie allerdings immer korrekt eingesetzt.

Ebenfalls anzumerken ist, dass das Lehrbuch „IP“ den Sehprozess über die SEV einführt. Auf diese wird zwar auch im weiteren Verlauf des Optik Kapitels Bezug genommen, jedoch mit 4 (13) Verweisen seltener als in sämtlichen anderen Lehrbüchern. Diese Verweise teilen sich in 1 (4,3) im Text, 1 (5,7) in Abbildungen sowie 2 (3) auf Übung- bzw Transferaufgaben auf. Die Verwendung in der Abbildung erfolgt jedoch zu 100% (55%) gerichtet. Ein Rückbezug auf die SEV beim Thema Auge erfolgt nicht.

Darüber hinaus werden in „IP“ weder andere gängige Schülervorstellungen bearbeitet, noch der dynamische Aspekt des Lichts betrachtet, wobei hierbei besonders interessant ist, dass „IP“ als einziges Lehrbuch darauf verzichtet auf die Lichtgeschwindigkeit und ihre Größe einzugehen. Zusätzlich führt das Lehrbuch eine Unterscheidung in natürliche und unnatürliche Lichtquellen durch. Licht wird fast ausschließlich als rote Lichtstrahlen dargestellt.

7. 2. 2 Lehrbuch der Physik 4. Klasse (P4) Seiten 47 - 67

Im Folgenden soll nun die generelle Struktur des Lehrbuchs „P4“ anhand von Abb. 14 nachvollzogen werden:

Zu Beginn eines Kapitels verzichtet „P4“ auf Einstiegstexte. Stattdessen werden oftmals Versuche dem Merkstoff vorangeführt, anhand welcher Schüler/innen wichtige Erkenntnisse erfahren sollen. Zusammenfassungen sind hingegen durchgehend am Ende jedes Subkapitels vorhanden und gut gekennzeichnet.

Wie auch „IP“ markiert „P4“ wichtige Informationen auf drei verschiedene Arten. In fetter Schrift werden wichtige Begriffe sowie Zusammenfassungen hervorgehoben. Farblich sind sowohl Zusammenfassungen als auch Merksätze markiert, wobei Zweitere darüber hinaus auch durch ein Symbol gekennzeichnet sind. Ein Finden der Merksätze stellt sich in „P4“ daher als äußerst einfach dar.

Zusammenhängende Informationen werden ebenfalls auf mehrere Arten repräsentiert. Auf höchster Ebene existieren nicht nummerierte Zwischenüberschriften, welche die Überthematik eines Kapitels wiedergeben. In der Hierarchie darunter stehen die nummerierten Zwischenüberschriften, welche eine verfeinerte Unterteilung der Subthemen darstellen, wobei hierbei bemerkenswert ist, dass die Nummerierung nicht kapitelweise vollzogen ist, sondern durch das gesamte Lehrbuch über aufsteigend ist. Textboxen stellen eine Markierungsform dar, welche in „P4“ den Aufgaben und Merksätzen vorbehalten ist, wobei sich diese farblich voneinander unterscheiden. Zusammenfassungen hingegen sind durch die Verwendung von fetter Schrift und einem farbigen Balken am Rand hervorgehoben.

Bildunterschriften sowie Legenden sind durchgehend vorhanden, Zweitere beschreiben auch immer korrekt das Abgebildete. Den häufigen Verweisen des Textes auf die Bilder ist aufgrund derer durchgehenden Nummerierung einfach zu folgen. Grundsätzlich ist den Abbildungen eine vertikale Abbildungsspalte vorreserviert, das heißt, Merkstoff befindet sich niemals in diesem Bereich, jedoch können umgekehrt bildliche Darstellungen vereinzelt im Fließtext gefunden werden.

Aufgaben sind meist zu ganzen Aufgabenblöcken zusammengefasst, eine einzelne Aufgabe lässt sich daher kaum ausmachen. Zu finden sind diese an sämtlichen möglichen Positionen des Textes, wobei zu Beginn des Textes aber nur Versuchsanleitungen angeführt werden, die eigentlichen Aufgaben eher zwischen und am Ende der Inhalte positioniert sind. Diese enthalten in der Regel auch alle nötigen Informationen zur Lösung der Aufgabe, wenn jedoch zu wenige Informationen angegeben sind, handelt es sich hierbei um Rechercheaufgaben, also um bewusst geschaffene Informationsmängel. Ebenso wie in den anderen Lehrbüchern werden Operatoren in Aufgaben sehr sparsam eingesetzt, wenn dann jedoch auch korrekt.

Im inhaltlichen Zusammenhang der einzelnen Sätze weist „P4“ jedoch Mängel auf. Oftmals nimmt ein Folgesatz überhaupt keinen Bezug (P4 S. 48) auf den vorhergehenden bzw bezeichnet Objekte einfach anders, ohne dass dies erläutert wird.

Auf Seite 48 heißt es zum Beispiel zur Lichtgeschwindigkeit: „Wenn jemand in einiger Entfernung mit einem Hammer auf einen Stein schlägt, so glauben wir dies im selben Augenblick zu sehen. Erst später hören wir den Schall.“ Zu erwarten wäre nun, dass das Lehrbuch darauf eingeht, dass die Lichtgeschwindigkeit somit überaus groß sein müsste, vielleicht sogar unendlich groß, da beim Schlagen mit dem Hammer ja eine instantane Informationsübertragung vorzuliegen scheint. „P4“ berücksichtigt diese Aspekte jedoch nicht und schreibt weiter: „Der Erste, der beweisen konnte, dass das Licht eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit hat, war der dänische Astronom Olaf Römer“, was eigentlich mit dem zuvor Genannten nicht in Verbindung steht, eher sogar einen Widerspruch darstellt.

Ebenfalls für Verständnisprobleme könnte eine Formulierung auf Seite 47 sorgen, in welcher es heißt: „Körper, die Licht aussenden, heißen Lichtquellen. Dazu gehören die Sonne, Glühlampen, Leuchtstoffröhren, Kerzen usw. Selbstleuchtende Körper haben meist eine sehr hohe Temperatur.“ An dieser Stelle wird vom Lehrbuch bei den Schülern/Schülerinnen einfach vorausgesetzt, dass diese verstanden haben, dass Lichtquellen und selbstleuchtende Körper dasselbe darstellen. Dieser Zusammenhang wird von „IP“ jedoch nicht thematisiert, obwohl dies ohne Umstände zu realisieren wäre.

Selbiges gilt auch für den folgenden Merksatz auf Seite 47 (siehe Abb. 15), welcher den Begriff der nichtleuchtenden Körper verwendet, diesen zuvor jedoch niemals eingeführt hat. Ebenfalls lässt dieser die Frage offen, ob man auch Lichtquellen deswegen sehen kann, weil das von ihnen ausgestrahlte Licht in unser Auge gelangt. Darüber hinaus verdeutlicht dieser Merksatz ebenso sehr anschaulich, dass in „P4“ keine klare Abgrenzung bzw konsistente Verwendung der Begrifflichkeiten vorgenommen wird. Um einen beliebigen Gegenstand sehen zu können, muss dieser ja Licht abstrahlen und dieses in das Auge des Betrachters gelangen. Dies gilt somit genauso für eine Glühbirne wie für einen Tisch, also sowohl für einen selbst Licht erzeugenden Gegenstand, als auch für Gegenstände, welche einfallendes Licht weitersenden. Per Definition wären daher in „P4“ sowohl die Glühbirne als auch der Tisch Lichtquellen. Eine weitere Unterteilung in Lichtquellen sowie nichtleuchtende Körper macht daher eigentlich in weiterer Folge gar keinen Sinn. Da „P4“ diese Differenzierung jedoch vornimmt, muss für deren Autoren die Bedeutung von Leuchten daher darin liegen, dass der jeweilige Körper selbst Licht erzeugt. Dies steht allerdings wiederum im Widerspruch zum Inhalt des Merksatzes, welcher aussagt, dass Lichtquellen Körper seien, welche Licht aussenden.



Lichtquellen sind Körper, die Licht aussenden. Nichtleuchtende Körper werden sichtbar, wenn sie beleuchtet werden und von ihnen Licht in unser Auge gelangt.

Abb. 15: Das Schulbuch „Lehrbuch der Physik 4. Klasse“ verwendet zur Kennzeichnung von Merksätzen einheitlich ein gelbes M

Lichtausbreitung und Reflexion

32 Sichtbarkeit von Körpern, Lichtquellen



Wie kannst du in einem verdunkelten Raum Gegenstände wie Sessel, Tische, Kästen oder die Wände wahrnehmen? Nenne Eigenschaften von leuchtenden oder beleuchteten Körpern, die du mit deinen Augen erkennen kannst!

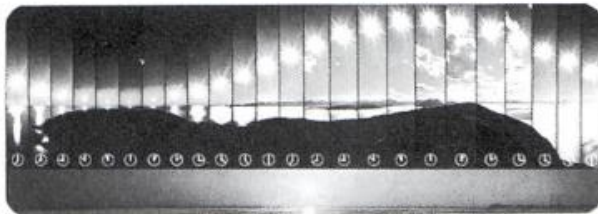
Körper, die Licht aussenden, heißen **Lichtquellen** (light source) (Abb. 32.1, 32.2, 32.4). Dazu gehören die Sonne, Glühlampen, Leuchtstoffröhren, Kerzen usw. Selbstleuchtende Körper haben meist eine sehr hohe Temperatur. Es gibt aber auch Körper, die bei Zimmertemperatur leuchten. Beispiele dafür sind faulendes Holz, Leuchtkefer sowie Leuchtziffern und -zeiger einer Uhr. (Vorsicht! Die Leuchtziffern älterer Uhren senden starke, für uns unsichtbare Strahlen aus, Radioaktivität!)

Die meisten Körper unserer Umgebung, wie die Einrichtungsgegenstände eines Zimmers, aber auch die Erde, der Mond usw., senden kein eigenes Licht aus. Wann werden sie sichtbar? Sie müssen beleuchtet werden und das auf sie auftreffende Licht zurückwerfen (reflektieren).



Lichtquellen sind Körper, die Licht aussenden. Nichtleuchtende Körper werden sichtbar, wenn sie beleuchtet werden und von ihnen Licht in unser Auge gelangt.

Glühlampen von 25 Watt, 40 Watt und 100 Watt leuchten verschieden hell. Die Ursache dafür ist ihre unterschiedliche *Lichtstärke*. Zwei Lichtquellen besitzen die gleiche Lichtstärke, wenn sie uns in gleicher Entfernung gleich hell erscheinen. Jede Lichtquelle ruft auf einer Fläche, die sie beleuchtet, eine bestimmte *Beleuchtungsstärke* hervor. Diese ist umso größer, je größer die Lichtstärke der Lichtquelle ist. Außerdem nimmt die Beleuchtungsstärke mit der Entfernung von der Lichtquelle ab. Sie ist auch geringer, wenn die Lichtstrahlen schräg einfallen.



32.3 Die Mitternachtssonne, aufgenommen in der Nähe des Nordkaps. Das 6. Streifenbild zeigt das Foto der Sonne um 0 Uhr.



Überlege und beantworte:

32.1 Zähle verschiedene Lichtquellen auf!

32.2 Warum ist die Beleuchtungsstärke geringer, wenn die Lichtstrahlen schräg einfallen?

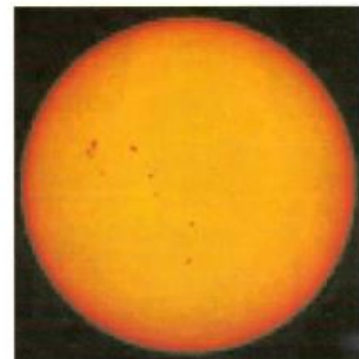
32.3 Wo hast du bereits einen Zusammenhang zwischen der Strahlungseinwirkung auf eine Fläche und dem Auftreffwinkel der Strahlung kennengelernt?



32.1 Scheinwerfer



32.2 Lichtquelle für optische Versuche. Die verwendete Glühlampe hat einen sehr kleinen Leuchtkörper (Wendel).



32.4 Sonne mit Sonnenflecken. Sie ist eine sehr intensive Lichtquelle. Vorsicht!

Arbeitsblätter Seite 126, 32.1–32.3

Abb. 14: Lehrbuch der Physik 4. Klasse S.47

In den quantitativen, sprachlichen Aspekten sticht das Werk „P4“ vor allem im Umfang des Merkstoffs heraus, da dieses Lehrbuch dichter als alle anderen geschrieben ist. Mit 797 (534) Worten zu den drei Themenbereichen Lichtquellen, Lichtbrechung sowie Auge verwendet dieses Buch mehr als dreimal so viele Worte wie das Lehrbuch mit den wenigsten Worten. Für die Verteilung des Merkstoffs unter den einzelnen Themen gilt, dass diese relativ gleichmäßig aufgeteilt sind.

Mit 12,9 (13,4) Worten pro Satz sowie 3,2 (3,3) drei- und mehrsilbigen Worten pro Satz ergeben sich für „P4“ interessanter Weise exakt die gleichen Werte wie für „IP“, welche dadurch auch hier etwas unter dem Durchschnitt liegen. Folglich ergibt sich auch für den Wert der Sachtextformel mit 8,5 (8,5) ein passabler, welcher der Zielvorgabe von 8 recht nahe kommt. Auch im Bereich der grammatikalischen Aspekte liegt „P4“ etwas besser als der Durchschnitt. Denn sowohl die Anzahl verwendeter Subordinationen mit 0,5 (0,6) pro Satz als auch jene der Nominalisierungen liegt mit 0,6 (0,73) unter dem Durchschnitt.

Die Dichte an verwendeten Fachbegriffen liegt mit 6,3% (7,3%) etwas unter dem Durchschnitt, jedoch werden in „P4“ mit 44% (36,7%) überdurchschnittlich viele Fachbegriffe nur einmalig verwendet. Dies ist in diesem Lehrbuch speziell auf die Themengebiete der Lichtquellen sowie des Auges zurückzuführen, da in diesen sogar rund 55% aller Fachbegriffe nur einmalig angeführt werden.

Mit 56% (45%) erklärt das Lehrbuch jedoch überdurchschnittlich viele Fachbegriffe genau und ausreichend. Mit 64% (48%) gilt dies ebenso für mehrmalig verwendete Fachbegriffe. In diesen beiden Markmalen belegt „P4“ jeweils mit sehr großem Vorsprung den zweiten Platz.

Die Anzahl an verwendeten Merksätzen pro Seite liegt mit 0,9 (1,1) etwas unter dem Durchschnitt, wobei deren Komplexität als tendenziell erhöht angesehen werden kann. Dies liegt darin begründet, dass sie mit durchschnittlich 24 (21) Worten zu den längsten gehören und darüber hinaus auch sehr viele Fachbegriffe und die meisten Nominalisierungen beinhalten. Es werden 5,2 (4,5) Fachbegriffe sowie 1,7 (1,0) Nominalisierungen pro Merksatz verwendet.

Der Grad der Mathematisierung des Lehrbuches kann auch als sehr hoch bezeichnet werden, da einerseits 8 (3,7) verwendete Formeln den zweithöchsten Wert unter allen Lehrbüchern darstellen und es andererseits drei Lehrbüchern gelingt, völlig auf die Verwendung von Formeln zu verzichten.

Die Anzahl der verwendeten Bilder liegt mit 3,2 (4,3) Bildern pro Seite unter dem Durchschnitt, dafür stehen sie jedoch stets in Zusammenhang zum Text, es kommt ihnen daher keine reine dekorative Funktion zu.

Hauptsächlich arbeitet das Lehrbuch „P4“ mit Zeichnungen, diese machen einen Anteil von 74% (62,4) aller Abbildungen aus und werden damit in diesem Lehrbuch auch häufiger verwendet als

in sämtlichen anderen Lehrbüchern. Die restlichen Darstellungsformen teilen sich zu 23% (35,6%) auf Fotos und zu 3% (2%) auf Tabellen auf.

Mit durchschnittlich 2,9 (2,0) pro Seite stellt das Lehrbuch „P4“ mehr Aufgaben als alle anderen Lehrbücher. Diese sprechen nach dem Kompetenzmodell NaWi 8 mit 58% (59%) zu 42% (41%) ausschließlich die beiden Bereiche „Erkenntnisse Gewinnen“ und „Wissen Organisieren“ an. Deren Schwierigkeitsgrad bewegt sich mit 57% (49%) mehrheitlich in der Anforderungsdimension N2, der Rest, also 43% (51%) entfällt auf N1, da Aufgaben mit dem Schwierigkeitsgrad N3 überhaupt nicht existieren. In der Regel beinhalten die Aufgaben auch sämtliche, zur Lösung notwendigen Informationen. Ausnahmen bilden wie auch in den anderen Lehrbüchern Rechercheaufgaben. Operatoren werden auch in „P4“ nur sehr selten eingesetzt, wenn dann jedoch immer korrekt.

Auch in „P4“ wird der Sehprozess über die SEV eingeführt, jedoch nicht über ein Einführungsexperiment. Ebenso liegen auch die Rückverweise auf die SEV mit 7 (13) deutlich unter dem Durchschnitt. Diese Verweise sind fast ausschließlich in Abbildungen zu finden. 6 (5,7) mal wird visuell ein Bezug zur SEV hergestellt, nur 1 (4,3) mal im Text und kein einziges Mal (3) werden Transfer- und Übungsaufgaben angeführt.

Einen Rückbezug auf die SEV stellt „P4“ jedoch auch beim Thema Auge her. Dieser erfolgt sowohl verbal als auch visuell, wobei anzumerken ist, dass alleine in diesem Thema knapp 60% aller Verweise auf die SEV ausgemacht werden können.

Bzgl. der Abbildungen, welche sich auf die SEV beziehen ist weiters anzumerken, dass in keiner einzigen (55%) Licht gerichtet dargestellt wird. Damit belegt „P4“ hinsichtlich dieses Merkmales klarerweise den letzten Platz, welchen es sich jedoch mit einem weiteren Lehrbuch teilt.

Auf andere gängige Schülervorstellungen wird in „P4“ nicht eingegangen. Jedoch wird der dynamische Aspekt des Lichts beim Thema Lichtausbreitung betont. Schließlich ist „P4“ eines jener Lehrbücher, welches keine Unterscheidung der Lichtquellen hinsichtlich deren Entstehung bzw. Wärmeentwicklung vornimmt. Licht wird in „P4“ größtenteils durch rote bzw. gelbe Strahlen repräsentiert, wobei Erstere etwas häufiger Verwendung finden.

7. 2. 3 Physik verstehen 4. Klasse (PV) Seiten 24 – 38 exklusive Seiten 36 - 37

Im Folgenden soll nun die generelle Struktur des Lehrbuchs „PV“ anhand von Abb. 16 nachvollzogen werden:

Einstiegstexte kommen in diesem Lehrbuch nicht vor. Einzig wird zu Beginn der Optik wie auch bei den anderen großen Themengebieten nur ein kurzer historischer Abriss über die Thematik geboten. Ferner ist in „PV“ eine Unterscheidung zwischen Merksätzen und Zusammenfassungen überaus schwierig, da dieses Lehrbuch nach kurzen Passagen von Merkstoffs stets markierte Kästchen anführt, welche die wichtigsten Inhalte nochmals bereitstellen. Da sie aber stets nur äußerst wenig Merkstoffs umfassen, entsprechen diese Kästchen in dieser Arbeit nicht der Definition einer Zusammenfassung und werden daher als Merksätze betrachtet und ausgewertet.

Wichtige Informationen werden im Lehrbuch „PV“ auf mehrere Arten gekennzeichnet. Im Falle einzelner Fachbegriffe werden diese fett markiert oder unterstrichen. Dies geschieht in diesem Lehrbuch jedoch nur höchst selten. Alle anderen wichtigen, optisch hervorgehobenen Passagen stellen die Merksätze dar. Diese werden einerseits fett gedruckt und andererseits farbig hinterlegt, wobei der Einsatz von Farbe hierbei nicht einheitlich ist. Eine Kennzeichnung der Merksätze durch ein Symbol erfolgt ebenfalls nicht.

Zusammengehörige Informationen werden in „PV“ durch die Verwendung von Überschriften und Unterüberschriften gekennzeichnet. Zweitere sind für jedes Subthema durchgehend nummeriert und farbig gedruckt. Bemerkenswert ist hierbei, dass die Unterüberschriften immer in Form einer Frage formuliert sind und sich die zugehörigen Merksätze stets als Antwort auf diese Frage herausstellen. So lautet eine Zwischenüberschrift auf Seite 25 zum Beispiel: „Welche Arten von Lichtquellen gibt es?“ und der zugehörige Merksatz hält fest: „Es gibt natürliche Lichtquellen (Sonne, Sterne) und künstliche Lichtquellen (Kerzenflamme, Glühlampe)“. Dieses Zusammenspiel aus Überschriften und Merksätzen wird außerdem dadurch betont, dass beide stets in der gleichen Farbe abgeleitet sind.

Abbildungen werden in „PV“ je nach Funktion durchgehend gleich angeordnet. So werden beispielsweise Abbildungen, welche sich thematisch auf den Fließtext beziehen, stets in einer separaten, vertikal verlaufenden Abbildungsspalte dargestellt. Diese kann jedoch unter Umständen in die Mitte einer Seite von links nach rechts bzw umgekehrt wandern. Zu Versuchen zugehörige Abbildungen sind hingegen im Fließtext zu finden. Ebenso sind auch zu Beginn eines jeden neuen Subthemas Abbildungen angeführt, welchen eine horizontale Abbildungsspalte über der Überschrift zugeordnet ist.

Nebstdem stehen die Abbildungen auch meist in einer sinnhaften Verbindung zum Text. Dekorative Bilder lassen sich zu Beginn eines neuen Subthemas in der horizontalen Abbildungsspalte ausfindig machen. Sowohl Bildunterschriften als auch Legenden werden von

„PV“ fast immer verwendet, wobei diese stets korrekt das Abgebildete erklären. Ein Fehlen der Legende ist nur bei Bildern zu Aufgabenstellungen der Fall. Verweise des Textes auf Abbildungen im Merkstoff kommen nur sehr selten vor; wesentlich öfter, jedoch auch nicht durchgehend wird auf Bilder bei Aufgabenstellungen verwiesen.

Aufgaben sind in „PV“ ausschließlich vor den Inhalten zu finden und sind auch stets zu ganzen Versuchsblöcken zusammengefasst.

Inhaltlich nachvollziehbare Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sätzen werden von „PV“ nicht durchgehend erzeugt. Des Öfteren können sich für den/die Leser/in hierbei Lernschwierigkeiten ergeben. Auf Seite 25 heißt es zum Beispiel: „Die Sonne ist die wichtigste natürliche Lichtquelle. Andere natürliche Lichtquellen sind die Sterne und die Leuchtorgane einiger Tiere(...)“ und direkt anschließend daran: „Bei vielen künstlichen Lichtquellen (...) ist der Zusammenhang zwischen hoher Temperatur und Lichtausstrahlung deutlich erkennbar“. Hier ist nicht ersichtlich, inwieweit diese beiden Informationen miteinander in Verbindung stehen sollen.

Ebenso verhält es sich auf der gleichen Seite etwas später im Text. Auf: „Eine Kerzenflamme kannst du sehen, weil sie ja selbst Licht aussendet. Man sieht aber auch Körper, die selbst kein Licht erzeugen.“ folgt: „Trifft Licht auf einen undurchsichtigen Körper, so wird mehr oder weniger zurückgeworfen oder verschluckt.“ Hier wird stillschweigend der undurchsichtige Körper mit jenem Körper, welcher kein Licht aussendet, gleichgesetzt.

1. Welche Arten von Lichtquellen gibt es?

Die Sonne ist die wichtigste natürliche Lichtquelle. Andere natürliche Lichtquellen sind die Sterne und die Leuchtorgane einiger Tiere (Glühwürmchen, manche Tiefseefische). Bei vielen künstlichen Lichtquellen (Feuer, Kerzenflamme, Glühlampe, Gasglühlicht) ist der Zusammenhang zwischen hoher Temperatur und Lichtausstrahlung deutlich erkennbar. Fast „kaltes“ Licht geben Leuchtröhren, Leuchtstoffröhren, Glühlampen, Leuchtdioden und Lasergeräte ab.

Es gibt natürliche Lichtquellen (Sonne, Sterne) und künstliche Lichtquellen (Kerzenflamme, Glühlampe).



25.1: Verschiedene Glühlampen

2. Unter welcher Bedingung sind Körper sichtbar?

Eine Kerzenflamme kannst du sehen, weil sie ja selbst Licht aussendet. Man sieht aber auch Körper, die selbst kein Licht erzeugen (V3). Trifft Licht auf einen undurchsichtigen Körper, so wird es mehr oder weniger zurückgeworfen („reflektiert“) oder verschluckt („absorbiert“). Flächen, die viel Licht zurückwerfen, erscheinen hell. Je mehr Licht eine Fläche absorbiert, desto dunkler erscheint sie. Auch der hellste Körper ist für uns unsichtbar, wenn sein Licht nicht in unser Auge kommt (V2).

Ein Körper ist für uns nur sichtbar, wenn er selbst Licht erzeugt oder reflektiert und wenn das Licht in unsere Augen gelangt.



25.2: Das Mädchen sieht die Kerzenflamme nur mit dem linken Auge.

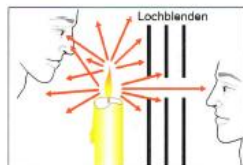


25.3: Der Verlauf der Lichtbündel wird beim Entlangstreifen an einer weißen Wand sichtbar.

3. Wie kann der Verlauf von Lichtstrahlen sichtbar gemacht werden?

Man kann beim Licht keine einzelnen Strahlen feststellen. Wenn Licht durch einen Spalt oder ein kleines Loch fällt, dann handelt es sich immer um ein Lichtbündel. Blickt man von der Seite her auf ein Lichtbündel, dann sieht man nichts. Ein Lichtbündel wird nur wahrgenommen, wenn es direkt ins Auge fällt oder wenn Staubteilchen oder ein Gegenstand das Licht ins Auge reflektieren.

Der Verlauf von Lichtstrahlen kann durch Reflexion an Staubteilchen und Wassertröpfchen oder beim Entlangstreifen an Gegenständen sichtbar gemacht werden.



Geschwindigkeiten des Lichtes	
im Vakuum	299 792 km/s
in Luft	299 711 km/s
in Wasser	ca. 225 000 km/s
in Bleiglas	185 160 km/s

25.4: Licht breitet sich von jedem Punkt eines leuchtenden Körpers mit einer Geschwindigkeit von ca. 300 000 km/s geradlinig aus.

4. Welche Eigenschaften zeigt das Licht bei der Ausbreitung?

Mit den Versuchen V4 und V5 konntest du die geradlinige Ausbreitung des Lichtes nachweisen. Da z. B. ein Kreidepunkt an der Tafel von allen Kindern der Klasse gesehen wird, kannst du schließen, dass sich das Licht nach allen Seiten hin ausbreitet.

Nichts ist schneller als das Licht. Die Lichtgeschwindigkeit beträgt etwa 300 000 km/s. Das hat als Erster der Däne Ole Römer (1644–1710) in grober Annäherung festgestellt. 1 Lichtjahr nennt man die Entfernung, die das Licht in einem Jahr zurücklegt. Es sind rund 10 Billionen ($= 10^{10}$) km.

Licht breitet sich von jedem Punkt eines Körpers geradlinig nach allen Seiten aus. Die Geschwindigkeit des Lichtes beträgt rund 300 000 km/s.

Abb. 16: Physik verstehen 4. Klasse S.25

Wie schon in der Kurzanalyse angeführt gehört „PV“ zu jenen Schulbüchern, deren Merkstoff relativ kurz gehalten ist. Mit 239 (534) Worten bildet dieses Lehrbuch sogar mit Abstand das Minimum, wobei den einzelnen Subkapiteln in etwa eine gleich große Gewichtung zukommt. Hinsichtlich der durchschnittlichen Satzlänge mit 16 (13,4) Worten sowie der Anzahl verwendeter Drei- und Mehrsilber mit 4,7 (3,3) pro Satz belegt „PV“ bei beiden Merkmalen den letzten Platz. Daraus resultierend ergibt sich klarerweise auch für den Wert der Wiener Sachtextformel mit 10,6 (8,5) den höchsten aller verglichenen Lehrbücher. Dieser verfehlt auch überaus deutlich den Zielwert von 8 und wäre somit eigentlich erst für die sechste bis siebente Klasse einer AHS geeignet.

Im Bereich der grammatikalischen Aspekte liegt die Qualität von „PV“ jedoch über dem Durchschnitt. Mit durchschnittlich 0,3 (0,6) sowie 0,7 (0,73) verwendeten Subordinationen sowie Nominalisierungen stellt Ersterer sogar den niedrigsten Wert aller Lehrbücher dar.

Ebenfalls negativ anzumerken ist jedoch auch, dass der relative Anteil an Fachbegriffen in diesem Lehrbuch mit 11,3% (7,3%) über allen anderen Vergleichswerken liegt. Auch der Anteil nur einmalig verwendeter Fachbegriffe liegt mit 63% (36,7%) deutlich über dem Durchschnitt und stellt auch in diesem Merkmal einen Extremwert dar. Bzgl. der einmaligen Verwendung von Fachbegriffen fällt hierbei besonders das Thema Lichtquellen ins Gewicht, da hier von 10 Fachbegriffen kein einziger mehrmalig verwendet wird.

Auch die Anzahl an Fachbegriffen, welche vom Lehrbuch „PV“ genau und ausreichend erklärt werden, bildet mit 7,4% (45%) den schlechtesten Wert aller Bücher. Als noch niedriger stellt sich dieser Wert heraus, wenn man nur jene Fachbegriffe, welche vom Lehrbuch mehrmalig verwendet werden, betrachtet. Von diesen wird nämlich kein einziger genau und ausreichend erklärt.

Die Anzahl verwendeter Merksätze bildet mit 2,1 (1,1) pro Seite auch bzgl. dieses Merkmals einen Höchstwert, wobei deren Verständlichkeit unter dem Durchschnitt liegt. So zählen sie, verglichen mit den anderen Lehrmaterialien mit durchschnittlich 24 (21) Worten zu den längsten und beinhalten mit 5,2 (4,5) Fachbegriffen auch überdurchschnittlich viele. Einzig die Anzahl an verwendeten Nominalisierungen liegt mit 1,0 (1,0) nicht über dem Durchschnitt.

Ein Spezifikum von „PV“ stellt die Tatsache dar, dass es zusammen mit zwei anderen Lehrbüchern auf die Verwendung von Formeln komplett verzichtet (3,7), den Grad der Mathematisierung somit auf einem Minimum hält.

Die Anzahl verwendeter Abbildungen liegt mit 7 pro Seite (4,3) höher als bei allen anderen Lehrbüchern. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass „PV“ fast ausschließlich ein Bildformat verwendet, welches im Vergleich zu anderen Lehrbüchern relativ klein ist. Bezüglich der Darstellungsformen ist weiters zu sagen, dass das Verhältnis von Fotos und Zeichnungen mit 34,6% (35,6%) zu 64,8% (62,4%) stark zugunsten Zweiterer liegt, eine Tabelle mit 0,5% (2%) nur ein einziges Mal verwendet wird.

Aufgaben werden in „PV“ verglichen mit den anderen Büchern etwas überdurchschnittlich oft eingesetzt. Die Anzahl der Aufgaben pro Seite beträgt 2,2 (2,0). Diese sprechen mit 90% (41%) fast ausschließlich den Bereich „Erkenntnisse Gewinnen“ an, die restlichen 10% (59%) entfallen auf die Kompetenz „Wissen Organisieren“, die Kompetenz des „Schlüsse Ziehen“ wird in diesem Lehrbuch gar nicht (3%) berücksichtigt. Die Schwierigkeit der gestellten Aufgaben entspricht mit 52% (51%) bzw 48% (49%) den Anforderungsdimensionen N1 und N2 und steht daher sehr repräsentativ für alle Lehrmaterialien. Falls für die Lösung einer Aufgabe nicht alle

notwendigen Informationen angegeben wurden, so geschieht dies bewusst, da die Aufgabe eine Recherche darstellt.

Operatoren werden, wie in den anderen Schulbüchern, überaus selten eingesetzt, „PV“ ist jedoch das einzige Lehrbuch, welches diese auch inkorrekt einsetzt. Insbesondere wird in diesem Lehrbuch der Operator „prüfen“ falsch eingesetzt.

Auf Seite 34 Versuch 2 (Abb. 17) heißt es zum Beispiel: „Welchen Einfluss hat der Zylinder aus Wasser auf die durchgehenden Lichtbündel? Prüfe Bechergläser mit verschiedenen Durchmessern!“, wobei prüfen laut Niedersächsischem Kultusministerium die Tätigkeit einfordert, dass Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik gemessen werden und eventuelle Widersprüche aufgedeckt werden. Da Versuch 2 jedoch hinsichtlich der verschiedenen Durchmesser der Bechergläser gar keine Aussage trifft, kann diese auch folglich nicht geprüft, d.h. an Fakten oder innerer Logik gemessen werden. Die Verwendung des Operators „messen“ wäre hier korrekt, da dieser unter anderem dazu auffordert Gemeinsamkeiten und Unterschiede festzustellen.



Abb. 17: Physik verstehen 4.Klasse S.34 Versuche 2 bis 4

Darüber hinaus werden in „PV“ zwar nicht andere gängige Schülervorstellungen bearbeitet, jedoch wird an einer Stelle des Lehrbuches eine Fehlvorstellung in gewisser Weise gefördert. Die Abbildung zu Versuch 1 (Abb. 18) zeigt hierbei unter anderem eine Großaufnahme eines Menschen, welcher ein Becherglas betrachtet. Problematisch ist an dieser Abbildung, dass eine Verbindung zwischen dem Auge des Menschen sowie dem Becherglas eingezeichnet ist, welche keine Richtung ausweist. Für den/die Schüler/in ist somit an dieser Stelle nicht ersichtlich, ob diese Verbindung vom Becherglas zum Auge oder umgekehrt gerichtet ist. Zusätzlich zu dieser offenen Darstellung wird die Verbindung dieser beiden Objekte durch den Begriff „Blickrichtung“ bezeichnet. Für den/die Lesenden/n könnte folglich der Eindruck entstehen,

dass die Richtung der Verbindung vom Auge zum Becherglas geht, da der Blick eines Menschen im alltäglichen Sprachgebrauch (einen Blick auf etwas werfen) ja auch vom Auge ausgeht.



Abb. 18: Physik verstehen 4. Klasse S.33 Versuche 1 bis 3

Der Sehprozess wird in „PV“ wie auch in allen anderen Lehrbüchern über die SEV eingeführt. Bemerkenswert ist hierbei, dass die Anzahl aller Verweise mit 10 (13) die zweithöchste darstellt. Diese Verweise fallen mit 8 (5,7) größtenteils den Abbildungen zu, wobei in diesen Licht auch immer (55%) gerichtet dargestellt wird.. Zweimal (4,3) wird im Text auf die SEV verwiesen, in Übungs- und Transferaufgaben wird das Konzept der SEV jedoch nie (3) geschult. Ein Rückbezug auf die SEV beim Thema Auge erfolgt ebenso nicht.

Zusätzlich führt das Lehrbuch eine Unterscheidung in natürliche und unnatürliche Lichtquellen durch. Licht stellt „PV“ überwiegend durch rote Lichtstrahlen dar, auch wenn diese von Lichtquellen wie einer Kerzenflamme oder einem Feuerwerkskörper ausgesendet werden, nicht jedoch bei der Sonne als Lichtquelle. Deren Strahlen werden durchgehend schwarz eingezeichnet.

7. 2. 4 Physik heute 4 (PH) Seiten 55 – 74 ½ sowie 75 – 75 ½

Im Folgenden soll nun die generelle Struktur des Lehrbuchs „PH“ anhand von Abbildung 19 erläutert werden:

Vor einem neuen Kapitel wie der Optik widmet „PH“ diesem Thema immer zu Beginn eine komplette Seite, welche ausschließlich Abbildungen beinhaltet. Diese bilden in der Regel einen Ausblick auf zu erwartende Lehrinhalte und sollen damit bei den Schüler/innen vermutlich das Interesse auf Kommendes wecken. Anschließend folgt immer eine Halbseite, welche eine kurze Geschichte zum Thema enthält. Diese ist oft historischer Gestalt und behandelt die Entdeckung von Naturphänomenen. Zusammenfassungen sind zwar nicht am Ende jedes Subkapitels vorhanden, meist fassen diese den Merkstoff mehrerer Themen zusammen.

„PH“ markiert wichtige Informationen auf eine Art, nämlich indem es Dinge in fetter Schrift anführt. Meist sind dies nur einzelne Fachbegriffe, in selteneren Fällen sind auch ganze Sätze optisch hervorgehoben. Diese dienen dann meist auch als Merksätze. Generell ist jedoch zu sagen, dass „PH“ eher wenige Dinge optisch hervorhebt und diese auch schwer gegenüber dem restlichen Merkstoff auszumachen sind, da keine räumliche oder farbige Abgrenzung besteht.

Zusammenhängende Informationen werden in diesem Lehrbuch auf zwei Arten repräsentiert. Zum einen existieren Überschriften, welche neuen Themengebieten vorangestellt werden, zum anderen deuten auch Textboxen speziell bei Übungen oder Zusammenfassungen thematische Zugehörigkeiten an. Die Orientierung im Lehrbuch wird jedoch dadurch erschwert, dass die Überschriften sowohl nicht nummeriert sind als auch deren Formulierung keinen passenden Ausblick auf folgende Inhalte ermöglichen. So werden zum Beispiel unter dem Titel: „Licht macht keine krummen Sachen.“ das Konzept des Lichtstrahls sowie Schattenphänomene besprochen.

Bildunterschriften sind im Lehrbuch durchgehend vorhanden und beschreiben auch korrekt das Abgebildete. Bildlegenden fehlen jedoch durchgehend, weswegen „PH“ auch nicht im Text auf Abbildungen verweist. Aufgrund dieser Tatsache und dem Fakt, dass Bildern im Merkstoff stets eine separate horizontale Abbildungsspalte zugewiesen ist, wirken sie relativ unscheinbar und gewinnen kaum die Aufmerksamkeit des/der Leser/in. Für Abbildungen zu Versuchen und Aufgaben gilt, dass diese nicht einheitlich angeordnet sind.

Aufgaben sind immer zu ganzen Aufgabenblöcken zusammengefasst. Diese umfassen meist zwei Themengebiete und sind auf einer eigenen Übungsseite abgelichtet, welche stets dem Merkstoff nachfolgt. Diese Übungen enthalten in der Regel auch alle zur Lösung notwendigen Informationen, wenn jedoch zu wenige Informationen angegeben sind, handelt es sich hierbei um Rechercheaufgaben, also um bewusst geschaffene Informationsmängel. Ebenso wie in den

anderen Lehrbüchern werden Operatoren in Aufgaben auch in „PH“ sehr sparsam eingesetzt, wenn dann jedoch auch korrekt.

Darüber hinaus gelingt es dem Lehrbuch sehr gut einen inhaltlich nachvollziehbaren Zusammenhang zwischen den Sätzen herzustellen.

Die Welt des Sichtbaren

Ein Rathaus ohne Licht ...



Da kratzte sich der Schuster hinter den Ohren und sagte: „In unserm neuen Rathaus ist es finster!“ „Stimmt!“, riefen die andern. Als aber der Bäcker fragte: „Und woran liegt das?“, wussten sie lange keine Antwort. Bis der Schneider schüchtern sagte: „In unserm neuen Rathaus ist kein Licht!“ Da sperrten sie Mund und Nase auf und nickten zwanzigmal. Der Schneider hatte Recht. Im Rathaus war es finster, weil kein Licht drin war! Am Abend trafen sie sich beim Ochsenwirt und beratschlagten, wie man Licht ins Rathaus hineinschaffen könne. Dem Hufschmied fiel das Richtige ein. „Das Licht ist ein Element wie Wasser“, sagte er nachdenklich. „Und da man Wasser in Eimern ins Haus trägt, sollten wir's mit dem Licht genauso machen!“ „Hurra!“, riefen sie alle. „Das ist die Lösung!“ Am nächsten Tag hätten ihr auf dem Marktplatz sein müssen! Überall standen Schildbürger mit Schaufeln, Spaten, Besen und Mistgabeln und schaufelten den Sonnenschein in Eimer und Kessel, Kannen, Töpfe, Fässer und Waschkörbe. Andre hielten große, leere Kartoffelsäcke ins Sonnenlicht, banden dann die Säcke geschwind mit Stricken zu und schleppten sie ins Rathaus. Dort banden sie die Säcke auf, schütteten das Licht ins Dunkel und rannten wieder auf den Markt hinaus, wo sie die leeren Säcke von neuem aufhielten und die Eimer und Fässer und Körbe wieder vollschaufelten. So trieben sie es bis zum Sonnenuntergang. Dann wischten sie sich den Schweiß von der Stirn und traten gespannt durch das Rathausstor ...

Aus: „Die Schildbürger“

Sichtbar oder unsichtbar?



Der Himmel ist für die Astronauten tiefschwarz, weil es im Weltall kaum Teilchen gibt, die das Sonnenlicht streuen können.



Gegenlichtaufnahmen sind so stimmungsvoll, weil feinste Wassertropfchen und vor allem Staub die „Lichtstrahlen“ durch Reflexion sichtbar machen.



Dieser Spiralnebel ist rund 2,3 Mio. Lichtjahre von uns entfernt. Wir sehen diese Galaxie so, wie sie vor 2,3 Mio. Jahren ausgesehen hat.

Die Bühne im Theater ist hell erleuchtet, dennoch sehen wir erst bei genauem Hinschauen, wo die Lichtquellen angebracht sind. Der Staub in der Luft hilft uns dabei. Licht wird für uns erst dann wahrnehmbar, wenn es entweder von einer Lichtquelle direkt in unser Auge fällt oder zuerst auf einen Körper trifft, der es in das Auge reflektiert. Erst durch Reflexion von Licht werden Körper für uns sichtbar.

Die Lichtgeschwindigkeit – ein einmaliger Rekord!

Der berühmte Galilei untersuchte mit untauglichen Mitteln, ob Licht beim Anzünden einer Lampe überall zugleich den Raum erhellte oder ob Licht eine gewisse Zeit zur Ausbreitung brauche. Er konnte keine Antwort finden. Erst im vorigen Jahrhundert ermittelte man die Lichtgeschwindigkeit recht genau. Sie beträgt im luftleeren Raum rund 300 000 Kilometer pro Sekunde. Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft ist dies die höchste erreichbare Geschwindigkeit.

Abb. 19: Physik heute 4 S.56

Besonders auffällig am Lehrbuch „PH“ ist die Tatsache, dass obwohl dieses Werk mit 458 (534) Worten mehr Merkstoff umfasst als zwei andere Lehrbücher, es nicht über den Themenbereich der Lichtquellen verfügt. Diese werden nämlich gesondert überhaupt nicht besprochen und bestenfalls nur implizit in Nebensätzen erwähnt. Da auch das Auge in „PH“ relativ knapp besprochen wird, entfallen beinahe 80% des untersuchten Merkstoffs auf die Lichtbrechung.

Hinsichtlich der Textverständlichkeit weist „PH“ unterdurchschnittliche Werte aus. Sowohl die Satzlänge mit 15,3 (13,4) Worten als auch die Anzahl der verwendeten Drei- und Mehrsilber liegt mit 3,9 (3,3) pro Satz deutlich über dem Durchschnitt. Folglich ergibt sich auch mit einem Wert von 9,4 für die Wiener Sachtextformel der zweithöchste aller Lehrbücher, welcher darüber hinaus auch die Zielvorgabe von 8 deutlich verfehlt.

Auch im Bereich der grammatikalischen Aspekte erzielt das Lehrbuch unterdurchschnittliche Werte. Mit 0,9 (0,6) Subordinationen pro Satz, erzielt „PH“ hinsichtlich dieses Merkmals sogar den schlechtesten Wert. Auch die Anzahl verwendeter Nominalisierungen ist mit 0,8 (0,73) leicht erhöht.

Die Dichte an verwendeten Fachbegriffen liegt mit 4,6% (7,3%) deutlich unter dem Durchschnitt, gleiches gilt mit 33,3% (36,7%) für jene Fachbegriffe, welche nur ein einziges Mal angeführt werden. Dies ist in diesem Lehrbuch speziell darauf zurückzuführen, dass Lichtquellen überhaupt nicht gesondert besprochen werden, daher auch keine Unterscheidung dieser oder das Anführen von Vertretern erfolgen kann.

Mit 38% (45%) erklärt das Lehrbuch jedoch unterdurchschnittlich viele Fachbegriffe genau und ausreichend. Mit 43% (48%) gilt dies ebenso für mehrmalig verwendete Fachbegriffe. Dies liegt insbesondere im Thema „das Auge“ begründet, da hier nur knapp 15% aller Fachbegriffe genau und ausreichend erklärt werden.

Die Anzahl an verwendeten Merksätzen pro Seite liegt mit 0,15 (1,1) deutlich unter dem Durchschnitt und stellt auch den kleinsten Wert aller Lehrbücher dar. Deren Komplexität ist jedoch überdurchschnittlich hoch. Dies liegt darin begründet, dass sie mit durchschnittlich 24 (21) Worten zu den längsten gehören und darüber hinaus auch die meisten Fachbegriffe und Subordinationen beinhalten. Mit 6,3 (4,5) Fachbegriffen pro Merksatz sowie 1,7 (1,0) Subordinationen pro Merksatz liegen diese Werte über allen anderen.

Der Grad der Mathematisierung des Lehrbuchs wird auf ein Minimum gehalten, da es, wie auch zwei andere Lehrbücher, auf den Einsatz von Formeln komplett verzichtet.

Die Anzahl der verwendeten Bilder repräsentiert mit 4,5 (4,3) Bildern pro Seite sehr gut den Durchschnitt. Diese stehen jedoch nicht immer in sinnhafter Verbindung zum Text, was Abb 20 verdeutlicht. Während der Text ausschließlich Mondphasen, sowie Mond- und

Sonnenfinsternisse betrachtet, behandelt eine zugehörige Abbildung die kluge Wahl von Arbeitsplatzbeleuchtungen.

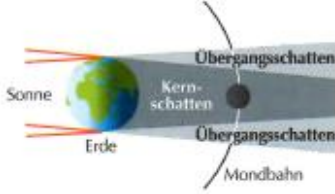
Mondlicht ...



Arbeitsplatzbeleuchtungen müssen so gewählt werden, dass man sich selbst nicht im Licht ist. Hier ist die Beleuchtung der Schreibfläche äußerst ungünstig.



Die Mondphasen entstehen dadurch, dass wir bei zunehmendem bzw. bei abnehmendem Mond eine nur zum Teil beleuchtete Mondoberfläche sehen.



Je nachdem, in welchen Schattenbereich der Erde der Mond eintritt, kommt es entweder zu einer teilweisen oder zu einer totalen Mondfinsternis.

... ein falscher Begriff, denn das Licht stammt von der Sonne. Der Mond reflektiert es nur. Alle sonnennahen Himmelskörper unseres Planetensystems, auch unsere Erde und unser Mond, kennen Tag und Nacht. Ebenso wie die Erde ist der Mond immer nur zur Hälfte beleuchtet. Ein Sonnentag dauert auf der Erde 24 Stunden, auf dem Mond jedoch rund 29 Tage. Wegen seiner Erdumlaufzeit von nur 28

Tagen sieht man jeden Tag ein bisschen mehr bzw. weniger von der beleuchteten Mondhälfte. Diese Erscheinung nennt man Mondphase.

Mond- und Sonnenfinsternis

Immer noch nehmen viele Menschen an, dass die Mondphasen dadurch entstehen, dass der Schatten der Erde auf den Mond fällt. Dies ist aber nur bei einer Mondfinsternis der Fall. Eine Mondfinsternis tritt ein, wenn Sonne, Erde und Mond von Zeit zu Zeit genau hintereinander stehen. Wenn die Reihenfolge Sonne – Mond – Erde lautet, fällt der Schatten des Mondes auf die Erde und man spricht von einer Sonnenfinsternis. Eine Sonnenfinsternis kann es nur bei Neumond geben, eine Mondfinsternis nur bei Vollmond.

58

Abb. 20: Physik heute 4 S.58

Hauptsächlich arbeitet das Lehrbuch „P4“ mit Zeichnungen, diese machen einen Anteil von 54% (62,4) aus, während die restlichen 46% (35,6%) der Darstellungsformen auf Fotos entfallen. Tabellen werden in diesem Lehrbuch nicht (2%) angeführt.

Mit durchschnittlich 1,6 (2,0) pro Seite stellt das Lehrbuch „PH“ wenige Aufgaben. Diese sprechen nach dem Kompetenzmodell NaWi 8 mit 65% (59%) zu 32% (41%) hauptsächlich die beiden Bereich „Erkenntnisse Gewinnen“ und „Wissen Organisieren“ an. Bemerkenswert ist jedoch auch, dass kein anderes Lehrbuch öfter Aufgaben anführt, welche die Kompetenz des „Schlüsse Ziehen“ ansprechen. Diese liegen bei 6% (3%). Das Anforderungsniveau der Aufgaben bewegt sich jedoch mit 65% (51%) sowie 35% (49%) ausschließlich auf den beiden Anforderungsdimensionen N1 und N2, wobei kein anderes Lehrbuch derart konzentriert Aufgaben einer Sorte verwendet. In der Regel beinhalten die Aufgaben auch sämtliche, zur Lösung notwendigen Informationen. Ausnahmen bilden wie auch in den anderen Lehrbüchern Rechercheaufgaben. Operatoren werden auch in „P4“ nur sehr selten eingesetzt, wenn, dann jedoch immer korrekt.

Auch in „PH“ wird der Sehprozess über die SEV eingeführt, wobei die Anzahl der Rückverweise auf die SEV mit 9 (13) unter dem Durchschnitt liegt. Auffällig ist hierbei, dass das Lehrbuch das Konzept der SEV in 3 (3) Übungs- und Transferaufgaben verwendet, diese demnach nur in einem einzigen anderen Lehrmaterial häufiger verwendet werden. Die übrigen Verweise teilen sich mit 5 (5,7) sowie 1 (4,3) auf Abbildungen und Text auf, wobei Licht in den Darstellungsformen niemals (55%) gerichtet dargestellt wird. Damit belegt „PH“ hinsichtlich dieses Merkmals klarerweise den letzten Platz, welchen es sich mit „P4“ teilt.

Ein Rückbezug auf die SEV beim Thema Auge erfolgt nicht.

„PH“ ist das einzige Lehrbuch, welches explizit auf eine mögliche Fehlvorstellungen der Schüler/innen eingeht (siehe Abb. 19). Dies geschieht in der Einführungsgeschichte zur Optik, welche einen Auszug aus einer Schildbürgergeschichte darstellt. In dieser wird ein neues Rathaus gebaut, wobei der Architekt vergessen hat, Fenster und Türen einzuplanen. Aus diesem Grund versuchen die Schildbürger nun etwas Helligkeit ins Rathaus zu bringen, indem sie Licht in Gefäßen sammeln und in das Rathaus tragen. Dies sollte funktionieren, da Licht ja ein Element wie Wasser sei. Die Geschichte, wie sie in „PH“ dargestellt wird, endet damit, dass die Schildbürger einen ganzen Tag lang Säcke, Eimer und Fässer vollschaufeln und in das Rathaus bringen. „Dann wischten sie sich den Schweiß von der Stirn und traten gespannt durch das Rathastor ...“. Augenscheinlich ist, dass diese Geschichte somit nicht auflöst, ob die Schildbürger mit ihren Bemühungen Erfolg hatten oder nicht. Ein einziges Mal nimmt das Lehrbuch jedoch Bezug auf diese Geschichte, da eine Aufgabe dazu formuliert wurde, welche die Schüler/innen dazu auffordert zu erklären, was die Schildbürger falsch gemacht haben. Nun kann es jedoch der Fall sein, dass eine Lehrkraft mit dem Lehrbuch „PH“ im Unterricht eigentlich nicht arbeitet. Wenn nun ein/e Schüler/in aus Eigeninteresse das Lehrbuch durchblättert, so wird diese/r vermutlich an der Geschichte der Schildbürger hängen bleiben und sie durchlesen. Dies ist anzunehmen, da sich die Einführungsgeschichten meist durch eine große comichafte Abbildung vom restlichen physikalischen Merkmalsstoff abheben. Eine Beschäftigung mit der zugehörigen Aufgabe bzw eine reflektierte Betrachtung der Geschichte wird jedoch wahrscheinlich nicht eintreten. Als Folge kann angenommen werden, dass die Schildbürger bei manchen Schüler/innen durchaus auch Fehlvorstellungen fördern werden.

Eine weitere, möglicherweise problematische Formulierung findet sich auf Seite 61 in der Zusammenfassung (siehe Abb 21). Hier wird festgehalten, dass Licht selbst unsichtbar sei. Weiters heißt es: „Das Auge kann Licht dann wahrnehmen, wenn es direkt in eine Lichtquelle blickt oder wenn Licht von einem Körper so reflektiert wird, dass es ins Auge gelangt.“ Hier wird nicht völlig konsequent das Modell der SEV als Erklärung für das Sehen verwendet. Schüler/innen könnten diesen Satz derart interpretieren, dass man Licht nur dann wahrnehmen

kann, wenn es entweder von einem Körper reflektiert wird und in das Auge gelangt oder wenn man direkt in eine Lichtquelle blickt. Für zweite Möglichkeit führt „PH“ jedoch nicht aus, dass es auch hier zwingend notwendig ist, dass Licht von einer Quelle in das Auge gelangt bzw., dass „etwas anblicken“ impliziert, dass Licht in das Auge fällt.

Auch in „PH“ wird Licht hauptsächlich in Form von roten Lichtstrahlen dargestellt.

Kurz zusammengefasst

- ❖ Licht selbst ist unsichtbar. Das Auge kann Licht dann wahrnehmen, wenn es direkt in eine Lichtquelle blickt oder wenn Licht von einem Körper so reflektiert wird, dass es ins Auge gelangt.
- ❖ Die Lichtgeschwindigkeit beträgt im Vakuum 300 000 Kilometer pro Sekunde.
- ❖ Licht breitet sich geradlinig aus. Dünne Lichtbündel nennt man Lichtstrahlen.
- ❖ Lichtstrahlen können divergent, konvergent oder parallel sein.
- ❖ Schatten entstehen, wenn Licht auf undurchsichtige Körper fällt.
- ❖ Die Lichterscheinungen des Mondes (Vollmond, abnehmender Mond, Halbmond, Neumond, zunehmender Mond) bezeichnet man als Mondphasen. Die Mondphasen hängen davon ab, wie viel man von der beleuchteten Hälfte des Mondes sieht.
- ❖ Bei einer Mondfinsternis (nur bei Vollmond möglich) fällt der Schatten der Erde auf den Mond.
- ❖ Bei einer Sonnenfinsternis (nur bei Neumond möglich) fällt der Schatten des Mondes auf die Erde.

Abb. 21: Physik heute 4 S.61

7. 2. 5 Physik ist überall 4 (PÜ) Seiten 53 - 68

Im Folgenden soll nun die generelle Struktur des Lehrbuchs „PÜ“ anhand von Abbildung 22 nachvollzogen werden:

Auf Einstiegstexte zu Beginn eines neuen Kapitels verzichtet dieses Lehrbuch völlig. Zusammenfassungen sind jedoch vorhanden, wobei diese immer relativ viel Stoff umfassen und kombiniert mit Übungsaufgaben angeführt werden.

Wichtige Informationen werden im Lehrbuch „PÜ“ auf zwei Arten gekennzeichnet. Im Falle einzelner Fachbegriffe werden diese fett markiert, wenn es sich hingegen um ganze Sätze handelt, so werden diese farbig markiert. Diese farbig hervorgehobenen Sätze fungieren dann auch zugleich als Merksätze. Diese sind durchgehend in der Farbe Blau abgelichtet und können recht einfach vom restlichen Merkstoff unterschieden werden. Symbolcodes, welche die Merksätze kennzeichnen, werden nicht verwendet.

Zusammengehörige Informationen können ebenfalls recht einfach ausgemacht werden, da „PÜ“ vier Ebenen von Unterschriften verwendet. Auf der ersten Ebene führt das Lehrbuch aufsteigend nummeriert das Leitthema der folgenden Seiten ein. Dies ist zum Beispiel die „Ausbreitung des Lichts“ oder die „Reflexion des Licht“. Hierarchisch darunter liegt die zweite Ebene an Überschriften, welche allgemeine Informationen zu den einzelnen Teilen des Leitthemas wie Lichtquellen oder die Lichtgeschwindigkeit einführen und ebenfalls durchgehend nummeriert sind. Manchmal werden diese Teile des Leitthemas nun nochmals nummeriert unterteilt. Dies geschieht jedoch nur in seltenen Fällen. Hierarchisch an der untersten Stelle befinden sich unnummerierte Überschriften, welche den größten Teil des Merkstoffes einleiten. Neben diesen Überschriften verwendet das Lehrbuch ebenso farbige Zusammengehörigkeit um Textelemente zu gruppieren. Dies ist speziell bei den Zusammenfassungen der Fall.

Abbildungen werden in „PÜ“ mehrheitlich gleich angeordnet. So werden zum Beispiel Abbildungen, welche sich thematisch auf den Fließtext beziehen, stets in einer separierten, vertikal verlaufenden Abbildungsspalte abgebildet. In diesen reservierten Flächen lässt sich daher auch kein Merkstoff finden. Vereinzelt sind Abbildungen jedoch auch im Fließtext zu finden. Darüber hinaus stehen die Abbildungen auch stets in einer sinnhaften Verbindung zum Text und scheinen wohlüberlegt eingesetzt worden zu sein. Dekorative Bilder lassen sich kaum ausfindig machen. Bildunterschriften werden von „PÜ“ ebenso wie Legenden fast immer angeführt, wobei Zweitens stets korrekt das Abgebildete erklären. Ein Fehlen der Legende bzw der Bildunterschrift ist bei Bildern der Fall, welche entweder optisch direkt an Merkstoffe angehängt sind oder zu Aufgaben gehören. Ebenso häufig verweist der Text auch auf Bilder, er tut dies nur in jenen Fällen nicht, wo der Abbildung keine Bildunterschrift beigelegt ist.

Aufgaben werden in „PÜ“ sowohl vor dem Merkstoff zur Erkenntnisgewinnung, als auch zwischen und nach den Inhalten zum Zwecke des Wiederholens eingesetzt.

Bzgl. des inhaltlich nachvollziehbaren Zusammenhangs zwischen den einzelnen Sätzen weist „PÜ“ leichte Schwächen auf. So zum Beispiel einsehbar in Abbildung 12. Bei der Einführung der natürlichen sowie künstlichen Lichtquellen führt das Lehrbuch aus: „Natürliche Lichtquellen: Die Sonne ist die wichtigste natürliche Lichtquelle. Auch Fixsterne sind selbstleuchtende Himmelskörper.“ Hier nimmt der zweite Satz eigentlich gar keinen Bezug auf den ersten und steht mit diesem auch nicht in Zusammenhang. Stillschweigend setzt „PÜ“ offensichtlich das Wissen voraus, dass natürliche Lichtquellen und selbstleuchtende Himmelskörper gleichbedeutend seien. Darüber hinaus fehlt in dieser Formulierung auch eine Definition des Begriffes „selbstleuchtender Himmelskörper“. Dies könnte bei Schüler/innen zum Beispiel die Fehlvorstellung ausbilden, dass der Mond auch eine natürliche Lichtquelle darstellt.

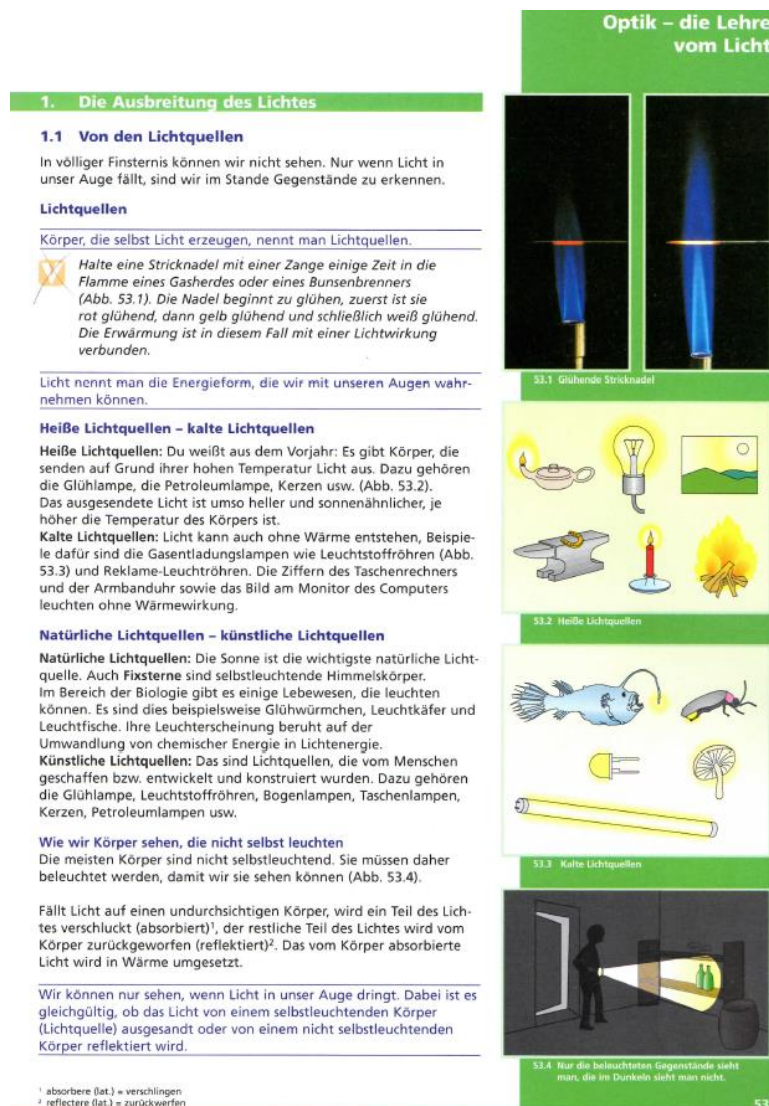


Abb. 22: Physik ist überall 4 S. 53

Wie schon in der Kurzanalyse angeführt gehört „PÜ“ zu jenen Schulbüchern, deren Merkstoff mit 702(534) Worten zu den umfassendsten gehört. Hinsichtlich der durchschnittlichen Satzlänge mit 12,8 (13,4) Worten sowie der Anzahl verwendeter Drei- und Mehrsilber mit 3,0 (3,3) pro Satz belegt „PÜ“ einen Platz im vorderen Mittelfeld. Daraus resultierend ergibt sich klarerweise auch für den Wert der Wiener Sachtextformel mit 8,1 (8,5) ein der Zielvorgabe von 8 sehr gut entsprechender. Im Bereich der grammatikalischen Aspekte liegt die Qualität von „PÜ“ jedoch unter dem Durchschnitt, da kein anderes Lehrbuch so viele Nominalisierungen wie dieses verwendet und auch die Anzahl an Subordinationen mit 0,7 (0,6) etwas über dem Durchschnitt liegt.

Auch der relative Anteil an Fachbegriffen, welche im Merkstoff verwendet werden liegt in diesem Lehrbuch mit 8,4% (7,3%) etwas über dem Durchschnitt, ebenso liegt auch der Anteil nur einmalig verwendeter Fachbegriffe mit 49,2% (36,7%) über dem Durchschnitt, hier jedoch wesentlich deutlicher. Dieser Wert wird speziell vom Thema Lichtquellen geprägt, da in diesem 65% aller Fachbegriffe nur einmalig verwendet werden.

Die Anzahl an Fachbegriffen, welche vom Lehrbuch „PÜ“ genau und ausreichend erklärt werden liegt mit 42% (45%) ebenso unter dem Durchschnitt. Dies gilt mit 50% (48%) jedoch interessanterweise nicht für jene Fachbegriffe, welche vom Lehrbuch mehrmalig verwendet werden.

Die Anzahl verwendeter Merksätze liegt mit 1,9 (1,1) pro Seite deutlich über dem Durchschnitt, nur ein anderes Lehrbuch führt mehr Merksätze pro Seite ein. Diese sind jedoch überdurchschnittlich verständlich und einfach verfasst. So sind sie, verglichen mit den anderen Lehrmaterialien mit durchschnittlich 20 (21) Worten etwas kürzer und beinhalten auch mit 0,9 (1,0) Subordinationen sowie Nominalisierungen etwas weniger als die anderen. Die Anzahl verwendeter Fachbegriffe ist mit 4,0 (4,5) ebenfalls eher gering gehalten und liegt im vorderen Mittelfeld. Dies ist besonders interessant, da „PÜ“ ja bezüglich des Merkstoffes mit 8,4% (7,3%) überdurchschnittlich viele Fachbegriffe anführt.

Bzgl. der Mathematisierung des Lehrbuchs erzielt „PÜ“ jedoch einen überaus hohen Wert. Mit der Verwendung von 11 (3,7) Formeln geschieht dies in diesem Lehrbuch öfter als in allen anderen Vergleichswerken, wobei dazu zu sagen ist, dass 7 der 11 Formeln in einer einzigen Tabelle angeführt werden, diese Tabelle daher den Wert sehr stark beeinflusst.

Die Anzahl verwendeter Abbildungen liegt mit 5,2 pro Seite (4,3) etwas über dem Durchschnitt, wobei bzgl. der Darstellungsformen weiters zu sagen ist, dass das Verhältnis von Fotos und Zeichnungen mit 24,7% (35,6%) zu 71,6% (62,4%) stark zugunsten Zweiterer liegt, Tabellen mit 3,6% (2%) zwar insgesamt äußerst selten verwendet werden, jedoch dieser Wert trotzdem den zweithöchsten aller Lehrbücher darstellt.

Aufgaben werden in „PÜ“ verglichen mit den anderen Büchern etwas häufiger eingesetzt. Die Anzahl der Aufgaben pro Seite liegt mit 2,25 (2,0) etwas über dem Durchschnitt. Diese sprechen mit 67% (59%) mehrheitlich den Bereich „Wissen Organisieren“ an, die Kompetenz der Erkenntnisgewinnung wird in 30% (41%) der Aufgaben geschult; und wie auch in den anderen Lehrbüchern entsprechen mit 3% (3%) nur sehr wenige Aufgaben der Kompetenz „Schlüsse Ziehen“. Die Schwierigkeit der gestellten Aufgaben entspricht mit 42% (51%) bzw 58% (49%) den Anforderungsdimensionen N1 und N2, wobei Zweitere leicht überwiegen. Dem Anforderungsniveau N3 entspricht jedoch keine Aufgabe. Generell enthalten diese Aufgaben auch immer alle zur Lösung notwendigen Informationen, falls nicht, so geschieht dies bewusst, da die Aufgabe eine Recherche oder einen Vergleich darstellt. Operatoren werden in diesem Lehrbuch stets korrekt eingeführt; wie in den anderen Lehrbüchern werden Aufgaben jedoch meist in Form einer Frage gestellt.

Ebenfalls anzumerken ist, dass das Lehrbuch „PV“ wie auch alle anderen den Sehprozess über die SEV einführt. Auf diese wird zwar auch im weiteren Verlauf des Optik Kapitels Bezug genommen, jedoch mit 6 (13) Verweisen sehr selten. Diese Verweise teilen sich auf 1 (4,3) im Text, 4 (5,7) in Abbildungen sowie 1 (3) in einer Übung- bzw Transferaufgabe auf. Die Verwendung in der Abbildung erfolgt jedes zweite Mal (55%) gerichtet.

Auch erfolgt ein Rückbezug auf die SEV beim Thema Auge. Dieser erfolgt ausschließlich visuell in einer Abbildung.

Der dynamische Aspekt der Lichtausbreitung wird in „PÜ“ besprochen, auch werden zusätzlich Unterscheidungen der Lichtquellen in natürliche und künstliche sowie heiße und kalte durchgeführt. Die Darstellung von Licht erfolgt in „PÜ“ darüber hinaus hauptsächlich anhand gelber Lichtstrahlen.

Gängige Schülervorstellungen werden in „PV“ darüber hinaus nicht bearbeitet. Allerdings findet sich eine Abbildung auf Seite 53, welche möglicherweise Fehlvorstellungen auf Seite der Schüler/innen fördern könnte. Abbildung 23 zeigt eine Person, welche mit einer Taschenlampe ein Regal beleuchtet. Die zugehörige Legende erläutert weiters: „Nur die beleuchteten Gegenstände sieht man, die im Dunkeln sieht man nicht.“ Aus didaktischer Sicht ist hierbei zu bemängeln, dass diese Darstellungsform die Schülervorstellung fördert, dass Licht mit seiner Quelle bzw seiner Wirkung oder dem Zustand, dass es hell ist, gleichgesetzt wird und man Gegenstände deswegen sehen kann, weil sie sich in einer Art Lichtbad befinden, welches statisch ist.



Abb. 23: Physik ist überall 4 Abb 53.4

7. 2. 6 Unterrichtsmaterialien der Universität Wien (UW) Seiten 1 – 19 ½ sowie 32 - 76

Im Folgenden soll nun die generelle Struktur des Lehrmaterials „UW“ anhand von Abb. 24 nachvollzogen werden:

Den Beginn eines Kapitels leitet „UW“ fast immer durch kurze Einstiegstexte ein, welche eine Vorausschau darauf bieten, was gleich folgen wird. Diese treten auch in der Form von interessanten Fakten bzgl. eines Themas oder bezugnehmenden Fragestellungen auf. Echte Zusammenfassungen sind hingegen nicht vorhanden, nur selten wird in einem Einstiegstext eines neuen Kapitels kurz angemerkt, was im Vorherigen gerade gelernt werden sollte.

Wie auch die meisten anderen Lehrbücher markiert auch „UW“ wichtige Informationen auf mehrere Arten. Besonders sticht hierbei jedoch hervor, dass keine die Verwendung von Farbe darstellt, Texte in „UW“ daher durchgehend schwarz abgedruckt sind. In fetter Schrift hingegen werden wichtige Begriffe sowie wichtige Textpassagen hervorgehoben. Selten werden einzelne Worte dieser fett markierten Passagen, welche besonders wichtig sind zusätzlich auch noch unterstrichen. Merksätze sind ebenfalls in fetter Schrift gedruckt, wobei sich diese darüber hinaus auch dadurch vom restlichen Merkmater abgrenzen, dass sie sowohl kursiv als auch zentriert, also nicht linksbündig abgedruckt werden.

Zusammenhängende Informationen werden in „UW“ durch zwei Arten von Überschriften hervorgehoben. Die Ersten sind durchgehend nummerierte und führen den/die Leser/in in das jeweilige Themengebiet der Optik ein. Innerhalb dieser Themengebiete existieren unnummerierte Unterüberschriften, welche so formuliert sind, dass sie einen Ausblick auf Folgendes darstellen.

Bildunterschriften sowie Legenden sind fast immer vorhanden, ein Fehlen ist in seltenen Fällen bei Abbildungen der Fall, welche Versuchen zugehörig sind. Ebenso verweist der Text auch immer auf die Abbildungen. Grundsätzlich kann man nicht sagen, dass den Abbildungen ein spezieller Platz auf einer Seite zugeteilt wäre, sie sind in der Regel im Fließtext zu finden.

Aufgaben sind oftmals gebündelt anzutreffen, eine einzelne Aufgabe lässt sich eher selten finden. Positioniert sind diese an sämtlichen möglichen Stellen des Textes, wobei sie eher zwischen und nach den Inhalten angeführt werden. Sie enthalten in der Regel auch alle nötigen Informationen zur Lösung der Aufgabe, wenn jedoch zu wenige Informationen angegeben sind, handelt es sich um Rechercheaufgaben, also um bewusst geschaffene Informationsmängel. Ebenso wie in den anderen Lehrbüchern werden Operatoren in Aufgaben sehr selten eingesetzt, wenn, dann jedoch immer korrekt.

Ebenso besteht in „UW“ auch stets ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen den einzelnen Sätzen.

I. Unser Auge – Ein Lichtempfänger

Im ersten Kapitel wollen wir nun herausfinden, wie und warum wir Gegenstände überhaupt sehen können. Der Sehsinn ist nämlich der wichtigste Sinn für uns Menschen. Mehr als 80% der Information über unsere Umwelt nehmen wir durch die Augen auf.

Wichtig ist:

Damit wir einen Gegenstand sehen können, muss Licht von diesem Gegenstand in unser Auge gelangen. – Von nix kommt nix. – Das Auge ist also ein Lichtempfänger.



Abb. 1: Ein Kopffüßer

Das Auge eines Kopffüßers hat die einfachste Augenform. Du siehst einen Kopffüßer am Bild links (Abb. 1). Das Auge des Kopffüßers besteht hauptsächlich aus Pupille und Netzhaut. Ein Modell dieses Auges kannst du selber ganz einfach aus einer Styroporkugel nachbauen.

Die Natur kennt jedoch unterschiedliche Augenformen, die aber eine Gemeinsamkeit haben:

Gegenstände werden gesehen, wenn von ihnen ein Bild auf der Netzhaut entsteht.

In der unteren Abbildung (Abb. 2) sind das Auge eines Kopffüßers und das menschliche Auge dargestellt. Beide Augen haben einen Lichteinlass (Pupille) und eine Fläche, auf der das Bild entsteht (Netzhaut).

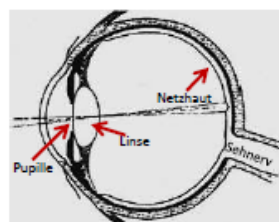
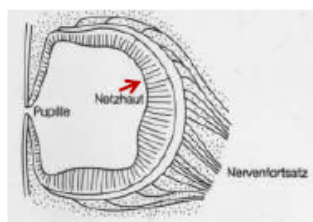


Abb. 2: Links: Schematische Darstellung des Auges eines Kopffüßers. Rechts: Schematische Darstellung eines menschlichen Auges.

Beantworte:

- 1) Wie heißt der Lichteinlass bei einem Auge?
- 2) Wie heißt die Fläche, auf der das Bild im Auge entsteht?

Das Bild, das auf der **Netzhaut** entsteht, wird von **Sehzellen** erfasst. Die Bildinformation wird dann durch den **Sehnerv** in das **Gehirn** weitergeleitet. Dort wird diese Information verarbeitet und es entsteht der Seheindruck.

Die Augenlinse beim Menschen erzeugt ein umgekehrtes Bild auf der Netzhaut. Dieses Netzhautbild, das am Kopf steht, wird erst vom Gehirn umgedreht.

Abb. 24: Unterrichtsmaterialien der Universität Wien S.2

In den quantitativen sprachlichen Aspekten hebt sich „UW“ durchgehend deutlich von den anderen Vergleichsbüchern ab. Begründet werden kann dies damit, dass dieses Lehrmaterial in 7 von 9 Merkmalen Bestwerte erzielt. Durchschnittlich 10,4 (13,4) Worte sowie 1,7 (3,3) drei- und mehrsilbige Worte pro Satz werden von keinem anderen Lehrbuch unterboten. Klarerweise ergibt sich daher auch für den Wert der Wiener Sachtextformel mit 5,6 (8,5) der niedrigste aller Vergleichswerke, wobei „UW“ es hierbei als einziger schafft, den Zielwert von 8 zu unterbieten. Einzig im Bereich der grammatikalischen Merkmale kann „UW“ keine Bestwerte erzielen, diese liegen allerdings dennoch unter dem Durchschnitt. So werden 0,4 (0,6) Subordinationen sowie 0,7 (0,73) Nominalisierungen pro Satz verwendet.

Die Dichte an verwendeten Fachbegriffen stellt jedoch mit 3,2% (7,3%) auch wieder den besten Wert aller Bücher dar. Ebenso werden mit 9% (36,7%) mit Abstand die wenigsten Fachbegriffe nur einmalig verwendet.

Ebenfalls erzielt „UW“ in jenen Merkmalen Bestwerte, welche sich mit der Erklärung von Fachbegriffen befassen. Kein anderes Lehrbuch erklärt derart viele Fachbegriffe genau und ausreichend. Es werden insgesamt 96% (45%) der Fachbegriffe genau und ausreichend erklärt, sowie 95% (48%) jener Fachbegriffe, welche mehrmalig angeführt werden, also fast doppelt so viele, wie dies ein konventionelles Lehrbuch im Durchschnitt macht.

Die Anzahl an verwendeten Merksätzen pro Seite liegt mit 0,2 (1,1) überaus gering, nur ein anderes Lehrbuch verwendet sie seltener. Deren Komplexität liegt jedoch deutlich unter dem Durchschnitt. Dies liegt darin begründet, dass sie mit durchschnittlich 18 (21) Worten zu den kürzesten gehören und darüber hinaus auch die wenigsten Fachbegriffe und sehr wenige Subordinationen beinhalten. Es werden 2,8 (4,5) Fachbegriffe pro Merksatz sowie 0,62 (1,0) Subordinationen pro Merksatz verwendet. Einzig der Wert der verwendeten Nominalisierungen liegt mit 1,2 (1,0) pro Satz über dem Durchschnitt.

Der Grad der Mathematisierung ist als eher gering zu bezeichnen, da die Verwendung von 3 (3,7) Formeln unter dem Durchschnitt liegt.

Die Anzahl der verwendeten Bilder liegt mit 2,3 (4,3) Bildern pro Seite ebenfalls unter dem Durchschnitt, dafür stehen sie jedoch stets in Zusammenhang zum Text, es kommt ihnen daher keine dekorative Funktion zu.

Mehrheitlich arbeitet „UW“ mit Zeichnungen, diese machen einen Anteil von 57% (62,4) aus. Die restlichen Darstellungsformen teilen sich zu 42% (35,6%) auf Fotos und zu 1% (2%) auf Tabellen auf.

Mit 1,8 (2,0) pro Seite stellt das Lehrmaterial „UW“ etwas seltener Aufgaben als der Durchschnitt. Diese sprechen nach dem Kompetenzmodell NaWi 8 zu 69% (59%) die Kompetenz „Erkenntnisse Gewinnen“ und zu 30% (41%) jene des „Wissen Organisieren“ an. Die Fähigkeit des „Schlüsse Ziehen“ wird in 5% (3%) aller Aufgaben angesprochen, was den zweithöchsten Wert in diesem Merkmal darstellt. Deren Schwierigkeitsgrad bewegt sich mit 61% (49%) mehrheitlich in der Anforderungsdimension N1, der Rest entfällt zu 38% (51%) bzw 2% (0%) auf die Niveaus N2 und N3. „UW“ ist folglich das einzige Lehrmaterial, welches mit unterschiedlicher Gewichtung alle drei Anforderungsniveaus abdeckt.

Auch in „UW“ wird der Sehprozess über die SEV eingeführt, jedoch geschieht dies im Gegensatz zu allen anderen Lehrbüchern auch über ein Einführungsexperiment. Dieses wird in Form einer Lochkamera realisiert, welche von den Schüler/innen im Physikunterricht selbst gebaut werden

soll. Mit Hilfe dieses Modellauges können diverse Eigenschaften des Schvorganges sowie des Lichts nachvollzogen werden (siehe Abb. 25).

Wir bauen eine Lochkamera!

Bevor wir uns weiter mit dem Thema Optik beschäftigen, werden wir ein Augenmodell basteln. Wir beginnen mit der einfachsten Form einer Kamera, der Lochkamera. Hebe sie gut auf! Wir werden sie noch verbessern und sie oft im Unterricht brauchen.

Du benötigst:

*Chipdose

*Schwarzer Fotokarton (ev. Schwarzes Tonpapier)



Abb.: Diese Dinge benötigst du!

*Klebeband
*Gummingerl
*Transparentpapier
*dünner Nagel
*Hammer
*Schere
*Klebstoff
*Dosenöffner

So gehst du vor:

1. Forme aus dem Fotokarton eine Rolle (Abb. 1). Der Durchmesser der Rolle muss ein wenig kleiner sein als der Durchmesser der Chipdose. Verklebe die Kartonrolle seitlich gut mit Klebeband (Abb. 2).



2. Eine Öffnung der Fotokartonrolle wird nun mit Transparentpapier verschlossen. Du kannst die Kartonrolle als Schablone für den Kreis aus Transparentpapier verwenden. Vergiß nicht die Laschen fürs Festkleben! (Abb. 3).

3. Befestige die Laschen des Transparentpapiers mit Klebstoff an der Kartonrolle (Abb. 4). Je glatter das Transparentpapier gespannt wird, umso besser sind später die Abbildungen zu erkennen.



Abb. 3

ACHTUNG: Anhaftbeschichtetes Backpapier lässt sich aufgrund seiner extrem glatten Oberfläche relativ schwer befestigen. Butterbrotpapier ist hier geeigneter. Am besten funktioniert allerdings Transparentpapier.



Abb. 4

5

Abb. 25: Unterrichtsmaterialien der Universität Wien S.5

Auch bzgl. der Rückverweise auf die SEV stellt „UW“ mit 42 (13) eine klare Bestmarke auf. Diese Verweise sind mit 20 (4,3) Stück mehrheitlich im Text zu finden. 10 (5,7) mal wird darüber hinaus visuell ein Bezug zur SEV hergestellt, weitere 12 (3) mal wird das Model der SEV anhand von Transfer- und Übungsaufgaben geschult. Auch in diesen drei Merkmalen erreicht „UW“ jeweils die höchsten Werte aller Lehrbücher.

Ein Rückbezug auf die SEV wird ebenso beim Thema Auge hergestellt. Dieser erfolgt sowohl verbal, visuell als auch anhand einiger Übungsaufgaben.

Bzgl. der Abbildungen, welche sich auf die SEV beziehen ist weiters anzumerken, dass in 80% (55%) aller Fälle Licht gerichtet dargestellt wird. Damit liegt „UW“ bzgl. dieses Merkmals an der dritten Stelle.

Auf andere gängige Schülervorstellungen wird in „UW“ nicht explizit eingegangen. Ebenfalls werden auch keine Unterscheidungen bzgl. Lichtquellen vorgenommen, da dieses Lehrmaterial bzgl. dieser Thematik einen alternativen Zugang wählt und das Konzept der Lichtsender einführt (siehe Abb. 26). Als Sender im Allgemeinen ist hierbei ein Gegenstand zu verstehen, welcher Licht abstrahlt. Diese werden in der Folge in die zwei Unterarten der Selbst- und Zwischensender unterteilt. Erstere erzeugen selbst Licht und strahlen es geradlinig in alle Richtungen ab, Zweitere erzeugen selbst kein Licht, strahlen jedoch Licht ab, wenn sie beleuchtet werden.

IV. Lichtsender

Sender sind Gegenstände, die Licht abstrahlen. Wir unterscheiden zwei Arten von Sendern:

1. Selbstsender: *Selbstsender erzeugen selbst Licht. Sie strahlen das erzeugte Licht geradlinig in alle Richtungen ab (z. B. Glühbirne, Sonne). Selbstsender werden durch Erhitzen, Strom etc. zum Strahlen angeregt.*

2. Zwischensender: *Zwischensender erzeugen selbst kein Licht. Sie strahlen nur dann Licht ab, wenn sie beleuchtet werden. Sie leiten das Licht eines anderen Selbstsenders weiter (z. B. Tisch, Fußboden, Mond, Wolken).*

Selbstsender und Zwischensender sind Sender, weil sie Licht abstrahlen können. Für unser Auge funktioniert das Sehen eines Selbstsenders ganz gleich wie das Sehen eines Zwischensenders. Dazu muss immer Licht vom Sender DIREKT ins Auge gelangen.

Abb. 26: Unterrichtsmaterialien der Universität Wien S.11

Der dynamische Aspekt des Lichts wird darüber hinaus in „UW“ deutlich stärker betont als in den anderen Lehrbüchern. Dies geschieht mittels eines Applets⁸⁵, welches einerseits die Eigenschaften der Farbmischung, andererseits aber eben auch den dynamischen Aspekt des Lichts thematisiert. Die Darstellung von Licht erfolgt in „UW“ überwiegend anhand gelber Lichtbündel.

⁸⁵ <http://phet.colorado.edu/en/simulation/color-vision>

8 Sachstrukturanalysen

8.1 Die Sachstrukturanalyse als Qualitätskriterium

Neben dem unter Kap. 4. 1 bis 4. 8 vorgestellten Kriterienkatalog sollen als zweites Vergleichskriterium der Lehrbücher sogenannte Sachstrukturanalysen dienen. Ziel dieser Analysen ist es mittels der Erstellung von zugehörigen Diagrammen die sachliche Stimmigkeit, die Komplexität der Lerninhalte, die Vernetzung dieser untereinander sowie den Einbezug von Vorwissen in den Lernprozess einer Unterrichtseinheit zu beurteilen⁸⁶.

Bei Sachstrukturdiagrammen handelt es sich um Flussdiagramme, welche die Sachstruktur in einem vergleichsweise mittleren Auflösungsgrad darstellen. Dies bedeutet, dass sie zwar die zu vermittelnden elementaren Grundideen angeben, jedoch nicht, wie diese Vermittlung konkret realisiert werden soll. Ursprünglich wurden diese von Duit, Häußler und Kircher zur Unterrichtsplanung entwickelt⁸⁷. Diese schlugen zur Darstellung von Sachstrukturen sogenannte Flussdiagramme vor, welche es ermöglichen sollten, die Sachlogik sowie die Struktur einer geplanten Unterrichtsstunde oder –einheit grafisch darstellen zu können. Aufgrund der Tatsache, dass sie einerseits sehr übersichtlich und kompakt geplante Lerninhalte und deren zeitlichen Ablauf wiedergeben können, auf der anderen Seite jedoch ebenso das Einplanen von Vorwissen sowie das Formulieren von Lernzielen ermöglichen, stellen sie sich als besonders zweckdienlich dar⁸⁸.

Aufgrund dieser Eigenschaften eignen sich Sachstrukturdiagramme jedoch auch sehr gut, um die Sachstruktur von Physiklehrbüchern zu analysieren.

8.2 Aufbau eines konventionellen Sachstrukturdiagramms

Anhand von Abbildung 27⁸⁹, welche ein Sachstrukturdiagramm zur Erarbeitung des Kraftbegriffs darstellt, soll nun der grundsätzliche Aufbau eines solchen Diagramms, wie er in der gängigen Literatur verwendet wird nachvollzogen werden. Augenscheinlich sind die Inhaltsblöcke bzw. Sachelemente, welche die nummerierten Kästchen darstellen. Diese geben die inhaltliche Beschreibung der Sachinhalte wieder, welche eine Lehrkraft in einer Unterrichtssequenz

⁸⁶ Müller C. und Duit R.(2004): Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 147-161

⁸⁷ Duit, R., Häußler, P. & Kircher, E. (1981). Unterricht Physik. Köln: Aulis

⁸⁸ Vgl. Kircher et al. (2001): Physikdidaktik – Eine Einführung. Springer. Heidelberg.

⁸⁹ Müller C. und Duit R.(2004): Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 147-161

unterrichten möchte. Um den zeitlichen Ablauf der Einführung der einzelnen Inhaltsblöcke besser nachvollziehen zu können, sind diese durchgehend aufsteigend nummeriert.

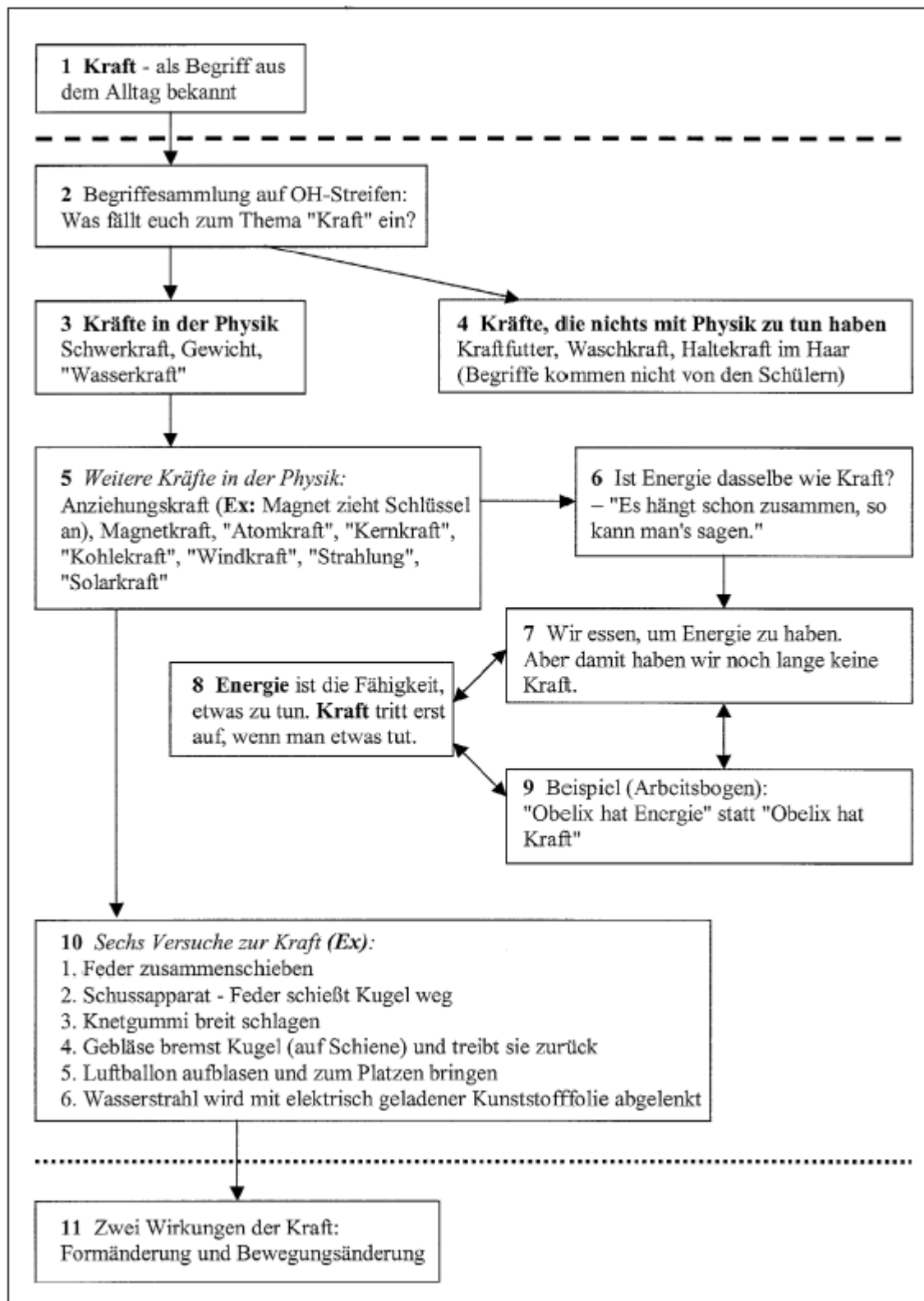


Abb. 27: Sachstrukturdiagramm zur Darstellung der Erarbeitung des Kraftbegriffs⁹⁰

⁹⁰ Müller C. und Duit R.(2004): Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 152

Neben den Inhaltsblöcken bilden die Pfeilverbindungen den zweiten großen Teil eines Sachstrukturdiagramms. Diese repräsentieren die innere Verknüpfung der Sachinhalte untereinander. Hierbei werden Einfach- und Doppelpfeile unterschieden. Ein Einfachpfeil steht für eine lineare Vernetzung zweier Inhaltsblöcke, wobei er darauf verweist, dass ein Inhalt die sachlogische Voraussetzung eines nachfolgenden Inhalts darstellt. Ein Doppelpfeil hingegen repräsentiert eine wechselseitige Verknüpfung zweier Sachinhalte.

Darüber hinaus ist ein Sachstrukturdiagramm für eine Planung einer einzelnen Unterrichtseinheit oder –sequenz in drei Bereiche unterteilt ist. Diese erfolgt zwischen erstem und zweitem Teil durch eine fett gestrichelte Linie, zwischen zweitem und drittem Teil durch eine gepunktete Linie. Oberhalb der gestrichelten Linie sind jene Inhaltsblöcke zu finden, welche das Vorwissen und die Lernvoraussetzungen der Schüler beinhalten, auf welche sich die Lehrkraft im Laufe des Unterrichts konkret beziehen möchte. Unterhalb der gepunkteten Linie werden jene Inhaltsblöcke angeführt, auf welche von der Lehrkraft explizit hingewiesen wird und die einen Ausblick auf zukünftige Lernziele bieten.

Zwischen der gestrichelten und gepunkteten Linie befinden sich jene Inhaltsblöcke, welche Gegenstand der Unterrichtsstunde bzw –einheit sind, welche also explizit von der Lehrkraft unterrichtet werden und den Merkstoff darstellen.

8. 3 Adaptionen eines Sachstrukturdiagramms in dieser Arbeit

Da in dieser Arbeit Schulbücher untersucht werden, muss der Merkstoff des Textes erst in Inhaltsblöcke umgewandelt werden. Hierbei wird versucht, dass sich diese möglichst nahe an die vom einzelnen Unterrichtsmaterial verwendete Formulierung halten. Leichte Abänderungen des Wortlautes bzw Umstrukturierungen der Satzstellung werden jedoch dort durchgeführt, wo sie einer erhöhten Verständlichkeit dienen.

Zwar ist der Prozess des Auswählens der Sachelemente eine grundsätzlich subjektive Handlung und beinhaltet ebenso auch eine Wertung, jedoch haben bisherige Erfahrungen im Umgang mit Sachstrukturdiagrammen gezeigt, dass in der Regel relativ einfach klar getrennte Sachinhalte extrahiert werden können und bei Betrachtung desselben Lehrbuches Dritte, in den meisten Fällen sehr ähnliche Resultate erzielen⁹¹. Darüber hinaus bedienen sich einige Schulbücher auch optischer Hilfsmittel, wie einer veränderten Schriftgröße, fett gedruckten Lettern oder farbigen

⁹¹ Müller C. und Duit R.(2004): Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 150f.

Markierungen um besonders wichtige Lerninhalte hervorzuheben. In diesen Fällen gestaltet sich ein Auswählen der Lerninhalte meist deutlich einfacher, da die markierten Textstellen oftmals die elementaren Grundideen eines Textes darstellen und daher als Inhaltsblöcke übernommen werden können.

Da im Zuge dieser Arbeit das Augenmerk nicht auf den Sachinhalten einer einzelnen Unterrichtsstunde oder –einheit liegt, sondern die strukturelle Schlüssigkeit des beinahe gesamten Optik Kapitels analysiert werden soll, können hier die Kriterien wie der Einbezug von Vorwissen sowie des Formulierens von Lernzielen nicht im klassischen Sinne einer Sachstrukturanalyse berücksichtigt werden. Aus diesem Grund sind die Sachstrukturdiagramme in dieser Arbeit auch nicht in drei Teile unterteilt. Alle angeführten Inhaltsblöcke der Diagramme in dieser Arbeit entsprechen daher den Inhaltsblöcken, welche in der konventionellen Variante zwischen gestrichelter und gepunkteter Linie liegen. Sie stellen daher die Gesamtheit aller fachlichen Inhalte dar, welche vom Lehrbuch angesprochen werden.

Diese können jedoch unterschiedlichste Repräsentanten haben. Neben Merksätzen, Definitionen oder Prinzipien können sie nämlich auch in Form von Abbildungen, Versuchen oder Übungen auftreten, wobei diese differenziert in die jeweiligen Inhaltsblöcke eingegliedert werden. So erhalten nur Merksätze, Definitionen, Prinzipien und Übungen eigene Blöcke, während hingegen Abbildungen und Versuche dem jeweilig zugehörigen Sachelement direkt angeschlossen werden (siehe Abb. 28). Auswirkungen hat dies vor allem auf die Anzahl der Inhaltsblöcke, da diese so deutlich verringert wird.

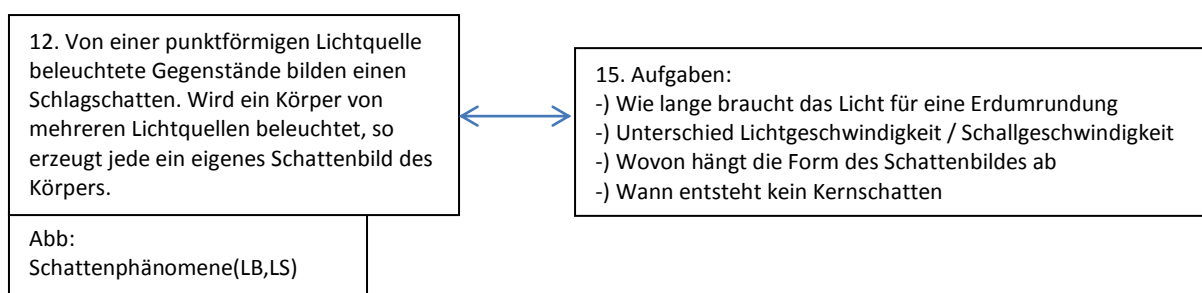


Abb. 28: Vergleich der Eingliederung unterschiedlicher Repräsentanten von Inhaltsblöcken. Abbildungen werden dem zugehörigen Inhaltsblock direkt angeheftet, während Aufgaben durch eine Pfeilverbindung verbunden werden.

Der Grundgedanke dieses Vorgehens liegt darin, dass die Inhaltsblöcke weitestgehend zu Sinneinheiten zusammengefasst werden sollen. Da nun in den meisten Lehrbüchern Abbildungen und Versuche ohnedies meist direkt an den zugehörigen Text angebunden sind, bilden diese somit derartige Sinneinheiten und es bedarf hier keiner eigenen Inhaltsblöcke.

Für den Bereich der Übungen wurde dieses Schema nicht angewandt, da in einigen Lehrbüchern diese oft am Ende eines Subkapitels eine eigene Sequenz bilden und den Charakter einer Selbstüberprüfung besitzen. Im zeitlichen Ablauf einer Unterrichtsstunde folgen diese somit nicht zwingend aufeinander und bilden daher auch eine eigenständige Sinneinheit.

Zusammenfassungen und Lexika bilden in den Analysen ebenfalls stets eigene Inhaltsblöcke. Auf das Eintragen der zugehörigen Pfeilverbindungen wurde hier jedoch verzichtet, da die Zusammenfassungen in der Regel in allen Lehrbüchern einen kurzen Bezug auf sämtliche, zeitlich vorhergehende Sachinhalte nehmen und somit das Aussparen dieser Verbindungen einerseits die Übersichtlichkeit der Diagramme erhöht, auf der anderen Seite jedoch bei der anschließenden Auswertung die Ergebnisse nicht verzerrt.

Weiters ist in der Regel in dieser Arbeit ein Pfeil stets direkt an zwei Sachinhalte geknüpft, wo es jedoch der Übersichtlichkeit des Diagramms dient (z.B. bei seitenübergreifenden Pfeilen) ist einem Pfeil die Zahl jenes Sachinhalts beigelegt, zu welchem er eine Verbindung herstellt (siehe Abb. 29). Selbiges gilt natürlich auch für den eingehenden Pfeil des zugehörigen sachlogisch aufbauenden Sachinhalts.

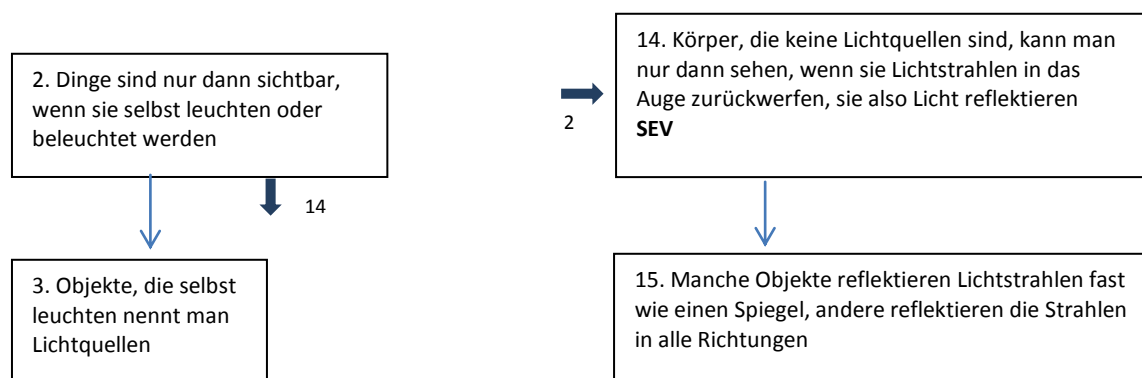


Abb. 29: Vergleich der Darstellungsarten zweier Pfeilverbindungen; Inhaltsblock 2 ist durch einen direkten Pfeil mit Inhaltsblock 3 verbunden, die sachlogische Voraussetzung zu Inhaltsblock 14 wird jedoch durch einen indirekten Pfeil verdeutlicht, wobei die beigelegte Zahl dessen Ursprung bzw. Ziel angibt

Eine weitere Unterscheidung besteht darin, dass in dieser Arbeit unter dem Kapitel der Sachstrukturanalysen auch der Umfang sowie die thematischen Schwerpunkte der einzelnen Unterrichtsmaterialien bestimmt werden. Ersteres geschieht schlicht durch die Auszählung der Seiten, welche das gesamte Optikkapitel umfassen. Der zweite Punkt geschieht dadurch, dass der relative Anteil berechnet wird, welcher gewissen Subthemen zukommt. Dieser wird als relativer Flächenanteil eines Themas an der gesamten Optik realisiert, da so bewusste

Schwerpunktsetzungen der jeweiligen Autor/innen eruiert werden kann. Um die Transparenz der Auswertung zu erhöhen ist im Anhang unter Kap. 11.3 ebenso verzeichnet, auf welche Seiten der jeweiligen Lehrbücher sich die folgenden Untersuchungen beziehen.

8. 4 Auswertung eines Sachstrukturdiagramms

Wie bereits ausgeführt, kann mittels Sachstrukturdiagrammen ein sehr kompaktes Bild geplanter Lerninhalte und deren innerer Struktur wiedergegeben werden. Um anschließend sowohl die Komplexität eines Lehrbuches als auch die Dichte der Vernetzungen untereinander bewerten zu können sind natürlich möglichst objektive Indikatoren oder Maßzahlen notwendig. Diese werden anhand folgender Kriterien realisiert und haben sich bereits in diversen Studien^{92,93} als besonders lernerfolgsförderlich herausgestellt.

Die *Stofffülle* eines Lehrbuches beziffert die Anzahl neuer Inhaltselemente oder Blöcke. Sie entspricht folglich der Menge inhaltlicher Angebote, welche dieses bietet und kann daher als Gradmesser von Lerngelegenheiten und der inhaltlichen Schwierigkeit eines Lehrbuches betrachtet werden. Insofern offenbart sie auch erste Anhaltspunkte darauf, inwieweit Schüler und Schülerinnen mit den gebotenen Sachinhalten unter- bzw überfordert sein könnten. Somit gilt für die Komplexität eines Lehrbuches ein mittleres Maß als wünschenswert. Sie wird in den Sachstrukturanalysen als Anzahl aller angeführten Inhaltsblöcke ausgewertet und ist Basis für die „relative Stofffülle“, welche ebenfalls in der anschließenden Auswertung aufgelistet wird und sich als Anzahl der Inhaltsblöcke pro Seite der gesamten Optik eines Schulbuches errechnen lässt.

Neben der Stofffülle bildet das Maß der *Vernetztheit* das zweite wichtige Qualitätskriterium eines sachlich schlüssig aufgebauten Schulbuches. Sie gibt an, wie häufig Verbindungen zwischen zwei Fachinhalten hergestellt werden und errechnet sich als die durchschnittliche Anzahl von Pfeilverbindungen pro Inhaltsblock. Ebenso von Interesse ist hierbei, ob in den Diagrammen auch inselartige Gruppierungen oder Zirkelschlüsse anzutreffen sind. Hierunter werden alle Sachelemente ausgezählt, die maximal mit einem anderen Sachelement eine Verbindung eingehen. Dabei werden jedoch Inhaltsblöcke, welche durch Versuche oder Abbildungen repräsentiert werden ausgeblendet. Dies liegt darin begründet, dass diese in den jeweiligen Schulbüchern unterschiedlich angeordnet sind und daher in manchen Sachstrukturdiagrammen

⁹² Müller, C.T. & Duit, R. (2003). Rekonstruktion der Sachstruktur von video-dokumentiertem Physikunterricht. In E.J. Brunner, P. Noack, G. Scholz & I. Scholl (Hrsg.), Diagnose und Intervention in schulischen Handlungsfeldern. Münster: Waxmann, S. 195-203

⁹³ Müller C. und Duit R.(2004): Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 147-161

eigene Inhaltsblöcke darstellen, in anderen wiederum nicht. Um nun eine verzerrte Auswertung der Verbindungen auszuschließen wurden solche Sachelemente daher nicht für die Auswertung der Vernetztheit berücksichtigt. Aufgrund der lernförderlichen Wirkung von häufigem Wiederholen und dem Herstellen von Zusammenhängen zwischen unterschiedlichen Lerninhalten, ist für ein Lehrbuch ein möglichst hohes Maß an Vernetztheit erstrebenswert.

Das dritte Kriterium, die *Anwendungsbezüge*, ermittelt die Anzahl der Anwendungsbezüge, welche vom Lehrbuch hergestellt werden. In dieser Arbeit werden jedoch aufgrund des speziellen thematischen Forschungsschwerpunktes nur jene Bezüge berücksichtigt, welche sich auf die Sender-Empfänger-Vorstellung beziehen.

Zur Bedeutung dieser Maßzahlen ist zu sagen, dass insbesondere eine hohe Vernetztheit signifikant mit höherem Lernerfolg korreliert, wobei diese Korrelation stark vom spezifischen Themengebiet der Physik abhängt⁹⁴. Ebenso ist anzunehmen, dass sich auch der Einbezug von Vorwissen, ein Faktor welcher sich bei den Sachstrukturanalysen gravierend im Wert der Anwendungsbezüge niederschlägt, positiv auf den Lernerfolg von Schülern und Schülerinnen auswirkt.

Wie schon bzgl. des Analyserasters unter Kap. 3 ausgeführt, gilt auch für die Sachstrukturanalysen, dass diese nur für jene Themenbereiche ausgeführt wird, welchen eine übergeordnete Rolle hinsichtlich der SEV zukommt. Aus diesem Grund werden auch hier die Themengebiete der Farbmischung sowie der Wellen- und Teilcheneigenschaft von Licht ausgeklammert. Optische Instrumente sowie optische Linsen werden schematisch besprochen, da diesen zwar hinsichtlich der SEV keine übergeordnete Bedeutung zukommt, diese Themenbereiche jedoch in der Regel in der Mitte der Optikeinheit angeführt werden. Wird in weiterer Folge daher von der „ganzen“ oder „gesamten Optik“ gesprochen sind unter dieser die oben angeführten Themengebiete zu verstehen.

8. 5 Qualität von Pfeilverbindungen

Wie bereits erörtert liegt das Hauptkriterium für das Eintragen einer Pfeilverbindung zwischen zwei Inhaltsblöcken darin, dass ein offensichtlicher sachlogischer Bezug zu erkennen ist. Aus dieser Begründung ergeben sich jedoch an manchen Stellen etwaige Streitfragen, wobei in weiterer Folge zur näheren Erörterung der grundsätzlichen Vorgehensweise zwei Ankerbeispiele zum Thema „Bildentstehung am ebenen Spiegel“ dienen sollen. Im ersten Beispiel wird hierfür

⁹⁴ Müller C. und Duit R.(2004): Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg – Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 10, 2004, S. 156

die Qualität der Rückbezüge zum Sachelement der geradlinigen Ausbreitung des Lichts betrachtet, im zweiten Beispiel zum Sachelement des Reflexionsgesetzes. Diese sollen verdeutlichen, welche Kriterien in dieser Arbeit für das Eintragen einer Pfeilverbindung maßgeblich sind.

8. 5. 1 Qualität der Rückbezüge anhand der geradlinigen Ausbreitung des Lichts

Lehrbuch der Physik 4. Klasse

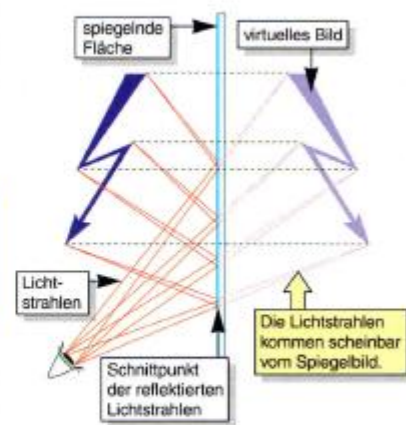
Im „Lehrbuch der Physik 4. Klasse“ wird die Bildentstehung am ebenen Spiegel durch Inhaltsblock 24 beschrieben (siehe Abb. 30 sowie Abb. 31 Inhaltsblock 24). In diesem ist davon die Rede, dass einander die „Verlängerungen der reflektierten Strahlen im scheinbaren Bild schneiden“. Diese Formulierung an sich wäre ad hoc noch nicht zwingend ausreichend um einen Verbindungspfeil von Inhaltsblock 24 zu Inhaltsblock 8, welcher die geradlinige Ausbreitung des Lichts beinhaltet, zu legitimieren. Da das Lehrbuch jedoch vor Inhaltsblock 24 ebenso von dem entstehenden Eindruck spricht „als ob die reflektierten Strahlen geradlinig vom Spiegelbild kämen“ und auf diesen Gedanken darüber hinaus auch noch in zwei Abbildungen zur Bildentstehung am ebenen Spiegel eingegangen wird, zeigt sich das Eintragen der Pfeilverbindung in diesem Fall als gerechtfertigt.

Für jeden einzelnen Lichtstrahl gilt das Reflexionsgesetz. Der Spiegel ist die Symmetrieebene für die von der Lichtquelle tatsächlich und vom Spiegelbild scheinbar ausgehenden Lichtstrahlen. Daher haben wir den Eindruck, als ob die reflektierten Strahlen geradlinig vom Spiegelbild kämen. Dort befindet sich aber nur der scheinbare Schnittpunkt der reflektierten Lichtstrahlen. Man bezeichnet daher das Bild der punktförmigen Lichtquelle hinter dem Spiegel als **scheinbares** oder **virtuelles Bild** (virtual image).



Alle von einem leuchtenden Punkt auf einen ebenen Spiegel fallenden Strahlen werden so reflektiert, dass die Verlängerungen der reflektierten Strahlen einander im scheinbaren Bild schneiden.

Das Bild eines beliebigen Gegenstandes liegt ebenfalls symmetrisch zum Spiegel. Es hat dieselbe Größe wie der Gegenstand (Abb. 36.3). Warum aber erscheint im Spiegelbild rechts mit links vertauscht, warum nicht oben mit unten?



36.3 Konstruktion eines Spiegelbildes

Bilder beim ebenen Spiegel

Seite 53

Abb. 30: „Lehrbuch der Physik 4. Klasse“ bezieht sich bei der Erklärung der Bildentstehung am ebenen Spiegel auf die geradlinige Ausbreitung des Lichts

Anhand dieses Beispiels kann darüber hinaus ebenfalls beobachtet werden, dass sich die Pfeilverbindungen in dieser Arbeit nicht ausschließlich anhand der konkreten Formulierungen

der jeweiligen Sachelemente ableiten lassen, sondern sich ebenso auf Informationen beziehen können, welche keinem eigenen Sachinhalt zugeordnet sind, jedoch kurz vor bzw nach dem zugehörigen Sachelement angeführt werden und somit zur erweiterten Sinneinheit gehören.

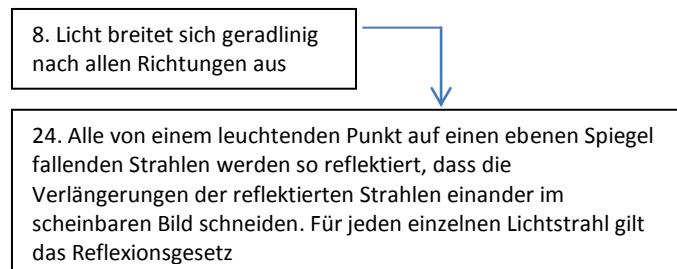
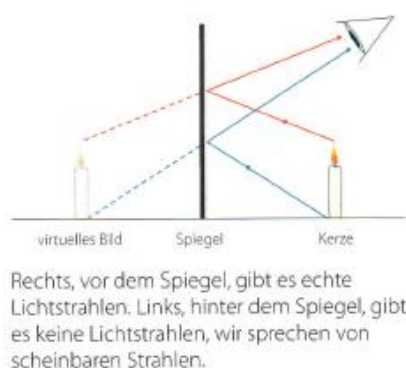


Abb. 31: „Lehrbuch der Physik 4. Klasse“ erzeugt zwischen Inhaltsblock 24 sowie Inhaltsblock 8 einen klar erkennbaren sachlogischen Zusammenhang

Impuls Physik 4

Die Qualität dieser Vernetzung verhält sich jedoch in „Impuls Physik 4“ bedeutend anders (siehe Abb. 32 sowie Abb. 33). Inhaltsblock 18 beschreibt hier die Bildentstehung am ebenen Spiegel. Diese wird dadurch charakterisiert, dass „der Spiegel alle Lichtstrahlen reflektiert. Vor dem Spiegel gibt es echte Lichtstrahlen. Dahinter existieren nur scheinbare(virtuelle) Lichtstrahlen.“ Darüber hinaus ist das Spiegelbild „seitenverkehrt, gleich groß und gleich weit vom Spiegel entfernt wie das ‚Original‘“.



■ Wo ist beim Spiegel das Spiegelbild?

Wenn kleine Kinder vor einem Spiegel sitzen, würden sie gerne mit ihrem Gegenüber spielen, doch irgendwie funktioniert das nicht. Die Welt „hinter“ dem Spiegel gibt es nämlich nicht wirklich.

Der Spiegel reflektiert alle Lichtstrahlen. Vor dem Spiegel gibt es echte Lichtstrahlen. Dahinter existieren nur **scheinbare (virtuelle) Lichtstrahlen**.

M Das Spiegelbild ist seitenverkehrt, gleich groß und gleich weit vom Spiegel entfernt wie das „Original“.

48

Abb. 32: „Impuls Physik 4“ bezieht sich bei der Erklärung der Bildentstehung am ebenen Spiegel nicht ausreichend auf die geradlinige Ausbreitung des Lichts um eine Pfeilverbindung zu legitimieren

Auf die geradlinige Ausbreitung des Lichts, wie sie Inhaltsblock 5 beschreibt, wird in dieser Formulierung überhaupt nicht eingegangen. Ebenso wenig wird dieser Aspekt abseits von Inhaltsblock 5 erwähnt. Aus diesem Grund ist klar ersichtlich, dass ein Eintragen einer Pfeilverbindung an dieser Stelle nicht gerechtfertigt wäre. Dies kann auch jener Umstand, dass

aus einer zugehörigen Abbildung auf die geradlinige Ausbreitung des Lichts geschlossen werden kann, nicht ändern.

5. Lichtstrahlen breiten sich geradlinig in alle Richtungen aus

18. Der Spiegel reflektiert alle Lichtstrahlen. Das Spiegelbild ist seitenverkehrt, gleich groß und gleich weit vom Spiegel entfernt wie das „Original“

Abb. 33: „Impuls Physik 4“ erzeugt zwischen Inhaltsblock 18 sowie Inhaltsblock 5 keinen klar erkennbaren sachlogischen Zusammenhang

8. 5. 2 Qualität der Rückbezüge anhand des Reflexionsgesetzes

Lehrbuch der Physik 4. Klasse

Im Lehrbuch „Physik 4“ wird die Bildentstehung, wie oben in Inhaltsblock 24 dargestellt, besprochen (siehe Abb. 30 sowie Abb. 34), wobei hierbei explizit darauf eingegangen wird, dass bei der Bildentstehung am ebenen Spiegel für jeden Lichtstrahl das Reflexionsgesetz gültig ist. Da dieser Lehrinhalt den Kern von Inhaltsblock 21 darstellt, ist auch das Eintragen einer Pfeilverbindung leicht nachvollziehbar und legitim.

21. Reflexionsgesetz: Einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl liegen in einer auf den Spiegel normalen Ebene. Der Reflexionswinkel ist gleich groß wie der Einfallswinkel.

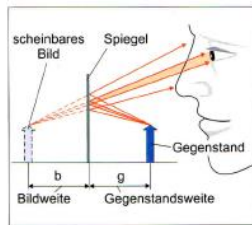


24. Alle von einem leuchtenden Punkt auf einen ebenen Spiegel fallenden Strahlen werden so reflektiert, dass die Verlängerungen der reflektierten Strahlen einander im scheinbaren Bild schneiden. Für jeden einzelnen Lichtstrahl gilt das Reflexionsgesetz

Abb. 34: „Physik 4“ erzeugt zwischen Inhaltsblock 24 sowie Inhaltsblock 21 einen klar erkennbaren sachlogischen Zusammenhang

Physik verstehen 4

Im Lehrbuch „Physik verstehen 4“ wird auf die Bildentstehung am ebenen Spiegel speziell in Inhaltsblock 20 eingegangen (siehe Abb. 35 sowie Abb. 36). Hier ist davon die Rede, dass die „von einem Punkt eines Gegenstandes auseinander laufenden Strahlen von einem Spiegel so reflektiert werden, dass man meint, sie kämen von einem symmetrisch zum Gegenstandspunkt liegenden Bildpunkt hinter dem Spiegel.“.



29.3: Die Zeichnung zeigt, dass die Strahlen, die in unserem Auge ein Bild vom Gegenstand erzeugen, nicht wirklich von dort kommen, wo wir den Gegenstand sehen.

3. Wie können die Eigenschaften des Spiegelbildes erklärt werden?

Von einem Punkt eines Gegenstandes gelangt nach der Reflexion nur ein bestimmtes auseinander laufendes Lichtbündel in das Auge (Abb. 29.3). Du kannst nicht erkennen, ob die Strahlen vorher aus der ursprünglichen Richtung abgelenkt wurden oder nicht. Maßgebend ist die letzte Richtung der Strahlen. Du glaubst, dass in der Richtung, aus der die Strahlen kommen, auch der Gegenstand sein muss. Dieser Täuschung erliegt man besonders bei großen Spiegeln, bei denen man oft ein scheinbares Bild für einen wirklichen Gegenstand hält.

Die von einem Punkt eines Gegenstandes auseinander laufenden Strahlen werden von einem Spiegel so reflektiert, dass man meint, sie kämen von einem symmetrisch zum Gegenstandspunkt liegenden Bildpunkt hinter dem Spiegel.

4. Worin besteht der Unterschied zwischen der Reflexion an glatten und an rauen Flächen?

Der Versuch mit einer glatten und einer zerknitterten Aluminiumfolie zeigte, dass mit einer zerknitterten Folie die Lichtstrahlen in alle Richtungen zerstreut werden. Ähnlich wirken auch weiße Zimmerwände. Sie werfen auffallendes Licht unter den verschiedensten Winkeln ins Zimmer zurück und hellen das Zimmer auf.

Eine „spiegelglatte“ Wasseroberfläche reflektiert einen Teil des auffallenden Lichtes und zeigt ein deutliches scheinbares Bild. Schon kleine Wellen auf einer Wasseroberfläche verhindern die Entstehung eines scharfen Bildes (Abb. 29.4).



29.4: Undeutliches Spiegelbild bei einer Wasseroberfläche mit kleinen Wellen

Glatte Flächen reflektieren Lichtbündel wie ebene Spiegel und erzeugen scharfe scheinbare Bilder.
Rauhe Flächen reflektieren Licht in verschiedene Richtungen und hellen dadurch nur die Umgebung auf.

Aufgabensammlung S. 19

29

Abb. 35: „Physik verstehen 4“ bezieht sich bei der Erklärung der Bildentstehung am ebenen Spiegel nicht ausreichend auf die geradlinige Ausbreitung des Lichts um eine Pfeilverbindung zu legitimieren

Zwar behandelt dieser Inhaltsblock das Phänomen der Reflexion und benötigt zum völligen Verständnis auch das Wissen über das Reflexionsgesetz, jedoch bringt dies das Lehrbuch „Physik verstehen 4“ weder direkt zum Ausdruck noch bezieht sich Inhaltsblock 20 explizit auf das Reflexionsgesetz, welches ja wiederum den Kern von Block 18 darstellt. Inhaltsblock 20 kann folglich als unabhängiges Sachelement betrachtet werden, welches keine Verbindung mit Inhaltsblock 18 eingeht.

Als weiteres, ebenso erhärtendes Argument gegen das Eintragen einer Pfeilverbindung ist schlichtweg der Vergleich mit Lehrbuch „Physik 4“ anzuführen. Denn aus dem Eintragen einer Pfeilverbindung in beiden Lehrbüchern würde ein äußerst verzerrtes Bild der Qualität der Rückbezüge resultieren.

18. Reflexionsgesetz:
Bei der Reflexion eines Lichtstrahls ist der Einfallswinkel so groß wie der Reflexionswinkel

20. Die von einem Punkt eines Gegenstandes auseinander laufenden Strahlen werden von einem Spiegel so reflektiert, dass man meint, sie kämen von einem symmetrisch zum Gegenstandspunkt liegenden Bildpunkt hinter dem Spiegel **SEV**

Abb. 36: „Physik verstehen 4“ erzeugt zwischen Inhaltsblock 20 sowie Inhaltsblock 18 keinen klar erkennbaren sachlogischen Zusammenhang

Ebenso, wie es am Beispiel der Reflexion am ebenen Spiegel ersichtlich ist, wird auch bei allen anderen Sachstrukturanalysen ein besonderes Augenmerk darauf gelegt, dass Pfeilverbindungen nicht bloß aufgrund des Vorkommens eines einzigen Schlagwortes wie „reflektiert“ oder „gebrochen“ eingetragen werden. Vielmehr wird versucht wirklich nur an jenen Stellen eine Verbindungen zu setzen, wo ein offensichtlicher sachlogischer Bezug zu erkennen ist, welcher vom jeweiligen Lehrbuch bewusst gesetzt wird.

8. 6 Ergebnisse der Sachstrukturanalysen

Erste generelle Erkenntnisse hinsichtlich der Sachstrukturanalysen liegen im Umfang der einzelnen Optikkapitel. Eklatant ist hier vor allem der Unterschied zwischen konventionellen Schulbüchern und dem Unterrichtsmaterial des AECC-Physik. Während Erstere den ausgewerteten Sachinhalten zwischen 13 („PV“) und 20 („P4“) Seiten widmen, liegt die Seitenanzahl bei „UW“ bei 63,5 Seiten. Dies entspricht also in etwa dem 3- bis 5-fachen Umfang eines konventionellen Schulbuches (siehe Tab. 2).

Hinsichtlich der thematischen Schwerpunktsetzungen ist bemerkenswert, dass sich hier Trends der konventionellen Schulbücher auch auf das AECC-Unterrichtsmaterial übertragen lassen (siehe Tab. 1). So ist zum Beispiel zu beobachten, dass die Themenbereiche der „optischen Linsen“ sowie der „Reflexion“ und der „ebenen Spiegel“ eigentlich überall etwas stärker betont werden, während den Themen „Lichtquellen bzw Sender“, „das Sehen“ sowie „Totalreflexion“ eher ein geringer Umfang an der Optik zukommt. Ein Unterschied zwischen den konventionellen sowie dem alternativen Unterrichtsmaterial ist einzig dahingehend auszumachen, dass die AECC-Unterlagen auf das Betrachten von Wölb- sowie Hohlspiegel komplett verzichten, während dieser Themenbereich in den konventionellen Schulbüchern überaus stark vertreten ist.

	IP	P4	PV	PH	PÜ	UW	$\bar{X}$	σ
Lichtquellen	5%	2%	2%	0%	3%	2%	2%	2%
Das Sehen	2%	2%	6%	3%	3%	6%	4%	2%
Lichtausbreitung	7%	5%	4%	9%	6%	7%	6%	3%
Schattenphänomene	14%	14%	15%	6%	9%	8%	11%	14%
Reflexion und ebener Spiegel	10%	14%	15%	10%	13%	17%	13%	8%
Wölb- und Hohlspiegel	12%	19%	15%	10%	19%	0%	13%	7%
Lichtbrechung	16%	10%	8%	10%	6%	14%	11%	4%
Totalreflexion	2%	5%	8%	5%	6%	3%	5%	2%
Optische Linsen	12%	14%	15%	10%	13%	21%	14%	4%
Auge	3%	10%	8%	5%	13%	8%	8%	4%
Sonstiges	17%	5%	4%	32%	9%	14%	14%	10%

Tab. 1: Ergebnisse der Sachstrukturanalysen bzgl. der thematischen Schwerpunktsetzungen

Ebenso interessant festzuhalten ist, dass sich die konventionellen Schulbücher auch bzgl. der *Stofffülle* (siehe Tab. 2) stark von „UW“ abheben. Während Erstere zwischen 2,46 (PH) sowie 3,0 (PV) Sachelemente pro Seite aufweisen, liegt dieser Wert für „UW“ mit 1,35 deutlich darunter. Dies ist einerseits durch den großen Umfang des Optik Kapitels in „UW“ zu begründen, liegt andererseits aber auch darin begründet, dass die AECC-Materialien sehr viele Exkurse beinhalten. Hier ist zum Beispiel der Bau der Lochkamera anzuführen, welcher in den Sachstrukturanalysen nicht als eigener Inhaltsblock eingeht, da er nur vertiefenden bzw. wiederholenden Charakter besitzt und keine neuen physikalischen Ideen einführt.

Etwas überraschend ist jedoch die Tatsache, dass sich diese Kluft zwischen den Unterrichtsmaterialien für den Aspekt der *Vernetztheit* (siehe Tab. 2) wieder schließt. Hier liegen sämtliche Werke mit Werten zwischen 1,02 (P4) sowie 1,58 (IP) relativ nahe beieinander. Ebenso verhält es sich auch bei der Anzahl jener Inhaltsblöcke, welche inselartige Konstrukte darstellen.

Als letztes Kriterium wird die Quantität der Anwendungsbezüge ausgewertet (siehe Tab. 2). Dies geschieht zwar auch schon unter Punkt 6. 1. 7 sowie 6. 1. 8, soll hier jedoch nochmals

explizit angeführt werden, da die Ergebnisse doch massiv differieren. Während nämlich konventionelle Schulbücher zwischen 4 („IP“) sowie 10 („PV“) Verweise auf die SEV beinhalten, liegt die Anzahl für das Unterrichtsmaterial „UW“ bei 42. Ebenso verhält es sich bei sämtlichen Realisierungen der Verweise. Sowohl in den visuellen und verbalen Verweisen als auch in den Transfer- und Übungsaufgaben ,welche die SEV schulen, belegt „UW“ die höchsten Werte. Einzig in den visuellen Rückbezügen weisen auch die konventionellen Schulbücher ähnliche Werte auf.

Die nachfolgende Tabelle listet nochmals alle, durch die Sachstrukturanalyse gewonnenen Informationen über die Unterrichtsmaterialien auf:

	IP	P4	PV	PH	PÜ	UW	$\bar{X}$	σ
Umfang der betrachteten Optik [in Seiten]	14,5	20	13	19,5	16	63,5	24,4	19
Stofffülle	40	57	39	48	46	86	52,7	17,6
relative Stofffülle	2,76	2,85	3,00	2,46	2,88	1,35	2,55	0,62
Totale Anzahl der Pfeilverbindungen	63	58	45	67	59	101	65,5	18,9
Vernetztheit	1,58	1,02	1,15	1,40	1,28	1,17	1,27	0,20
relativer Anteil der Inselemente	0,38	0,35	0,28	0,29	0,39	0,33	0,34	0,05
Anzahl der SEV-Verweise insg.	4	7	10	9	6	42	13	14
Anzahl der visuellen SEV-Verweise	1	6	8	5	4	10	5,7	3,1
Anzahl der verbalen SEV-Verweise	1	1	2	1	1	20	4,3	7,7
Anzahl der Transfer- und Übungsaufgaben	2	0	0	3	1	12	3	5

Tab. 2: Ergebnisse der Sachstrukturanalysen

9 Interview

Mit den zwei oben angeführten Bewertungsinstrumenten des Analyserasters sowie der Sachstrukturanalyse konnten bis hierher erste Eindrücke darüber gewonnen werden, ob Unterrichtsmaterialien Erkenntnisse der physikalischen Fachdidaktikforschung berücksichtigen oder nicht und wenn ja, auf welche Art und Weise sie dies realisieren. Ebenso konnten Schlüsse daraus gezogen werden, welches Maß an Komplexität und Vernetztheit die jeweiligen Unterrichtsmaterialien aufweisen und in welcher Form die SEV als Grundlage für den Sehprozess eingeführt wird. Inwieweit diese Einschätzungen jedoch tatsächlich den Lernerfolg von Schüler/innen widerspiegeln und ob diese daher wirklich einen Konzeptwechsel zugunsten der SEV begünstigen, kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausreichend beschrieben werden.

Aus diesem Grund werden im letzten Teil dieser Arbeit qualitative problemzentrierte Interviews mit Schüler/innen angeführt. Diese sollen Hinweise darauf geben, wie sehr der erzielte Lernerfolg eines Lernenden von der Wahl des Unterrichtsmaterials abhängt. Im Speziellen gilt es zu eruieren, wie sich der Lernerfolg ändert, wenn Lernende einerseits mit einem konventionellen Schulbuch und andererseits mit den forschungsbasierten Lernmaterialien des AECC-Physik arbeiten.

9.1 Interviewdesign

Interviewt wurden insgesamt 8 Schüler/innen, welche sich auf 4 Mädchen sowie 4 Burschen aufteilen. Allesamt besuchen sie momentan die 3E des BG/BRG Purkersdorf und sind zwischen 12 und 13 Jahren alt. Keiner der Jugendlichen hat entweder eine Klasse wiederholen müssen oder hat eine solche übersprungen, dem zufolge wurden sie bisher alle gleich lange und von derselben Lehrkraft in Physik unterrichtet. Die Schulleistungen der Jugendlichen wurden von ihrer Lehrkraft im Halbjahreszeugnis durchgehend mit „Sehr Gut“ oder „Gut“ beurteilt.

Das durchgeführte Interview lässt sich in drei Abschnitte unterteilen (siehe Anhang Kap. 11.4, 11.5 sowie 11.6):

1. Im ersten Teil werden die Schüler/innen gebeten einen Fragebogen auszufüllen (siehe Anhang Kap. 11. 4). Dieser unterteilt sich in einen allgemeinen sowie einen fachspezifischen Block. Der allgemeine Teil hält einerseits wichtige Daten der Jugendlichen fest, wie das Alter, ihr Geschlecht, etc. andererseits gibt er jedoch auch Aufschluss über die Motivation und das Interesse der Jugendlichen am und im Physikunterricht sowie eine Selbsteinschätzung deren physikalischen Kompetenzen.

Dieser Aspekt des Interviews basiert auf Items, welche auch in der PISA-Studie erfragt werden. Somit ist ein Abgleich der in diesem Interview erhaltenen Antworten mit solchen, welche für ganz Österreich aussagekräftig sind, möglich. Im zweiten, dem fachspezifischen Teil bearbeiten die Schüler/innen drei Aufgaben, welche sich mit der Lichtausbreitung sowie dem Sehen von Gegenständen beschäftigen. Mittels dieser Items soll eruiert werden, wie es um die Vorkenntnisse bzw. Schülervorstellungen der Jugendlichen steht.

2. Im zweiten Teil lesen die Schüler/innen einen Textausschnitt (siehe Anhang Kap. 11. 5). Hierfür haben sie so lange Zeit, wie sie brauchen. Ebenfalls werden sie vor dem Lesen darauf hingewiesen, dass sie einerseits etwaige Unklarheiten im Text farbig markieren sollen und andererseits im Anschluss darauf Fragen zu dem Text beantworten sollen.
3. Im dritten Teil werden die Schüler/innen anhand eines vorgefertigten Interviewbogens zu den Texten befragt (siehe Anhang Kap. 11. 6). Besonderes Augenmerk liegt hierbei darauf, ob die Schüler/innen die wichtigsten Fachbegriffe, welche der Text verwendet, physikalisch adäquat erklären können und ob sie die SEV als Grundlage für den Sehprozess ansehen.

Als Leitthema der Textausschnitte wurden Lichtquellen bzw. Sender sowie das Sehen von Gegenständen ausgewählt. Dies liegt darin begründet, dass einer der Schwerpunkte dieser Arbeit auf der Berücksichtigung der SEV als Grundlage für den Sehprozess liegt und die zuvor genannten Themen diesen Aspekt aus fachdidaktischer Sicht unbedingt mit einbeziehen sollten. Um weiters den Einfluss konventioneller Schulbücher sowie des AECC-Materials auf den Lernerfolg der Schüler/innen einschätzen zu können werden diese in zwei Gruppen zu je vier Jugendlichen unterteilt. Einer Gruppe wird im Anschluss daran der Textausschnitt aus dem Unterrichtsmaterial des AECC-Physik vorgelegt, der anderen Gruppe hingegen der thematisch äquivalente Textausschnitt aus dem Lehrbuch „Physik verstehen 4“. Die spezielle Wahl des Repräsentanten der konventionellen Schulbücher wird mittels eines Ausschließungsverfahrens so getroffen, dass dieser vom Umfang und Aufbau in etwa jenem des AECC-Materials entspricht. Sonst wäre es möglich zu argumentieren, dass ein Unterrichtsmaterial besser abschneidet, weil dieses die betrachteten physikalischen Aspekte wesentlich umfangreicher bespricht.

Im Folgenden ist angeführt, aus welchen Gründen die vier anderen Schulbücher nicht für die Interviews herangezogen werden:

- Das Schulbuch „Physik heute 4“ wird als nicht repräsentativ eingestuft, da dieses einerseits mit 67 Worten den Aspekt der Lichtquellen sowie des Sehens von Körpern in einem wesentlich geringerem Ausmaß behandelt, als dies beim AECC-Material mit 187

Worten der Fall ist, und andererseits weil „Physik heute 4“ den Aspekt der Lichtquellen explizit überhaupt nicht behandelt.

- Ähnliches gilt auch für das Schulbuch „Impuls Physik 4“, welches den Themenbereich der Lichtquellen sowie des Sehens von Körpern ebenfalls mit nur 67 Worten beschreibt.
- Das Schulbuch „Physik 4“ wird ausgeschlossen, da es mit 118 Worten einerseits einen geringeren Umfang aufweist und andererseits keine Unterscheidung hinsichtlich der Lichtquellen durchführt.
- Das Schulbuch „Physik ist überall 4“ wird nicht für den Vergleich herangezogen, da es die Kapitel Lichtquellen sowie das Sehen von Gegenständen mit 272 wesentlich umfangreicher bespricht.

„Physik verstehen 4“ hingegen verwendet mit 166 Worten in etwa gleich viele wie das AECC-Material mit 187 und unterscheidet wie die Mehrzahl aller untersuchten konventionellen Schulbücher Lichtquellen. Zur Erinnerung sei auch nochmals angeführt, dass das Schulbuch „Physik verstehen 4“ in den einzelnen Aspekten des Analyserasters sehr unterschiedlich abgeschnitten hat. Während es besonders in den quantitativen (siehe Kap. 7. 1. 1) sowie qualitativen (siehe Kap. 7. 1. 2) sprachlichen Aspekten sehr weit unter dem Durchschnitt liegt und Mängel in der inhaltlichen Nachvollziehbarkeit der einzelnen Sätze aufweist (siehe Kap. 7. 2. 3), stellen die Anzahl der Verweise auf die SEV die zweitmeisten aller verglichenen Unterrichtsmaterialien dar (siehe Kap. 7. 1. 7). Hinsichtlich der Sachstrukturanalysen schneidet „Physik verstehen 4“ im Mittelfeld ab (siehe Kap. 8. 6). Die Stofffülle liegt zwar über jenen aller anderen Unterrichtsmaterialien, der relative Anteil von Inselementen stellt jedoch wiederum den niedrigsten Wert dar.

Die konkreten Textausschnitte, welche den Jugendlichen in den Interviews vorgelegt werden, sind im Anhang unter Kap. 11. 5 einsehbar.

Die Gruppeneinteilung der 8 Schüler/innen erfolgt in der Form, dass jeder Text von jeweils zwei Mädchen und 2 Burschen bzw. einem Jugendlichen mit Note „Sehr Gut“ sowie dreien mit Note „Gut“ gelesen wird. Für alle weiteren Ausführungen werden die Schüler/innen durch die Codes S/S 1 – S/S 8 repräsentiert, wobei S/S 1 – S/S 4 jene Schüler/innen sind, welche mit dem Unterrichtsmaterial des AECC-Physik, S/S 5 – S/S 8 jene Schüler/innen sind, welche mit dem Schulbuch „Physik verstehen 4“ gearbeitet haben.

9. 2 Ergebnisse

Wie schon unter Kap. 9. 1 ausgeführt basiert der erste Teil des Interviews auf Testitems, welche auch in den PISA – Studien 2000-2009 erfragt wurden. Die verwendeten Vergleichswerte werden daher diesen entnommen. Um den Umfang des Interviews jedoch nicht ausufern zu lassen werden stellvertretend nur drei dieser Frageblöcke übernommen. Diese beziehen sich thematisch auf das Selbstkonzept der Schüler/innen hinsichtlich deren Befähigung in der Physik, deren physikalisch bezogene Fähigkeitskonzepte sowie deren intrinsische Motiviertheit in der Physik.

Im Abgleich der Werte der PISA – Studien sowie der erhaltenen Antworten im ersten Teil des Interviews zeigt sich, dass diese teilweise recht deutlich divergieren, wobei ein eindeutiger Trend dahingehend zu beobachten ist, dass die Schüler/innen der PISA – Studien angeben über geringe Selbst- sowie Befähigungskonzepte zu verfügen und auch weniger intrinsische Motivation in der Physik zu besitzen. Dies kann einerseits dadurch erklärt werden, dass in dieser Diplomarbeit nur 8 Personen befragt werden, die Stichprobe daher mit jener einer PISA – Studie nur schwer zu vergleichen ist. Andererseits werden bei PISA die befragten Schüler/innen zufällig ausgewählt, während in dieser Diplomarbeit Personen anhand bestimmter Kriterien, wie der schulischen Leistungen oder des Geschlechts ausgewählt werden und angenommen werden kann, dass Schüler/innen, welche gute schulische Leistungen erbringen auch eher über ein höheres Selbstkonzept, etc. verfügen.

Folgend sind die Antworten, welche im ersten Teil des Interviews gegeben wurden, sowie die zugehörigen Vergleichswerte der PISA – Studien, gereiht nach dem thematischen Schwerpunkt aufgelistet. Für alle Items wird das Ergebnis in Form eines Mittelwertes angegeben (siehe Tab. 3 – Tab. 8). Zu beachten ist hierbei, dass „Trifft / Stimme völlig zu“ bzw. „fast immer“ für den Wert 1, „Trifft / Stimme eher zu“ bzw. „oft“ für den Wert 2, „Trifft / Stimme eher nicht zu“ bzw. „manchmal“ für den Wert 3 und „Trifft /Stimme gar nicht zu“ bzw. „nie“ für den Wert 4 steht. Weiters werden für die Vergleichswerte der PISA – Studien all jene Antworten nicht berücksichtigt, welche als nicht gültig gewertet wurden sowie jene Items, welche gar nicht beantwortet wurden.

Selbstkonzept der Befähigung in Physik

	Trifft völlig zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
Mir fällt Physik leicht	2,25			
Ich bin für Physik begabt	2,38			
Ich bringe in Physik gute Leistungen	1,88			
Ich mag Bücher über Physik	2,38			
Ich mache Physik, weil es mir Spaß macht	2,13			
Ich freue mich auf meine Physikstunden	2,25			
Mich interessiert was ich in Physik lerne	1,50			

Tab. 3: Teilergebnisse der Schüler/innenbefragung hinsichtlich deren Selbstkonzeptes der Befähigung in Physik

Vergleichswerte PISA

	Trifft völlig zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
Mir fällt Physik leicht	2,40			
Ich bin für Physik begabt	2,18			
Ich bringe in Physik gute Leistungen	2,53			
Ich mag Bücher über Physik	1,88			
Ich mache Physik, weil es mir Spaß macht	2,36			
Ich freue mich auf meine Physikstunden	2,30			
Mich interessiert was ich in Physik lerne	2,60			

Tab. 4: Vergleichswerte der Schüler/innenbefragung hinsichtlich deren Selbstkonzeptes der Befähigung in Physik

Physikbezogenes Fähigkeitskonzept

	Stimme völlig zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ich glaube, dass ich anspruchsvollen Stoff im Physikunterricht leicht lernen kann	1,75			
Normalerweise kann ich Prüfungsfragen im Physikunterricht gut beantworten	1,88			
Ich lerne neuen Stoff im Physikunterricht schnell	1,63			
Den Stoff im Physikunterricht finde ich einfach	1,88			
Wenn ich in Physik unterrichtet werde, verstehe ich neue Begriffe leicht	1,75			
Es fällt mir leicht, neue Ideen im Physikunterricht zu verstehen	1,38			

Tab. 5: Teilergebnisse der Schüler/innenbefragung hinsichtlich deren physikbezogenen Fähigkeitskonzeptes

Vergleichswerte PISA

	Stimme völlig zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ich glaube, dass ich anspruchsvollen Stoff im Physikunterricht leicht lernen kann	2,06			
Normalerweise kann ich Prüfungsfragen im Physikunterricht gut beantworten	2,05			
Ich lerne neuen Stoff im Physikunterricht schnell	2,03			
Den Stoff im Physikunterricht finde ich einfach	2,23			
Wenn ich in Physik unterrichtet werde, verstehe ich neue Begriffe leicht	2,10			
Es fällt mir leicht, neue Ideen im Physikunterricht zu verstehen	2,10			

Tab. 6: Vergleichswerte der Schüler/innenbefragung hinsichtlich deren physikbezogenen Fähigkeitskonzeptes

Intrinsische/Interessierte Motiviertheit in Physik

	fast immer	oft	manchmal	nie
finde ich die Inhalte richtig spannend	2,38			
bin ich mit Freude dabei	2,25			
macht mir der Unterricht Spaß	2,38			
möchte ich gern mehr über dieses Thema erfahren	2,00			
bekomme ich Lust, mich weiter damit zu beschäftigen	2,50			

Tab. 7: Teilergebnisse der Schüler/innenbefragung hinsichtlich deren intrinsischer Motivation

Vergleichswerte PISA

	fast immer	oft	manchmal	nie
finde ich die Inhalte richtig spannend	2,39			
bin ich mit Freude dabei	2,39			
macht mir der Unterricht Spaß	2,38			
möchte ich gern mehr über dieses Thema erfahren	2,44			
bekomme ich Lust, mich weiter damit zu beschäftigen	2,60			

Tab. 8: Vergleichswerte der Schüler/innenbefragung hinsichtlich deren intrinsischer Motivation

Weiters kann generell kann gesagt werden, dass die Gruppenaufteilung, so wie sie vorab vorgenommen wurde, die 8 Jugendlichen möglichst ausgeglichen aufgeteilt hat. Selbiges zeigt sich auch nach der Auswertung des fachspezifischen Blocks des ersten Teils der Interviews (siehe Tab. 3-5). Diese zeigen einerseits, dass die beiden Vergleichsgruppen bzgl. ihres Vorwissens in etwa als gleich gut eingestuft werden können und, wenn ein Unterschied zu erkennen ist, dann besteht er eher zugunsten der Gruppe „Physik verstehen 4“. Andererseits, dass den Schüler/innen besonders die erste und zweite Fragestellung zu EG 2)b aus dem ersten fachspezifischen Teil des Interviews (siehe Anhang Kap. 11.4) Probleme bereitet haben. Die Frage, ob Emma die Torte sehen könne, weil Licht von der Torte ins Auge fiel wurde von 4 der 8 befragten Jugendlichen fälschlicherweise mit „Nein“ beantwortet, jene ob Emma die Torte

sehen könne, weil diese Licht aussende wurde nur ein einziges Mal korrekt beantwortet. Die restlichen Fragen wurden nur von maximal 2 Personen falsch angekreuzt, weshalb diese hier auch nicht weiter gesondert angeführt werden.

Die folgende Tabelle listet alle Testitems auf und gibt an, wie die Schüler/innen diese beantwortet haben.

EG 1	S/S 1	S/S 2	S/S 3	S/S 4	S/S 5	S/S 6	S/S 7	S/S 8
Wir sehen nur Gegenstände, von denen Licht in unsere Augen fällt	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
Wir sehen nur Gegenstände, die selbst leuchten	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Es ist im Raum, in dem sich Emma befindet hell	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Emmas Augenbinde versperrt ihr die Sicht	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Das Bild der Kerze kann wegen der Augenbinde nicht in Emmas Augen gelangen	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
Anteil der richtigen Antworten	5/5	5/5	3/5	4/5	5/5	5/5	5/5	2/5

Tab. 9: Teilergebnisse der Schüler/innen für den ersten Teil des Fragebogens

EG 2 a	S/S 1	S/S 2	S/S 3	S/S 4	S/S 5	S/S 6	S/S 7	S/S 8
Die Flamme sendet Licht aus	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Licht von den Flammen fällt in Emmas Augen	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Um die Flammen herum ist es hell	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Emma schaut auf die Flamme hin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Anteil der richtigen Antworten	3/4	4/4	3/4	2/4	4/4	4/4	4/4	4/4

Tab. 10: Teilergebnisse der Schüler/innen für den ersten Teil des Fragebogens

EG 2 b	S/S 1	S/S 2	S/S 3	S/S 4	S/S 5	S/S 6	S/S 7	S/S 8
Die Torte sendet Licht aus	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
Licht von der Torte fällt in Emmas Augen	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Es ist hell im Raum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Emma schaut auf die Torte hin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Anteil der richtigen Antworten	2/4	3/4	2/4	3/4	4/4	3/4	2/4	2/4

Tab. 11: Teilergebnisse der Schüler/innen für den ersten Teil des Fragebogens

Ob sich diese Unterschiede jedoch auch bzgl. des Lernerfolgs in den beiden Gruppen eingestellt haben, soll nun anhand ausgewählter Aspekte diskutiert werden.

9. 2. 1 Definition einer Lichtquelle bzw eines Senders

Für die Gruppe „Physik verstehen 4“ gilt, dass von den 4 befragten Jugendlichen, nur ein einziger physikalisch adäquat erklären konnte, was eine Lichtquelle ist „S/S 7 ZNr 109“. Dies ist jedoch nicht wirklich verwunderlich, da auch der vorgelegte Textausschnitt dies nicht schüler/innengerecht erläutert. Bloß mittels viel eigenständiger Denkarbeit und einer sehr hohen Kombinationsfähigkeit wäre dem Schulbuch „Physik verstehen 4“ eine Definition von Lichtquellen zu entnehmen. Aus diesem Grund ist es vielmehr überraschend, dass überhaupt eine Person die eigene Lichtproduktion als Kriterium einer Lichtquelle genannt hat.

Für die Gruppe „AECC“ ist diese Frage etwas schwieriger auszuwerten, da nicht immer klar zu sagen ist, ob mit Antworten das Richtige gemeint wurde „S/S 3 ZNr 68“. Völlig richtig beantwortet wurde diese Frage zumindest von zwei Personen. Diese gaben an, dass ein Sender ein Objekt sei, welches Lichtstrahlen aussendet bzw abgibt „S/S 2 ZNr 72-73 sowie S/S 4 ZNr 65-66“. Sehr ähnlich formulierte auch ein weiterer Jugendlicher diese Charakteristik, wobei er seiner Antwort jedoch beifügte, dass diese Objekte selbst Licht erzeugen „S/S 1 ZNr 63-64“. Daher liegt die Vermutung nahe, dass hiermit eher die Charakteristik eines Selbstsenders angesprochen wurde.

9. 2. 2 Arten von Lichtquellen bzw Sendern

Für beide Gruppen zeigt sich, dass den Schüler/innen das Unterscheiden von Lichtquellen bzw Sendern generell nicht schwer fällt, die exakten Begrifflichkeiten jedoch nur von der Hälfte aller Jugendlichen genannt werden können „S/S 1 ZNr 66, S/S 3 ZNr 68 - 69, S/S 5 ZNr 150, S/S 6 ZNr 83“. So werden zum Beispiel aus künstlichen Lichtquellen unnatürliche „S/S 8 ZNr 152“ oder nicht-natürliche „S/S 7 ZNr 111“ Lichtquellen bzw aus Selbstsendern Hauptsender „S/S 2 ZNr 75“ oder schlichtweg nur Sender „S/S 4 ZNr 70“. Eine Person unterteilte künstliche Lichtquellen auch noch weiter in kalte und warme „S/S 6 ZNr 85“, eine Aufsplitterung, welche vom Lehrbuch so eigentlich nicht explizit vorgenommen wird, jedoch aus physikalischer Sicht nicht unschlüssig ist.

Ebenso gilt auch für beide Gruppen, dass sämtliche Schüler/innen Repräsentanten der natürlichen sowie künstlichen Lichtquellen bzw der Selbst- und Zwischensender korrekt benennen können „S/S 1 ZNr 71-74, S/S 2 ZNr 93-95, S/S 3 ZNr 82-83, S/S 4 ZNr 79-80, S/S 5 ZNr 152-154, S/S 6 ZNr 97-98, S/S 7 ZNr 111-113, S/S 8 ZNr 119-120“.

9. 2. 3 Eigenschaften der Repräsentanten

Auch für die Eigenschaften der unterschiedlichen Arten von Lichtquellen bzw Sendern gilt, dass dies der „AECC“ Gruppe besser zu erklären gelingt als der „Physik verstehen 4“ Gruppe. Dies kann dadurch begründet werden, dass das Schulbuch „Physik verstehen 4“ ebenso wie auf die Definition einer Lichtquelle an sich auch auf jene für natürliche und künstliche verzichtet und einzig Beispiele für solche anführt.

Dies spiegelt sich auch in den Antworten der befragten Schüler/innen wieder, welche sich für die Beantwortung dieser Frage auch auf die Charakteristik spezieller Repräsentanten beziehen. Dies gilt zum Beispiel für den Ansatz, dass künstliche Lichtquellen etwas mit Strom zu tun haben müssen „S/S 5 ZNr 157-158 sowie S/S 8 ZNr 156-157“, da sich dieser auf die Glühlampe als Vertreter bezieht. In ähnlicher Weise wird auch argumentiert, dass die Unterscheidung von Lichtquellen anhand des Materials, aus welchem es aufgebaut ist, oder dessen Größe „S/S 6 ZNr 109-111 bzw 101-104“ vollzogen werden kann. Künstliche Lichtquellen bestünden in Anlehnung an Glühbirnen daher eher aus Glas oder Metall, also aus Materialien, welche aus Schülersicht vom Menschen geschaffen werden, während natürliche Lichtquellen aus „körperlichem“ Material bestünden, wie zum Beispiel das Leuchtorgan spezieller Fische. Eine dritte Unterscheidungsmöglichkeit wird dahingehend eingeführt, dass natürliche Lichtquellen in der Regel sehr heiß wären „S/S 6 ZNr 101-104“, künstliche hingegen kaltes Licht produzieren „S/S

7 ZNr 115-117“. Diese Argumentationen stehen jedoch auch damit in Verbindung, dass auch eine Teilhabe bzw Nichtteilhabe des Menschen impliziert wird „S/S 8 ZNr 154“. So sagt eine befragte Person zum Beispiel: „ich glaube Künstliche, die dreht man ja auf, dann kommt Strom herein, und das ist einfach so, also wenn man es aufdreht, dann kann man es unter Kontrolle halten. Ich glaub die Sonne die leuchtet einfach, nicht weil es ihr Spaß macht, sondern weil sie tut das einfach so, sie, man kann sie nicht stoppen, dass sie leuchtet.“, was durchaus auch als Teilhabe bzw Einfluss des Menschen gedeutet werden kann „S/S 5 ZNr 159-160“.

Für die „AECC“ Gruppe gilt, dass einer von vier befragten Jugendlichen korrekt wieder geben kann, dass Selbstsender Licht selbst erzeugen und Zwischensender angestrahlt werden bzw dieses Licht nur weiter leiten „S/S 1 ZNr 68-69“. Die anderen drei befragten Personen geben zwar allesamt die Eigenschaften von Zwischensendern adäquat wieder, erläutern für den Selbstsender jedoch nicht explizit, dass dieser Licht selbst erzeugt. Jedoch kann angenommen werden, dass alle drei Schüler/innen das Prinzip des Selbstsenders dennoch verstehen, da sie diesen einerseits klar von Zwischensendern abgrenzen und andererseits erklären, dass Selbstsender selber Licht abgeben, selber Licht ausstrahlen bzw schon hell sind und nur Licht abgeben „S/S 2 ZNr 75-77, S/S 3 ZNr 68-72, S/S 4 ZNr 76-77“. Vor allem aufgrund der Verwendung des Wortes selber kann hierbei darauf geschlossen werden, dass diese Jugendlichen mit deren Formulierung eigentlich das Phänomen der Lichterzeugung anzusprechen versuchen.

Wiederum für beide Gruppen gilt, dass fast alle befragten Jugendliche richtig einschätzen können, dass die Wahl der Lichtquelle keinen Einfluss auf den Sehvorgang nimmt „S/S 1 ZNr 84-85, S/S 2 ZNr 122, S/S 3 ZNr 87, S/S 4 ZNr 89-90, S/S 5 ZNr 167-168, S/S 6 ZNr 118, S/S 7 ZNr 142-143“. Einzig eine Person aus der Gruppe „Physik verstehen 4“ verneint für den Fall eines Glühwürmchens sowie eines Laptops, da das Erstere heller sei und man beim Zweiteren einfach nur Farben sehen könne „S/S 8 ZNr 175-176“. Ebenfalls zu beobachten ist, dass sich manche Schüler/inne für den speziellen Fall der Sonne als natürliche Lichtquelle bzgl. des Einflusses auf den Sehvorgang nicht mehr sicher sind „S/S 5 ZNr 167-168, S/S 7 ZNr 145“.

9. 2. 4 Das Sehen von Gegenständen

Generell kann gesagt werden, dass es den befragten Schüler/innen wesentlich leichter fällt zu erklären, warum man Objekte oder Gegenstände sehen kann, als zu erklären, warum man selbige nicht sehen kann. Dies gilt insbesondere dahingehend, wann die SEV als Grundlage für den Sehprozess angewandt wird und wann nicht. Darüber hinaus ist ebenfalls zu beobachten, dass die Gruppe „AECC“ die SEV öfter als Begründung verwendet, als dies die Befragten der Gruppe „Physik verstehen 4“ tun und daher behauptet werden kann, dass sie mit der SEV etwas

selbstverständlicher und geschulter umgehen können, was allerdings in Abschnitt 9. 2. 5 noch näher erläutert werden soll.

Alle interviewten Schüler/innen, welche den Textausschnitt des AECC gelesen haben, können im Anschluss daran auf die Frage, warum man einen konkreten Gegenstand (im Regelfall der Tisch, an welchem gearbeitet wurde oder der Sessel auf dem der Interviewer saß) sehen kann, physikalisch adäquate Antworten geben. Sie geben an, dass Licht oder Strahlung in das Auge gelangen muss „S/S 1 ZNr 87-92, S/S 2 ZNr 127-128, S/S 3 ZNr 104-105, S/S 4 ZNr 99-102“. Für den Fall, dass ein Gegenstand nicht gesehen werden kann (in diesem Interview durch eine rote Sammelmappe realisiert, welche unter einem Tisch liegt), verwenden jedoch nur mehr 2 von 4 Jugendlichen die SEV als Grundlage für ihre Begründung „S/S 1 ZNr 102-104, S/S 4 ZNr 118“. In den anderen Fällen wird argumentiert, dass der Gegenstand verdeckt sei bzw dass andere Gegenstände vor diesem stünden „S/S 2 ZNr 140 sowie S/S 3 ZNr 111“. Was dies physikalisch adäquat ausgedrückt bedeutet, kann nicht formuliert werden.

Für die Schüler/innen der Gruppe „Physik verstehen 4“ gilt, dass 3 von 4 das Sehen eines Tisches oder Sessels anhand der SEV erklären „S/S 5 ZNr 174-175, S/S 6 ZNr 129-135, S/S 7 ZNr 161-162“. Die vierte interviewte Person führt dies zwar auch kurzzeitig aus, revidiert ihre Aussage jedoch im selben Atemzug „S/S 8 ZNr 229-239“. Für den Fall der Sammelmappe, welche von allen Jugendlichen nicht gesehen werden kann, begründet dies in dieser Gruppe 1 von 4 Befragten anhand der SEV „S/S 6 ZNr 144“. Die anderen 3 Schüler/innen argumentieren hingegen sehr ähnlich wie dies in der AECC-Gruppe der Fall ist. Einerseits könne man die Mappe nicht sehen, weil man keine Sicht auf diese hätte bzw die Mappe nicht ansähe „S/S 5 ZNr 178-179 sowie S/S 7 ZNr 181-186“, andererseits könne man einen Gegenstand, welcher sich hinter einem befindet nicht sehen „S/S 8 ZNr 189-190“ ,weil man schlichtweg „hinten keine Augen hat“.

9. 2. 5 Leuchtreklame

Wie bereits in 9. 2. 4 angeführt, kann behauptet werden, dass die Gruppe „AECC“ die SEV als Grundlage für das Sehen etwas besser einsetzen kann, als dies für die Gruppe „Physik verstehen 4“ der Fall ist. Begründen lässt sich dies unter anderem damit, dass mehr Befragte die SEV auch auf die abschließende Fragestellung bzgl. der Leuchtreklame anwenden. In der AECC-Gruppe sind dies 3 von 4 Schüler/innen, welche das Sehen der Leuchtreklame, entweder als Selbst- oder Zwischensender, auf das Einfallen von Licht in das Auge begründen „S/S 1 ZNr 114-122, S/S 2 ZNr 162, S/S 4 ZNr 143-144“. In der Gruppe „Physik verstehen 4“ bauen 2 von 4

Schüler/innen ihre Argumentation auf der SEV auf „S/S 6 ZNr 174-175 sowie S/S 7 ZNr 212-214“.

Für beide Gruppen kann jedoch wiederum gesagt werden, dass es allen Schüler/innen recht leicht fällt, die Leuchtreklame je nach Modus als Selbst- oder Zwischensender bzw als Lichtquelle oder Licht reflektierenden Gegenstand zu bezeichnen.

10 Conclusio

Zurückblickend auf die Ergebnisse für den Analyseraster und die Sachstrukturanalysen kann festgehalten werden, dass die Unterschiede zwischen konventionellen Schulbüchern sowie dem Unterrichtsmaterial des AECC – Physik teils sehr deutlich ausfallen, wobei Zweiteres oftmals mehr überzeugen kann. Ebenso zeigt die Auswertung auch, dass das Maß an physikdidaktischen Erkenntnissen, welche diese berücksichtigen, sehr stark voneinander abweichen. Dies äußert sich unter anderem in Formulierungen, welche das Ausbilden physikalisch adäquater Vorstellungen auf Seite der Schüler/innen nicht positiv fördern oder auch in der Komplexität der verwendeten Texte sowie der Diversität der gestellten Aufgaben, hinsichtlich der Kompetenz, welche diese ansprechen.

Andererseits zeigen die gewonnenen Erkenntnisse jedoch genauso, dass sich die konventionellen Schulbücher untereinander sehr stark voneinander unterscheiden, was sowohl deren Aufbau als auch didaktischen Gehalt betrifft. Pauschalisierungen bzw. Generalisierungen hinsichtlich deren Qualität können und sollten daher nicht getroffen werden. Ebenfalls kann nicht von „dem Physik-Schulbuch“ gesprochen werden. Dies folgert insbesondere für eine professionelle Lehrkraft bzw. eine Lehrkraft, welche sich dieser massiven Unterschiede bewusst ist, dass ihr auch hinsichtlich der Auswahl des Schulbuches, welches im Unterricht Verwendung finden soll, ein hohes Maß an Verantwortung zukommt und diese Auswahl keinesfalls bestehenden Strukturen untergeordnet werden oder gar als minder bedeutend für qualitativ hochwertigen Unterricht angesehen werden darf.

Ebenso kann basierend auf den Ergebnissen des Analyserasters sowie der Sachstrukturanalysen aus den geführten Schüler/inneninterviews weiters gefolgert werden, dass sich die Qualität der Unterrichtsmaterialien maßgeblich in den Lernerfolg von Lernenden auszuwirken scheinen. Dies gilt insbesondere für das Modell der SEV, welches von jenen Jugendlichen, welche mit dem AECC – Unterrichtsmaterial gearbeitet haben deutlich besser aufgenommen und verinnerlicht und auch auf anschließende Transfer- und Übungsaufgaben öfter angewendet wird. Hier scheint demnach der starke Fokus dieses Unterrichtsmaterials auf die nachhaltige Einführung der SEV sowie deren permanentes Wiederholen und Zurückverweisen in den Folgekapiteln einen positiven Einfluss auf den Lernerfolg der Schüler/innen genommen zu haben.

Eine Betonung dieser Grundvorstellung im Optikunterricht scheint folglich eine grundlegende Notwendigkeit für qualitativen Unterricht zu sein.

11 Anhang

11. 1 Kompetenzmodell NaWi 8

11. 1. 1 Handlungsdimensionen des Kompetenzmodells NaWi 8

1 Handlungsdimension

1.1 Handlungskompetenzen (H)

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

- W 1 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen
- W 2 aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen
- W 3 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren
- W 4 die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

- E 1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben
- E 2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
- E 3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
- E 4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln oder im Team ...

- S 1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen
- S 2 Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln
- S 3 die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden
- S 4 fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

©https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf aufgerufen am 30.5.2013

10. 1. 2 Anforderungsdimensionen des Kompetenzmodells NaWi 8

2 Anforderungsdimension (N)

N1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln.

N3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

©https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf aufgerufen am 30.5.2013

11. 2 Operatoren für die Naturwissenschaften⁹⁵



Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie und Physik)

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Abschätzen (nur Physik)	durch begründetes Überlegen Größenordnungen physikalischer Größen angeben
Analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
Anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
Aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
Aufstellen einer Hypothese	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
Aufstellen einer Reaktionsgleichung (nur Chemie)	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen.
Auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
Begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
Beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
Bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen.
Berechnen	numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
Bestimmen	mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe gewinnen
Beurteilen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
Bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben
Deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
Durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
Entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
Erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
Erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen

⁹⁵ <http://nibis.ni.schule.de/~ursula/Physik/OperatorenNWSek1.pdf> aufgerufen am 19.6.2013

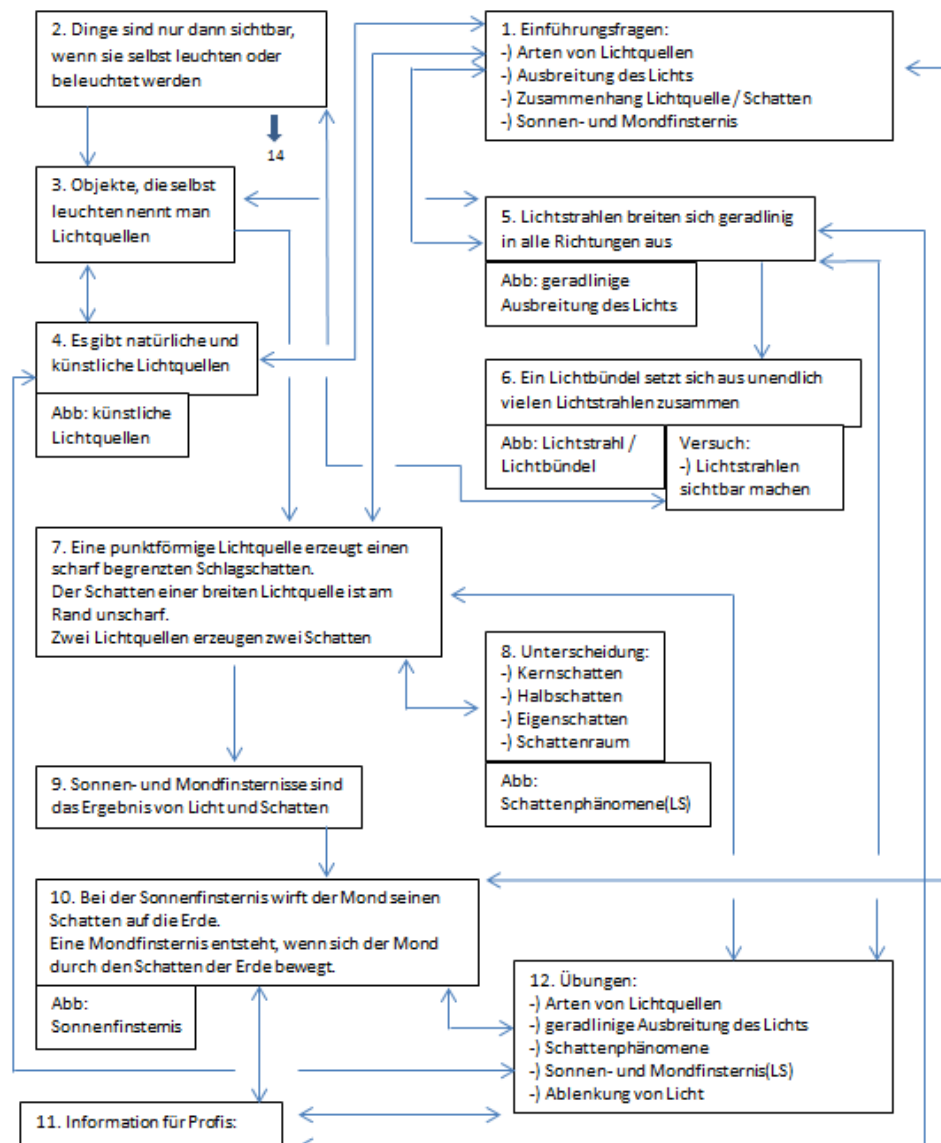


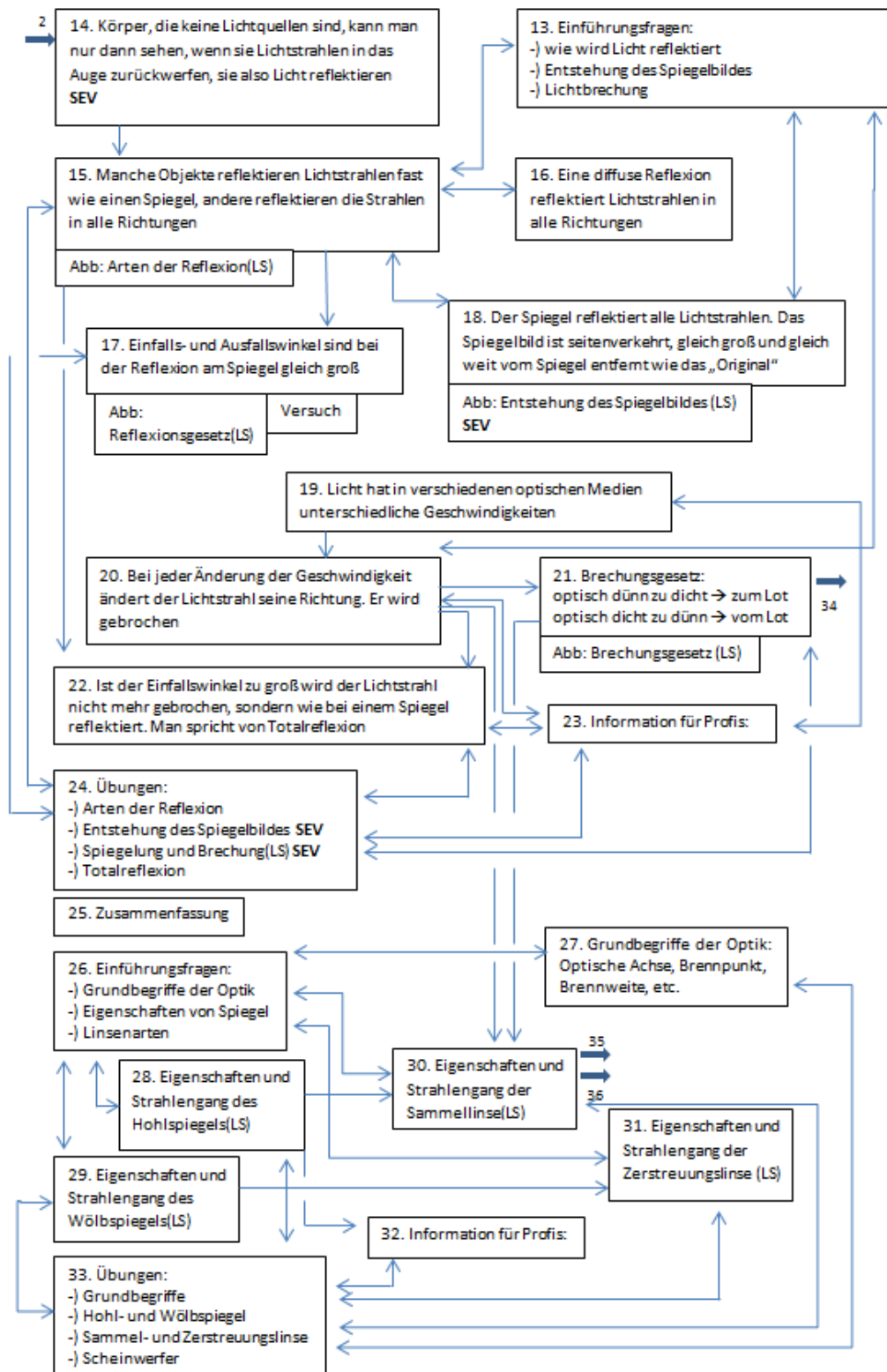
Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
Erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
Herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftlichen Größe erstellen
Nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen
Planen eines Experimentes	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen.
Protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
Skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
Stellung nehmen	zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben.
Überprüfen / Prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
Verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
Vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
Zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
Zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen

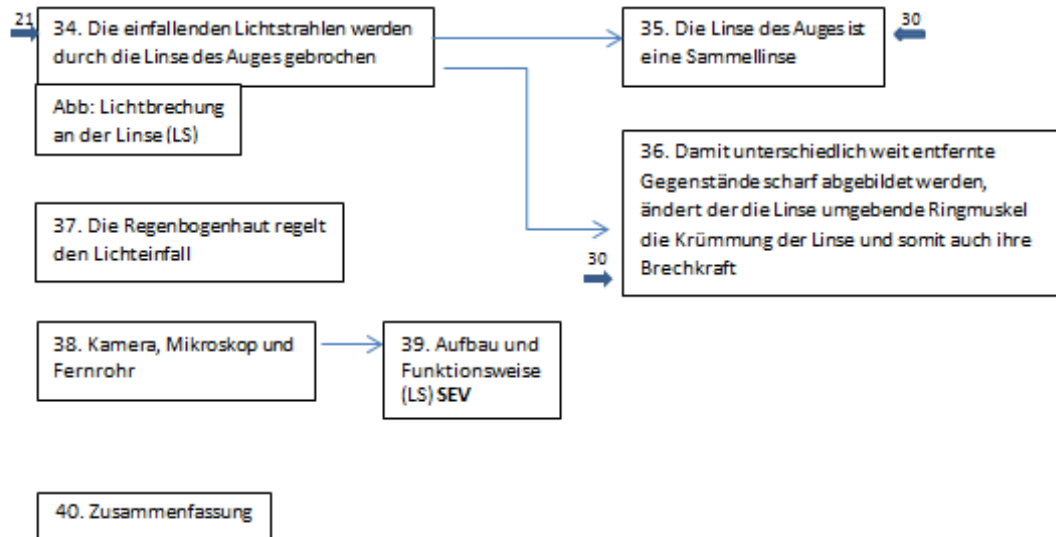
11.3 Sachstrukturanalysen

11. 3. 1 Sachstrukturanalyse „Impuls Physik 4“

Betrachtet werden die Buchseiten 44 – 58 ½

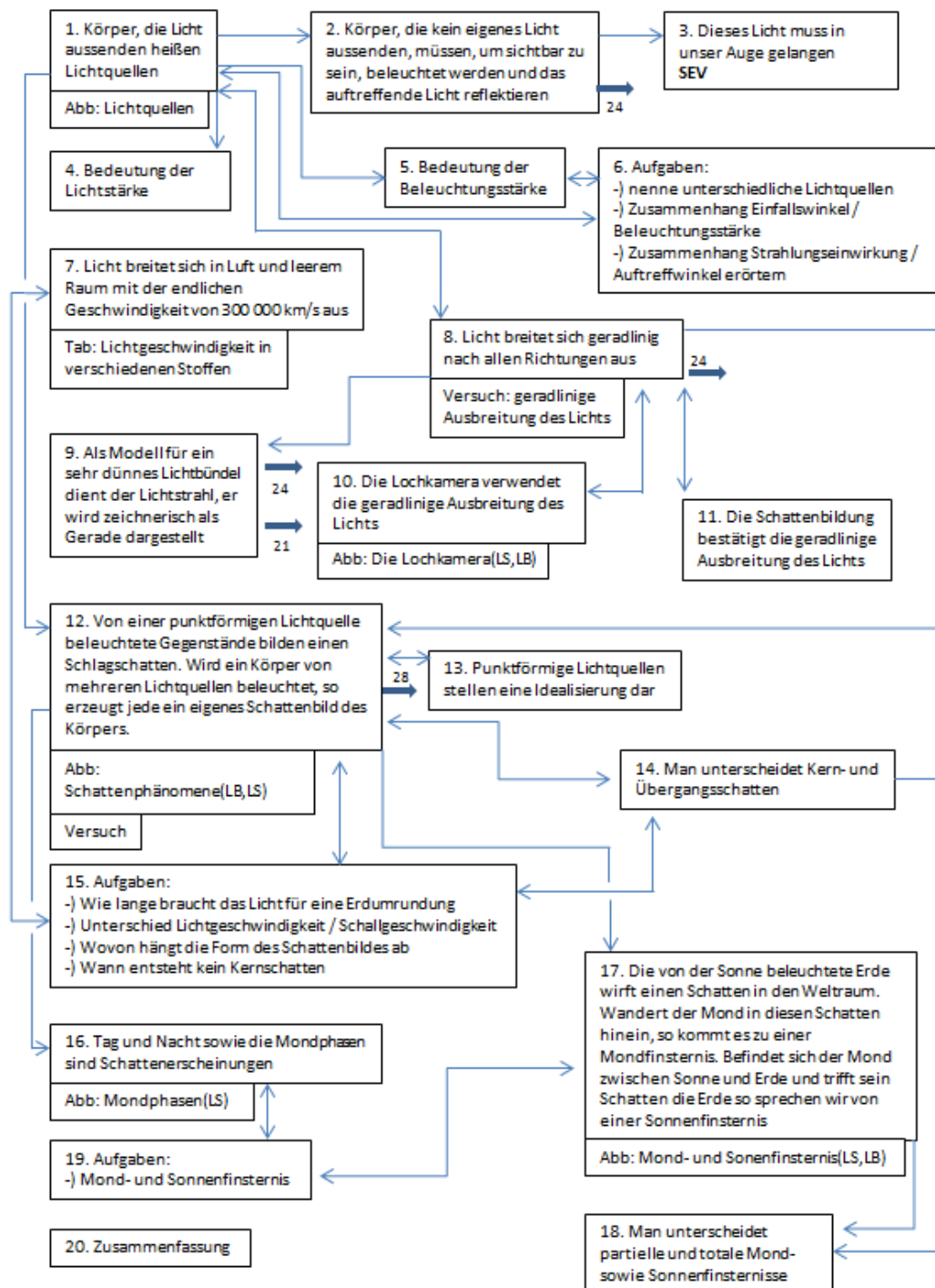


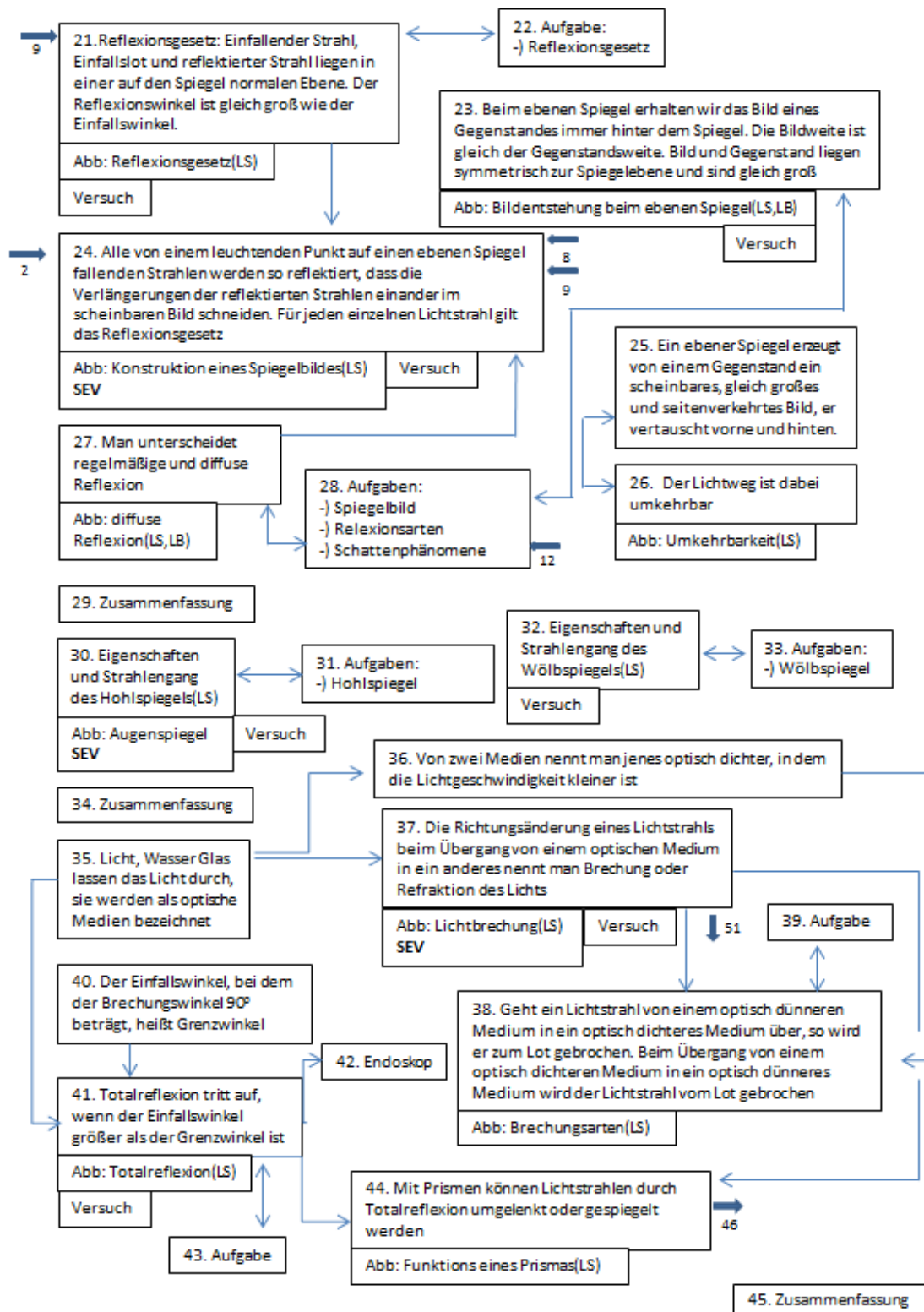


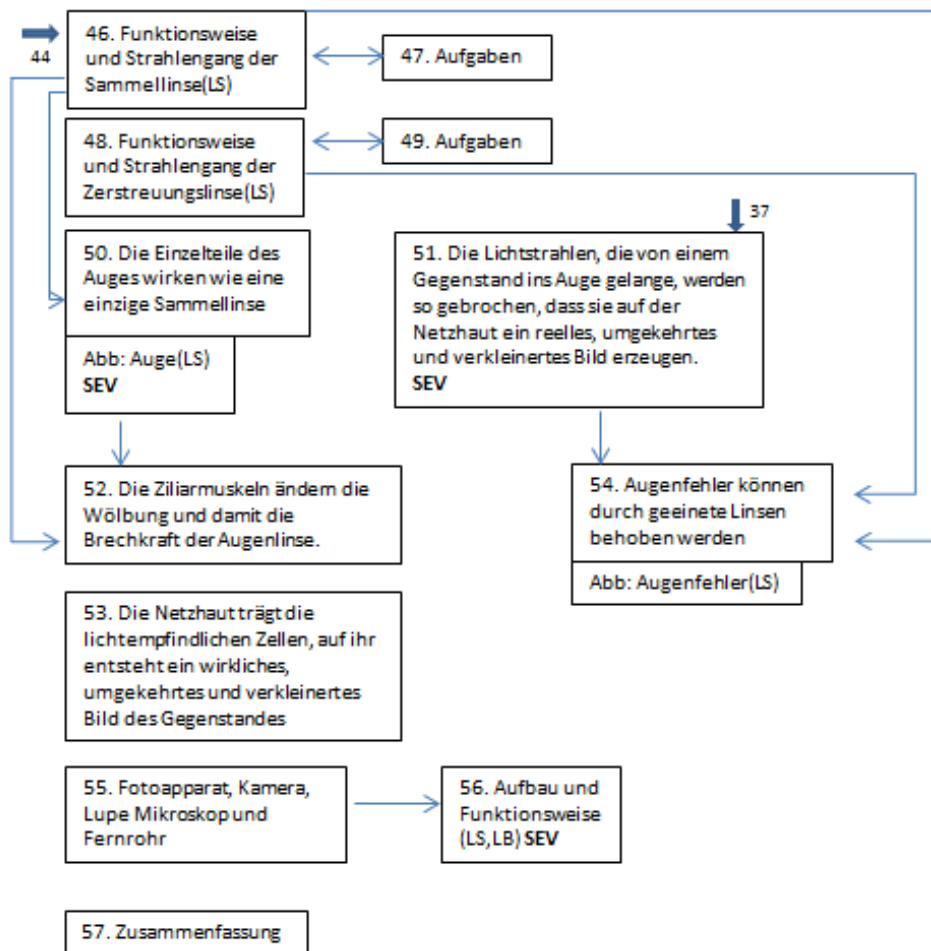


11. 3. 2 Sachstrukturanalyse „Lehrbuch der Physik 4“

Betrachtet werden die Buchseiten 47 - 67

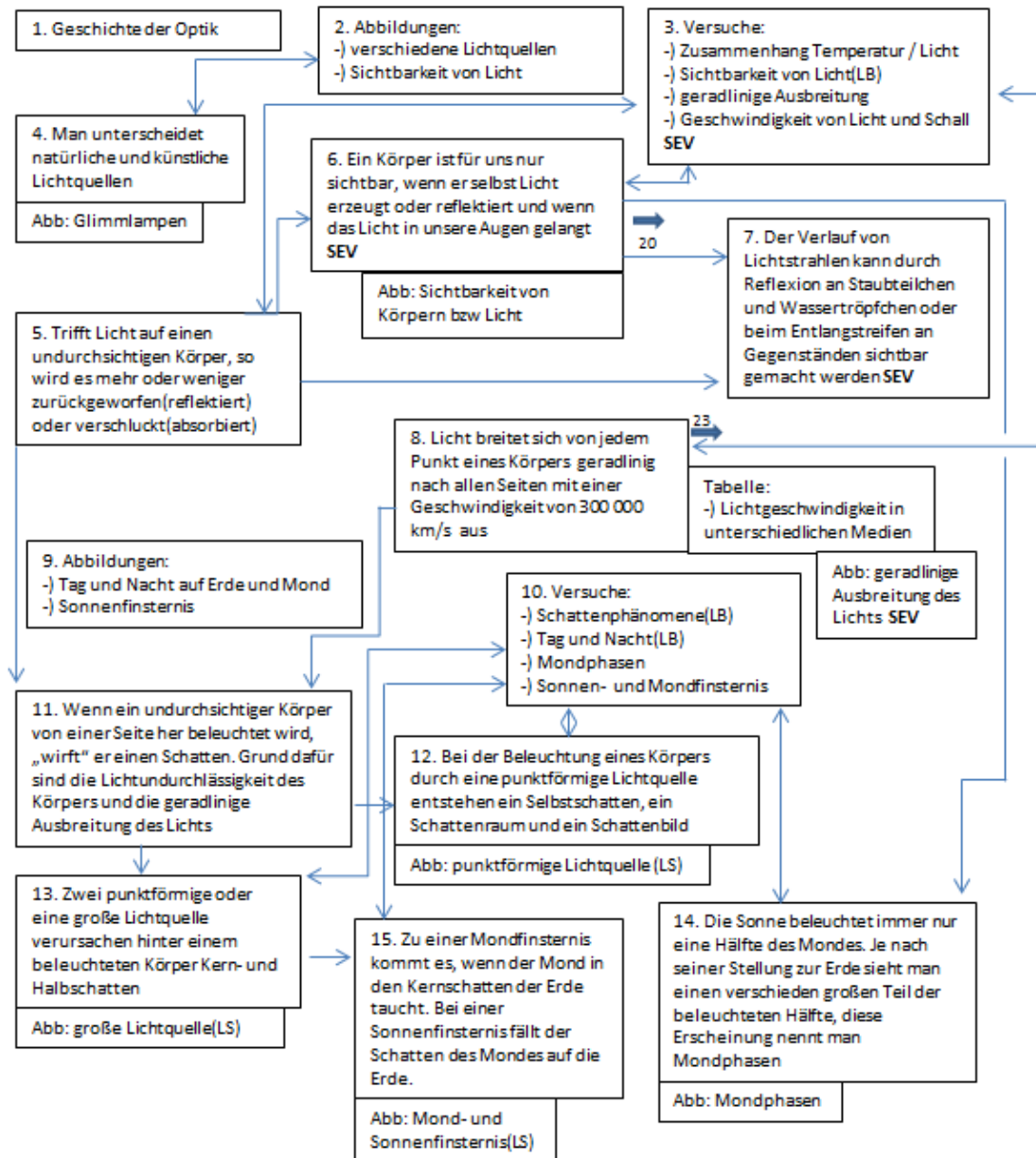


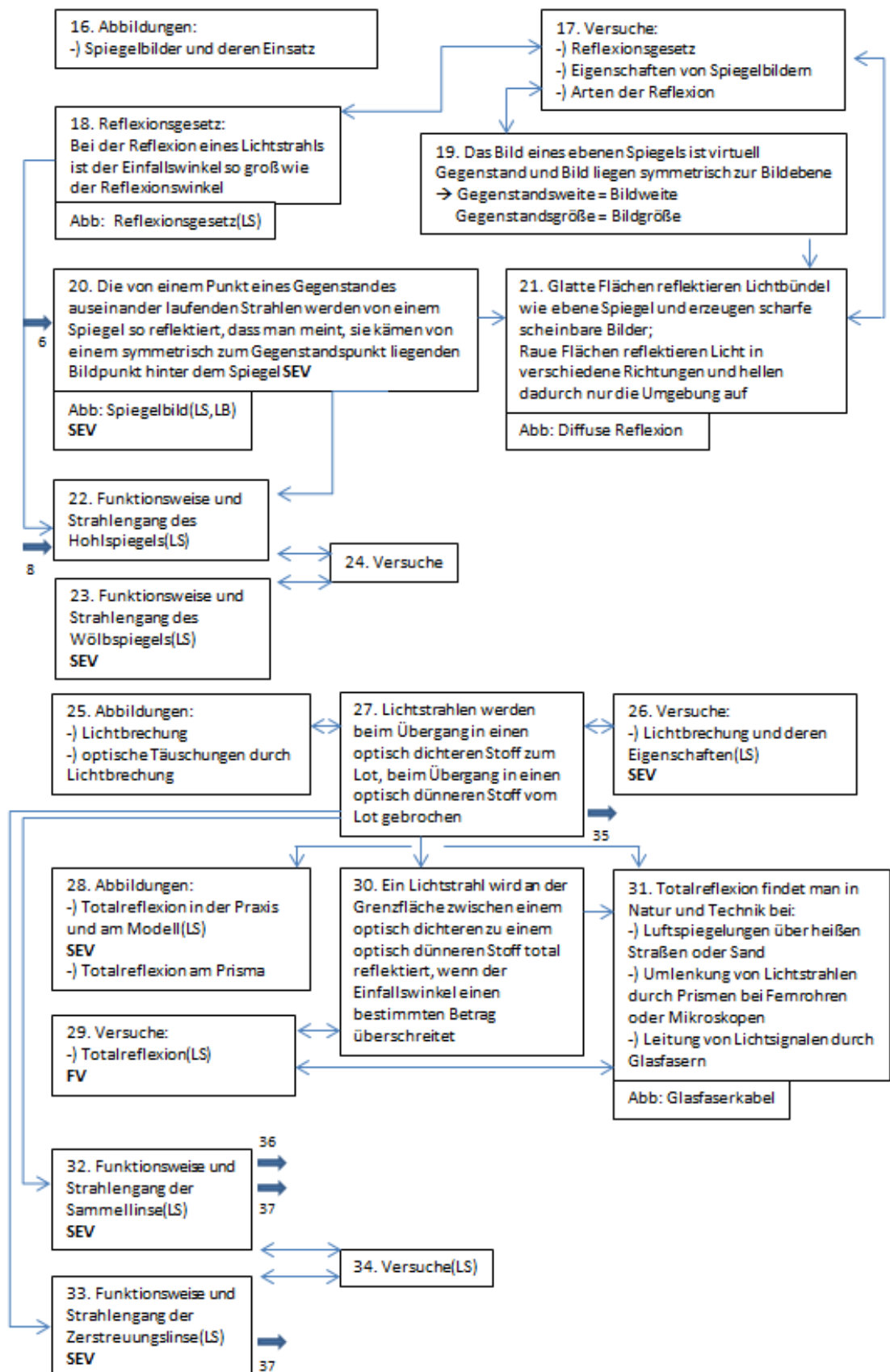


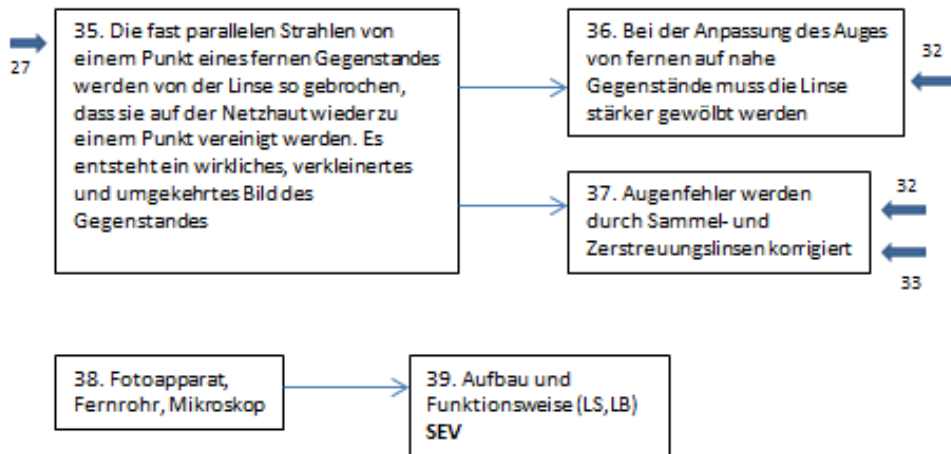


11. 3. 3 Sachstrukturanalyse „Physik verstehen 4“

Betrachtet werden die Buchseiten 24 – 38 exklusive der Buchseiten 36 - 37

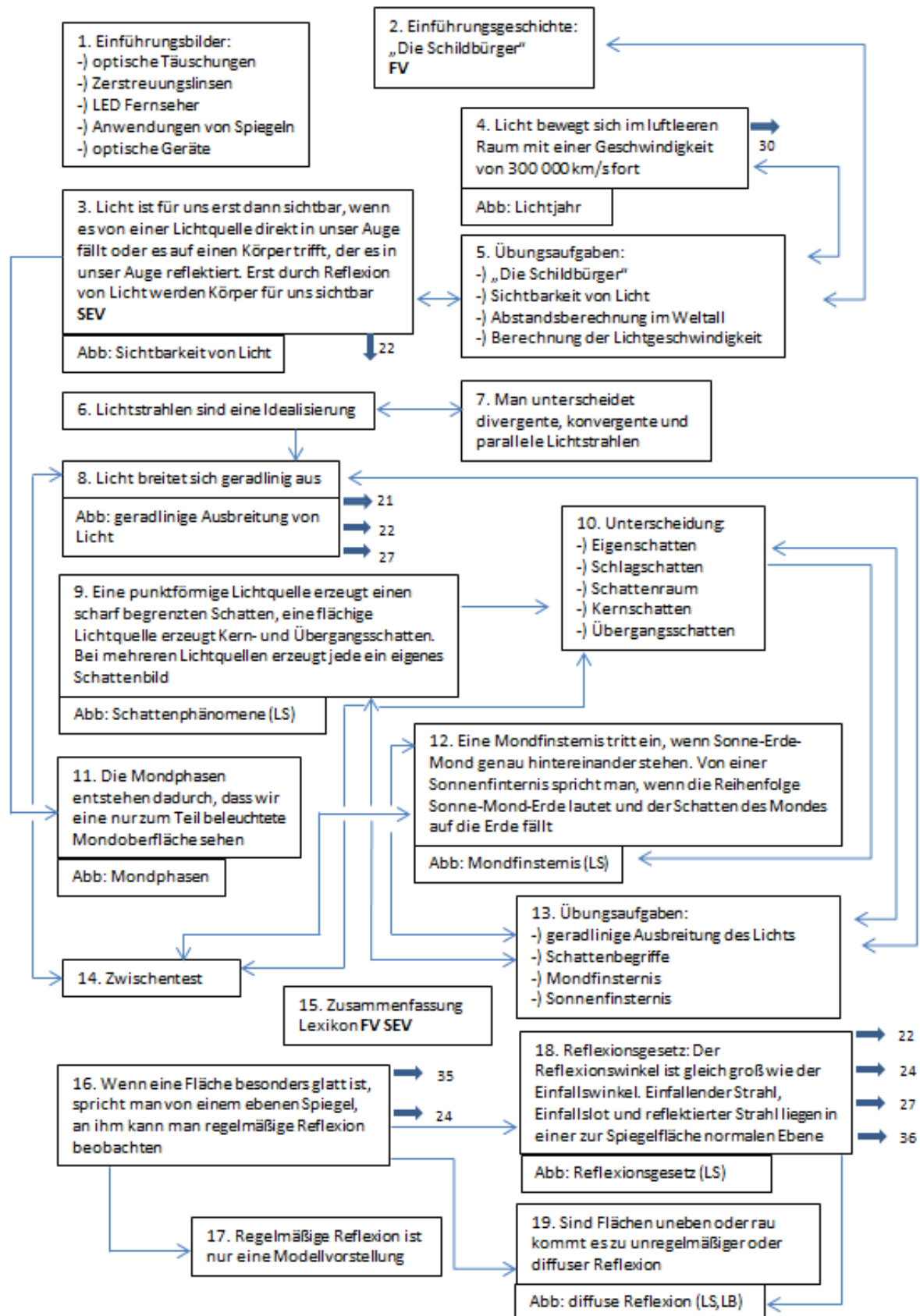


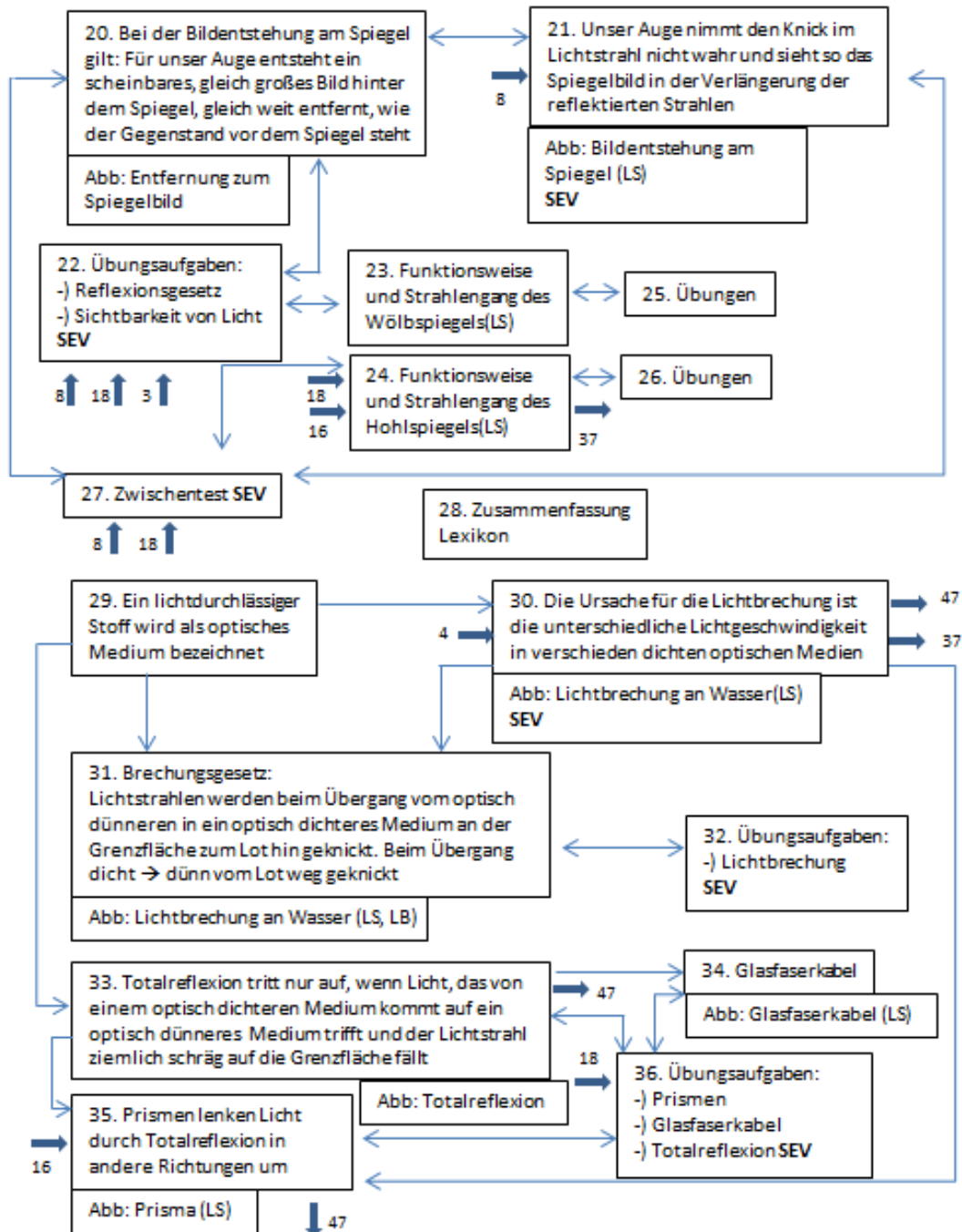


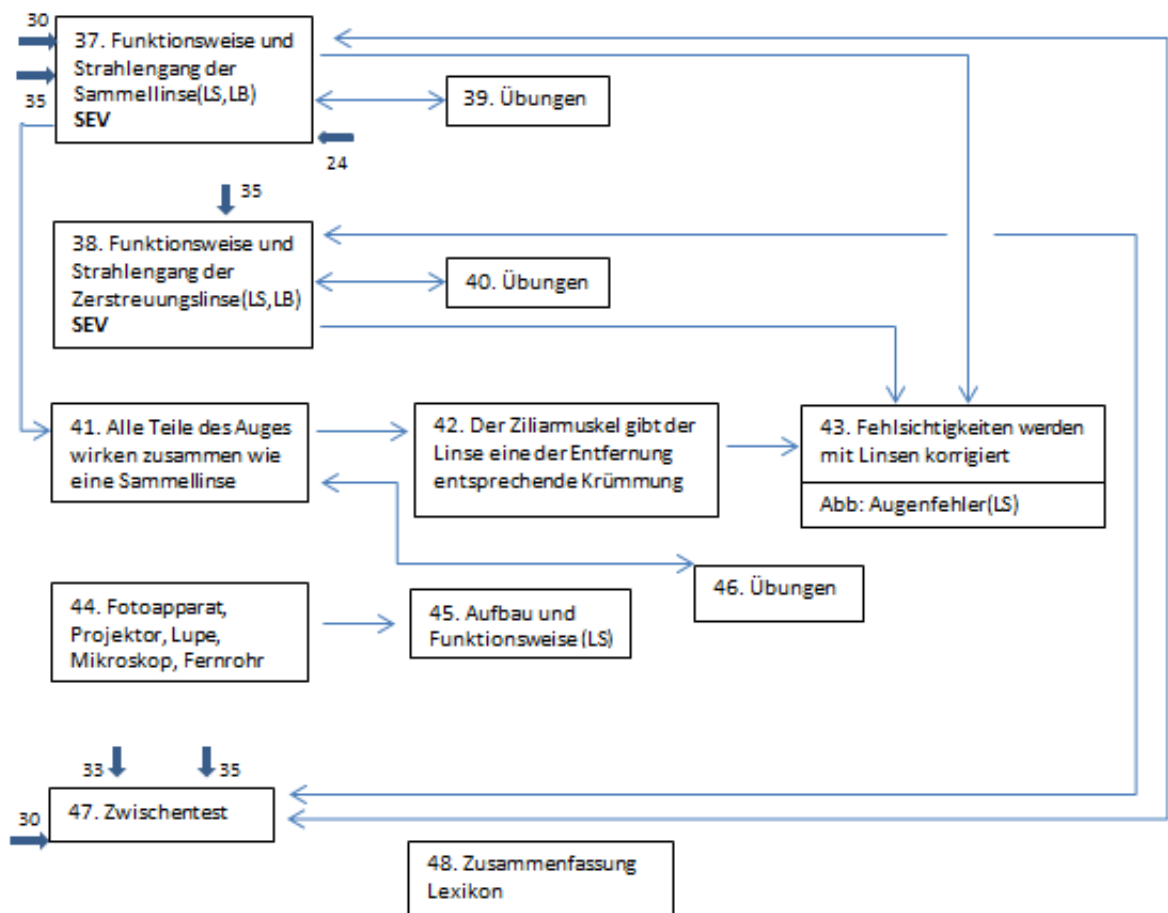


11. 3. 4 Sachstrukturanalyse „Physik heute 4“

Betrachtet werden die Buchseiten 55 – 74 ½ sowie die Buchseiten 75 – 75 ½

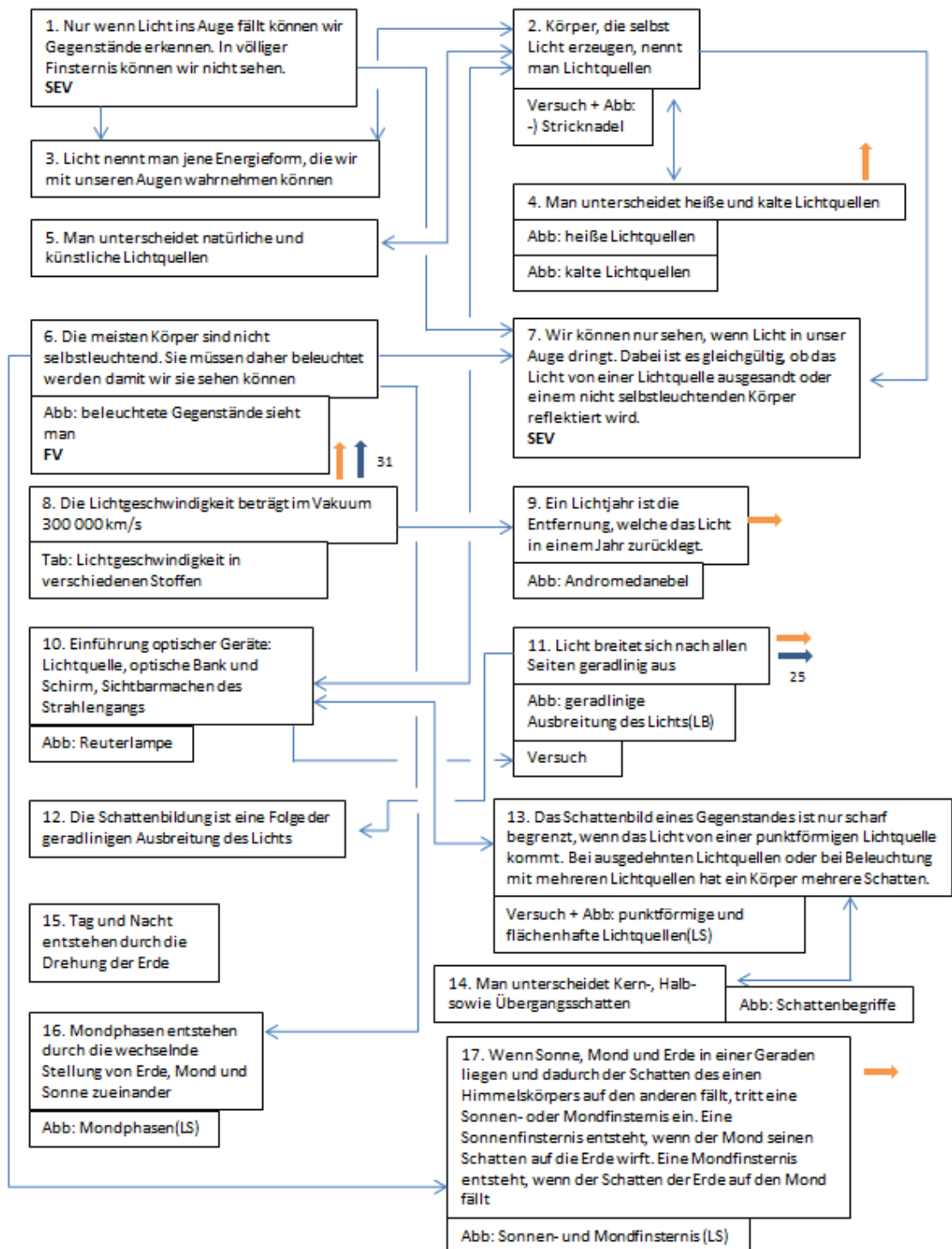


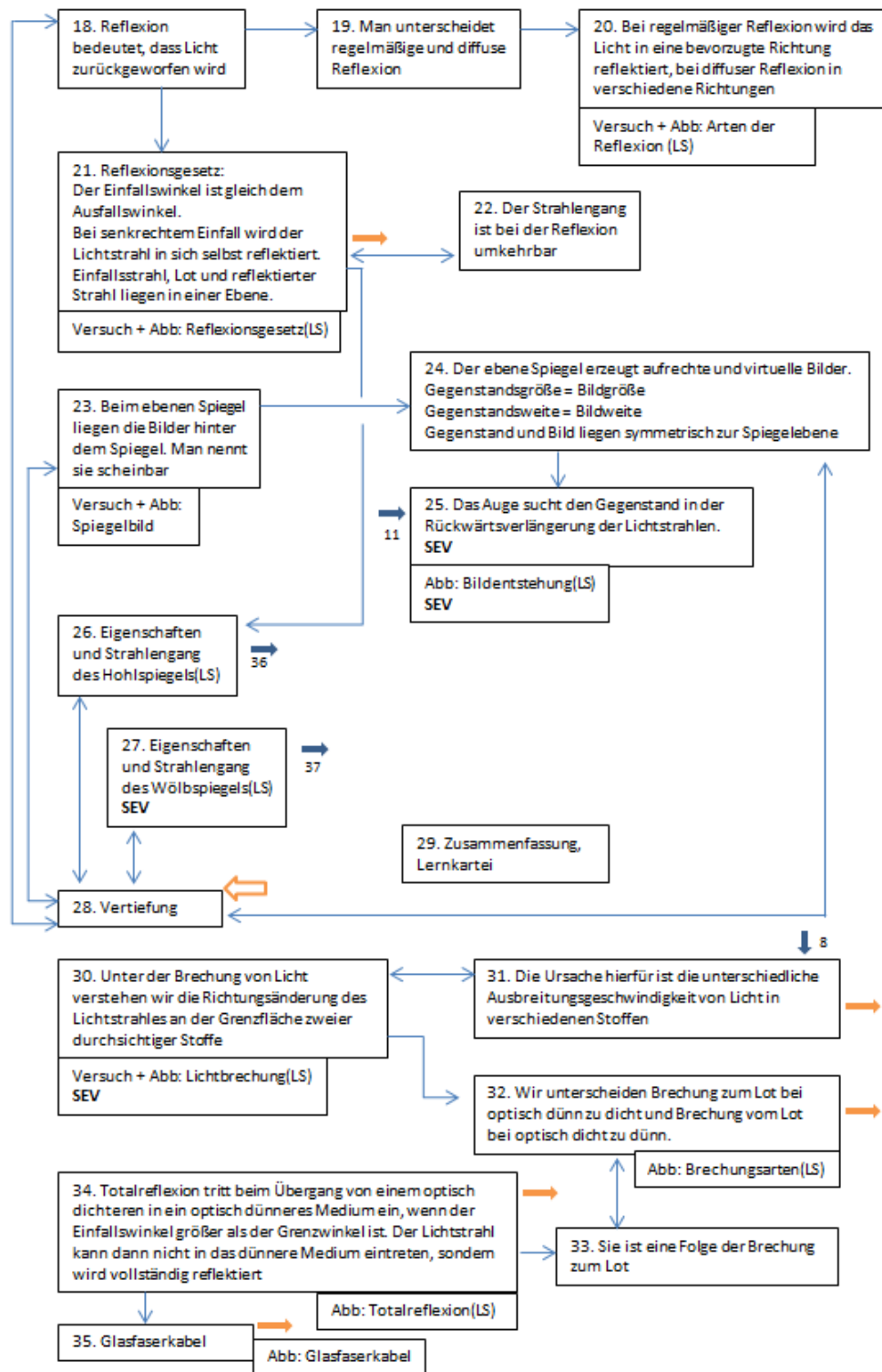


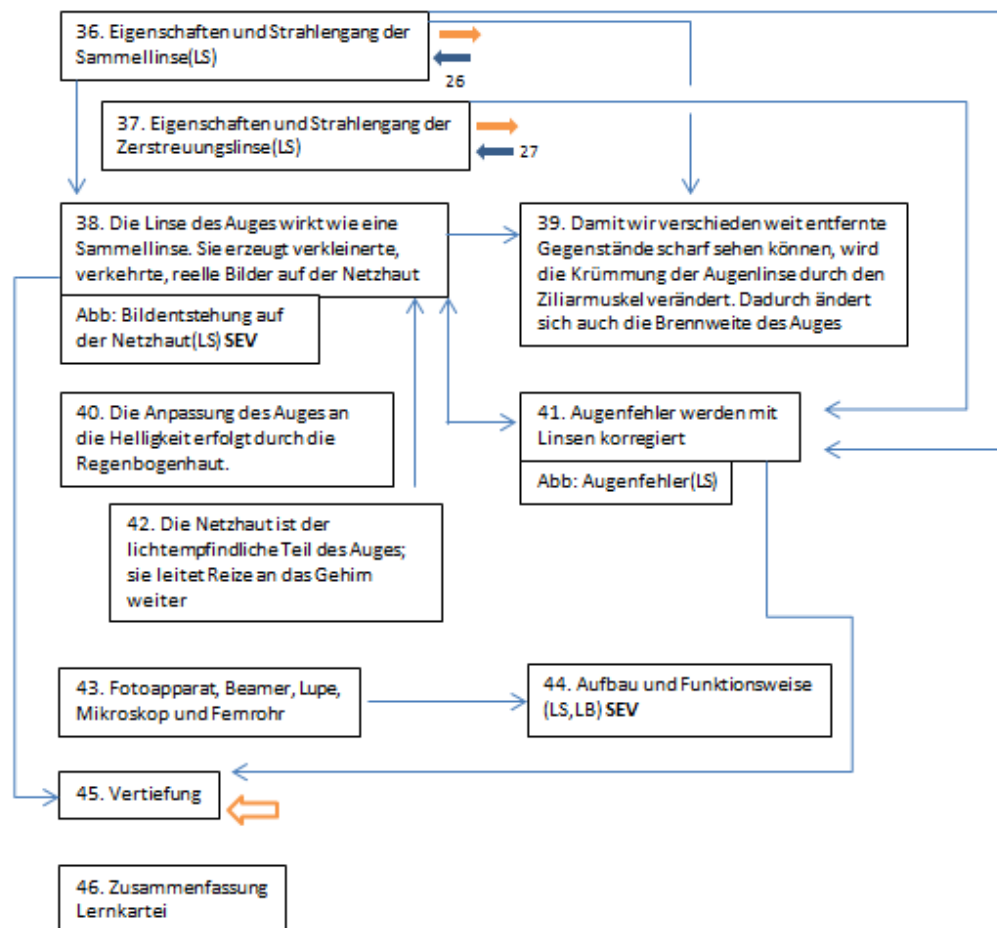


11. 3. 5 Sachstrukturanalyse „Physik ist überall 4“

Betrachtet werden die Buchseiten 53 - 68

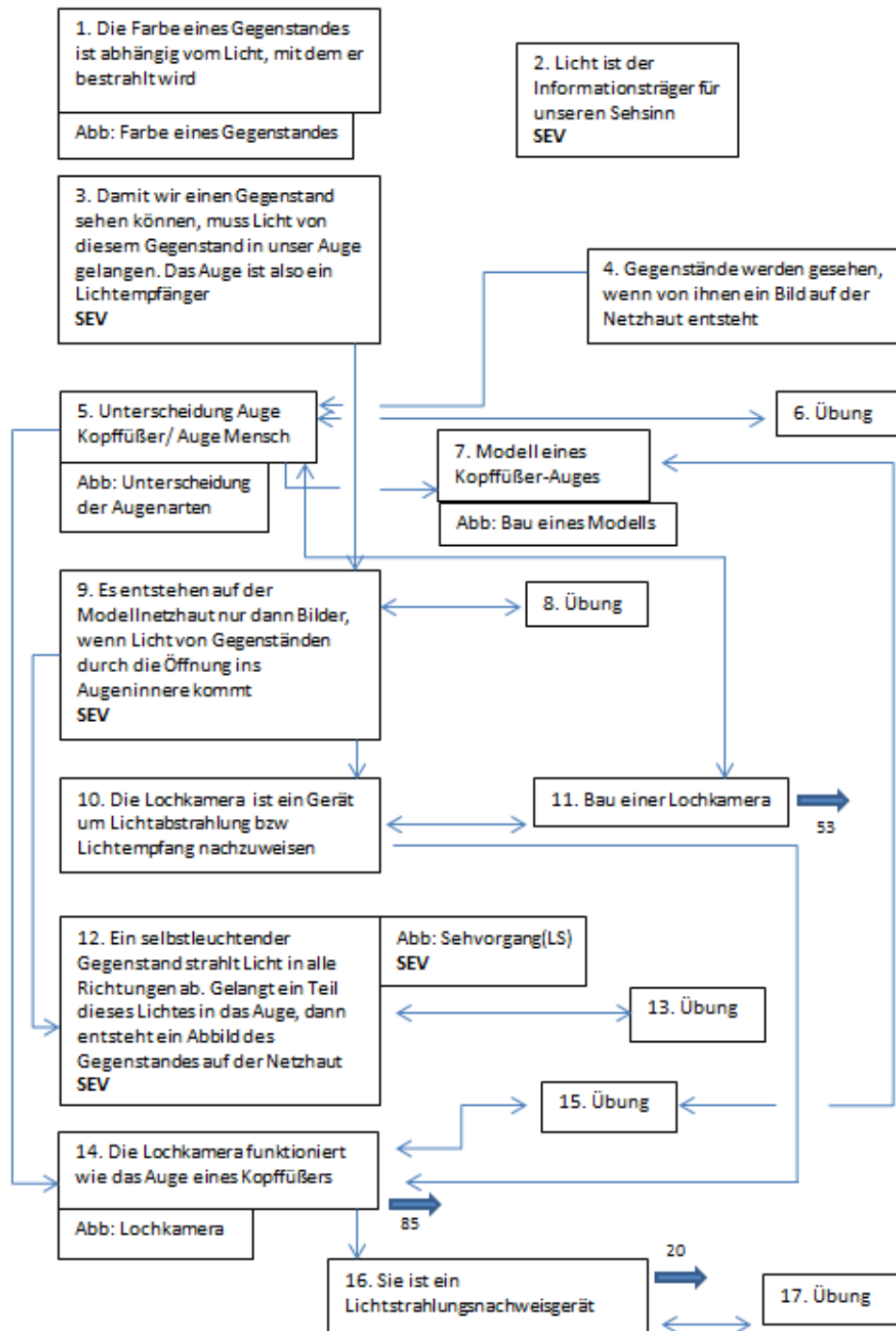


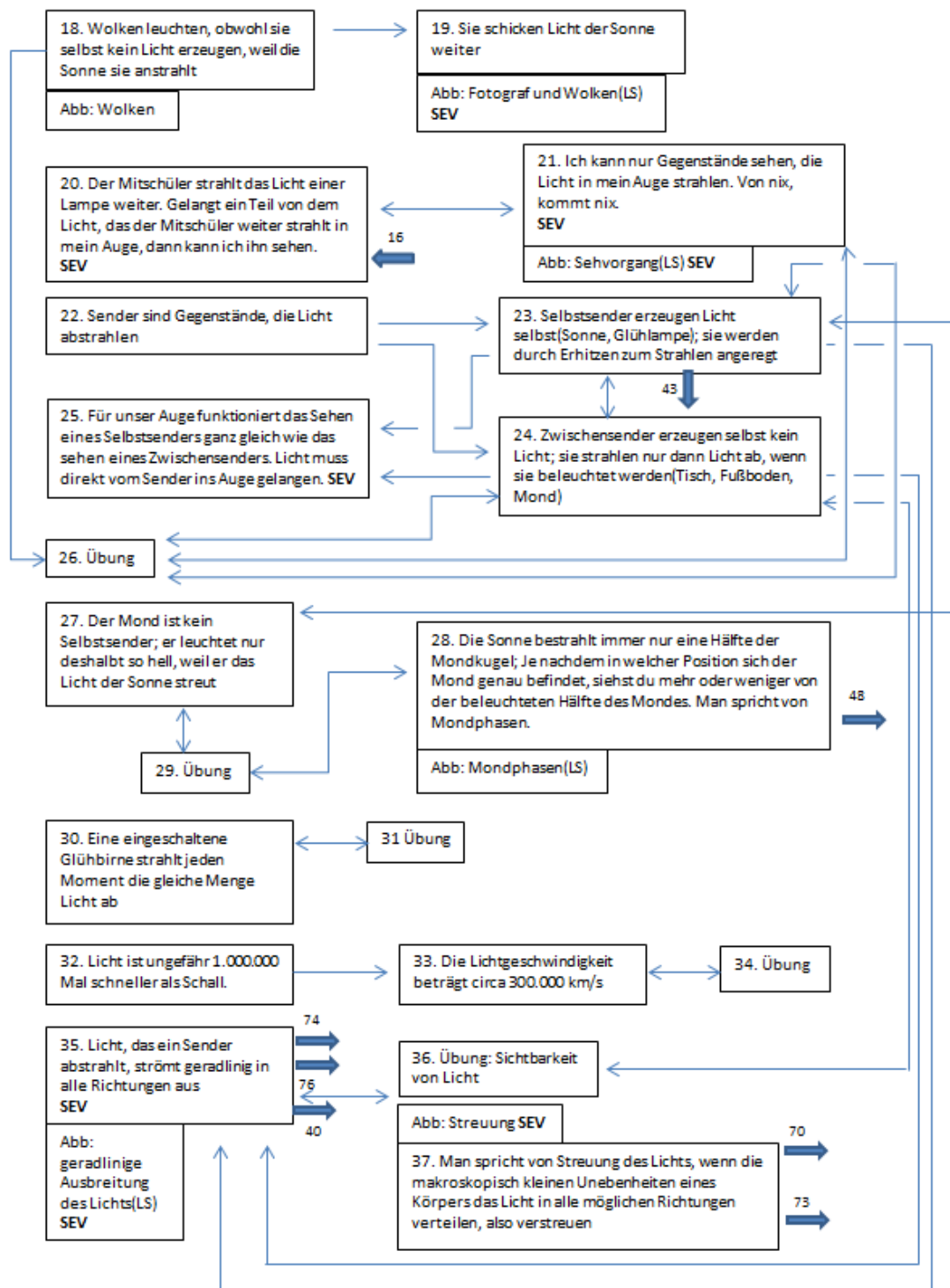


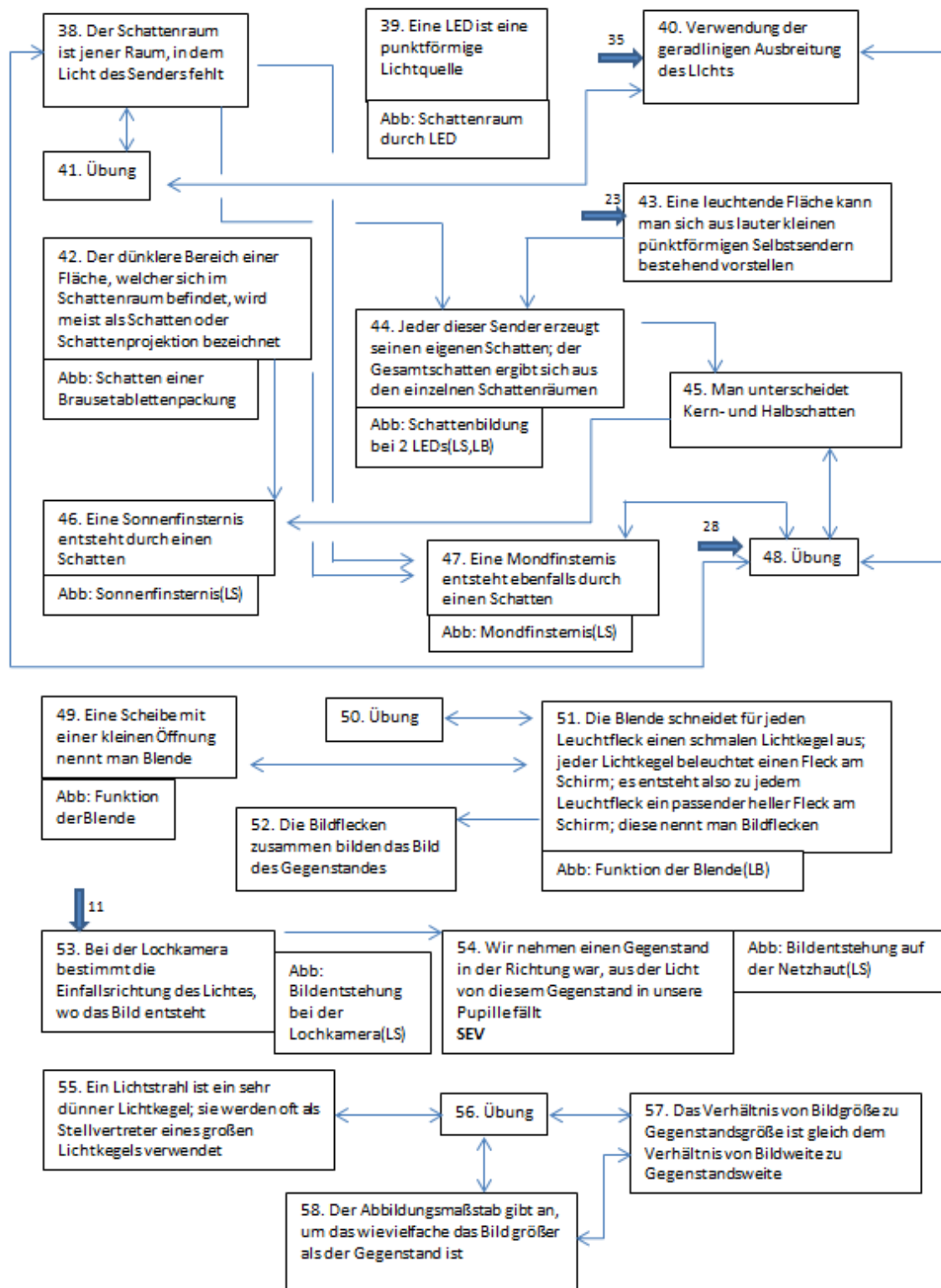


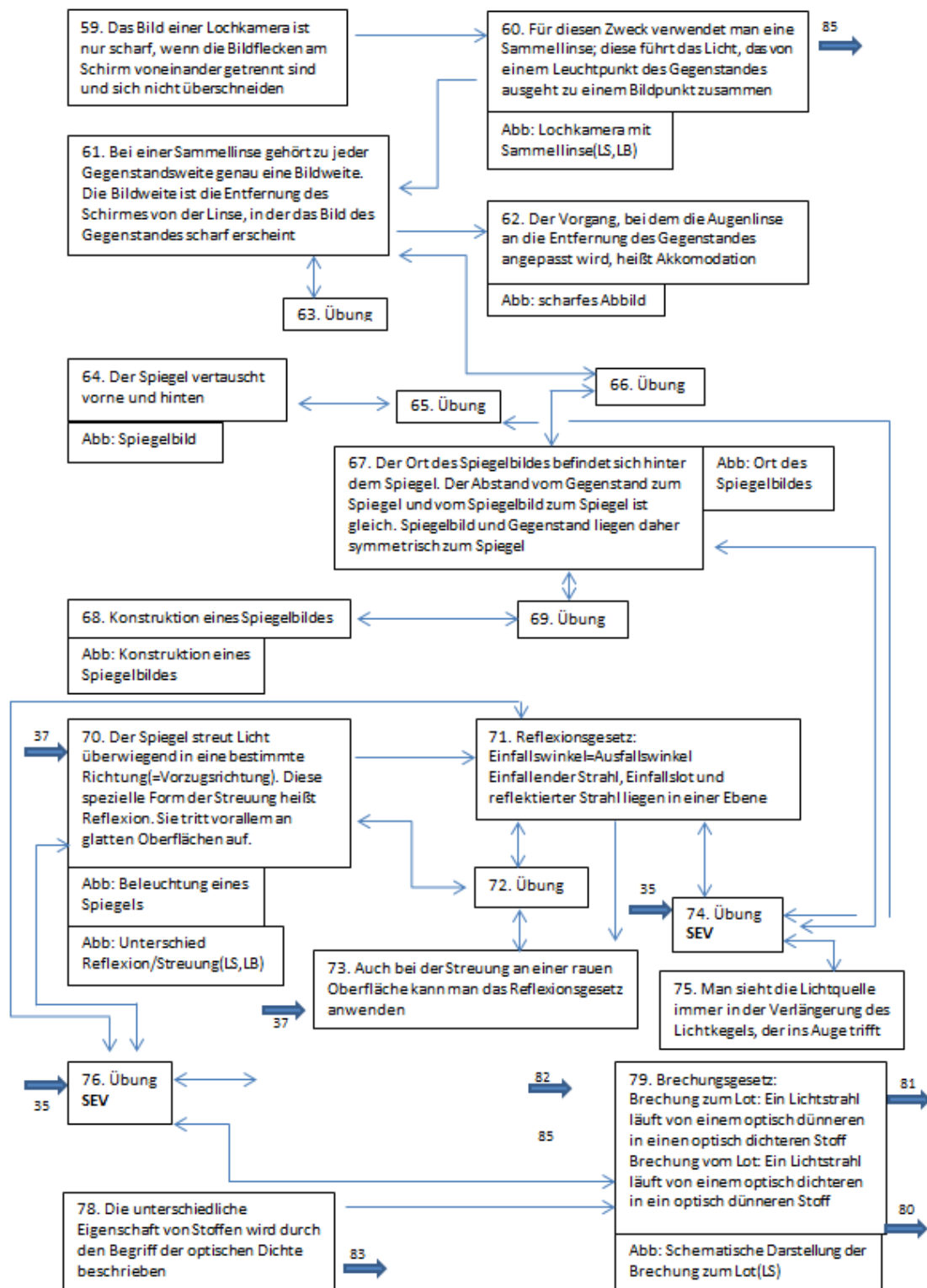
11. 3. 6 Sachstrukturanalyse „AECC-Physik“

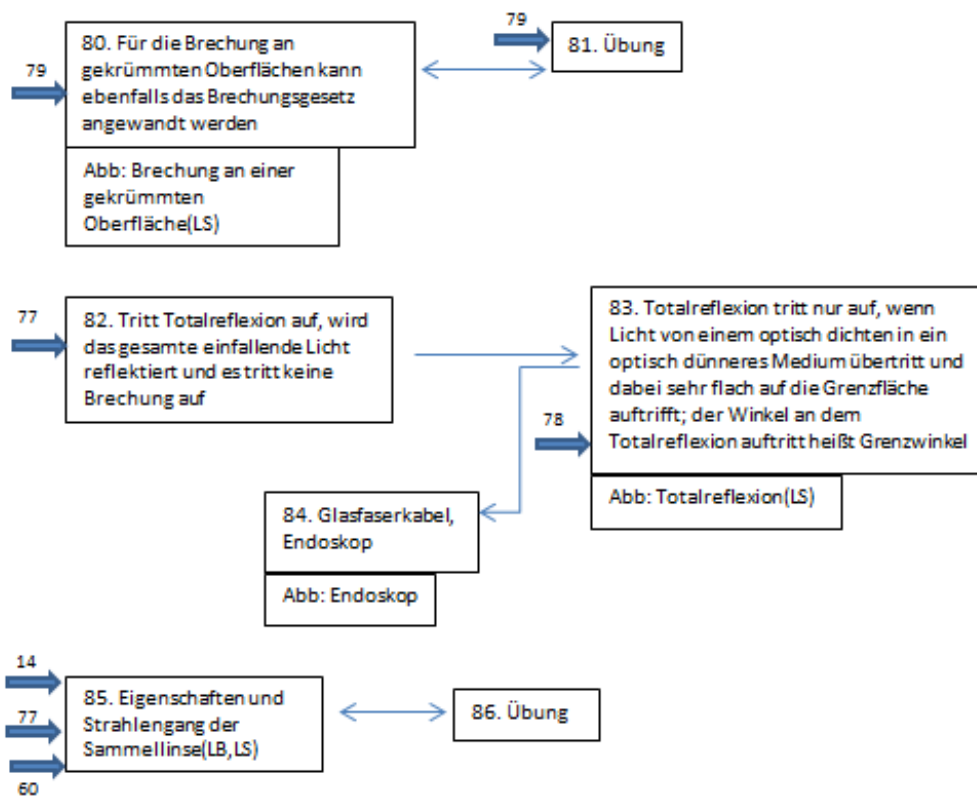
Betrachtet werden die Buchseiten 1 – 19 ½ sowie die Buchseiten 32 – 76











11. 4 Erster Teil des Interviews

Allgemeine Informationen:

Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich

Ich bin _____ Jahre alt

Meine letzte Note in Physik war: ____

Mit meiner Familie spreche ich außer Deutsch noch folgende Sprachen: _____

Interviewcode:

Wie sehr treffen folgende Aussagen auf dich zu?

Bitte Kreuze an!	Trifft völlig zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft gar nicht zu
Mir fällt Physik leicht	☐	☐	☐	☐
Ich bin für Physik begabt	☐	☐	☐	☐
Ich bringe in Physik gute Leistungen	☐	☐	☐	☐
Ich mag Bücher über Physik	☐	☐	☐	☐
Ich mache Physik, weil es mir Spaß macht	☐	☐	☐	☐
Ich freue mich auf meine Physikstunden	☐	☐	☐	☐
Mich interessiert was ich in Physik lerne	☐	☐	☐	☐

Wie sehr stimmst du folgenden Aussagen zu?

Bitte Kreuze an!	Stimme völlig zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme gar nicht zu
Ich glaube, dass ich anspruchsvollen Stoff im Physikunterricht leicht lernen kann	☐	☐	☐	☐
Normalerweise kann ich Prüfungsfragen im Physikunterricht gut beantworten	☐	☐	☐	☐
Ich lerne neuen Stoff im Physikunterricht schnell	☐	☐	☐	☐
Den Stoff im Physikunterricht finde ich einfach	☐	☐	☐	☐
Wenn ich in Physik unterrichtet werde, verstehe ich neue Begriffe leicht	☐	☐	☐	☐
Es fällt mir leicht, neue Ideen im Physikunterricht zu verstehen	☐	☐	☐	☐

Im Unterricht in Physik....

Bitte Kreuze an!	Fast immer	oft	manchmal	nie
finde ich die Inhalte richtig spannend	☐	☐	☐	☐
bin ich mit Freude dabei	☐	☐	☐	☐
macht mir der Unterricht Spaß	☐	☐	☐	☐
möchte ich gern mehr über dieses Thema erfahren	☐	☐	☐	☐
bekomme ich Lust, mich weiter damit zu beschäftigen	☐	☐	☐	☐

Wie viel Zeit verbringst du normalerweise jeden Tag damit, zu deinem Vergnügen zu lesen?

- ☐ Ich lese nicht zum Vergnügen
- ☐ Bis zu 30 Minuten täglich
- ☐ Zwischen einer halben und einer Stunde täglich
- ☐ 1 bis 2 Stunden täglich
- ☐ Mehr als 2 Stunden täglich

Lies dir bitte folgende Aufgaben durch und beantworte die Fragen. Markiere hierfür einfach das gewünschte Kästchen mit einem Kreuz.

Emmas Geburtstag

EG1)

Emma hat Geburtstag. Als Überraschung gibt es eine Geburtstagstorte mit Kerze. Wie du in der Abbildung siehst sind Emmas Augen fest und gut verbunden. Sie kann nichts sehen.



Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche falsch? Kreuze an!

<i>richtig</i>	<i>falsch</i>	
☐	☐	Wir sehen nur Gegenstände, von denen Licht in unsere Augen fällt.
☐	☐	Wir sehen nur Gegenstände, die selbst leuchten.
☐	☐	Es ist im Raum, in dem sich Emma befindet hell.
☐	☐	Emmas Augenbinde versperrt ihr die Sicht.
☐	☐	Das Bild der Kerze kann wegen der Augenbinde nicht in Emmas Augen gelangen.

EG2)

Die Augenbinde ist nun weg. Emma sieht sowohl die Torte als auch die Kerzenflamme.

a) Warum kann Emma die **Kerzenflamme** sehen? Was ist richtig, was ist falsch?

Kreuze an!



<i>richtig</i>	<i>falsch</i>	
☐	☐	Die Flamme sendet Licht aus.
☐	☐	Licht von der Flamme fällt in Emmas Augen.
☐	☐	Um die Flamme herum ist es hell.
☐	☐	Emma schaut auf die Flamme hin.

b) Warum kann Emma die **Torte** sehen?

<i>richtig</i>	<i>falsch</i>	
☐	☐	Die Torte sendet Licht aus.
☐	☐	Licht von der Torte fällt in Emmas Augen.
☐	☐	Es ist hell im Raum.
☐	☐	Emma schaut auf die Torte hin.

11. 5 Zweiter Teil des Interviews

11. 5. 1 Textausschnitt „Physik verstehen 4“

Lies dir nun bitte folgenden Text gut durch. Falls du irgendwelche Fachbegriffe nicht kennen solltest oder dir andere Dinge unklar sind, so markiere die zugehörige Stelle. Diese werden wir dann im Anschluss besprechen.

Danach werden dir ein paar kurze Fragen bzgl. des Textes gestellt, welche du beantworten sollst.

1. Welche Arten von Lichtquellen gibt es?

Die Sonne ist die wichtigste natürliche Lichtquelle. Andere natürliche Lichtquellen sind die Sterne und die Leuchtorgane einiger Tiere (Glühwürmchen, manche Tiefseefische).

Bei vielen künstlichen Lichtquellen (Feuer, Kerzenflamme, Glühlampe, Gasglühlicht) ist der Zusammenhang zwischen hoher Temperatur und Lichtausstrahlung deutlich erkennbar. Fast „kaltes“ Licht geben Leuchtröhren, Leuchtstoffröhren, Glühlampen, Leuchtdioden und Laserge-räte ab.

Es gibt natürliche Lichtquellen (Sonne, Sterne) und künstliche Lichtquellen (Kerzenflamme, Glühlampe).



25.1: Verschiedene Glühlampen

2. Unter welcher Bedingung sind Körper sichtbar?

Eine Kerzenflamme kannst du sehen, weil sie ja selbst Licht aussendet. Man sieht aber auch Körper, die selbst kein Licht erzeugen (V3). Trifft Licht auf einen undurchsichtigen Körper, so wird es mehr oder weniger zurückgeworfen („reflektiert“) oder verschluckt („absorbiert“). Flächen, die viel Licht zurückwerfen, erscheinen hell. Je mehr Licht eine Fläche absorbiert, desto dunkler erscheint sie.

Auch der hellste Körper ist für uns unsichtbar, wenn sein Licht nicht in unser Auge kommt (V2).

Ein Körper ist für uns nur sichtbar, wenn er selbst Licht erzeugt oder reflektiert und wenn das Licht in unsere Augen gelangt.



25.2: Das Mädchen sieht die Kerzenflamme nur mit dem linken Auge.

166 Worte 2 Abbildungen

11. 5. 2 Textausschnitt „AECC Lehrmaterial“

Lies dir nun bitte folgenden Text gut durch. Falls du irgendwelche Fachbegriffe nicht kennen solltest oder dir andere Dinge unklar sind, so markiere die zugehörige Stelle. Diese werden wir dann im Anschluss besprechen.

Danach werden dir ein paar kurze Fragen bzgl. des Textes gestellt, welche du beantworten sollst.

III. Das Sehen beleuchteter Gegenstände

Nun wollen wir herausfinden, wie das mit dem Sehen nicht selbst leuchtender Gegenstände (Zwischensendern) funktioniert.



Abb.1: Fotografie einer Berglandschaft bei Sonnenuntergang

Dieses Foto (Abb. 1) wurde aufgenommen, nachdem die Sonne hinter den Bergen untergegangen war. Die Wolken leuchten hell, obwohl sie **selbst kein Licht erzeugen**, wie es Kerzenflammen oder Lagerfeuer tun. Die Wolken leuchten deshalb, weil die Sonne sie anstrahlt (siehe Abb. 2).

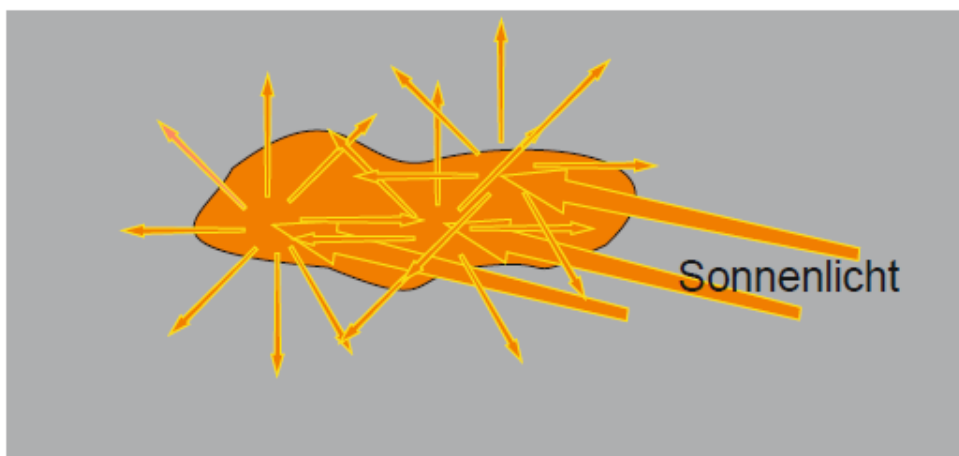


Abb. 2: Die Wolken werden mit Sonnenlicht angestrahlt.

Die Wolken **schicken Licht** von der Sonne **weiter**. Ein Teil dieses Lichts von den Wolken kommt zum Fotografen. Daher erscheinen die Wolken hell, obwohl sie selbst kein Licht erzeugen (siehe Abb. 3).

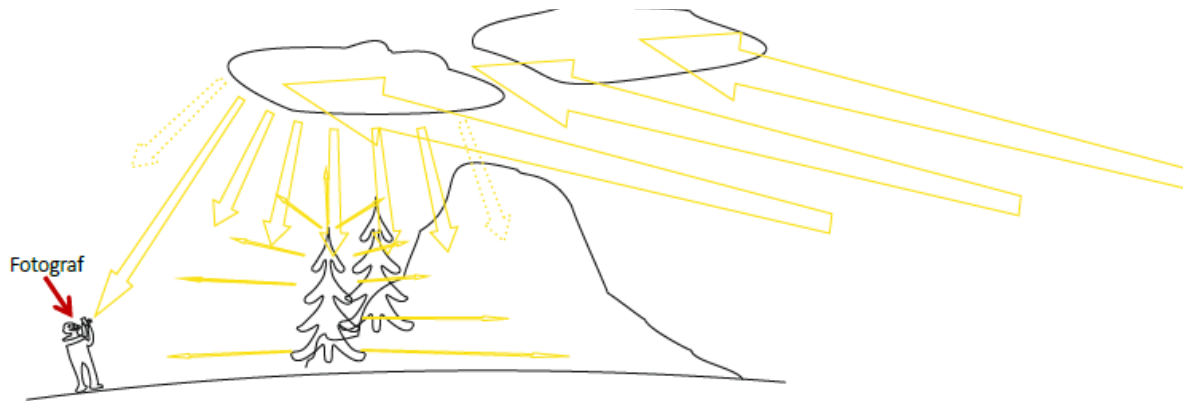


Abb.3: Die Wolken strahlen das Licht der Sonne weiter. Ein Teil des Lichts gelangt bis zum Fotografen.

IV. Lichtsender

Sender sind Gegenstände, die **Licht abstrahlen**. Wir unterscheiden **zwei Arten von Sendern**:

1. Selbstsender: Selbstsender **erzeugen selbst Licht**. Sie strahlen das erzeugte Licht geradlinig in alle Richtungen ab (z. B. Glühlampe, Sonne). Selbstsender werden durch Erhitzen, Strom etc. zum Strahlen angeregt.

2. Zwischensender: Zwischensender **erzeugen selbst kein Licht**. Sie strahlen nur dann Licht ab, wenn sie beleuchtet werden. Sie leiten das Licht eines anderen Selbstsenders weiter (z.B. Tisch, Fußboden, Mond, Wolken).

Selbstsender und Zwischensender sind **Sender**, weil sie **Licht abstrahlen** können. Für unser Auge funktioniert das Sehen eines Selbstsenders ganz gleich wie das Sehen eines Zwischensenders. Dazu muss immer Licht vom Sender **DIREKT** ins Auge gelangen.

187 Worte 3 Abbildungen

11. 6 Dritter Teil des Interviews

11. 6. 1 Interviewleitfaden sowie Forschungszweck „Physik verstehen 4“

1) Sofern dir nun irgendwelche Begriffe oder Textstellen unklar sind, haben wir nun die Möglichkeit diese zu besprechen.

Forschungszweck:

- Es soll eruiert werden, ob das Lehrbuch Fachbegriffe verwendet, welche für S/S nicht verständlich sind, weil sie gar nicht oder unzureichend erklärt werden. Rückmeldungen können so auch mit dem Kriterienkatalog verglichen werden, welcher unter anderem angibt, ob Fachbegriffe genau und ausreichend erklärt werden .
- Sind den S/S Zusammenhänge unklar, weil das Lehrbuch diese nicht gut darstellt? Wieder sind Vergleiche zum Kriterienkatalog möglich, da dieser eine Aussage darüber macht, inwieweit ein inhaltlich nachvollziehbarer Zusammenhang zwischen den einzelnen Sätzen besteht.
- Ist die Komplexität des Textes sehr hoch? Sind die S/S mit dem Text überfordert? Vergleiche zum Kriterienkatalog sind möglich, da dieser Aussagen über die Länge der Sätze, Anzahl an Nominalisierungen und Subordinationen oder die Dichte an Fachbegriffen macht.
- Sind den S/S Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sätzen unklar, können sie keine Verbindung zwischen diesen aufbauen? Abermals gibt auch der Kriterienkatalog Auskunft über die Qualität des Lehrbuches in diesem Bereich, da er zum Beispiel den inhaltlich nachvollziehbaren Zusammenhang der einzelnen Sätze beurteilt.

Antwortmöglichkeiten:

- Es wurde aus Sicht der S/S alles verstanden.
 - Rückschluss
 - Der Text scheint in den obigen Kriterien über sehr viel Qualität zu verfügen.
 - Die S/S schätzen sich nicht korrekt ein und täuschen sich in ihrem eigenen Wissen.
- Es ist ein Fachbegriff, welcher vom Lehrbuch nicht genauer beschrieben wird bzw welcher für den weiteren Verlauf des Optik Kapitels nicht von essentieller Bedeutung ist, unbekannt; es ist zum Beispiel nicht klar, was eine „Leuchtdiode“ ist; dabei ist das

Verstehen dieses Begriffes keine zwingende Voraussetzung für die weitere Ausbildung physikalisch adäquater Vorstellungen zur Optik.

Rückschluss

- Je nach Häufung dieser Unklarheiten kann ausgesagt werden, dass das Anführen gewisser Fachbegriffe, welche für den Lernprozess eigentlich nicht von tieferer Bedeutung sind, überflüssig sind und nicht zwingend verwendet werden müssten.
- Es ist ein Fachbegriff, welcher vom Lehrbuch genauer beschrieben wird bzw welcher auch für den weiteren Verlauf des Optik Kapitels von essentieller Bedeutung ist, unbekannt; es ist zum Beispiel nicht klar, was eine natürliche Lichtquelle ist; dem Verstehen dieser Begriffe kommt im Lehrbuch jedoch eine übergeordnete Bedeutung zu, was sich darin äußern kann, dass diese Information den Teil eines Inhaltsblockes in den Sachstrukturdiagrammen darstellt .

Rückschluss

- Das Lehrbuch weist je nach Häufung der Unklarheiten ein gewisses Maß an Mängeln in der Erläuterung von wichtigen Fachbegriffen auf.
- Das Verstehen physikalischer Phänomene sowie die Ausbildung physikalisch adäquater Vorstellungen auf Seiten der S/S wird erschwert bzw ist nicht gewährleistet.
- Die Bedeutung eines Satzes ist unklar, da dieser eine hohe Komplexität oder Dichte an Fachbegriffen aufweist; S/S können in diesem Fall die Struktur eines Satzes nicht auflösen.

Rückschluss

- Wieder weist das Lehrbuch je nach Häufung der Unklarheiten ein gewisses Maß an Mängeln in der Struktur sowie im Aufbau des Textes auf.
- Je nach Stärke dieser Mängel sowie der Wichtigkeit der Textstellen für das Verständnis wird es für die S/S schwerer bzw nicht möglich physikalisch adäquate Vorstellungen auszubilden.

2)

a) Beschreibe, wie gut dir der Text gefallen hat.

b) Denkst du, dass der Text ausreichend genau ist?

c) Welche Textstellen scheinen für dich die wichtigsten zu sein?

d) Begründe, warum gerade sie die wichtigsten sind.

Forschungszweck:

- Der subjektive Eindruck der S/S soll Aufschluss darüber geben, inwieweit der Text ansprechend gestaltet ist und ob er anregt.
- Insbesondere ist im Vergleich zum Lehrmaterial der Universität Wien interessant zu beobachten, ob die Gestaltung des Textes und dessen Layout unterschiedlichen Anklang bei den S/S finden; sei es zum Beispiel aufgrund der Struktur oder der farblichen Gestaltung.
- Bzgl. der farblichen Gestaltung soll ebenso herausgefunden werden, ob die S/S farbig markierte Passagen als die einzig essentiellen Textstellen betrachten und aufgrund dieses Emporhebens der restliche Text gar nicht in Frage kommt; hinterfragen die S/S ob diese Textstellen wirklich die wichtigsten sind, oder reflektieren sie über die Bedeutung des Gelesenen.

Antwortmöglichkeiten:

- Der Text spricht sie sehr / mittel / wenig an; die Begründung hierfür liegt insbesondere am Design des Textes / der Verwendung von Farben / den Abbildungen.

Rückschluss

- Der Text überzeugt in den von den S/S genannten Kategorien; es kann somit daraus geschlossen werden, mit welchen Gefühlen die S/S dem Text gegenüberstehen und ob Sie dem Text gegenüber eher eine positive oder negative Haltung haben.
- Im Vergleich mit den Lehrmaterialien der Universität Wien liegt die Bewertung des konventionellen Schulbuches darüber / darunter / unterscheidet sich nicht.

Rückschluss

- Da die Materialien der Universität Wien noch nicht endgültig formatiert und designed sind, kann dieser Punkt Aufschluss darüber geben ob in gewissen Punkten noch nachgebessert werden kann; dies gilt jedoch nur für den Fall, dass die Lehrmaterialien auch zum eigenständigen Arbeiten der S/S gedacht sind.
- Als besonders wichtig werden einzig die farbig unterlegten Textstellen / mehr als die farbig unterlegten Textstellen / nicht alle farbig unterlegten Textstellen deklariert.

Rückschluss

- Rückschlüsse können gezogen werden, inwieweit das offensichtliche Markieren von Merksätzen Gefahren in sich birgt; verlieren die S/S somit jegliche Kritik- und Reflexionsfähigkeit und das selbstständige Arbeiten

mit dem Buch besteht einzig darin, farbig markierte Merksätze auswendig zu lernen? Oder reflektieren die S/S sehr wohl und erkennen auch die Bedeutung nicht markierter Passagen bzw können selbst beurteilen ob markierten Passagen tatsächlich eine hohe Bedeutung zukommen sollte.

3)

a) Beschreibe, was du auf den beiden Abbildungen 25.1 und 25.2 siehst.

b) Erkläre was sie bedeuten.

c) Markiere, auf welche Stellen des Textes sich diese beziehen.

Forschungszweck:

- Diese Frage soll Aufschluss über die Qualität der Abbildungen geben. Qualitativ hochwertige Abbildungen sollten in der Regel auch korrekt beschrieben werden können, bei qualitativ minderwertigen Abbildungen kann es hierbei sicherlich zu Problemen kommen. Weiters kann anhand dieser Frage überprüft werden, ob die Bilder in sinnvoller Verbindung zum Text stehen bzw ob der Text ausreichend Information liefert um die Abbildungen überhaupt verstehen zu können und ob die S/S darüber hinaus auch bei nicht vorhandenem Verweis des Textes auf die Bilder, deren Bedeutung und Sinn richtig einordnen können. Erneut ist ein Abgleich mit dem Kriterienkatalog möglich, da dieser die Qualität der Verbindung zwischen Text und Abbildung bewertet.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können erklären, was die Abbildungen darstellen.

Rückschluss

- Die gewünschte Qualität der Abbildungen scheint gegeben zu sein bzw liefert der Text den S/S ausreichend Information um die Abbildungen korrekt beschreiben zu können.

- Die S/S können nicht erklären, was die Abbildungen darstellen.

Rückschluss

- Die gewünschte Qualität der Abbildungen scheint nicht gegeben zu sein bzw liefert der Text den S/S nicht ausreichend Information um die Abbildungen korrekt beschreiben zu können. Ebenso möglich wäre, dass die notwendige Information nicht gefunden werden kann, da der dazu notwendige Verweis nicht gegeben ist.

- Die S/S können die Textstellen, auf welche sich die Abbildungen beziehen richtig benennen.

Rückschluss

- Obwohl die Bildverweise im Text nicht gegeben sind, scheint es dem Lehrbuch dennoch zu gelingen eine offensichtliche Verbindung zur Abbildung herzustellen, sodass es den S/S möglich ist diese korrekt zu erkennen.
- Die S/S können die Textstellen, auf welche sich die Abbildungen beziehen, nicht richtig benennen.

Rückschluss

- Da die Bildverweise im Text nicht gegeben sind, ist es den S/S auch nicht möglich die referierende Stelle korrekt zu benennen. Sofern die S/S jedoch zuvor die Abbildungen korrekt beschreiben konnten, scheint eine Bildlegende in diesem Fall kein zwingendes Kriterium für das Verständnis der Abbildungen zu sein

4)

a) Beschreibe nun in eigenen Worten, was eine Lichtquelle ist.

b) Was ist besonders an ihr?

c) Woran kann man sie erkennen?

d) Welche Arten werden unterschieden?

Forschungszweck:

- Da zum Verständnis der S-E-V Wissen über Lichtquellen bzw Sender zwingend notwendig ist, soll hier herausgefunden werden, ob die S/S das Konzept der Lichtquelle verstanden haben.

Somit ist auch ein Vergleich mit Frage 1 möglich, ob die S/S tatsächlich alle Fachbegriffe verstanden haben, oder ob sie sich in diesem Punkt vielleicht fehleinschätzen. Darüber hinaus ist auch ein Abgleich mit dem Kriterienkatalog möglich, ob Fachbegriffe ausreichend erklärt werden.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können korrekt wiedergeben was eine Lichtquelle ist und deren Eigenschaften richtig benennen.

Rückschluss

- Das Lehrbuch scheint den Fachbegriff der Lichtquelle gut und ausreichend erklärt zu haben. Ebenso wurde die farbig nicht markierte Textstelle, dass Lichtquellen Licht aussenden, von den S/S als wichtig erkannt. Weitere Verweise zu Frage 2 sind möglich, inwieweit farbig markierte Merksätze das Lesen und Wahrnehmen von Informationen auf Schülerseite beeinflussen.
- Die S/S können nur natürliche von künstlichen Lichtquellen unterscheiden, deren Gemeinsamkeiten jedoch nicht weiter charakterisieren.

Rückschluss

- Das Lehrbuch scheint den Fachbegriff der Lichtquelle nicht ausreichend genug erklärt zu haben. Einzig die farbig markierte Textstelle, welche natürliche von künstlichen Lichtquellen unterscheidet, wurde von den S/S als wichtig erkannt. Insofern kann geschlossen werden, dass in diesem Fall die farbige Markierung der Merksätze dazu geführt hat, dass den S/S andere, ebenfalls wichtige Informationen entgangen sind.
- Die S/S haben sich bzgl. der ersten Frage, ob noch Verständnisfragen offen sind richtig / falsch eingeschätzt.

Rückschluss

- Anhand dieser Frage können ganz allgemeine Erkenntnisse für die Lehrkraft im Regelunterricht zu Tage treten. Schließlich werden die S/S oft von Lehrerseite gefragt, ob alles verstanden wurde bzw noch offene Fragen vorhanden sind. S/S geben auf diese Frage in der Regel die Antwort, dass sie keine weiteren Fragen haben. Deswegen gibt dieses Item Aufschluss darüber, wie die Lehrkraft in solchen Fällen S/S-antworten einschätzen kann.

5)

a) Zähle bitte Beispiele für natürliche und künstliche Lichtquellen auf.

b) Erkläre die Unterschiede zwischen künstlichen und natürlichen Lichtquellen.

c) Angenommen, eine Lichtquelle sendet Licht aus und du kannst die Lichtquelle wahrnehmen. Unterscheidet sich das Sehen, wenn die Lichtquelle entweder eine natürliche oder eine künstliche ist? Erkläre in eigenen Worten.

Forschungszweck:

- Ziel dieser Frage ist es, herauszufinden ob die S/S die Bedeutung der Art der Lichtquelle für den Prozess des Sehens richtig einschätzen können. Anhand der erhaltenen Antwort kann darauf geschlossen werden, ob das Lehrbuch die essentiellen Bedingungen für das Sehen S/S-gerecht übermittelt oder ob diese durch die Unterscheidung der Lichtquellen eher verwirrt denn aufgeklärt werden. Insofern kann beurteilt werden, ob diese Differenzierung der Lichtquellen den Lernprozess der S/S behindert oder unangetastet lässt.
- Ebenfalls können Rückschlüsse zu Frage 2 gezogen werden. Können die S/S die Relevanz farbig markierter Merksätze hinterfragen oder wird diesen, aufgrund ihrer visuellen Betonung eine unbegründet große Bedeutung zugewiesen?

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S erkennen, dass die Art der Lichtquelle keinen Einfluss auf den Sehvorgang hat und können diese getrennt voneinander betrachten.

Rückschluss

- Das Lehrbuch scheint die essentiellen Bedingungen für den Sehvorgang adäquat vermittelt zu haben. Dass die Art der Lichtquelle das Sehen nicht verändert ist den S/S ebenfalls klar.
- Die dominante farbige Markierung des Merksatzes, welcher Lichtquellen unterscheidet, scheint den Lernprozess der S/S nicht beeinflusst zu haben. Diese können somit sehr wohl bedeutsame von unbedeutsamen Informationen unterscheiden.
- Die S/S differenzieren den Sehvorgang je nach Lichtquelle. Die Art der Lichtquelle hat für sie einen Einfluss auf das Sehen an sich.

Rückschluss

- Das Lehrbuch scheint die essentiellen Bedingungen für den Sehvorgang nicht adäquat vermittelt zu haben. Dass die Art der Lichtquelle das Sehen nicht verändert geht aus dem Text nicht klar hervor.

- Die dominante farbige Markierung des Merksatzes, welcher Lichtquellen unterscheidet, hat möglicherweise das Augenmerk der S/S für die bedeutsamen Informationen fehlgeleitet. Sie scheint den Lernprozess der S/S behindert zu haben. Das Unterscheiden von bedeutsamen und unbedeutsamen Informationen scheint in diesem Fall schwer zu fallen.

6) Erkläre in eigenen Worten warum du den Sessel, auf welchem du gerade sitzt sehen kannst.

Forschungszweck:

- Anhand der Antworten zeigt sich, inwieweit das Schulbuch das Sehen und die dafür notwendigen Bedingungen ausreichend schildert. Ebenfalls kann überprüft werden, ob die S/S das Prinzip der S-E-V korrekt in der Praxis anwenden können.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können korrekt beschreiben, warum sie den Sessel, auf welchem sie gerade sitzen, sehen können. Insbesondere wenden sie das Prinzip der S-E-V richtig an. Sie beschreiben, dass der Sessel Licht reflektiert und dieses reflektierte Licht in ihr Auge gelangt.

Rückschluss

- Das Lehrbuch scheint die essentiellen Bedingungen für den Sehvorgang adäquat vermittelt zu haben. Ebenfalls gelingt es dem Lehrbuch, das Prinzip der S-E-V als Basis für das Sehen einzuführen.
- Die S/S können nicht korrekt beschreiben, warum sie den Sessel, auf welchem sie gerade sitzen, sehen können. Ebenfalls wird das Prinzip der S-E-V nicht angewendet. Sie können nicht beschreiben, dass der Sessel Licht reflektiert und dieses reflektierte Licht in ihr Auge gelangt.

Rückschluss

- Das Lehrbuch scheint in der Vermittlung des Sehprozesses massive Mängel aufzuweisen. Ebenfalls gelingt es dem Lehrbuch nicht, das Prinzip der S-E-V als Basis für das Sehen einzuführen.

7) Rechts siehst du eine Leuchtreklame. Franz und Rudolf streiten dabei, ob die Leuchtreklame eine Lichtquelle ist. Welche Argumente kannst du für beide Ansichten finden?



Forschungszweck:

- Diese Frage soll Aufschluss darüber geben, ob das Lehrbuch das Aussenden von Licht, sowie das Reflektieren von Licht ausreichend beschreibt. Erneut sind Rückbezüge zu Frage 1 möglich, ob Fachbegriffe ausreichend genug erklärt werden.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können korrekt benennen, dass die Leuchtreklame im eingeschalteten Zustand Licht selbst erzeugt, im ausgeschalteten Zustand hingegen das Licht reflektiert.

Rückschluss

- Einerseits scheinen die Fachbegriffe vom Lehrbuch ausreichend erklärt worden zu sein, andererseits können diese von den S/S korrekt an Beispielen aus der Praxis angewandt werden.
- Die S/S können zwar korrekt benennen, was Licht erzeugen bzw reflektieren bedeutet, dieses Wissen jedoch nicht auf das Beispiel der Leuchtreklame anwenden.

Rückschluss

- Zwar scheinen einerseits die Fachbegriffe vom Lehrbuch ausreichend erklärt worden zu sein, andererseits können diese von den S/S jedoch nicht korrekt an Beispielen aus der Praxis angewandt werden. Ein tiefgreifendes Verständnis dieser Begriffe scheint daher noch nicht eingesetzt zu haben, auf jeden Fall ergeben sich Probleme bei der Transferfähigkeit des soeben erlernten Wissens.
- Die S/S können weder korrekt benennen, was Licht erzeugen bzw reflektieren bedeutet, noch dieses Wissen auf das Beispiel der Leuchtreklame anwenden.

Rückschluss

- Die Fachbegriffe scheinen vom Lehrbuch nicht ausreichend erklärt worden zu sein, aus diesem Grund ist auch das Anwenden des Wissens auf konkrete Beispiele nicht möglich.

11. 6. 2 Interviewleitfaden sowie Forschungszweck „AECC-Unterrichtsmaterial“

1) Sofern dir nun irgendwelche Begriffe oder Textstellen unklar sind, haben wir nun die Möglichkeit diese zu besprechen.

Forschungszweck:

- Es soll eruiert werden, ob das Unterrichtsmaterial Fachbegriffe verwendet, welche für S/S nicht verständlich sind, weil sie gar nicht oder unzureichend erklärt werden; Rückmeldungen können so auch mit dem Kriterienkatalog verglichen werden, welcher unter anderem angibt, ob Fachbegriffe genau und ausreichend erklärt werden
- Sind den S/S Zusammenhänge unklar, weil das Lehrmaterial diese nicht gut darstellt? Wieder sind Vergleiche zum Kriterienkatalog möglich, da dieser eine Aussage darüber macht, inwieweit ein inhaltlich nachvollziehbarer Zusammenhang zwischen den einzelnen Sätzen besteht
- Ist die Komplexität des Textes sehr hoch? Sind die S/S mit dem Text überfordert? Vergleiche zum Kriterienkatalog sind möglich, da dieser Aussagen über die Länge der Sätze, Anzahl an Nominalisierungen und Subordinationen oder die Dichte an Fachbegriffen macht
- Sind den S/S Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sätzen unklar, können sie keine Verbindung zwischen diesen aufbauen? Abermals gibt auch der Kriterienkatalog Auskunft über die Qualität des Lehrbuches in diesem Bereich, da er zum Beispiel den inhaltlich nachvollziehbaren Zusammenhang der einzelnen Sätze beurteilt

Antwortmöglichkeiten:

- Es wurde alles verstanden
 - Rückschluss
 - Der Text scheint in den obigen Kriterien über sehr viel Qualität zu verfügen
 - Die S/S schätzen sich nicht korrekt ein und täuschen sich in ihrem eigenen Wissen
- Es ist ein Fachbegriff, welcher vom Lehrbuch nicht genauer beschrieben wird bzw welcher für den weiteren Verlauf des Optik Kapitels nicht von essentieller Bedeutung ist, unbekannt; es ist zum Beispiel nicht klar, was das Wort „Erhitzen“ bedeutet; dabei ist das Verstehen dieses Begriffes keine zwingende Voraussetzung für die weitere Ausbildung physikalisch adäquater Vorstellungen zur Optik

Rückschluss

- Je nach Häufung dieser Unklarheiten kann ausgesagt werden, dass das Anführen gewisser Fachbegriffe, welche für den Lernprozess eigentlich nicht von tieferer Bedeutung sind, überflüssig sind und nicht zwingend verwendet werden müssten
- Falls diese Fachbegriffe interessante Hintergrundinformation darstellen sollten, müssen sie besser erläutert werden
- Es ist ein Fachbegriff, welcher vom Lehrmaterial genauer beschrieben wird bzw welcher auch für den weiteren Verlauf des Optik Kapitels von essentieller Bedeutung ist, unbekannt; es ist zum Beispiel nicht klar, was ein Sender ist; dem Verstehen dieser Begriffe kommt im Lehrmaterial jedoch eine übergeordnete Bedeutung zu, was sich darin äußern kann, dass diese Information den Teil eines Inhaltsblockes in den Sachstrukturdiagrammen darstellt

Rückschluss

- Das Lehrmaterial weist je nach Häufung der Unklarheiten ein gewisses Maß an Mängeln in der Erläuterung von wichtigen Fachbegriffen auf
- Das Verstehen physikalischer Phänomene sowie die Ausbildung physikalisch adäquater Vorstellungen auf Seiten der S/S wird erschwert bzw ist nicht gewährleistet
- Die Bedeutung eines Satzes ist unklar, da dieser eine hohe Komplexität oder Dichte an Fachbegriffen aufweist; S/S können in diesem Fall die Struktur eines Satzes nicht auflösen

Rückschluss

- Wieder weist das Lehrmaterial je nach Häufung der Unklarheiten ein gewisses Maß an Mängeln in der Struktur sowie im Aufbau des Textes auf
- Je nach Stärke dieser Mängel sowie der Wichtigkeit der Textstellen für das Verständnis wird es für die S/S schwerer bzw nicht möglich physikalisch adäquate Vorstellungen auszubilden

2)

a) Beschreibe, wie gut dir der Text gefallen hat.

b) Denkst du, dass der Text ausreichend genau ist?

c) Welche Textstellen scheinen für dich die wichtigsten zu sein?

d) Begründe, warum gerade sie die wichtigsten sind.

Forschungszweck:

- Der subjektive Eindruck der S/S soll Aufschluss darüber geben, inwieweit der Text ansprechend gestaltet ist und ob er anregt
- Insbesondere ist im Vergleich zum konventionellen Lehrbuch interessant zu beobachten, ob die Gestaltung des Textes und dessen Layout unterschiedlichen Anklang bei den S/S finden; sei es zum Beispiel aufgrund der Struktur oder der Anordnung der Lehrinhalte
- Bzgl. der optischen Gestaltung durch fett gedruckte Textpassagen soll ebenso herausgefunden werden, ob die S/S diese als die einzig essentiellen Textstellen betrachten und aufgrund des Emporhebens der restliche Text gar nicht in Frage kommt; hinterfragen die S/S, ob diese Textstellen wirklich die wichtigsten sind, oder reflektieren sie über die Bedeutung des Gelesenen

Antwortmöglichkeiten:

- Der Text spricht sie sehr / mittel / wenig an; die Begründung hierfür liegt insbesondere am Design des Textes / den Abbildungen

Rückschluss

- Der Text überzeugt in den von den S/S genannten Kategorien; es kann somit daraus geschlossen werden, mit welchen Gefühlen die S/S dem Text gegenüberstehen und ob Sie dem Text gegenüber eher eine positive oder negative Haltung haben.
- Im Vergleich mit dem konventionellen Schulbuch liegt die Bewertung der Lehrmaterialien der Universität Wien darüber / darunter / unterscheidet sich nicht

Rückschluss

- Da die Materialien der Universität Wien noch nicht endgültig formatiert und designed sind, kann dieser Punkt Aufschluss darüber geben, ob in gewissen Punkten noch nachgebessert werden kann; dies gilt jedoch nur für den Fall, dass die Lehrmaterialien auch zum eigenständigen Arbeiten der S/S gedacht sind.

- Als besonders wichtig werden einzig die fett gedruckten Textstellen / mehr als die fett gedruckten Textstellen / nicht alle fett gedruckten Textstellen deklariert

Rückschluss

- Rückschlüsse können gezogen werden, inwieweit das offensichtliche Markieren von Textpassagen Gefahren in sich birgt; verlieren die S/S somit jegliche Kritik- und Reflexionsfähigkeit und das selbstständige Arbeiten mit dem Buch besteht einzig darin, fett gedruckte Worte auswendig zu lernen? Oder reflektieren die S/S sehr wohl und erkennen auch die Bedeutung nicht markierter Passagen bzw können selbst beurteilen, ob markierten Passagen tatsächlich eine hohe Bedeutung zukommen sollte.

3)

a) Beschreibe, was du auf den drei Abbildungen Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3 siehst.

b) Erkläre was sie bedeuten.

c) Markiere auch, auf welche Stellen des Textes sich diese beziehen.

Forschungszweck:

- Diese Frage soll Aufschluss über die Qualität der Abbildungen geben. Qualitativ hochwertige Abbildungen sollten in der Regel auch korrekt beschrieben werden können, bei qualitativ minderwertigen Abbildungen kann es hierbei sicherlich zu Problemen kommen. Weiters kann anhand dieser Frage überprüft werden, ob die Bilder in sinnvoller Verbindung zum Text stehen bzw ob der Text ausreichend Information liefert um die Abbildungen überhaupt verstehen zu können und ob die S/S darüber hinaus auch durch Verweise des Textes auf die Bilder, deren Bedeutung und Sinn besser einordnen können. Erneut ist ein Abgleich mit dem Kriterienkatalog möglich, da dieser die Qualität der Verbindung zwischen Text und Abbildung bewertet.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können erklären, was die Abbildungen darstellen

Rückschluss

- Die gewünschte Qualität der Abbildungen scheint gegeben zu sein bzw liefert der Text den S/S ausreichend Information um die Abbildungen korrekt beschreiben zu können.

- Die S/S können nicht erklären, was die Abbildungen darstellen

Rückschluss

- Die gewünschte Qualität der Abbildungen scheint nicht gegeben zu sein bzw liefert der Text den S/S nicht ausreichend Information um die Abbildungen korrekt beschreiben zu können.

- Die S/S können die Textstellen, auf welche sich die Abbildungen beziehen richtig benennen

Rückschluss

- Da die Bildverweise im Text gegeben sind, fällt es den S/S leicht diese korrekt zu beschreiben.

- Die S/S können die Textstellen, auf welche sich die Abbildungen beziehen nicht richtig benennen

Rückschluss

- Das Auftreten dieser Antwort ist zwar theoretisch denkbar, jedoch äußerst unwahrscheinlich, weshalb auch keine passende Begründung gegeben werden kann.

4)

a) Beschreibe nun in eigenen Worten, was ein Sender ist.

b) Was ist besonders an ihm?

c) Woran kann man ihn erkennen?

d) Welche Arten werden unterschieden?

Forschungszweck:

- Da zum Verständnis der S-E-V Wissen über Lichtquellen bzw Sender zwingend notwendig ist, soll hier herausgefunden werden, ob die S/S das Konzept der Sender verstanden haben.

Somit ist auch ein Vergleich mit Frage 1 möglich, ob die S/S tatsächlich alle Fachbegriffe verstanden haben, oder ob sie sich in diesem Punkt vielleicht fehleinschätzen; Darüber hinaus ist auch ein Abgleich mit dem Kriterienkatalog möglich, ob Fachbegriffe ausreichend erklärt werden.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können korrekt wiedergeben was ein Sender ist und dessen Eigenschaften richtig benennen

Rückschluss

- Das Lehrmaterial scheint den Fachbegriff des Senders gut und ausreichend erklärt zu haben.
- Die S/S können nur zwischen Selbst- und Zwischensendern differenzieren, deren Eigenschaften jedoch nicht benennen

Rückschluss

- Das Lehrmaterial scheint den Fachbegriff des Senders nicht ausreichend genug erklärt zu haben.
- Die S/S haben sich bzgl. der ersten Frage, ob noch Verständnisfragen offen sind richtig / falsch eingeschätzt

Rückschluss

- Anhand dieser Frage können ganz allgemeine Erkenntnisse für die Lehrkraft im Regelunterricht zu Tage treten. Schließlich werden die S/S oft von Lehrerseite gefragt, ob alles klar sei bzw noch offene Fragen vorhanden wären. S/S geben auf diese Frage in der Regel die Antwort, dass sie keine weiteren Fragen hätten. Deswegen gibt dieses Item Aufschluss darüber, wie die Lehrkraft in solchen Fällen S/S-antworten einordnen sollte.

5)

a) Zähle bitte Beispiele für Selbstsender und Zwischensender auf.

b) Erkläre die Unterschiede zwischen Selbstsendern- und Zwischensendern.

c) Angenommen, ein Sender sendet Licht aus und du kannst den Sender wahrnehmen.

Wie unterscheidet sich das Sehen, wenn der Sender entweder ein Selbstsender oder ein Zwischensender ist? Erkläre in eigenen Worten.

Forschungszweck:

- Ziel dieser Frage ist es, herauszufinden ob die S/S die Bedeutung der Art des Senders für den Prozess des Sehens richtig einschätzen können. Anhand der erhaltenen Antwort kann daraus geschlossen werden, ob das Lehrmaterial die essentiellen Bedingungen für das Sehen S/S-gerecht übermittelt oder ob diese durch die Unterscheidung der Sender eher verwirrt denn aufgeklärt werden. Insofern kann beurteilt werden, ob diese Differenzierung der Sender den Lernprozess der S/S behindert oder unangetastet lässt.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S erkennen, dass die Art des Senders keinen Einfluss auf den Sehvorgang hat und können diese getrennt voneinander betrachten.

Rückschluss

- Das Lehrmaterial scheint die essentiellen Bedingungen für den Sehvorgang adäquat vermittelt zu haben. Dass die Art des Senders das Sehen nicht verändert ist den S/S ebenfalls klar.
- Die S/S differenzieren den Sehvorgang je nach Sender. Die Art des Senders hat für sie einen Einfluss auf das Sehen an sich.

Rückschluss

- Das Lehrmaterial scheint die essentiellen Bedingungen für den Sehvorgang nicht adäquat vermittelt zu haben. Dass die Art des Senders das Sehen nicht verändert geht aus dem Text nicht klar hervor.

6) Erkläre in eigenen Worten warum du den Sessel, auf welchem du gerade sitzt sehen kannst.

Forschungszweck:

- Anhand der Antworten zeigt sich, inwieweit das Lehrmaterial das Sehen und die dafür notwendigen Bedingen ausreichend schildert. Ebenfalls kann überprüft werden, ob die S/S das Prinzip der S-E-V korrekt in der Praxis anwenden können

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können korrekt beschreiben, warum sie den Sessel, auf welchem sie gerade sitzen sehen können. Insbesondere wenden sie das Prinzip der S-E-V richtig an. Sie beschreiben, dass der Sessel Licht abstrahlt und dieses abgestrahlte Licht in ihr Auge gelangt

Rückschluss

- Das Lehrmaterial scheint die essentiellen Bedingungen für den Sehvorgang adäquat vermittelt zu haben. Ebenfalls gelingt es dem Lehrmaterial das Prinzip der S-E-V als Basis für das Sehen einzuführen.
- Die S/S können nicht korrekt beschreiben, warum sie den Sessel, auf welchem sie gerade sitzen sehen können. Ebenfalls wird das Prinzip der S-E-V nicht angewendet. Sie können nicht beschreiben, dass der Sessel Licht abstrahlt und dieses abgestrahlte Licht in ihr Auge gelangt

Rückschluss

- Das Lehrmaterial scheint in der Vermittlung des Sehprozesses massive Mängel aufzuweisen. Ebenfalls gelingt es dem Lehrmaterial nicht das Prinzip der S-E-V als Basis für das Sehen einzuführen.

7) Rechts siehst du eine Leuchtreklame. Erkläre in eigenen Worten, wann diese Reklame als Selbstsender und wann als Zwischensender betrachtet werden kann.



Forschungszweck:

- Diese Frage soll Aufschluss darüber geben, ob das Lehrbuch die Begriffe des Selbst- und Zwischensenders sowie des Licht - Erzeugens und Licht - Abstrahlens ausreichend beschreibt. Erneut sind Rückbezüge zu Frage 1 möglich, ob Fachbegriffe ausreichend genug erklärt werden.

Antwortmöglichkeiten:

- Die S/S können korrekt benennen, dass die Leuchtreklame im eingeschalteten Zustand Licht selbst erzeugt, somit einen Selbstsender darstellt, im ausgeschalteten Zustand hingegen das Licht abstrahlt, somit einen Zwischensender darstellt.

Rückschluss

- Einerseits scheinen die Fachbegriffe vom Lehrmaterial ausreichend erklärt worden zu sein, andererseits können diese von den S/S korrekt an Beispielen aus der Praxis angewandt werden.
- Die S/S können zwar korrekt benennen, was Licht erzeugen bzw reflektieren sowie die Begriffe des Selbst- bzw Zwischensenders bedeuten, dieses Wissen jedoch nicht auf das Beispiel der Leuchtreklame anwenden.

Rückschluss

- Zwar scheinen einerseits die Fachbegriffe vom Lehrmaterial ausreichend erklärt worden zu sein, andererseits können diese von den S/S jedoch nicht korrekt an Beispielen aus der Praxis angewandt werden. Ein tiefgreifendes Verständnis dieser Begriffe scheint daher noch nicht eingesetzt zu haben, auf jeden Fall ergeben sich Probleme bei der Transferfähigkeit des soeben erlernten Wissens.

- Die S/S können weder korrekt benennen, was Licht erzeugen bzw reflektieren sowie die Begriffe des Selbst- bzw Zwischensenders bedeuten, noch dieses Wissen auf das Beispiel der Leuchtreklame anwenden

Rückschluss

- Die Fachbegriffe scheinen vom Lehrmaterial nicht ausreichend erklärt worden zu sein, aus diesem Grund ist auch das Anwenden des Wissens auf konkrete Beispiele nicht möglich.

11. 7 Transkription der geführten Interviews

11. 7. 1 Transkription Gruppe AECC - S/S 1

- 1) I: Also, angestrichen hast du nichts, waren dir trotzdem irgendwelche Dinge unklar?
- 2) B: Nein.
- 3) I: Also denkst du, alles verstanden zu haben?
- 4) B: Ja, ich denke schon.
- 5) I: Bitte beschreibe einmal, wie gut dir der Text gefallen hat.
- 6) B: Ja, also der Text war gut zu lesen, ich habe eigentlich im Grunde genommen alles
- 7) verstanden, weil es nicht zu kompliziert geschrieben war. (...) Die Bilder haben auch sehr
- 8) gut verdeutlicht, was im Text gemeint ist. Und ich hab eigentlich alles grundlegend sehr gut
- 9) verstanden.
- 10) I: Hast du sonst irgendetwas am Text auszusetzen?
- 11) B:(...)
- 12) I: Vom Layout, oder den Abbildungen, hättest du gerne etwas anders gehabt?
- 13) B: Passt eigentlich sehr gut alles. Das manches dick gemacht ist, was wichtig ist, also das
- 14) gefällt mir.
- 15) I: denkst du, dass der Text ausreichend genau geschrieben ist? Also vom Umfang, so dass
- 16) er dir alles erklärt was er dir erklären möchte?
- 17) B (...)
- 18) I: Würdest du sagen, dass er zu lange oder zu kurz ist?
- 19) B: Ich glaube wenn man zum Beispiel im Physikunterricht ein Kapitel über Licht oder so
- 20) macht, ist es sicher noch nicht völlig genug aber, vielleicht ein paar Beispiele fehlen noch.
- 21) Aber im Grunde genommen passt alles.
- 22) I: Also für die gesamte Optik wär es zu wenig?
- 23) B: Ja genau.
- 24) I: Welche Textstellen scheinen für dich die wichtigsten im Text zu sein? Markiere diese
- 25) bitte mit dem Marker. Was für dich besonders wichtig ist bitte markieren.
- 26) B: (markiert) Ich hoffe, ich kreuze nicht zu viel an(lacht).
- 27) I: das kannst du gar nicht.
- 28) B: (markiert weiter) So.
- 29) I: Wenn du die Abbildungen auch als sehr wichtig bezeichnen würdest, dann markiere diese
- 30) bitte auch.
- 31) B: Diese hat mir am meisten erklärt(markiert Abb. 3), und naja diese zur Verdeutlichung
- 32) aber diese ist am wichtigsten.
- 33) I: Warum hast du diese speziellen Passagen markiert?
- 34) B: Weil sie eigentlich der Kern, also ich glaube, in dem Text, also will diese Passage darauf
- 35) hinaus das hier zu erklären, also habe ich das markiert.
- 36) I: Also immer die Kernaussagen?
- 37) B: Ja genau.
- 38) I: Beschreibe bitte kurz, was du in den drei Abbildungen siehst und was sie bedeuten. Was
- 39) siehst du hier und was bedeutet dieses Bild?
- 40) B: Naja, also in diesem Bild wird gezeigt, dass die Sonne die Bäume von vorne anstrahlt
- 41) und (...) also die Wolken werden angestrahlt, obwohl sie, also man sieht die Wolken,
- 42) obwohl sie selbst nicht angestrahlt werden und dabei werden dann die, wie heißt das (lacht)
- 43) die Leiter, die Zwischensender. Also hier wird auf die Zwischensender eingegangen. Dass
- 44) man die Wolken sieht, obwohl sie selbst nicht strahlen, sondern, dass sie das Licht der
- 45) Sonne weiter leiten. Da wird nochmals gezeigt, das Sonnenlicht geht durch die Wolke
- 46) durch und wo das Sonnenlicht dann durch geht, hier wird noch mal auf den Photographen
- 47) eingegangen, wie das Licht von den Wolken auf ihn eintrifft und wo die Sonne circa sein

- 48) könnte.
- 49) I: Wenn du es schon ansprichst, wo könnte hier in dieser Abbildung die Sonne sein?
- 50) B: Hier wahrscheinlich.
- 51) I: Da wo ich das Kreuz mache(markiert eine Stelle)?
- 52) B: Ja.
- 53) I: Hier wäre die Sonne.
- 54) B: Wahrscheinlich.
- 55) I: Dann würde ich dich bitten, mit dem Kugelschreiber zu unterstreichen, auf welche Stelle
- 56) des Textes sich die Abbildungen beziehen.
- 57) B: Okay (unterstreicht). Ja das beschreibt das Bild eigentlich und die Physik dahinter. (...)
- 58) Und da das geht ziemlich nicht auf das Bild ein(Abb. 3).
- 59) I: Bezieht sich dann eine Stelle des Textes auf dieses Bild?
- 60) B: Wahrscheinlich ein Teil vom Zwischensender.
- 61) I: Jetzt stelle ich dir ein paar Fragen zum Text. Beschreibe mir bitte einmal in eigenen
- 62) Worten, was ein Sender ist.
- 63) B: Also ein Sender ist(.) ein Ding, das Lichtstrahlen aussendet und, also sie selbst erzeugt
- 64) durch Wärme oder Elektrizität.
- 65) I: Und welche Arten von Sendern werden unterschieden?
- 66) B: Also es gibt Selbstsender und die Zwischensender.
- 67) I: Und wodurch unterscheiden sich selbst- und Zwischensender?
- 68) B: Also die Selbstsender, die erzeugen das Licht selbst und die Zwischensender leiten es
- 69) nur weiter.
- 70) I: Wenn du mir jetzt Beispiele für Selbst- und Zwischensender.
- 71) B: Dann wäre ein Selbstsender zum Beispiel eine Glühbirne oder ein Lagerfeuer und ein
- 72) Zwischensender so gut wie alles, was vom Licht angestrahlt wird, also (..)
- 73) I: Hier in diesem Raum, haben wir hier Zwischensender?
- 74) B: Das Sofa, wahrscheinlich das Fenster auch, der Tisch, so gut wie jeder Gegenstand.
- 75) I: Wenn wir diesen Laptop hier betrachten, ist das ein Selbst- oder Zwischensender?
- 76) B: Das ist ein Selbstsender, weil er durch Elektrizität Licht erzeugt, aber das ist
- 77) wahrscheinlich nur der Bildschirm. Das ist ein Zwischensender(deutet in Richtung
- 78) Tastatur).
- 79) I: Beispiele für Selbst- und Zwischensender hatten wir gerade. Angenommen, ein Sender
- 80) sendet Licht aus, und du kannst den Sender wahrnehmen, zum Beispiel den Bildschirm
- 81) und die Tastatur des Laptops. Ist nun für dich das Sehen dieser beiden Teile des Laptops,
- 82) ist das für dich ein Unterscheid, wenn wir hier einmal einen Zwischensender und hier einen
- 83) Selbstsender haben.
- 84) B: Im Sehen, ich glaube nicht, also ich sehe beides gleich. Nur von der Helligkeit aber sonst
- 85) nicht.
- 86) I: Und warum kannst du jetzt zum Beispiel diesen Tisch hier sehen?
- 87) B: Weil er von der Sonne angestrahlt wird, und die Sonne ist ein Selbstsender und das hier
- 88) ist ein Zwischensender und ich sehe das Licht vom Tisch, das abgestrahlt wird von der
- 89) Sonne.
- 90) I: Vielleicht Nochmal einen Schritt langsamer. Die Sonne was macht die?
- 91) B: Die leuchtet den Tisch an, und die Sonne ist ein Selbstsender und der Tisch ist ein
- 92) Zwischensender und der Tisch gibt das Licht der Sonne an meine Augen weiter.
- 93) I: Okay, hier auf diesem Sofasessel liegt zum Beispiel eine rote Mappe, kannst du sie sehen?
- 94) B: Nein.
- 95) I: Und was stellt in dieser Thematik die rote Mappe dar?
- 96) B: Die rote Mappe ist ein Zwischensender.
- 97) I: Das heißt wir haben einen Zwischensender den Tisch und einmal die rote Mappe, du
- 98) kannst den Tisch sehen, die rote Mappe aber nicht. Wo liegt hier jetzt der Unterschied?
- 99) B: Den Tisch kann ich sehen, weil er direkt vor mir ist und nicht verdeckt wird. Und die

- 100) rote Mappe sehe ich nicht, weil der Computer es verdeckt.
- 101) I: Der Computer verdeckt es, was passiert hier dann?
- 102) B: Was verd/ (...) das Licht, das der Computer absendet, verdeckt das Licht (..) also das
- 103) Licht, das von der Mappe abgesendet wird, also dem Zwischensender, wird vom Computer
- 104) verdeckt, also die Lichtstrahlen gelangen nicht zu meinen Augen.
- 105) I: Und deswegen kannst du die rote Mappe nicht sehen.
- 106) B: Ja genau.
- 107) I: Und bei diesem Zettel hier, wie wäre das hier der Fall(zeigt auf ein Blatt Papier)?
- 108) B: Den kann ich sehen, weil die Lichtstrahlen zu mir gelangen, zu meinen Augen.
- 109) I: Dann eine letzte Frage, du siehst hier eine Leuchtreklame, von einer Bar oder einem
- 110) Cafe. Hast du so etwas schon einmal gesehen?
- 111) B: Ja.
- 112) I: Jetzt erkläre bitte in eigenen Worten, wann die Reklame als Selbstsender und wann die
- 113) Reklame als Zwischensender betrachtet werden kann.
- 114) B: Okay, also wenn die Reklame leuchtet, also durch Elektrizität sozusagen angetrieben
- 115) wird, dann ist sie ein Selbstsender weil sie, also weil das Licht der Elektrizität an meine
- 116) Augen weiter geleitet wird. Wenn die Leuchtreklame abgedreht ist, dann ist es ein
- 117) Zwischensender, weil nur noch das Licht der Sonne von den (.) der Leuchtreklame weg
- 118) reflektiert wird.
- 119) I: Und wenn du die Leuchtreklame im ausgeschalteten Modus sehen kannst, kannst du
- 120) dann nochmal beschreiben warum du sie sehen kannst.
- 121) B: Naja, weil dann nur das Licht der Sonne von der Leuchtreklame reflektiert und an meine
- 122) Augen weitergeleitet wird.

11. 7. 2 Transkription Gruppe AECC – S/S 2

- 1) I: Du hast nichts markiert, war trotzdem vielleicht irgendetwas unklar, irgendwelche
- 2) Begriffe?
- 3) B: Nein eigentlich nicht.
- 4) I: Dann würde ich dich bitten zu sagen, wie gut dir der Text allgemein gefallen hat.
- 5) B: Ja, also ich fand ihn gut, weil nicht so komplizierte Worte drinnen waren, also gut zu
- 6) verstehen.
- 7) I: Das heißt er war relativ einfach geschrieben.
- 8) B: Ja.
- 9) I: Und der Aufbau, die Abbildungen, haben dir diese gefallen?
- 10) B: Damit man es besser versteht, wie es gemeint ist, das finde ich hilfreich.
- 11) I: Okay, würdest du sagen, dass der Text von der Länge und Umfang passend ist, oder ist
- 12) er zu lange oder zu kurz?
- 13) B: (...)
- 14) I: Könnte er Dinge genauer beschreiben, oder kann man Dinge weglassen.
- 15) B: Ich finde er passt so, er ist nicht zu lange und nicht zu kurz.
- 16) I: Dann würde ich dich bitten mit dem rosanen Marker jene Passagen zu markieren, wo du
- 17) sagst, das sind die wichtigsten des Textes. Das können einzelne Wörter sein, das kann ein
- 18) ganzer Satz sein. Was du sagst, dass es das Wichtigste ist.
- 19) B: (markiert)
- 20) I: Okay, das Wichtigste ist markiert?
- 21) B: Ja.
- 22) I: Falls die Abbildungen in deinen Augen auch noch wichtig sind, dann bitte auch
- 23) markieren.
- 24) B: Okay(..).
- 25) I: Oder du sagst sie sind nicht so wichtig, dann können sie auch frei bleiben.

- 26) B: Wie, soll ich das einfach ankreuzen?
- 27) I: Mach einfach einen Strich daneben, dann kenne ich mich aus.
- 28) B: (markiert) Das ist die Wichtigste.
- 29) I: Und wenn du noch kurz begründen kannst, warum du gerade diese Sachen unterstrichen
- 30) hast.
- 31) B: Also da, weil es einfach das Wichtigste, das die entweder Licht erzeugen oder nicht und
- 32) hier, dass die Wolken kein Licht erzeugen und leuchten, weil sie eben angestrahlt werden.
- 33) (..) Und hier ist das Bild, das das noch erklärt.
- 34) I: Dann sage mir bitte, was du in den drei Abbildungen siehst und welche Bedeutung diese
- 35) Abbildungen für den Text haben.
- 36) B: (..)
- 37) I: Also warum hat man diese Abbildungen gewählt, warum denkst du das?
- 38) B: Also diese hier(Abb. 1), weil es schon dunkel ist, die Wolken aber immer noch hell sind,
- 39) weil sie von der Sonne angestrahlt (..) und das(Abb. 2) ist, damit man es besser versteht,
- 40) dass wenn die Sonne die Wolke anstrahlt, dass sie hell ist.
- 41) I: Und wenn du kurz sagen kannst, was du hier siehst?
- 42) B: Einen Sonnenuntergang(Abb. 1).(..) Einen Wald.
- 43) I: Und welche Teile dieser Abbildung sind hier die wichtigsten?
- 44) B: Hier der Himmel.
- 45) I: Und warum ist es gerade der Himmel?
- 46) B: Weil man sieht, dass hinten die Sonne eigentlich schon untergegangen ist, aber sie
- 47) trotzdem noch hell sind, weil sie angestrahlt wird.
- 48) I: Und was siehst du hier(Abb. 2)?
- 49) B: Dass das Sonnenlicht einfach die Wolke hell macht.
- 50) I: Und was haben wir in der dritten Abbildung?
- 51) B: Dass obwohl die Sonne hinter dem Berg ist, dass trotzdem noch, dass es da hell ist, weil
- 52) die Wolken angestrahlt werden.
- 53) I: Wo würdest du hier sagen, wo befindet sich hier gerade die Sonne?
- 54) B: Hier.
- 55) I: Wenn du vielleicht ein X machen könntest. Pi mal Daumen.
- 56) B. (setzt ein Kreuz).
- 57) I: Jetzt würde ich dich bitten mit dem Kugelschreiben jene Stellen des Textes zu markieren,
- 58) wo du sagst, auf diese bezieht sich die Abbildung. Das kann ein Wort sein oder ein ganzer
- 59) Satz.
- 60) B: (unterstreicht) Soll ich das so(..).
- 61) I: Einfach unterstreichen.
- 62) B: Soll ich das hier unterstreichen(zeigt auf die Bildunterschrift)?
- 63) I: Das bitte nicht, weil das ist nur die Bilderklärung, lieber eine von den Textpassagen.
- 64) B: (unterstreicht)
- 65) I: Du musst auch nichts unterstreichen, wenn du das sagst.
- 66) B: Naja ich weiß nicht so genau.
- 67) I: Bei der(Abb. 3) bist du dir nicht sicher wo das dazu gehört.
- 68) B: Ich weiß nicht so recht.
- 69) I: So, jetzt würde ich dir den Text wegnehmen und dir ein paar Fragen stellen, um einfach
- 70) zu sehen, wie gut dir der Text die Inhalte vermittelt hat. So dann beginne bitte damit, dass
- 71) du beschreibst, was ein Sender ist.
- 72) B: Ein Sender ist ein(..), also ein, oder etwas, dass Licht abgibt. Ein Objekt, das Licht
- 73) abgibt.
- 74) I: Ein Objekt, das Licht abgibt. Und welche Arten von Sendern unterscheiden wir?
- 75) B: Es gibt Zwischensender und (...) Hauptsender, oder nein ich weiß nicht. Also Sender,
- 76) die einfach nur etwas weiterleiten und Sender, die einfach schon hell sind. Wie ein Feuer
- 77) oder eine Lampe.

- 78) I: Und die Zwischensender, wo würden diese für dich hinein passen.
79) B: Also, die das Licht nur weiterleiten.
80) I: Und die anderen Sender, kannst du nochmals sagen, was diese genau machen.
81) B: Die haben, sind selber schon hell und tun das Licht nur abgeben.
82) I: Okay, hier haben wir zum Beispiel eine Wand, ist die würdest du sagen eher hell oder
83) dunkel?
84) B: Hell.
85) I: Und wäre das zum Beispiel ein(..)
86) B: Ein Zwischensender.
87) I: Und warum ist es ein Zwischensender?
88) B: Weil es selber kein Licht abgibt, aber es weiterleitet.
89) I: Die anderen Sender von denen du gesprochen hast nennt man Selbstsender. Weil du
90) vorher Hauptsender sagtest. Und ein Selbstsender leitet Licht nicht weiter?
91) B: Nein, der leuchtet schon von alleine.
92) I: Das heißt, wenn du Beispiele für Selbst- und Zwischensender bringen müsstest.
93) B: Also ein Selbstsender sind zum Beispiel eine Glühbirne oder Lagerfeuer oder Feuer,
94) Flamme. Und Zwischensender sind zum Beispiel Wolken oder (.) also eigentlich alles
95) Mögliche, was hell, also die Helligkeit aufnimmt und weitergibt.
96) I: Wie meinst du das genau mit Helligkeit aufnehmen und weitergeben?
97) B: (..)
98) I: Du sagtest, die Wand ist zum Beispiel ein Zwischensender. Wie funktioniert das hier mit
99) Helligkeit aufnehmen und weitergeben?
100) B: Die Helligkeit geht auf die Wand und die reflektiert diese dann weiter.
101) I: Und die Helligkeit, was ist das genau?
102) B: (..)
103) I: Ist das ein Stoff oder ein Zustand, wie würdest du das beschreiben?
104) B: Ein Zustand.
105) I: Und welches Licht leitet diese Wand momentan weiter?
106) B: Also von der Sonne.
107) I: Würdest du das dann mehr als einen statischen Zustand beschreiben, also dass es immer
108) so bleibt, wie es ist, oder ist es etwas dynamisches, gibt es hier Bewegung?
109) B: Es ist schon etwas dynamisches, es ändert sich.
110) I: und wodurch ändert es sich.
111) B: Wo halt, wie die Sonne gerade das Licht herunter strahlt.
112) I: Und angenommen ein Sender, egal ob Selbstsender oder Zwischensender, der sendet
113) jetzt Licht aus und du kannst diesen Sender wahrnehmen. Welchen Selbstsender und
114) welchen Zwischensender wollen wir zum Beispiel nehmen?
115) B: Die Sonne.
116) I: Und als Zwischensender?
117) B: Die Wolke.
118) I: Ist jetzt das Sehen dieser beiden Objekte ein anderes, wenn wir einmal einen Selbstsender
119) und einmal einen Zwischensender betrachten.
120) B: (..)
121) I: Spielt das eine Rolle für das Sehen?
122) B: Eigentlich nicht. Also für das Sehen nicht.
123) I: Und wie würdest du jemanden, der es nicht weiß beschreiben wie das Sehen
124) funktioniert?
125) B: das (..)
126) I: Warum siehst du zum Beispiel die Sonne, was passiert hier?
127) B: Weil, also die Helligkeit geht in das Auge, und das nimmt dann das Auge wahr und dann
128) sieht man es.
129) I: Und bei der Wand wie würde das hier sein, oder der Wolke?

- 130) B: Also die Sonne würde hier in die Wolke und von dort in das Auge.
 131) I: Hier auf dem Sessel hab ich eine rote Mappe liegen, wo ich meine ganzen Unterlagen
 132) darin liegen habe, kannst du die rote Mappe jetzt momentan sehen?
 133) B: Jetzt nicht.
 134) I: Und die rote Mappe, was stellt diese in dem Kontext dar?
 135) B: Einen Zwischensender.
 136) I: Wir hatten einen zweiten Zwischensender, nehmen wir zum Beispiel den Tisch. So die
 137) Frage ist nun, den Tisch kannst du sehen, die Mappe kannst du nicht sehen, wo
 138) unterscheiden sich jetzt diese zwei Dinge, dass du einerseits den Tisch sehen kannst, die
 139) Mappe aber nicht?
 140) B: Weil diese verdeckt sind, also die Mappe ist verdeckt vom Tisch.
 141) I: Und was bedeutet das, dass die Mappe verdeckt ist.
 142) B: Dass sich die gegenseitig verdecken, die Zwischensender.
 143) I: Kannst du nochmal beschreiben warum du den Tisch siehst, was passiert hier eigentlich?
 144) B: Die Sonne strahlt Helligkeit auf den Tisch und der reflektiert das.
 145) I: Und was passiert dann mit dem Reflektierten?
 146) B: Das geht dann in das Auge und wir sehen das.
 147) I: Und wenn wir das auf die Mappe anwenden, wie sieht das hier aus?
 148) B: Das geht eigentlich auch, nur man sieht es nicht, weil es verdeckt ist.
 149) I: Du hast gesagt Helligkeit fällt ein, gibt es jetzt einen Unterschied zwischen Helligkeit und
 150) Licht? Du sagtest ja vorhin, ein Selbstsender erzeugt Licht. Sind jetzt Licht und Helligkeit
 151) dasselbe oder sind das zwei verschiedene Dinge?
 152) B: Naja das Licht erzeugt die Helligkeit, also wie wir es dann fühlen ist, wie hell es ist. Die
 153) Helligkeit fühlen wir.
 154) I: Okay, du hast hier eine Leuchtreklame, kennst du so etwas?
 155) B: Ja.
 156) I: Ich würde dich jetzt bitten in eigenen Worten zu erklären, wann diese Reklame ein
 157) Selbstsender und wann es ein Zwischensender ist und warum das so ist.
 158) B: Also ein Zwischensender ist es, wenn kein Strom durchläuft, dass das hell macht. Dann
 159) ist es ein Zwischensender, weil es dann nur die Helligkeit oder das Licht aufnimmt, von der
 160) Sonne zum Beispiel.
 161) I: Und warum siehst du es dann, obwohl es gar nicht eingeschalten ist?
 162) B: Weil es das eben aufnimmt und dann wieder abgibt, (..) in unser Auge.
 163) I: Und als Selbstsender, wann könnte man es als Selbstsender betrachten?
 164) B: Wenn es eingeschalten ist oder Strom durchläuft, dann leuchtet es schon alleine, ob da
 165) etwas darauf scheint oder nicht.
 166) I: Und was passiert, wenn es leuchtet?
 167) B: Dann wird es hell und wir sehen es.
 168) I: Kannst du zum Abschluss nochmal bitte sagen wie sehen funktioniert?
 169) B: Weil, wenn etwas Licht abgibt, oder Helligkeit und dann geht das in das Auge und das
 170) Auge nimmt das dann wahr und dann sieht man es.

11. 7. 3 Transkription Gruppe AECC – S/S 3

- 1) I: Also, angestrichen hast du nichts, ist dir trotzdem etwas unklar?
 2) B: Ja also die Abbildung, da weiß ich nicht so ganz(zeigt auf Abb. 2) was das ist.
 3) I: Das Orangene?
 4) B: Ja.
 5) I: Das soll die Wolke darstellen.
 6) B: Ah, okay(..)jetzt versteh ich.
 7) I: Kannst du dann bitte sagen, wie dir der Text ganz allgemein gefallen hat.

- 8) B: Ich finde das gut, dass die Leuchtbilder stehen, wie Glühbirne, Sonne, Tisch, Fußboden,
9) Mond oder Wolken. (..)Ich hab das Bild aber nicht ganz verstanden, weil das weiß nicht,
10) wegen der Wolke und (...)das Bild hab ich eben auch verstanden, nur da habe ich gedacht,
11) dass das hier von der Sonne aus weggeht schätze ich einmal und(..) ja sonst hab ich sehr
12) gut verstanden.
13) I: Und hat dir auch gut gefallen?
14) B: Ja.
15) I: Also keine Änderungsvorschläge, was man besser machen könnte?
16) B: Nein, nicht wirklich.
17) I: Denkst du, dass der Text grundsätzlich ausreichend genau ist?
18) B: Ja ich denke schon.
19) I: Also sollte er nicht länger sein oder kürzer?
20) B: Nein, ich finde das auch mit den Bildern gut, und die Beispiele und so.
21) I: Die Bilder gefallen dir auch gut?
22) B: Ja.
23) I: Dann würde ich dich bitten zu markieren, welche Textstellen für dich die wichtigsten
24) sind in diesem Text.
25) B: (markiert), kann ich das auch einfach so darunter?
26) I: Wenn alles wichtig ist/
27) B: Ja, also ich finde das ist schon alles wichtig.
28) I: Das geht genauso. Okay, würdest du die Abbildungen noch als wichtig bezeichnen?
29) B: Ja, ich finde das immer gut, wenn irgendwelche Bilder sind, weil dann ist das nicht so
30) eine lange(..)lacht) Wurst.
31) I: Dann wird das ein bisschen lockerer.
32) B: Ja genau.
33) I: Aber sind sie auch von der Information, die sie dir geben wichtig oder sind sie eher nur
34) auflockernde Elemente?
35) B: Also das finde ich gut(deutet auf Abb. 2), weil es dann verständlich ist und das
36) auch(deutet auf Abb. 3), also die beiden finde ich sehr gut, und das glaube ich wäre nicht
37) unbedingt wichtig aber ich finde es schon(..)
38) I: Also, wenn Abbildungen für dich wichtig sind, dann würde ich dich auch bitten, dort
39) auch eine Markierung zu setzen.
40) B: Okay (markiert).
41) I: Und wenn du begründen müsstest, warum diese Stellen die wichtigsten sind.
42) B: Also das finde ich gut, weil das einmal ein Beispiel ist, wegen der Wolken, dass sie selber
43) kein Licht erzeugen. Das Bild finde ich gut, weil es gut erklärt, so wie das hier auch, dass
44) das Licht eben herunterfällt und auch zum Fotografen geht, das Licht. (...) Und das finde
45) ich überhaupt sehr wichtig, dass es hier verschiedene Sender gibt. Und (...) das, ja das ist
46) halt glaube ich eine Erklärung, dass man das halt nur sehen kann, wenn es direkt ins Auge
47) geht und das es (..) ja.
48) I: Dann würde ich dich bitten zu beschreiben, was du auf den drei Abbildungen siehst.
49) B: Also, hier(Abb. 2) sieht man eine Wolke und das Sonnenlicht geht auf die Wolke ein, die
50) Wolke nimmt das Licht auf und leuchtet dadurch. Und das (Abb. 1) ist eigentlich auch
51) dasselbe, weil da die Sonne ist und die strahlt die Wolken an(...) und dann hier(Abb. 3)
52) kommt das Sonnenlicht auf die Wolken und die Wolken geben das Licht wieder ab, zu dem
53) Photographen und den Bäumen. (..) Und ja.
54) I: Jetzt würde ich dich noch bitten zu markieren auf welche Stellen des Textes sich die
55) Abbildungen beziehen. Nimm dazu einfach den Kugelschreiber und unterstreiche.
56) B: Das hier auch?
57) I: Ja genau, auf welche Stelle des Textes bezieht sich Abbildung eins?
58) B: Okay. (markiert)
59) B: Kann ich das so machen. Noch weiter?

- 60) I: So weit, wie es für dich nötig ist. Wenn du sagst, dass es sich auf den ganzen Satz
61) bezieht, dann den ganzen Satz, wenn es nur eine Phrase ist, dann geht das genauso.
62) I: Ist alles markiert, was du markieren wolltest?
63) B: Ja.
64) I: Jetzt nehme ich dir den Text weg, weil jetzt für mich interessant zu schauen ist, welche
65) Informationen du dem Text entnehmen konntest.
66) B: Okay
67) I: Kannst du beschreiben was ein Sender ist?
68) B: Ein Sender ist etwas, das entweder Licht abgibt oder Licht aufnimmt. Und da gibt es
69) einen Selbstsender und einen Zwischensender. Ja und der Selbstsender ist etwas, dass
70) selber Licht abgibt, wie die Glühbirne oder ein Lagerfeuer und da sie leuchtet braucht sie
71) Energie oder Strom halt. (..) Und der Zwischensender ist etwas, dass angestrahlt wird zum
72) Beispiel und der gibt dann das Licht weiter (..).
73) I: Und wovon wird der angestrahlt?
74) B: Von einem Selbstsender. (..) Und das ist zum Beispiel der Fußboden oder der Tisch.
75) I: Das heißt der Tisch zum Beispiel gibt das Licht weiter?
76) B: Ja.
77) I: Das heißt haben die Sender auch irgendetwas gemeinsam, was ist besonders
78) charakteristisch an ihnen?
79) B: Naja, dass beide etwas mit Licht zu tun haben. Ich weiß nicht(..)
80) I: Du hast schon richtig gesagt, man unterscheidet Selbst- und Zwischensender. Kannst du
81) nochmals Beispiele für Selbst- und Zwischensender aufzählen.
82) B: Selbstsender sind Lagerfeuer, Glühbirne und Sonne. Und Zwischensender sind
83) Fußboden, Tisch, Baum oder Wolke.
84) I: Angenommen ein Sender erzeugt jetzt Licht und du kannst diesen Sender sehen,
85) unterscheidet sich für dich das Sehen wenn es einmal ein Selbstsender und einmal ein
86) Zwischensender ist.
87) B: Nein, das Licht muss direkt in das Auge fallen, sonst sieht man es nicht(.).
88) I: Und das gilt für beide?
89) B: Ja.
90) I: Wenn wir jetzt konkret diesen Tisch hier hernehmen, kannst du beschreiben, warum du
91) diesen Tisch siehst?
92) B: Weil Licht auf ihn fällt, weil es halt nicht dunkel ist, weil zum Beispiel die Sonne scheint.
93) Oder weil zum Beispiel Licht aufgedreht ist, und dann fällt das Licht auf den Tisch und
94) dann kann man ihn sehen, weil der Tisch der Sender ist.
95) I: Unsere Lichtquelle ist ja jetzt gerade die Sonne. Die Glühbirnen sind ja nicht
96) eingeschalten. Von der Sonne kommt nun Licht auf den Tisch, was passiert nun weiter,
97) wenn Licht auf diesen Tisch fällt?
98) B: Dann nimmt der Tisch mal das Licht auf sozusagen und gibt es dann wieder weiter, der
99) strahlt dann selber ein bisschen halt.
100) I: Und was passiert dann mit diesen Strahlen?
101) B: Die nimmt dann wieder ein Zwischensender auf, ist das möglich? (..) ich weiß es
102) nicht(lacht). Ja also er nimmt einmal das Licht auf und dann strahlt er sozusagen.
103) I: Und weshalb kannst du jetzt den Tisch sehen?
104) B: Weil er angestrahlt wird von der Sonne und weil er ein Zwischenleiter ist und weil das
105) Licht vom Tisch in unser Auge gelangt.
106) I: Hier auf diesem Sessel habe ich eine rote Mappe von mir liegen.
107) B: Ja.
108) I: Kannst du diese rote Mappe sehen?
109) B: Nein.
110) I: Und warum kannst du diese rote Mappe nicht sehen?
111) B: Weil der Computer davor steht.

- 112) I: Okay, weil der Computer davor steht, und was tut dieser Computer?
113) B: Der steht halt davor (lacht) ich weiß nicht.
114) I: Was ist dann der Unterschied zwischen dieser roten Mappe und diesem Tisch? Warum
115) kannst du den Tisch sehen, die rote Mappe aber nicht?
116) B: Weil zwischen dem Tisch und mir nichts ist und deshalb strahlt das Licht halt auf mich
117) ein und weil zwischen der Mappe und mir steht halt der Computer und der strahlt auch
118) Licht aus/
119) I: Der Computer oder die Mappe?
120) B: Der Computer, der ist eben auch hell und deshalb kommen die Strahlen zu mir und ich
121) kann(.).
122) I: Die Strahlen des Computers kommen jetzt zu dir?
123) B: Ja (lacht). Ich weiß es nicht.
124) I: Hier kannst du eine Leuchtreklame sehen, die kennst du vielleicht aus irgendwelchen
125) Bars oder Cafés/
126) B: Mh.
127) I: Ich würde dich jetzt bitten in eigenen Worten zu erklären, wann diese Reklame als
128) Selbstsender und wann als Zwischensender betrachtet werden kann.
129) B: Wenn sie aufgedreht ist, ist sie ein Selbstsender, weil das (.) darin ist ja Strom. Also es ist
130) ja an eine Batterie oder Strom angeschlossen. Und ein Selbstsender ist es, wenn es eben
131) dunkel ist und ein Licht darauf fällt.
132) I: Du hast jetzt zwei Mal Selbstsender gesagt/
133) B: Ach so ein Zwischensender.
134) I: Ein Zwischensender ist es, wenn es dunkel ist und Licht darauf fällt?
135) B: Ja wenn es dunkel ist.
136) I: Und ein Selbstsender ist es, weil Strom darin ist? Ist das die einzige Charakteristik?
137) B: Weil es ein Selbstsender ist?
138) I: Ja. Ist ein Selbstsender immer etwas, wo Strom darin ist?
139) B: Nein, es kommt darauf an, ob Energie darin ist und die dann zum Leuchten bringt.
140) I: Das heißt, wenn etwas leuchtet/
141) B: Dann ist es ein Selbstsender.
142) I: Und wenn es abgeschaltet ist, dann leuchtet es nicht mehr?
143) B: Ja, wenn dann aber Licht darauf fällt, dann ist es ein Zwischensender.
144) I: Jetzt würde ich dich noch zum Abschluss bitten, ob du mir mit Hilfe des Textes sagen
145) kannst, warum du den Tisch sehen kannst, die rote Mappe jedoch nicht.
146) B: (liest) Also ich weiß, dass ich den Tisch sehe, weil es ein Zwischensender ist, weil Licht
147) darauf fällt. (.) Und ich glaube ich sehe die Mappe nicht, weil da der Computer ein
148) Selbstsender ist und einfach davor steht.
149) I: Aber auf die Mappe fällt auch Licht.
150) B: Auf die Mappe fällt auch Licht.
151) I: Also auf beide fällt Licht und was tun sie dann mit dem Licht?
152) B: Sie strahlen das Licht ab!
153) I: Und was passiert mit dem abgestrahlten Licht vom Tisch?
154) B: Sie leiten es an andere Selbstsender weiter.
155) I: Zum Beispiel die Sonne?
156) B: Ja aber da steht, die Zwischensender erzeugen selbst kein Licht, sie strahlen nur dann
157) Licht ab, wenn sie beleuchtet werden. Und sie leiten das Licht,(.) ach so sie leiten das Licht
158) eines anderen Selbstsenders weiter. Sie leiten es halt weiter das Licht.
159) I: Und wohin?
160) B: Zu einem anderen Zwischensender.
161) I: Kannst du nochmal in einem Satz sagen, warum du den Tisch siehst.
162) B: Das ist weil der Tisch ein Zwischensender ist und das Licht der Sonne aufnimmt und
163) weil er das Licht dann weiterleitet, eben deshalb kann ich sehen, weil das Licht direkt in die

- 164) Augen fällt.
- 165) I: Und kann das bei der Mappe der Fall sein?
- 166) B: Kann schon, wenn der Computer nicht davor ist.
- 167) I: wenn wir jetzt einen Selbst- und einen Zwischensender haben. Und du kannst sie sehen,
- 168) ist dann für dich das Sehen ein Unterschied ist, wenn das Licht von einem Selbst- oder
- 169) Zwischensender kommt.
- 170) B: Also wenn die Sonne scheint kann man ja nicht, weil da ist es zu hell. Und (..)
- 171) I: Nimm zum Beispiel eine Kerzenflamme und einen Tisch, das eine ist ein Selbstsender
- 172) das andere ein Zwischensender. Ist das Sehen dieser Dinge dann ein Unterschied.
- 173) B: Nein.

11. 7. 4 Transkription Gruppe AECC – S/S 4

- 1) I: Du hast nichts angestrichen, war dir trotzdem vielleicht irgendetwas unklar, irgendwelche
- 2) Wörter oder Passagen?
- 3) B: Nein, also am Anfang wusste ich eben das nicht, aber das wurde dann auf dem anderen
- 4) Zettel erklärt.
- 5) I: Also du glaubst alles verstanden zu haben?
- 6) B: Ich hoffe ja(lacht).
- 7) I: Sehr gut. Dann würde ich dich bitten kurz zu beschreiben, wie gut dir der Text allgemein
- 8) gefallen hat.
- 9) B: Ja also ich fand ihn relativ verständlich. Also ja. Ich fand auch die Bilder (..) gut erklärt.
- 10) Ja und (.) ja (...) ich glaube schon.
- 11) I: Sonst irgendwelche Verbesserungsvorschläge, irgendetwas, dass man besser machen
- 12) könnte.
- 13) B: (...) Nein ich finde nicht.
- 14) I: Denkst du, dass der Text von der Länge her ausreichend ist, oder eher zu lang oder zu
- 15) kurz. Oder denkst du, dass er dir die Information, die er dir vermitteln will, in einer guten
- 16) Länge vermittelt?
- 17) B: Ja ich glaube schon, dass er gut ist.
- 18) I: Das heißt eher kürzer oder eher länger oder passt es wirklich genau richtig?
- 19) B: Ja ich glaube, dass es richtig ist.
- 20) I: Okay, als nächstes würde ich dich bitten mit diesem Marker hier, die Stellen des Textes
- 21) zu markieren, wo du sagst, das sind die wichtigsten für dich.
- 22) B: (markiert).
- 23) I: Okay, falls die Abbildungen auch sehr wichtig sind kannst du sie hier auch markieren.
- 24) B: (markiert).
- 25) I: Diese Abbildung ist in deinen Augen wichtig(Abb. 3)?
- 26) B: Ja.
- 27) I: Kannst du auch sagen, warum du gerade diese Sachen markiert hast?
- 28) B: Weil das eigentlich auch die Zusammenfassung von dem ist und das eigentlich wichtiger
- 29) ist als jetzt (..) zum Beispiel Kerzenflamme oder Lagerfeuer, das ist jetzt nicht so wichtig.
- 30) (..) Und, dass eben die Wolken das Licht von der Sonne weiterschicken ist auch sehr (..)
- 31) also eigentlich vom Text her das Haupt(..) ja also der Sinn eigentlich auch. Und da einfach
- 32) die Abbildung, weil man hier sieht, dass das von der Sonne zu den Wolken und dann weiter
- 33) (.) geht.
- 34) I: Da hätte ich eine Frage, wo würdest du sagen ist hier in dieser Abbildung die Sonne?
- 35) B: Hier(zeigt auf eine Stelle der Abbildung). Und ja eben, dass Selbstsender selbst Licht
- 36) erzeugen und, dass Zwischensender eben angestrahlt werden müssen und selbst kein Licht
- 37) erzeugen.
- 38) I: Okay, dann würde ich dich als nächstes bitten, dass du kurz zu den Abbildungen sagst,

- 39) was du erstens siehst und zweitens, warum diese Abbildung im Text verwendet wird.
- 40) B: Ja, hier(Abb. 1) sieht man eben einen Sonnenuntergang, und es wird verwendet, damit
- 41) man sieht, dass die Sonne eigentlich nicht mehr hier ist, sondern nur mehr das Licht auf die
- 42) Wolken strahlt(...).
- 43) I: Und bei der zweiten Abbildung?
- 44) B: Ja eigentlich auch, dass die Sonne auf die Wolken strahlt und dann die Wolken das
- 45) weitergeben. Und hier(Abb. 3), dass die Wolken(..), dass die Sonne auch auf die Wolken
- 46) strahlt und das dann weitergeben und dann zum Fotografen und dadurch kann man dann
- 47) das sehen.
- 48) I: Und was kann man dadurch dann sehen?
- 49) B: Ja also, dass die Wolken angestrahlt werden von der Sonne.
- 50) I: Jetzt markiere bitte worauf sich die Bilder beziehen, auf welche Textpassage. Also diese
- 51) Abbildung, wo gehört diese zum Text dazu?
- 52) B: (markiert) Hier.
- 53) I: Okay, unterstreiche das bitte auch. Entweder ein paar Wörter, oder einen ganzen Satz.
- 54) Oder den ganzen Absatz.
- 55) B: (markiert).
- 56) I: Okay, und für die anderen zwei Abbildungen bitte auch.
- 57) B: (markiert).
- 58) I: Okay was davon ist für Abbildung zwei und was für Abbildung drei. Kannst du hier bitte
- 59) noch Pfeile einfügen.
- 60) B: (fügt Pfeile ein).
- 61) I: Okay, so jetzt würde ich dir den Text wegnehmen und stelle dir noch ein paar Fragen
- 62) zum Text. Hier will ich einfach sehen, wie gut dir der Text die Inhalte vermitteln konnte.
- 63) B: Okay.
- 64) I: Wir beginnen bitte damit, dass du kurz in eigenen Worten sagst, was ein Sender ist.
- 65) B: Ein Sender ist ein Gegenstand, der selbst Licht (..) also strahlt, ausstrahlt. Und er kann
- 66) ihn dann auf andere Gegenstände weitergeben.
- 67) I: Was kann er auf andere Gegenstände weitergeben?
- 68) B: Also der Sender das Licht.
- 69) I: Und welche Arten von Sendern unterscheiden wir?
- 70) B: Zwischensender und Sender (..) ja (..) den anderen Begriff weiß ich jetzt nicht mehr.
- 71) I: Sie haben es im Text Selbstsender genannt.
- 72) B: Selbstsender?
- 73) I: Zwischensender und Selbstsender.
- 74) B: Okay.
- 75) I: Und was sind jetzt die Unterschiede zwischen Zwischensendern und Selbstsendern?
- 76) B: Ein Selbstsender strahlt selbst Licht aus und ein Zwischensender, der wird von einem
- 77) Selbstsender angestrahlt und gibt dann das Licht weiter.
- 78) I: Und kannst du Beispiele für Zwischen- und Selbstsender nennen?
- 79) B: Also ein Selbstsender ist die Sonne oder eine Glühbirne und Zwischensender sind Tür
- 80) oder Boden.
- 81) I: Okay, die Tür ist zum Beispiel ein Zwischensender. Und du kannst jetzt, welches Beispiel
- 82) wollen wir als Selbstsender nehmen?
- 83) B: Glühbirne.
- 84) I: Okay Glühbirne. Wir haben jetzt die Glühbirne und die Türe. So du kannst ja beides
- 85) wahrnehmen, du siehst sowohl die Glühbirne, du siehst aber genauso die Türe. Ist das jetzt
- 86) physikalisch gesehen ein Unterschied, wenn du die Türe siehst und die Glühbirne?
- 87) B: (..)
- 88) I: Passieren da andere Dinge, oder ist das mehr oder weniger das Gleiche?
- 89) B: Nein das Gleiche, also nur die Glühbirne erzeugt das Licht selbst und die Türe wird nur
- 90) angestrahlt. Ja, also von der Glühbirne und gibt das dann weiter.

- 91) I: Was genau gibt es weiter?
- 92) B: Das Licht.
- 93) I: Und warum siehst du die Glühbirne oder warum siehst du die Türe?
- 94) B: Weil sie das auf, also weil sie eben Licht haben und Strahlung und (...) und ja. Die Türe
- 95) wird eben auch angestrahlt.
- 96) I: Und was passiert dann zwischen Glühbirne und dir?
- 97) B: (..)
- 98) I: Oder anders gefragt, wie funktioniert das Sehen?
- 99) B: Also die Glühbirne strahlt direkt in die Augen und dann sieht man es.
- 100) I: Okay, und bei der Türe?
- 101) B: Da geht dann das, (..) das wird zuerst angestrahlt und das Abgestrahlte geht dann auch
- 102) direkt in die Augen.
- 103) I: Okay, und wenn du jetzt nochmal in einem Satz sagen müsstest, wie Sehen funktioniert.
- 104) Warum siehst du Gegenstände, was passiert hier?
- 105) B: Wenn die Strahlung direkt in dein Auge gelangt und dann sieht man es.
- 106) I: Okay, das heißt jetzt nochmal statt dem Gegenstand wie zum Beispiel der Türe haben
- 107) wir jetzt diesen Tisch. Den kannst du ja sehen.
- 108) B: Ja.
- 109) I: Hier unten auf diesem Sessel hier habe ich eine rote Mappe liegen. Kannst du diese jetzt
- 110) momentan sehen?
- 111) B: Nein.
- 112) I: Der Tisch, welche Art von Sender ist das?
- 113) B: Ein Zwischensender.
- 114) I: Und die Mappe?
- 115) B: Auch ein Zwischensender.
- 116) I: Worin liegt dann jetzt der Unterschied, dass du diesen Tisch sehen kannst, die Mappe
- 117) allerdings nicht sehen kannst?
- 118) B: Weil vom Tisch kommt es direkt ins Auge und von der Mappe nicht.
- 119) I: Und von der Mappe ist was nicht?
- 120) B: Kommt die Strahlung(.) also die Strahlen kommen nicht direkt ins Auge.
- 121) I: Und warum nicht?
- 122) B: Naja, weil ja(..), also der Tisch dazwischen ist.
- 123) I: Abschließend hätte ich dann noch eine Frage, du kennst solche Leuchtreklamen.
- 124) B: Ja.
- 125) I: Wie es sie in Cafés oder zum Beispiel Geschäften gibt. Ich würde dich jetzt bitten, dass
- 126) du in eigenen Worten erklärst, wann du diese Reklame als Selbstsender, und wann als
- 127) Zwischensender betrachten kannst.
- 128) B: Also diese würde ich jetzt als Selbstsender betrachten(zeigt auf die Cafe-Abbildung), weil
- 129) sie ja, also weil sie nicht angeleuchtet wird. Und weil sie selbst auch so Leuchtstoffe hat.
- 130) I: Okay, angenommen es ist jetzt früh, die Nacht ist vorbei und jemand zieht den Stecker
- 131) heraus, wie würdest du die Situation dann beurteilen?
- 132) B: Ja dann würde ich sie als Zwischensender sehen.
- 133) I: Und warum kannst du es dann sehen?
- 134) B: Weil es ja auch von der Sonne angeleuchtet wird.
- 135) I: Und was passiert dann bei diesem Schild damit?
- 136) B: Also man sieht es dann nicht mehr so leuchtend aber man kann es trotzdem noch
- 137) erkennen.
- 138) I: Und was passiert da dazwischen, zwischen Sonne und, dass du es sehen kannst?
- 139) B: Also es wird angestrahlt und dann wird es an mich weitergegeben.
- 140) I: Und was muss der Fall sein damit du es sehen kannst.
- 141) B: Also es muss von der Sonne angeleuchtet werden und sie muss scheinen.
- 142) I: Und warum kannst du es nochmals sehen, wenn es in der Nacht ein Selbstsender ist.

- 143) B: Weil es dann Selbst leuchtet und es auch Leuchtstoffe hat, also wie eine Glühbirne oder
 144) so und dann leuchtet es mir auch direkt in die Augen und dann sieht man es.
 145) I: Okay abschließend letzte Frage, wenn du jemand in einem Satz sagen müsstest, wie
 146) Sehen funktioniert. Warum du Dinge siehst, wie würdest du das machen.
 147) B: Also etwas wird von der Sonne angestrahlt und dann siehst du es, oder es strahlt selbst
 148) und dann kann man es auch sehen.

11. 7. 5 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 5

- 1) I: Also das heißt du hast mal nichts angestrichen. Ist dir trotzdem vielleicht irgendetwas
 2) unklar, irgendwelche Begriffe oder irgendwelche Passagen?
 3) B: Ich glaube ich habe verstanden.
 4) I: Okay, du glaubst du hast alles verstanden.
 5) B: Ja.
 6) I: So, dann beschreibe bitte ganz allgemein wie gut dir der Text gefallen hat.
 7) B: Also ich finde ihn, also man kann es verstehen, ich finde auch diesen letzten Satz, dass
 8) das gut ist, weil es dann zusammengefasst ist, das.
 9) I: Mit dem letzten Satz meinst du das blau Unterlegte?
 10) B: Ja, das blau und das orange Unterlegte (..) und (..) ja was kann man großartig dazu sagen
 11) (lacht) das ist schwer zu sagen(...).
 12) I: Das heißt grundsätzlich die Anordnung und das Layout mit den Farben gefällt dir?
 13) B: Ja das gefällt mir.
 14) I: Okay die Abbildungen, wie würdest du die einmal grundsätzlich beurteilen, gefallen dir
 15) die auch, oder?
 16) B: Ja also ich finde das V2, also bei uns im Geographiebuch steht da immer so V2, weil bei
 17) uns kennt man sich sonst nie aus, weil. Ich würd da V2 hinschreiben vielleicht und da hier
 18) V2.
 19) I: Also, dass der Text auf die Bilder verweist?
 20) B: Ja, (...)sonst, die Bilder find ich gut.
 21) I: Okay, also keine Verbesserungsvorschläge von der Seite.
 22) B: Nein.
 23) I: Oder auch für den Text.
 24) B: Nein, ich find den gut.
 25) I: Okay, dann, denkst du, dass der Text ausreichend genau ist, oder denkst du, dass Dinge
 26) fehlen könnten?(..) Also ist er zu lang, ist er zu kurz?
 27) B: Ich find es jetzt nicht zu kurz, also länger lesen würd ich es jetzt auch nicht weil sonst ist
 28) er so extrem lange und man merkt sich gar nichts mehr. Aber auch nicht zu kurz halt. Also
 29) ich finde das passt gerade. Das ist so in der Mitte.
 30) I: Welche Textstellen scheinen für dich in diesem Text die Wichtigsten zu sein?(...)Was
 31) würdest du sagen ist die Kerninformation des Textes?
 32) B: Also außer den Dingen hier, oder wie?
 33) I: Ganz egal, im gesamten Text!
 34) B: Okay. Also ich würde die beiden. Die beiden würde ich als Wichtigstes sehen.
 35) I: Die farbig unterlegten?
 36) B: Ja genau. Und das (...) dass zum Beispiel, andere natürliche Lichtquellen zum Beispiel die
 37) hier die hier(...)und die künstlichen Lichtquellen würde ich vielleicht auch noch wissen.
 38) I: Kannst du das bitte markieren, dass ich das dann später auch noch zuordnen kann.
 39) B: Also nur einen Satz (...) oder ?
 40) I: Egal, wenn es nur ein Teil eines Satzes ist, dann nur den Teil, wenn es der gesamte Satz
 41) ist, dann markier den gesamten Satz.
 42) B: Okay, eigentlich finde ich den ganzen Text wichtig (lacht) aber okay.

- 43) I: Das kannst du aber grundsätzlich auch sagen, wenn du sagst es ist keine der
44) Informationen unerlässlich, alles ist zwingend notwendig, dann ist der ganze Text markiert,
45) du musst jetzt also nicht auf Zwang irgendwas markieren.
46) B: (markiert) da unten auch?
47) I: Wenn der Satz auch wichtig ist, dann bitte auch markieren.
48) B: Okay (markiert).
49) I: Okay würdest du die Abbildungen noch als besonders wichtig bezeichnen?
50) B: Ich würd das hier(...)keine Ahnung. Die andere finde ich auch wichtig.
51) I: Und wenn du begründen müsstest warum diese Passagen die wichtigsten sind(...)wie
52) würdest du das tun
53) B: Weil das hier, das fasst das alles zusammen, also worum es in dem Text geht eigentlich.
54) I: Das blau Unterlegte?
55) B: Ja das blau Unterlegte, und da, das man (.), das glaube ich weiß man, dass die Sonne
56) die wichtigste Lichtquelle ist. Und, dass das auch noch die Sterne und so sind. Also die
57) Tiere und so. Und die künstlichen Lichtquellen, dass man das weiß was, dass es sie
58) überhaupt gibt. Und dass der Zusammenhang zwischen hoher Temperatur und
59) Lichtausstrahlung deutlich erkennbar ist, das finde ich auch wichtig. (...)und(...) das habe
60) ich auch nicht so gewusst, dass trifft Licht auf einen undurchsichtigen Körper, so wird er
61) mehr oder weniger zurückgeworfen. Das habe ich nicht gewusst. (...)und(...) das hier würde
62) ich auch noch wichtig, weil, das fasst das irgendwie zusammen, was da vorhin gestanden
63) ist, diese Flächen, die viel Licht zurückwerfen scheinen hell. Und die Bilder, damit man sich
64) auch auskennt. Damit man eine Vorstellung hat, was damit gemeint ist.
65) I: Okay, wenn du schon von den Bildern sprichst, kannst du mir sagen, oder beschreiben
66) was du auf den Bildern siehst. Was siehst du auf 25.1 und was dann noch auf 25.2?
67) B: Also, dass, dass diese Lampen, halt irgendwelche Leuchten und man sieht künstliche
68) Leuchtorgane, damit man weiß, dass das Glühlampen sind, dass man weiß wie die
69) aussehen. Und das hier, damit man weiß wenn man(...) das leuchtet nur ins linke Auge.
70) Dass, wenn man hineinschaut, dass man das sieht. (lacht)
71) I: Okay, und was leuchtet nur ins linke Auge?
72) B: Also das Licht, diese Kerzenflamme, das ist aber eine große Kerzenflamme. (...)Ja halt
73) eben (lacht), dass(...) es eben ins linke Auge leuchtet und nicht ins rechte. Und das sieht
74) man halt eben(.)oder, ich glaube schon(...)
75) I: Und was sieht sie mit dem linken Auge?
76) B: Dass, diesen Körper hier, was das auch sein soll, so eine Kerzenflamme
77) I: Und mit dem rechten Auge kann sie die nicht sehen?
78) B: Schon, aber das leuchtet nicht hinein in ihr Auge, also das blendet sie nicht.
79) I: Okay aber das heißt sie kann mit dem rechten Auge schon trotzdem die Kerzenflamme
80) sehen?
81) B: Ja.
82) I: Sie wird dadurch nur nicht geblendet?
83) B: Ja.
84) I: Wenn du noch kurz etwas zur Bedeutung sagen kannst, welche Bedeutung hat diese
85) Abbildung für den Text?
86) B: Ja, dass man halt eben weiß, dass das eine künstliche Lichtquelle ist (...) und (..)ja(...) was
87) soll man dazu sagen.
88) I: Und die zweite Abbildung?
89) B: Die zweite Abbildung ist damit man (...) weiß(.) da hier steht das ohnehin, man sieht
90) aber auch Körper, die selbst kein Licht erzeugen. Eine Kerzenflamme kann man sehen weil
91) sie ja selbst Licht aussendet.
92) I: Okay, jetzt würde ich dich noch bitten zu markieren auf welche Stelle des Textes sich die
93) Abbildungen jeweils beziehen. Ein Sternchen oder den ganzen Satz wenn es sich auf einen
94) ganzen Satz bezieht.

- 95) B: (markiert)
- 96) I: So, jetzt würde ich dich bitten zu beschreiben, was eine Lichtquelle ist, dafür nehme ich
- 97) dir den Text jetzt weg, weil wir schauen wollen wie gut du den Text verstanden hast.
- 98) B: Okay es gibt natürliche Lichtquellen und künstliche Lichtquellen. Und die wichtigste
- 99) natürliche Lichtquelle ist die Sonne aber es gibt auch die Sterne und Tierchen. Ja und auch
- 100) Pflanzen. Und dann gibt es die künstlichen Lichtquellen, das sind, es gibt die(..)
- 101) Glühlampen und andere Lampen., Leuchtdioden usw. Und es gibt auch also die kaltes
- 102) (...)Licht oder so ähnlich und das ist (...) naja egal. Okay. Was stand noch (...)
- 103) I: Kannst du vielleicht sagen, was ist besonders an einer Lichtquelle, woran erkennst du
- 104) eine Lichtquelle?
- 105) B: Wenn man also, sie kann Licht absorbieren oder reflektieren, es kann alle beide
- 106) eigentlich und je dunkler es ist, desto besser kann es das Licht absorbieren, also
- 107) einschlucken oder so ähnlich und je heller, desto mehr kann es reflektieren. Und dann ist
- 108) auch, wenn es reflektiert, deshalb siehst du es, weil es in die Augen einstrahlt und wenn du
- 109) es ansiehst dann kannst du es sehen.
- 110) I: Das heißt eine Lichtquelle, die eher dunkel aussieht, absorbiert mehr Licht?
- 111) B: Ja aber trotzdem reflektiert sie noch was.
- 112) I: Aber weniger?
- 113) B: Ja weniger(...) und irgendwas gab es noch mit kaltem Licht, ich muss nur kurz
- 114) nachdenken was das war(lacht), es hängt irgendwie da auch ab wie stark es leuchtet, also
- 115) das Licht draufkommt von der Sonne zum Beispiel und die Temperatur hängt irgendwie
- 116) auch davon ab.
- 117) I: Was wäre dann zum Beispiel eine Lichtquelle, die viel Licht reflektieren würde, also eine
- 118) helle Lichtquelle?
- 119) B: Irgendwas helles, also (...)
- 120) I: Meinst du mit hell eher, dass es dich blendet oder dass die Farbe hell ist?
- 121) B: Ja die Farbe ist hell, die Farbe ist hell, also kann es besser reflektieren, nicht so gut
- 122) einschlucken wie ein dunklerer Stoff oder so etwas.
- 123) I: Okay das heißt, angenommen das Sofa(deutet auf ein Sofa), einerseits wäre das für dich
- 124) eine Lichtquelle und wäre es eher eine Lichtquelle, die viel Licht absorbiert oder reflektiert?
- 125) B: Die absorbiert, weil sie dunkler ist. Zum Beispiel die Wand, die würde besser
- 126) reflektieren, da sie hell ist.
- 127) I: Aber es sind beides Lichtquellen?
- 128) B: Ja, also eigentlich schon, also eigentlich nicht (...) es reflektiert es einfach nur(...)
- 129) irgendwie sind es auch Lichtquellen, (.) naja, ich glaub schon, dass es irgendwie
- 130) Lichtquellen sind.
- 131) I: Okay, wenn du jetzt noch mal in einem Satz sagen müsstest, was die Charakteristik einer
- 132) Lichtquelle ist.
- 133) B: Die Licht aussendet oder reflektiert (..) nein, Licht kann man nicht aussenden Licht, (...)
- 134) die selbst Licht erzeugt. Also so wie die Sonne zum Beispiel. Oder die Licht reflektiert, so
- 135) wie die Wand, oder das Sofa halt eben.
- 136) I: Und weil du gesagt hast, Licht kann man nicht aussenden, wie meinst du das?
- 137) B: Nicht das Licht, jetzt kommt Licht aus mir heraus (..) (lacht) ja wie soll man das
- 138) erklären, wie kann man Licht aussenden.
- 139) I: Oder wie muss man sich das vorstellen, wenn eine Lichtquelle, Licht erzeugt hast du
- 140) gesagt. Wie funktioniert das dann?
- 141) B: Ich vermute mal, dass das nicht so wie bei der Post rausgeht, ich sende jetzt Licht aus,
- 142) sondern, dass das einfach Licht von sich selbst macht. Das macht einfach so und dann
- 143) reflek/ (lacht), das ist schwierig. Es gibt einfach Licht heraus aus sich, es leuchtet einfach.
- 144) I: Das heißt, wenn ich jetzt eine Lichtquelle einschalte, dann ist es einfach hell?
- 145) B: Ja.
- 146) I: Das heißt, es wird kein Licht erzeugt, sondern die Leuchtstoffröhren hier oben, erzeugen

- 147) einfach eine Helligkeit?
148) B: Ja würde ich sagen.
149) I: Welche Arten von Lichtquellen werden denn unterschieden?
150) B: Natürliche und künstliche.
151) I: Und kannst du spezielle Beispiele für natürliche und künstliche Lichtquellen aufzählen?
152) B: Also natürliche ist die Sonne, dann Sterne, Tiere die leuchten und Pflanzen, auch die
153) leuchten. Und dann künstliche sind zum Beispiel kaltes oder so, Glühlampe,
154) Leuchtdiode, dann gibt es noch(...)LED Lampen (lacht)
155) I: Und kannst du sagen, wodurch sich künstliche von natürlichen Lichtquellen
156) unterscheiden?
157) B: Ich glaube also natürliche(...)ich glaube künstliche, die dreht man ja auf, dann kommt
158) Strom herein, und das ist einfach so, also wenn man es aufdreht, dann kann man es unter
159) Kontrolle halten. Ich glaub die Sonne die leuchtet einfach, nicht weil es ihr Spaß macht,
160) sondern weil sie tut das einfach so, sie, man kann sie nicht stoppen, dass sie leuchtet.
161) I: Und angenommen eine Lichtquelle erzeugt jetzt Licht, und du kannst die Lichtquelle
162) wahrnehmen, du kannst sie sehen, ist das dann für das Sehen für dich ein Unterschied,
163) wenn die Lichtquelle einmal eine natürliche und einmal eine künstliche Lichtquelle ist?
164) B: Komm darauf(.)die Leuchtdiode ist halt meistens ein bisschen heller, die schauen
165) es(...)nein ist eigentlich kein Unterschied.
166) I: Ist kein Unterschied?
167) B: Nein ist kein Unterschied(...) Außer das Licht ist von der Sonne da herüber(...)nein ist
168) kein Unterschied(lacht).
169) I: Kannst du erklären, warum du diesen Sessel, auf dem ich gerade sitze, oder diesen
170) Tisch(deutet auf den Tisch), warum du den sehen kannst?
171) B: Weil das Licht reflektiert. Weil da kommt Licht herein, das reflektiert auf dem Tisch
172) und ich sehe das.
173) I: Du hast gesagt Licht kommt herein, wie meinst du das, von wo kommt Licht herein?
174) B: Von draußen, wenn die Sonne scheint, und dann kommt das hier auf den Tisch,
175) reflektiert es und es kommt in mein Auge, wenn ich es sehe, also anschau oder so.
176) I: Und warum kannst du jetzt zum Beispiel, hier liegt eine rote Mappe(deutet darauf) auf
177) dem Sofa hier, warum kannst du die rote Mappe nicht sehen?
178) B: Weil ich sie nicht sehen kann, weil ich sie(.) weil ich sie nicht sehe, ich sehe sie von hier
179) nicht. Sie ist versteckt von mir.
180) I: Das heißt was passiert hier nicht oder was ist hier nicht der Fall?
181) B: Sie würde schon reflektieren aber ich sehe sie nicht von hier.
182) I: Das heißt, wodurch unterscheidet sich dieser Tisch von dieser Mappe?
183) B: Ich schaue den Tisch an und sehe nicht die Mappe an.
184) I: Dann die letzte Frage, hier siehst du eine Leuchtreklame, ist dir klar was das ist?
185) B: Ja.
186) I: So, und jetzt streiten Franz und Rudolf, ob die Leuchtreklame eine Lichtquelle ist.
187) Welche Argumente kannst du für die beiden Ansichten bringen?
188) B: Ich glaube Franz hat recht, weil(...)
189) I: Franz hat gesagt es ist eine Lichtquelle
190) B: Ja, weil es gibt ja natürliche und künstliche Lichtquellen und das ist eine künstliche
191) Lichtquelle, weil es gibt ja auch diese Röhren, die dann leuchten und das ist auch so eine
192) Röhre die leuchtet.
193) I: Und angenommen unter Tags, wenn man sie abdrehen würde, dann?
194) B: Dann würde man sie trotzdem noch sehen, weil es ist ja noch dieses Plastik oder was das
195) umgibt, das sieht man ja noch
196) I: Das heißt, ist es dann noch eine Lichtquelle?
197) B: Vorher hab ich gesagt es ist eine Lichtquelle(...)lacht) irgendwie schon aber irgendwie
198) auch nicht(..) nein, es gibt ja nur die künstlichen und natürlichen Lichtquellen, die anderen

- 199) sind ja keine Lichtquellen.
 200) I: Du hast gesagt in der Nacht kannst du sie sehen. Untertags hast du gesagt kannst du sie
 201) aber auch sehen.
 202) B: Ja weil das Licht reflektiert von der Sonne.
 203) I: Wann reflektiert es das Licht?
 204) B: Am Tag, also wenn es schön ist, ja.
 205) I: Und in der Nacht?
 206) B: Wenn man es ausgeschaltet hat, dann würden die Sterne es vielleicht ganz wenig
 207) reflektieren, aber wenn es von selbst leuchtet dann würde man es auch sehen, weil es eine
 208) künstliche Lichtquelle ist.
 209) I: Also in der Nacht siehst du es, weil es eine Lichtquelle ist, und untertags weil es Licht
 210) reflektiert hast du gesagt.
 211) B: Und wenn ich es ansehe.

11. 7. 6 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 6

- 1) I: Beim Lesen war dir alles klar, angestrichen hast du ja nichts?
 2) B: Ja, war mir alles klar.
 3) I: Dann würde ich dich bitten zu beschreiben wie gut dir der Text gefallen hat.
 4) B: Ich fand es eigentlich gut verständlich. Die Beispiele sind praktisch, dass man das weiß.
 5) I: Mit den Beispielen meinst du die Bilder?
 6) B: Ja genau, die Bilder sind gut. (..) Und ich habe es eigentlich ganz gut verstanden, für
 7) mich war der Text gut zu lernen.
 8) I: Und das Layout und Design.
 9) B: Ja, schaut eigentlich recht gut aus, mit den Zusammenfassungen darunter und dem Bild,
 10) das ist recht hilfreich.
 11) I: Würdest du sagen, dass der Text vom Umfang ausreichend ist, oder ist er zu kurz, zu
 12) lang?
 13) B: (..)
 14) I: Oder kann er alles vermitteln, was er dir sagen möchte?
 15) B: Ich glaube er kann es schon vermitteln, wobei man hätte ihn natürlich ein bisschen
 16) länger schreiben können, warum genau das so ist, aber (..)
 17) I: Das heißt tendenziell könnte er eher länger sein?
 18) B: Er könnte noch ein bisschen länger sein aber nicht zu lange.
 19) I: Und kürzer/
 20) B: Kürzer sollte er nicht sein.
 21) I: Also er ist eher an der unteren Grenze.
 22) B: Ja.
 23) I: Dann würde ich dich bitten zu markieren, was für dich die wichtigsten Textstellen sind.
 24) B: (markiert) Also dann würde ich sagen, dass die Sonne eine natürliche Lichtquelle ist.
 25) Und künstliche Lichtquellen so etwas wie Feuer oder Kerze ist oder Glühlampen halt. Das
 26) find ich das Wichtigste von hier oben. Und das mit dem kalten Licht ist nicht so wirklich
 27) wichtig. Dann hier unten, (..) also man sieht aber auch Körper, die kein Licht erzeugen.
 28) Das ist wichtig. Weil sie reflektieren. Aber besonders wichtig finde ich, dass auch Flächen
 29) sichtbar sind, die kein Licht aussenden, weil sie das Licht zurückreflektieren. Finde ich ist
 30) das wichtigste von dem Text.
 31) I: Die zwei farbigen Balken, sind die noch wichtig?
 32) B: Das passt eigentlich schon, weil das hab ich ja hier oben.
 33) I: Also diese würdest du nicht markieren.
 34) B: Ja.
 35) I: Und die Abbildungen, wenn die wichtig sind bitte auch markieren, außer du sagst, dass

- 36) sie nicht wichtig sind.
- 37) B: Die finde ich nicht so wichtig, steht ja auch oben.
- 38) I: Also das Wichtigste ist jetzt rosa?
- 39) B: Ja, finde ich schon.
- 40) I: Und warum hast du gerade das rosa markiert.
- 41) B: Naja, weil für mich wichtig ist, dass natürliche Lichtquellen eben die Sonne ist, weil es
- 42) entstanden ist und Feuer eben, weil man das erfunden hat quasi. Und die Sonne ist von
- 43) sich aus.
- 44) I: Das ist die wichtigste Information dieses Textes?
- 45) B: Ja, kann man so sagen.
- 46) I: Und dasselbe gilt für unten?
- 47) B: Denke ich schon, ja.
- 48) I: Beschreibe dann bitte, was du in den beiden Abbildungen 25.1 und 25.2 siehst und was
- 49) sie bedeuten.
- 50) B: Das sind wahrscheinlich drei verschiedene Lampen(Abbildung 25.1), die ich glaube sie
- 51) sind warm, also senden Wärme aus mit dem Licht, so wie diese hier. Und sie sind einfach
- 52) unterschiedlich. Die Kabel sind halt unterschiedlich geformt. Hier ein Kreuz(...). Und hier
- 53) unten scheint eine Lampe oder Kerze auf diese Frau und diese schaut dann hinein und das
- 54) ist dann wahrscheinlich, dass die Kerzenflamme Licht aussendet von dem Text.
- 55) I: Und das hier steht, dass das Mädchen die Kerzenflamme nur mit dem linken Auge sieht,
- 56) was bedeutet das dann?
- 57) B: Dass die Kerzenflamme eben nur auf ihr linkes Auge geht und sie mit dem rechten
- 58) Auge nur daneben sieht, weil das so eine Wand ist oder so.
- 59) I: Das heißt, mit dem rechten Auge kann sie die Kerzenflamme nicht erkennen, also nicht
- 60) sehen?
- 61) B: Wahrscheinlich schon, weil ein Schatten auf ihr Gesicht fällt.
- 62) I: Das heißt, sie kann mit beiden Augen die Kerzenflamme sehen?
- 63) B: Ich glaube nicht, weil da eben der Schatten ist/
- 64) I: Ach so, du hast gesagt nein.
- 65) B: Ja genau, weil da der Schatten auf ihrem Gesicht ist und sie da dann eben nicht hinsehen
- 66) kann.
- 67) I: Dann markiere bitte noch mit dem Kugelschreiber auf welche Passagen oder Passage
- 68) sich die zwei Abbildungen im Text beziehen.
- 69) B: Das wird wahrscheinlich die künstliche Lichtquelle sein, und das ist die Kerzenflamme,
- 70) die selbst Licht aussendet.
- 71) I: Jetzt nehme ich dir den Text weg und stelle dir ein paar Verständnisfragen zum Text und
- 72) wir schauen was dir der Text beigebracht hat. Beschreibe nun bitte in eigenen Worten, was
- 73) eine Lichtquelle ist.
- 74) B: Eine Lichtquelle ist etwas, dass Licht aussendet und, dass Helligkeit verbreitet im Raum.
- 75) Und es gibt eben natürliche Lichtquellen wie die Sonne und die sind warm, also senden
- 76) auch Hitze aus und dann gibt es künstliche Lichtquellen wie Glühlampen oder Feuer und
- 77) es gibt auch noch kalte Lichtquellen und die sind dann nicht warm. Und Glühlampen sind
- 78) warm, weil sie Hitze aussenden und auch hell sind.
- 79) I: Das heißt wie viele Arten von Lichtquellen würdest du jetzt unterscheiden.
- 80) B: Zwei, und die künstlichen Lichtquellen kann man dann nochmals unterscheiden. Aber
- 81) insgesamt würde ich wahrscheinlich zwei unterscheiden.
- 82) I: Und die zwei sind welche zwei?
- 83) B: Die natürlichen und künstlichen Lichtquellen.
- 84) I: Und die künstlichen kann man dann noch weiter unterteilen?
- 85) B: Ja, in kalte und warme.
- 86) I: Und bei den natürlichen geht das nicht?
- 87) B: Nein, eigentlich nicht.

- 88) I: Und woran kannst du eine Lichtquelle erkennen?
- 89) B: Wenn man direkt hinsieht, dass es Licht ausstrahlt, es strahlt irgendwie Licht in einem
- 90) Raum aus. Es reflektiert es nicht, sondern strahlt es aus.
- 91) I: Und ist das nur wenn du hinsiehst eine Lichtquelle oder auch wenn du nicht hinsiehst?
- 92) B: Auch wenn man nicht hinsieht, aber man sieht dann eben die Wand, die das Licht
- 93) reflektiert.
- 94) I: Und meinstest du das vorhin mit Helligkeit, du sagtest es erzeugt Helligkeit.
- 95) B: Ja genau, es leuchtet eben, es ist hell im Raum, wenn man die Lichtquelle hier hat.
- 96) I: Kannst du nochmal natürliche und künstliche Lichtquellen aufzählen.
- 97) B: Natürliche Lichtquellen sind die Sonne oder Sterne und künstliche Lichtquellen
- 98) Glühlampen, Feuer oder Leuchtdioden.
- 99) I: Und wenn ich dir eine Lichtquelle gebe, wie kannst du entscheiden ob es eine natürliche
- 100) oder künstliche Lichtquelle ist?
- 101) B: (...) Ich würde sagen eine natürliche Lichtquelle (...) ist wahrscheinlich in Form eines
- 102) Sternes größer, und wahrscheinlich auch heißer als eine künstliche Lichtquelle wie ein
- 103) Feuer. Wobei es gibt ja auch bei Fischen, so Tiefseefische haben ja auch so Leuchten aber
- 104) ich glaube das sind natürliche.
- 105) I: So wirklich groß sind die aber nicht.
- 106) B: So wirklich groß sind sie nicht, aber sie sind natürlich aus Zellen zusammengebaut, aus
- 107) Körperzellen.
- 108) I: Und künstliche sind nicht aus Zellen ausgebaut?
- 109) B: Naja ich würde sagen, die sind (.) naja die natürlichen werden wahrscheinlich aus
- 110) Hautzellen aufgebaut sein oder sowas, also etwas körperlichem oder so und künstliche sind
- 111) dann aus Glas oder Metall. Das Glas die Glühlampe und innen das Metall, das dann glüht.
- 112) I: das heißt es kommt eher auf das Material an, ob es eine künstliche oder natürliche
- 113) Lichtquelle ist?
- 114) B: Ja glaube ich schon irgendwie.
- 115) I: Angenommen eine Lichtquelle erzeugt jetzt Licht und du kannst diese Lichtquelle
- 116) wahrnehmen, ist das jetzt für dich für das Sehen ein Unterschied, ob das eine natürliche
- 117) oder eine künstliche Lichtquelle ist?
- 118) B: Nicht wirklich, weil ja beides Lichtstrahlen aussendet.
- 119) I: Ob du jetzt die Sonne zum Beispiel siehst oder wie du sagtest eine Leuchtdiode/
- 120) B: Die Sonne würde wahrscheinlich heller sein. Aber ich schätze das werden
- 121) wahrscheinlich die gleichen Wellen sein oder so.
- 122) I: Und für das Sehen macht das einen Unterschied?
- 123) B: Nein denke ich nicht.
- 124) I: Kannst du sagen, warum du diesen Tisch hier sehen kannst?
- 125) B: Weil er wahrscheinlich Licht irgendwie reflektiert oder so.
- 126) I: Welches Licht reflektiert er?
- 127) B: Das Licht, das in diesem Raum strahlt von draußen.
- 128) I: Von wo kommt das?
- 129) B: Von der Sonne, der Lichtquelle der Sonne. Und die wird wahrscheinlich, das Licht wird
- 130) wahrscheinlich auf diesem Tisch reflektiert und daher werde ich ihn sehen können. In
- 131) meine Augen, also meine Augen, diese Lichtquelle, diese Strahlen wahrnehmen, die
- 132) reflektiert werden.
- 133) I: Und das Wahrnehmen, wie funktioniert das. Geht das mehr vom Tisch zum Auge oder
- 134) vom Auge zum Tisch?
- 135) B: Ich glaube die Lichtstrahlen fallen ins Auge und werden vom Auge aufgenommen.
- 136) I: Ich habe hier jetzt auf diesem Sessel zum Beispiel eine rote Mappe liegen. Die rote
- 137) Mappe kannst du sehen oder nicht sehen?
- 138) B: Nein, die kann ich nicht sehen, weil etwas davor steht.
- 139) I: Wodurch unterscheidet sich dann, dass du diesen Tisch sehen kannst aber die Mappe

- 140) nicht?
- 141) B: Dass wahrscheinlich meine Augen hier frei darauf sehen können und hier ist das
- 142) blockiert durch den Computer.
- 143) I: Wenn deine Augen nicht frei auf die Mappe sehen können, was bedeutet/
- 144) B: Werden die Lichtstrahlen nicht in meine Augen fallen.
- 145) I: Und deswegen kannst du die rote Mappe nicht sehen?
- 146) B: Ja.
- 147) I: Die rote Mappe oder der Tisch, sind das dann Lichtquellen?
- 148) B: Nein, das sind nur reflektierende Lichtreflektionen, die, von der Lichtquelle
- 149) ausgestrahlten Lichtstrahlen reflektieren.
- 150) I: Okay, dann noch eine letzte Frage. Hier unten siehst du eine Leuchtreklame, hast du so
- 151) etwas schon einmal gesehen?
- 152) B: Ja sicher.
- 153) I: Wir haben jetzt zwei Leute, die streiten, ob die Leuchtreklame eine Lichtquelle ist.
- 154) Welche Argumente kannst du für die Ansicht, dass es eine Lichtquelle und welche dafür,
- 155) dass es keine ist angeben?
- 156) B: Also für es ist eine Lichtquelle, es sendet von selbst Licht aus, nachdem es auf dem Bild
- 157) anscheinend Nacht ist, wird es keine großen Lichtstrahlen geben, die es reflektieren kann.
- 158) Und das wird wahrscheinlich eine künstliche Lichtquelle sein.
- 159) I: Das ist eine künstliche Lichtquelle würdest du sagen.
- 160) B: Ja würde ich sagen.
- 161) I: Und was wäre jetzt zum Beispiel, wenn wir uns diese untermittags anschauen? In der Früh,
- 162) das Cafe hat zu.
- 163) B: Dann könnte man sagen, es würde das Licht sehr stark reflektieren und wie ein
- 164) Leuchten erscheinen.
- 165) I: Das heißt, ist es dann eine Lichtquelle untermittags?
- 166) B: Ich nehme an, sie würden es untermittags nicht einschalten, daher wäre es dann keine
- 167) Lichtquelle. Es würde nur das Licht reflektieren, wenn das Licht darauf strahlt.
- 168) I: Das heißt du siehst sie sowohl in der Nacht als auch am Tag?
- 169) B: Ja genau.
- 170) I: Und warum siehst du sie in der Nacht und warum am Tag, was ist da der Unterschied?
- 171) B: In der Nacht strahlt sie selber Licht aus als künstliche Lichtquelle und am Tag wird sie
- 172) das Licht reflektieren um sie zu sehen.
- 173) I: Und du siehst es dann warum?
- 174) B: Weil die Lichtstrahlen reflektiert werden und ich sie durch die Augen aufnehme. Und
- 175) bei einer künstlichen Lichtquelle direkt.

11. 7. 7 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 7

- 1) I: Du hast ja ein bisschen etwas angestrichen/
- 2) B: Ja.
- 3) I: War hier irgendetwas unklar?
- 4) B: Also Leuchtorgane zum Beispiel, oder sind das so Organe, die bei den Glühwürmchen
- 5) Licht aussenden?
- 6) I: Genau, so wie das Herz zum Beispiel ein Organ ist, das Blut durch den Körper pumpt,
- 7) ist das ein Organ, das dafür da ist, dass es eben leuchtet. (...) Zufrieden mit der Erklärung?
- 8) B: Ja.
- 9) I: Dann kaltes Licht?
- 10) B: Ja.
- 11) I: Das ist eben, zum Beispiel bei Leuchtstoffröhren, das sind zum Beispiel diese Röhren,
- 12) die hier oben in diesen Lampen verbaut sind. Und sie geben kaltes Licht ab, weil wenn du

- 13) direkt hinein schaut wirst du nicht sehr stark geblendet und die Temperatur dieser Körper
14) steigt auch nicht sehr stark an. Eine Kerzenflamme, an der kannst du dich verbrennen. Die,
15) haben eine viel niedrigere Temperatur, du kannst dich eben zum Beispiel nicht daran
16) verbrennen. Dann sagt man sie strahlen kaltes Licht aus.
17) B: Okay.
18) I: Gibt es sonst noch irgendetwas, das du nicht markiert hast aber unverständlich war?
19) B: Eigentlich, den Rest habe ich gut verstanden.
20) I: Dann würde ich dich bitten zu sagen, wie gut dir der Text allgemein gefallen hat.
21) B: Also ich finde ihn eigentlich sehr gut, weil er recht leicht verständlich ist, bis auf ein paar
22) solche Wörter. Also man versteht es eben gut und ein paar Wörter kann man ja nachfragen,
23) wenn man es zum Beispiel nicht weiß. Weil so Leuchtorgane oder so etwas weiß man nicht
24) (...).
25) I: Und sonst, vom Layout oder der Anordnung, (.) du kannst alles bewerten, was du
26) möchtest.
27) B: Ich finde es gut, dass das eben getrennt ist, welche Lichtquellen es gibt und wann etwas
28) sichtbar ist und wann nicht. (..) Dann oben ist gut, dass die verschiedenen Glimmlampen,
29) also ein Bild ist, dass man sich das vorstellen kann. (...) Und diese Kurzerklärungen sind
30) auch noch gut.
31) I: Damit meinst du diese farbigen Balken hier?
32) B: Ja.
33) I: Die gefallen dir auch gut?
34) B: Ja.
35) I: Würdest du sagen, dass dieser Text zu lang ist, zu kurz ist, genau richtig ist?
36) B: Also zu lange ist er auf keinen Fall, aber (.) man könnte ihn vielleicht sogar noch etwas
37) länger machen, wenn man vielleicht noch etwas mehr Informationen oder so einbauen
38) möchte, aber so für die Information ist es gut.
39) I: Okay, also kürzer(..)
40) B: Kürzer würde ich es nicht machen.
41) I: Und länger könnte man ihn tendenziell schon machen und etwas hinzufügen?
42) B: Ja.
43) I: Dann markiere bitte mit dem rosa Marker jene Stellen des Textes, welche für dich am
44) wichtigsten erscheinen.
45) B: Okay(..).
46) I: Was für dich besonders wichtig ist, wird markiert. (..) Und du kannst alles markieren,
47) ganze Sätze, einzelne Worte, die Abbildungen kannst du auch markieren, wenn sie für dich
48) wichtig erscheinen.
49) B: (markiert) Ja.
50) I: Würdest du sagen, dass die Abbildungen wichtig sind, du musst sie nicht markieren.
51) B: Also ich finde sie schon, weil so Glimmlampen kann man sich vielleicht nicht vorstellen.
52) I: Okay, dann markier das bitte auch.
53) B: (markiert)
54) I: Gilt das für die zweite Abbildung auch oder?
55) B: Also ich finde sie nicht so wichtig, weil ich weiß, man weiß hier zwar nicht, ob es, also
56) sie sieht hier die Kerze nur mit einem Auge. Und das kommt im Text irgendwie nicht so
57) vor.
58) I: Das kommt nicht im Text heraus, dass sie die Kerze/
59) B: Ich denke nicht so.
60) I: Okay, dann beschreibe bitte kurz, was du auf den Abbildungen siehst und welche
61) Bedeutung das für den Text hat. Warum wurde diese Abbildung verwendet?
62) B: Also, ich glaube bei der Abbildung, also was man sieht(.) kleine Lämpchen, ja und weil
63) es wichtig für den Text ist. Weil man Glimmlampen, so das Wort kennt jeder, aber die
64) wenigsten haben schon mal in Wirklichkeit eine gesehen und deswegen finde ich wichtig,

- 65) dass man das einmal so herzeigt.
66) I: Damit man sich etwas darunter vorstellen kann?
67) B: Ja, damit man sich darunter etwas vorstellen kann.
68) I: Und wie ist das bei der zweiten Abbildung?
69) B: (...)
70) I: Was siehst du da und warum wurde die Abbildung/
71) B: Ja also ein Mädchen, das mit einem Auge mit einem Kerzenschein bestrahlt wird und
72) beim anderen im Dunkeln. (...) Also vielleicht kann man sich es so vorstellen, dass man mit
73) dem Auge die Kerze sieht und mit dem halt nicht, weil wir sehen es halt nicht, wenn kein
74) Licht darauf kommt, auf unser Auge.
75) I: Das heißt mit dem rechten Auge kann sie die Kerzenflamme dann nicht sehen?
76) B: Doch, aber vielleicht nicht so gut wie wenn es daher scheint.
77) I: Also links kann sie sie gut sehen/
78) B: Ja.
79) I: Und rechts nicht ganz so gut?
80) B: Mh.
81) I: Und die Bedeutung für den Text, warum würdest du sagen, haben sie diese Abbildung
82) verwendet?
83) B: (...) Weil es (...) weil man vielleicht gut sieht diesen, diesen Effekt, wo, wenn wo Licht
84) darauf trifft und wenn nicht. Also, vielleicht weil im Hintergrund ist es ja schwarz und da
85) würde man jetzt wenn da hinten zum Beispiel ein Kasten steht, ihn nicht sehen würde, aber
86) wenn er bestrahlt wird eben schon und das kann man sich mit der Kerze vielleicht
87) irgendwie vorstellen.
88) I: Jetzt markiere mit dem Kugelschreiber jene Stellen des Textes, auf die sich diese
89) Abbildungen beziehen. Das können nur Wörter sein, das kann ein ganzer Satz sein.
90) B: (markiert) Vielleicht das hier ganz unten.
91) I: Ist das für die erste oder für die zweite Abbildung?
92) B: Für die(deutet auf Abb. 25.1).
93) I: Also die erste Abbildung bezieht sich auf das kalte Licht und die Beispiele für das kalte
94) Licht?
95) B: Ja.
96) I: Und die zweite Abbildung?
97) B: (markiert) auf den Satz.
98) I: Bis ganz zum Ende?
99) B: Also, bis „erscheint sie“.
100) I: Also der zweite Teil auch noch?
101) B: Ja der auch noch.
102) I: So jetzt nehme ich dir diesen Text hier weg und stelle dir noch ein paar Fragen zum Text
103) um einfach zu sehen, wie gut dir der Text die ganzen Sachen vermittelt hat. Beschreibe
104) bitte
105) in eigenen Worten, was eine Lichtquelle ist.
106) B: Also eine Lichtquelle ist, die eigenes Licht produziert und dann zum Beispiel ins Auge
107) wirft, damit wir das sehen können.
108) I: Das heißt, woran kann ich eine Lichtquelle erkennen, was ist charakteristisch an ihr?
109) B: Also, dass sie selbst produziert das Licht.
110) I: Und welche Arten von Lichtquellen werden unterschieden?
111) B: Also es gibt natürliche Lichtquellen und nicht natürliche Lichtquellen. Natürliche
112) Lichtquellen sind zum Beispiel die Sonne oder die Sterne und die unnatürlichen
113) Lichtquellen sind die Glühlampen, Glimmlampen, Lasergeräte oder (...)
114) I: Und wovon unterscheiden sich natürliche von unnatürlichen Lichtquellen?
115) B: Also die natürlichen werden sehr heiß und die unnatürlichen produzieren einfach
116) Glühlampen, sogenanntes kaltes Licht, wo die Temperatur sehr niedrig ist und man sich

- 117) nicht verbrennen kann.
118) I: Das heißt, bist du zum Beispiel eine Lichtquelle, was würdest du dazu sagen?
119) B: Nein(..) also ich glaube nicht.
120) I: Angenommen wir haben zwei Lichtquellen, einmal eine natürliche Lichtquelle und
121) einmal eine künstliche Lichtquelle, welche hatten wir hier zum Beispiel?
122) B: Also natürliche die Sonne und nicht natürliche eine Glühlampe.
123) I: Wir haben jetzt die Sonne und eine Glühlampe und du kannst ja beide Lichtquellen
124) wahrnehmen, ist das jetzt für dich, für das Sehen dieser beiden Lichtquellen ein
125) Unterschied/
126) B: Ja.
127) I: Und worin unterscheidet sich das.
128) B: Also die Sonne ist glaube ich sehr viel heller und deswegen blendet es dich sehr und bei
129) den unnatürlichen Lichtquellen kannst du auch hineinsehen. Ohne, dass es so stark
130) blendet.
131) I: Und wenn wir die natürliche Lichtquelle Sonne durch eine Kerzenflamme ersetzen ein
132) Streichholz oder ein Feuerzeug. (...) Wie wäre das dann?
133) B: Also ich glaube, dass das dann auch nicht so (..) also das blendet dann nicht mehr so viel
134) wie bei der Sonne.
135) I: Und das Sehen an sich, ist das unterschiedlich?
136) B: Also ich glaube, die Sonne, die kann man eben sehr schwer erkennen, weil sie eben sehr
137) stark blendet und bei der Kerzenflamme, da sie auch kleiner ist, kann man sie gut
138) erkennen. Aber wenn man das weiter weg ist, dann(...)
139) I: Das heißt, ist das jetzt für dein Auge ein Unterschied, ob du eben eine natürliche
140) Lichtquelle, wie die Tiefseefische zum Beispiel, die blenden ja nicht und eine künstliche
141) Lichtquelle, die Glühlampe. Ist die Physik beim Sehen hier eine andere?
142) B: Ich glaube schon, also bei der Sonne weiß ich nicht aber bei einem Tiefseefisch, der
143) kann jetzt nicht so hell leuchtet, dass dieser, also ich glaube kein Unterschied.
144) I: Aber bei der Sonne/
145) B: Schon.
146) I: Da bist du dir nicht so sicher?
147) B: Ja.
148) I: Ist das jetzt nur wegen dem geblendet werden, weil es so hell ist, oder auch noch in
149) anderen Punkten?
150) B: Naja, weil sie auch sehr weit weg ist. Man also eigentlich nicht die einzelnen, also man
151) kann sie nur circa erkennen aber so die, ob da irgendeine Wölbung darauf ist, also (...)
152) I: Und beim Sehen der Sonne, da bist du dir nicht so ganz sicher ob das gleich ist, habe ich
153) das richtig verstanden?
154) B: Ja.
155) I: Okay, wir haben hier ja diesen Tisch, ist der Tisch zum Beispiel eine Lichtquelle?
156) B: Nein.
157) I: Und warum ist er keine Lichtquelle?
158) B: Weil er keine Lampe eingebaut hat, mit der er strahlen kann. Also er hat nichts, womit er
159) Licht produzieren kann.
160) I: Warum kannst du dann aber diesen Tisch sehen?
161) B: Weil das eine undurchlässige Fläche ist und das reflektiert und das kommt dann in
162) unsere Augen und deswegen kann man es sehen.
163) I: Und was reflektiert er?
164) B: Das Licht. Also das Helle, also das Licht.
165) I: Und woher kommt das?
166) B: Von der Sonne.
167) I: Von der Sonne.
168) B: Oder auch von Lampen, wenn es Nacht ist. Und jetzt eben von draußen.

- 169) I: Und was passiert, nachdem das Licht am Tisch reflektiert wurde?
- 170) B: Also dann geht es wieder wo anders hin. Und wenn zum Beispiel die Decke, die
- 171) reflektiert das dann wieder. (..) Aber es absorbiert auch immer ein bisschen etwas, also es
- 172) schluckt auch immer etwas Licht.
- 173) I: Und wie ist das beim Tisch?
- 174) B: Also das Licht der Sonne kommt auf die Erde, dann kommt das durch das Fenster
- 175) herein, kommt auf den Tisch, der schluckt ein bisschen etwas, gibt aber auch etwas zurück,
- 176) also ein bisschen etwas wird reflektiert und kommt dann zurück und kommt in unsere
- 177) Augen und deswegen können wir ihn erkennen.
- 178) I: Hier auf dem Sessel habe ich eine knallrote Mappe, kannst du diese momentan sehen?
- 179) B: Nein.
- 180) I: Und kannst du mir erklären, warum du die nicht sehen kannst?
- 181) B: Weil der Tisch ist undurchlässig, also ich nicht durchsehen kann und deswegen sehe ich
- 182) die Mappe nicht. Also ich kann ja nicht durch den Tisch durchsehen, das ist ja ein festes
- 183) Objekt.
- 184) I: Und was ist hier der Unterschied zwischen der Mappe und dem Tisch? Warum kannst du
- 185) den Tisch sehen, die Mappe aber nicht.
- 186) B: Also weil ich die Sicht auf den Tisch habe und auf die Mappe nicht.
- 187) I: Und wenn du den Vorgang, den du beim Tisch erklärt hast, nochmal auf die Mappe
- 188) anwenden müsstest/
- 189) B: Also es kommt halt wieder von der Sonne hinunter, durch das Fenster hinein und die
- 190) Mappe reflektiert es auch aber der Tisch, also der reflektiert das halt auf die Decke oder
- 191) den Tisch und der wirft das irgendwo anders hin und deswegen kann ich das nicht sehen
- 192) glaube ich.
- 193) I: Und wie war das nochmal beim Tisch?
- 194) B: Der reflektiert das Licht in mein Auge.
- 195) I: Okay, wir haben hier eine Leuchtreklame, hast du so etwas schon einmal gesehen?
- 196) B: Ja.
- 197) I: Und wir haben zwei Personen, die darüber streiten, ob die Leuchtreklame eine
- 198) Lichtquelle ist. Was würdest du sagen, ist die Leuchtreklame eine Lichtquelle oder ist sie
- 199) keine?
- 200) B: Also (...) es ist eine Lichtquelle es hat, es wird ja, es hängt am Strom, darin sind kleine
- 201) Glühlampen oder Glimmlampen und der Strom schaltet diese eben dann an und diese
- 202) werfen dann das Licht. Und dieses Cafezeichen,(.) also es lässt ein bisschen Licht durch,
- 203) aber es bleibt auch etwas darin hängen und deswegen leuchtet es auch überall und ein
- 204) bisschen etwas sieht man auch draußen.
- 205) I: Und warum genau siehst du das Cafezeichen, was passiert hier?
- 206) B: Weil eine künstliche Lichtquelle Licht produziert und das kommt dann in mein Auge
- 207) und dann sehe ich das.
- 208) I: Und was wäre, wenn die Nacht vorbei ist und jemand trennt es vom Stromanschluss und
- 209) zieht den Stecker heraus?
- 210) B: Also es ist jetzt Tag?
- 211) I: Ja genau.
- 212) B: Man würde es trotzdem sehen, weil das Licht von der Sonne oder(.), ja von der Sonne
- 213) am Tag kommt auf dieses Cafezeichen, wird reflektiert, kommt dann in meine Augen und
- 214) deswegen sehe ich das auch, obwohl es eben kein Licht produziert.
- 215) I: Das heißt, ist es dann noch eine Lichtquelle?
- 216) B: Nein.
- 217) I: Und angenommen du stehst vor diesem Cafe und es steht eine zweite Person zwischen
- 218) dir und diesem Schild, das heißt das Cafezeichen kannst du dann nicht sehen, oder?
- 219) B: Nein, weil der Sichtkontakt so schwer ist, weil der Mensch ja undurchlässig ist.
- 220) I: Das heißt, was kann hier nicht passieren?

221) B: Das Licht kann nicht zu mir in meine Augen kommen.

11. 7. 8 Transkription Gruppe PV 4 – S/S 8

- 1) I: Also zwei Dinge hast du markiert, sonst sagst du, hast du alles verstanden.
- 2) B: Ja ich denke schon also, (...) ja ich versteh halt nicht, was mit „ein Körper ist für uns nur
- 3) sichtbar, wenn er selbst Licht erzeugt oder...“
- 4) I: Warum macht dieser Satz Probleme?
- 5) B: Ein Körper, ich kann das, ich verstehe das irgendwie nicht „ein Körper ist für uns nur
- 6) sichtbar wenn er selbst Licht erzeugt“ (...) also erzeugt alles Licht was wir sehen?
- 7) I: Es erzeugt nicht alles Licht was wir sehen. (...) (liest den Buchtext durch) Zum Beispiel
- 8) haben wir eine Kerzenflamme, die können wir sehen, weil sie selbst Licht aussendet.
- 9) Hätten wir hier zum Beispiel ein Teelicht und eine Kerzenflamme, dann kannst du die
- 10) sehen, weil sie selbst Licht aussendet.
- 11) B: Ja.
- 12) I: Du siehst aber auch Körper, die selbst kein Licht erzeugen. Du siehst zum Beispiel
- 13) diesen Stift hier (zeigt auf Stift). Der erzeugt selbst kein Licht.
- 14) B: Den sehen wir, weil etwas anderes Licht auf ihn gibt oder(...)
- 15) I: Genau, „trifft Licht“ (zitiert aus dem Buch) „auf einen undurchsichtigen Körper“ das ist
- 16) dieser hier (zeigt auf Stift) „dann wird es reflektiert und ist für uns sichtbar wenn es ins
- 17) Auge gelangt“
- 18) B: Also so, okay.
- 19) I: Und kaltes Licht, so nennt man Lichtquellen, die nicht sehr warm werden. Zum Beispiel
- 20) dieser Laptopbildschirm, wenn du auf diesen greifst, dann ist er überhaupt nicht heiß, aber
- 21) wenn du bei einem Lagerfeuer hingreifst, dann verbrennst du dich.
- 22) B: Okay.
- 23) I: Dann würde ich dich bitten zu beschreiben, wie gut dir der Text allgemein gefallen hat.
- 24) B: Naja (..) also es sind ein paar Dinge dabei, die ich vorher nicht gewusst habe, aber die
- 25) versteht man, also die man eigentlich einigermaßen versteht jetzt. (..) ja.
- 26) I: Durch die Erklärung?
- 27) B: Ja. (...) Also (...) Wie meinen Sie das jetzt?
- 28) I: Gibt es irgendetwas, das du besonders positiv oder negativ hervorheben möchtest?
- 29) B: Was (..) ist das (..) das haben Sie geschrieben oder, ja? (...)
- 30) I: Glaubst du, dass ich das geschrieben habe?
- 31) B: Ach so nein. (..) ich weiß nicht.
- 32) I: Oder würde das einen Unterschied machen?
- 33) B: Nein.
- 34) I: Also wenn du denkst, dass ich das geschrieben habe, brauchst du nicht sagen, dass es
- 35) besonders gut ist.
- 36) B: Doch, also ich finde man versteht es eigentlich schon, ja eben wenn man ein paar
- 37) Begriffe nicht weiß, also (...) ja es ist eben einfach ein normaler Physiktext.
- 38) I: Aber würdest du etwas an diesem verbessern, stört dich etwas daran?
- 39) B: (...) Nein (...) also (..)
- 40) I: Wie ist er zum Beispiel von der Länge, ist das passend?
- 41) B: Ja, vielleicht (...) naja nein kürzen (..) ich finde es passt.
- 42) I: Kürzen oder verlängern ist nicht notwendig?
- 43) B: Nein (...) oder ich weiß nicht (..) nein ich glaube das passt.
- 44) I: Denkst du auch, dass dir der Text alles vermittelt, was er dir vermitteln möchte?
- 45) B: Ich glaube, es gibt schon noch ein bisschen mehr, was man dazu sagen könnte, aber das
- 46) ist wahrscheinlich nicht so wichtig.
- 47) I: Und von den Dingen, die hier stehen? Sollten diese ausführlicher erklärt werden? (...)

- 48) Oder passt auch hier die Länge?
- 49) B: (...) „Es gibt natürliche Lichtquellen“ ja das ist einfach hier noch so eine kurze Info
- 50) eben. Oder das nochmals zusammengefasst, also das fasst ja das nochmal zusammen oder?
- 51) Ja und das hier auch (zeigt auf die farbigen Blöcke).
- 52) I: Und die Abbildungen, sind diese ausreichend?
- 53) B: (...)
- 54) I: Hättest du gerne mehr Abbildungen?
- 55) B: „Das Mädchen sieht die Kerzenflamme mit dem linken Auge“ (....) Wieso, also das sind
- 56) einfach verschiedene Glühlampen, das ist ja (..) ja und was Sonne ist, das weiß man ja eh.
- 57) Also hier brauchst man ja keine Abbildungen oder? Also finde ich und das hier (...)
- 58) (betrachtet Abbildung 25.2) wieso sieht das Mädchen die Kerzenflamme nur mit dem
- 59) linken Auge?
- 60) I: Darüber werden wir später ohnedies noch sprechen, das kommt dann etwas später.
- 61) B: Okay.
- 62) I: Markiere jetzt bitte mit dem violetten Marker die Stellen des Textes, wo du sagst, dass
- 63) das die wichtigsten sind.
- 64) B: Okay. (beginnt zu markieren) Nur bei dem oberen oder?
- 65) I: Den gesamten Text bitte.
- 66) B: (markiert weiter) Ja.
- 67) I: Wenn du sagst, dass die Abbildungen auch besonders wichtig sind, dann markier diese
- 68) auch bitte.
- 69) B: Okay (markiert).
- 70) I: Okay, jetzt sage mir bitte, warum du gerade diese Stellen markiert hast.
- 71) B: Naja das ist das halt nochmals ein bisschen kürzer, wenn man es sich schnell durchlesen
- 72) möchte. Also (...) ja (...) dann ist das eben etwas genauer als das (farbiger Kasten) und etwas
- 73) kürzer als das (gesamter Merkmalsstoff vor dem farbigen Kasten) Also das (das Markierte) ist
- 74) glaube ich das Allerwichtigste.
- 75) I: Und die Abbildungen sind beide sehr wichtig?
- 76) B: Ja also, naja okay, eigentlich ist diese jetzt nicht so wichtig, das sind ja nur verschiedene
- 77) Glühlampen. (...) Naja hier sieht man eben welche, was das sind. (...) Ich weiß jetzt nicht
- 78) was sie mich (...) Naja das sind ja einfach nur Lichtquellen oder?
- 79) I: Jaja aber die Frage ist, ob das besonders wichtig ist. Du hast es ja markiert.
- 80) B: (...)
- 81) I: Die Frage ist, ob es grundsätzlich wichtig ist.
- 82) B: Naja es ist halt einfach nur ein Beispiel oder?
- 83) I: Ja, aber ist es auch wichtig?
- 84) B: ja ich finde Beispiele schon wichtig.
- 85) I: Okay jetzt kommen wir wieder zurück zu dem, was du vorher zu den Abbildungen gesagt
- 86) hast. Beschreibe mir bitte was du auf ihnen siehst.
- 87) B: Ja das sind eben Beispiele (Abb. 25.1) (...) und hier sieht man das Mädchen, ich weiß
- 88) nicht was ist das hier? (...) Ist das eine Kerzenflamme? (...)
- 89) I: Was würdest du sagen, dass das hier ist?
- 90) B: Naja wenn hier Kerzenflamme steht, aber das sieht irgendwie nicht so aus. (...) Ich weiß
- 91) nicht, was das ist.
- 92) I: Und warum denkst du verwendet man diese Abbildung in diesem Text?
- 93) B: Naja sie sieht halt, das Auge ist hier ist sozusagen im Schatten und das Auge, es ist, es
- 94) müsste doch hier eigentlich auch so, dass diese Pupille, also die Iris hier größer ist und
- 95) diese hier kleiner oder?
- 96) I: (...) Ja aber dafür ist das Bild wohl zu klein, als dass man das hier erkennen könnte. Und
- 97) mit welchen Augen kann das Mädchen die Kerzenflamme sehen?
- 98) B: Mit beiden oder? Weil dieses hier kann auch hierher sehen. (...) Aber (..) ich weiß nicht
- 99) mit welchen, ich glaube mit (.) ja aber, wenn hier steht „nur mit dem linken Auge“, dann

100) wahrscheinlich nur mit dem linken Auge.
101) I: Und warum könnte sie dann nicht oder schon die Kerzenflamme mit dem rechten Auge
102) sehen? Was ist hier deine Ansicht?
103) B: (...) Oder, also sieht sie es jetzt nur mit dem linken Auge oder? Ja?
104) I: Was denkst du, nur mit dem linken Auge oder mit beiden?
105) B: (...) Ich weiß nicht ich glaube irgendwie mit beiden, aber wenn hier steht mit dem linken
106) Auge, dann ist es wahrscheinlich das linke, aber (...)
107) I: Und warum denkst du, dass sie es mit beiden sieht?
108) B: (...) Da ist doch sozusagen, also da ist doch keine Hand oder so vor ihrem Auge, sie
109) sieht doch trotzdem oder? Also (...) keine Ahnung, wenn es hier jetzt dunkler wäre, dann
110) könnte ich doch trotzdem hier hinüber sehen oder?
111) I: Ich gebe dir absichtlich keine Antworten, weil das sonst die weiteren Fragen beeinflussen
112) würde. Okay?
113) B: Okay.
114) I: Also nochmals zusammenfassend würdest du sagen, sie sieht es mit beiden Augen?
115) B: Ja, ich glaube schon.
116) I: Jetzt nehme ich dir den Text weg, weil ich sehen möchte wie gut dir der Text alles erklärt
117) hat, und was davon hängen geblieben ist. Jetzt erkläre bitte in eigenen Worten, was eine
118) Lichtquelle ist.
119) B: Eine Lichtquelle, also eine natürliche Lichtquelle wäre die Sonne oder Sterne und
120) unnatürliche sind eben Glühlampen oder so.
121) I: Okay und was ist jetzt speziell an einer Lichtquelle an sich?
122) B: Also wenn eine Lichtquelle auf irgendetwas scheint, dann sieht man das. Und sonst
123) könnte man sie nicht sehen.
124) I: Das worauf sie scheint oder die Lichtquelle?
125) B: Das worauf sie scheint.
126) I: Und die Lichtquelle kannst du immer sehen?
127) B: Also jetzt gerade sehe ich sie nicht. (...) Also ich meine, es ist zwar hell aber ich sehe
128) nichts, was leuchtet. Also die Sonne sieht man hier eben nicht und so.
129) I: Wenn ich dir jetzt ein Objekt gebe, woran kannst du unterscheiden ob es eine Lichtquelle
130) oder keine Lichtquelle ist?
131) B: (...)
132) I: Dieser Stift zum Beispiel, ist das eine Lichtquelle?
133) B: Nein, nein. Das ist also ich glaube nicht.
134) I: Warum denkst du, dass es keine Lichtquelle ist?
135) B: Naja das leuchtet halt nicht so und es (...) also okay, das ist ja auch eine Lichtquelle(zeigt
136) auf Laptop) aber Stifte und so, normale Gegenstände, die haben ja keinen Strom oder so
137) etwas. (...) also das könnte ja keine natürliche Lichtquelle sein.
138) I: Okay, das heißt, was ist dann der Unterschied zwischen diesem Stift und diesem
139) Bildschirm?
140) B: (...) Der ist ja an das Stromnetz so angeschlossen und diesen hier sehe ich nur, weil hier
141) eben auch Licht ist überall. Oder? Also ja.
142) I: Wie wäre das zum Beispiel bei meiner Uhr? Da ist ja eine Batterie darin und hier fließt ja
143) auch Strom.
144) B: Aber es ist trotzdem keine Lichtquelle. Also ich glaube nicht, weil Lichtquellen, eine
145) Handy ist doch, okay ein Handy ist auch eine Lichtquelle aber (...). Aber eine Uhr, nein,
146) eine Uhr vielleicht mit solchen Leuchtdingen. Das wäre schon eine Lichtquelle aber eine
147) normale denke ich nicht.
148) I: Also kommt es auf das Leuchten an?
149) B: Ja, ja also naja okay, das leuchtet jetzt auch nicht(Laptop) aber bei diesem hier ist halt
150) Strom angeschlossen und so.
151) I: Und welche Arten von Lichtquellen werden unterschieden?

152) B: (..) Naja halt natürliche und unnatürliche.
153) I: Und wodurch unterscheiden sich die beiden?
154) B: Natürliche gibt also schon immer und da müssen Menschen nichts machen, und
155) Unnatürliche da, also zum Beispiel die Sonne ist ja kein Strom oder so, das wäre nur eben
156) Energie. (..) Ja und bei einer Glühbirne ist eben Strom und die wurde auch, also die ist, also
157) die ist ja auch von der Natur oder so.
158) I: Kannst du auch Beispiele für natürliche und künstliche Lichtquellen aufzählen?
159) B: Ja also natürliche ist die Sonne und dann Tiere (..) also ja solche Tiefseefische oder (..) Glühwürmchen sind natürliche glaube ich. Und unnatürliche eine Glühbirne oder (...) ein Computer oder ein Handybildschirm oder so.
162) I: Angenommen du siehst zwei Lichtquellen, einmal eine natürliche und einmal eine
163) künstliche. Die künstliche ist zum Beispiel wieder der Computerbildschirm und die
164) natürliche ist ein Glühwürmchen. Macht das jetzt für dich einen Unterschied beim Sehen,
165) ob das eine natürliche und das andere eine künstliche Lichtquelle ist?
166) B: Wenn hier jetzt ein Glühwürmchen wäre?
167) I: Genau, neben dem Computer sitzt ein Glühwürmchen.
168) B: Naja Tiere können ja gar keine unnatürlichen sein, also (...)
169) I: Das ist auch nur ein Beispiel für eine natürliche Lichtquelle.
170) B: Ja.
171) I: Du kannst sie ja beide sehen. Passieren hier aber unterschiedliche Dinge beim Sehen?
172) B: Also ich glaube jetzt, meinen Sie also, wenn man, also man sieht das Glühwürmchen
173) anders, als wenn hier keine Lichtquelle wäre?
174) I: Die Frage ist, ob man das Glühwürmchen anders sieht als den Bildschirm?
175) B: Ja, weil der, naja das Glühwürmchen leuchtet glaube ich auch mehr. (...) Und der
176) Bildschirm, hier sieht man einfach nur eben so Farben und.
177) I: Und warum siehst du das Glühwürmchen?
178) B: Weil, also das was leuchtet das sieht man immer, aber den restlichen Körper, den würde
179) man also nur sehen wegen den Lichtquellen hier, die hier sind.
180) I: Und warum kannst du den leuchtenden Teil des Glühwürmchens sehen?
181) B: Weil das eine Lichtquelle ist, und die sieht man immer, also (...) ja die sieht man, also
182) wegen diesen, also weil wenn man eine Licht, es gibt ja Lichtquelle die man nicht, also die
183) ich jetzt gerade, also okay, nein ich sehe gerade eine Lichtquelle, also den Computer. Aber
184) (...) also das, also Lichtquellen sieht man doch immer, also wenn sie nicht irgendwo, wenn
185) jetzt (..) hinter mir eine Glühbirne wäre und alles ist dunkel, dann ist der Raum trotzdem
186) hell, aber ich sehe sie jetzt nicht. Also direkt eben nicht, also nur das Licht, welches sie
187) gerade ausstrahlt oder? Also ja.
188) I: Und warum siehst du die Glühbirne nicht, wenn sie hinter deinem Rücken steht?
189) B: Ich sehe eben nur das Licht, welches sie aussendet. Eben nicht das Glas und so. Weil ich
190) hinten keine Augen habe. (..
191) I: Das heißt, was würdest du sagen ist die Bedingung dafür, dass du eine Lichtquelle sehen
192) kannst?
193) B: (..) Naja, dass sie eben leuchtet und Licht aussendet.
194) I: Angenommen wir haben jetzt hier diesen Bildschirm und der sendet Licht aus und du
195) siehst ihn.
196) B: Ja.
197) I: Und hier hinten würde jetzt ein zweiter Computer stehen, dasselbe Modell und dieser
198) sendet auch Licht aus, aber du siehst ihn nicht. Was ist hier der Unterschied?
199) B: Was, ich sehe ihn nicht weil ich verkehrt sitze, oder wie?
200) I: Ja genau.
201) B: (...) Was für einen Unterschied.
202) I: Diesen Bildschirm könntest du sehen, den hinter dir nicht.
203) B: Naja der sendet halt auch ein bisschen Licht aus, aber halt nicht so viel glaube ich.

204) I: Wenn es genau derselbe Computer wäre?
 205) B: Naja gleich viel halt, natürlich haben sie gleich viel, aber (..) im allgemeinen sendet ein
 206) Computer jetzt glaube ich nicht so viel (..) also (..) oder (..) ja was (...) wie meinen Sie
 207) Unterschied.
 208) I: Anders gefragt, warum siehst du diesen Tisch?
 209) B: Weil Lichtquellen darauf scheinen und dadurch machen sie den Tisch sichtbar. Ja oder?
 210) I: Das heißt, dass der Tisch sichtbar ist, ist quasi eine Eigenschaft dieses Tisches?
 211) B: Nein, also den Tisch gibt es immer, aber man sieht ihn nur weil Lichtquellen
 212) darauf scheinen, also so steht es zumindest im Text.
 213) I: Das heißt, wie kann ich mir das genau vorstellen. Wir haben hier eine Lichtquelle
 214) (Laptop) oder die Lichtquelle draußen, die Sonne. Und was macht diese Lichtquelle mit
 215) dem Tisch. Was passiert hier zwischen Lichtquelle und Tisch?
 216) B: Sie reflektiert also (..) sie scheint eben auf den Tisch und (..) das habe ich mir jetzt nicht
 217) gemerkt.
 218) I: Und wie funktioniert das Scheinen, wie kann ich mir das vorstellen?
 219) B: Also Strahlen, es kommen halt so (...) ja es sendet halt Strahlen aus also (..
 220) I: Wenn ich den Bildschirm also einschalte und er leuchtet, sendet er dann einmal Strahlen
 221) aus oder macht er das immer? Und bewegen sich diese Strahlen, oder?
 222) B: Also wenn man ihn einschaltet, dann sendet er die ganze Zeit Strahlen aus.
 223) I: Und bewegen sich diese oder sind das fixe Objekte?
 224) B: (...) Also (...) wie bewegen, dass sie dann im Raum (...)?
 225) I: Was sind diese Strahlen, wie kann ich mir die vorstellen?
 226) B: Naja ich weiß nicht, dass immer mehr Licht eben herauskommt. Ich weiß nicht.
 227) I: Okay, also du siehst jetzt diesen Tisch, und du sagtest er reflektiert, was passiert dann
 228) zwischen dir und dem Tisch?
 229) B: Ich sehe ihn also (..
 230) I: Und wie funktioniert das Sehen? Kommt hier aus dem Auge etwas heraus, was das hier
 231) wahrnimmt?
 232) B: Nein (..) nein also (...) nein ich weiß jetzt nicht mehr, wieso man diesen sieht, also ich
 233) meine weil Licht darauf scheint und deswegen ist er eben sichtbar. Aber wie das Auge
 234) eben, das weiß ich jetzt nicht.
 235) I: Die Frage ist eben, warum es für dich sichtbar ist. Woher weiß das Auge, dass etwas
 236) Licht reflektiert?
 237) B: Und das scheint halt ins Auge, also (...).
 238) I: Der Tisch?
 239) B: Nein, ich weiß nicht.
 240) I: Okay, dann zum Abschluss siehst du hier eine Lichtreklame, kennst du so etwas?
 241) B: Ja.
 242) I: Es streiten jetzt zwei Leute, ob diese Leuchtreklame eine Lichtquelle ist oder nicht. Was
 243) würdest du sagen?
 244) B: Ja ich glaube schon, das ist eine Lichtquelle, da scheint, also hier sieht man ja dann auch
 245) noch die Wand und so. Und wenn es jetzt ganz dunkel ist, also in der Stadt, dann sieht man
 246) eben auch noch ein paar Umrisse von Autos oder so. Ja also (..
 247) I: Das heißt, was ist die Kerneigenschaft, warum es eine Lichtquelle ist?
 248) B: Naja, weil es leuchtet und eben Strom durchfließt und so.
 249) I: Und gibt es auch eine Möglichkeit, dass das keine Lichtquelle ist?
 250) B: Ich wüsste keine, also wenn man es ausschaltet, dann ist es keine.
 251) I: Okay, und was ist es dann?
 252) B: Ja dann ist es einfach ein ganz normal, also dann leuchtet es eben nicht mehr, dann, ich
 253) weiß nicht wie das also, wenn es nicht eingeschaltet ist dann aussieht. Also einfach (...)
 254) wenn man es ausschaltet, dann sieht man immer, also dann sieht man immer noch diese
 255) Umrisse, aber es ist eben nicht mehr so gelb und so.

256) I: Und weil du es angesprochen hast. Ich sehe es im eingeschalteten und ausgeschalteten
257) Modus. Und was ist hier der Unterschied.
258) B: Also in der Nacht würde man es eben eindeutig sehen, weil es dann leuchtet und so,
259) aber am Tag, also ich weiß nicht (...)
260) I: Warum sehe ich es am Tag, wenn es dann nicht leuchtet?
261) B: Naja, weil halt dann auch andere Lichtquellen darauf scheinen und man sieht es dann
262) eben, normalerweise ist das dann glaube ich so, dass das halt, das ist halt so aus Plastik oder
263) so, halt irgendwie durchsichtig halt und das ist eben hier so an der Mauer angeschraubt
264) oder so und (...) ja und am Tag sieht man das eben nicht so stark weil alles andere ist auch
265) sehr hell und in der Nacht ist eben fast alles dunkel und ja (..) also (...) ja.

12. Lebenslauf

Stefan Holzmeier wurde als viertes Kind von Martha und Richard Holzmeier in Wien geboren. Nach einem jeweils zweijährigen Besuch der Volksschulen VS Wien XIV Lortzinggasse sowie der VS 3003 Gablitz absolvierte er seine achtjährige Gymnasialausbildung am BG/BRG Wien XIV Astgasse, welche er mit „Gutem Erfolg“ abschloss. Nach Erfüllung seines neunmonatigen Zivildienstes für das SOS-Kinderdorf Hinterbrühl begann er im Sommer 2008 ein Diplomstudium der Physik, welches er jedoch bereits nach einem Jahr zugunsten eines Lehramtsstudiums mit den Fächern Physik und Mathematik aufgab.