

**„Erklärvideos erklären“- Entwicklung und Erprobung
eines interaktiven und digitalen Selbstlernbuchs zum
schrittweisen Kompetenzerwerb für die
Erklärvideoproduktion im Chemieunterricht
(explorative Studie)**



Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der
Erziehungswissenschaften (Dr. paed.)
in der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften
der Bergischen Universität Wuppertal

Eingereicht an der Fakultät für Mathematik und
Naturwissenschaften
der Bergischen Universität Wuppertal

von Soraya Yasemin Cornelius
geb. in Stuttgart
Wuppertal 2025

Die vorliegende Arbeit entstand in der Zeit von April 2018 bis Juli 2025 im Arbeitskreis Didaktik der Chemie der Bergischen Universität Wuppertal unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde.

Erstgutachterin: Frau Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde
Zweitgutachterin: Frau Prof. Dr. Isabel Rubner

Prüfungskommission: Frau Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde
Frau Prof. Dr. Isabel Rubner
Herr Prof. Dr. Michael W. Tausch
Frau Prof. Dr. Claudia Schrader

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig im Arbeitskreis Didaktik der Chemie unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde durchgeführt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder inhaltlich übernommene Stellen habe ich als solche kenntlich gemacht. Weiterhin erkläre ich, dass die Dissertation weder in der gegenwärtigen noch einer anderen Fassung einem anderen Fachbereich einer wissenschaftlichen Hochschule vorgelegen hat.

Gerlingen, den

(Soraya Yasemin Cornelius)

Die Welt belohnt uns nicht mehr allein für das, was wir wissen – Google weiß ja schon alles –, sondern für das, was wir mit dem, was wir wissen, tun können.

(OECD, 2020, S.6)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen meinen aufrichtigen Dank aussprechen, die zum Entstehen dieser Dissertation beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt *Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde* für die sehr engagierte, wertschätzende und fachlich überaus kompetente Betreuung und Unterstützung. Ihre Expertise und konstruktiven Rückmeldungen haben entscheidend zur Entwicklung dieser Dissertation und meiner eigenen Weiterentwicklung beigetragen. Vielen Dank für die Freiräume bei der Wahl des Forschungsthemas bis hin zur Ausgestaltung des Lernmaterials, das Vertrauen und die Ermutigungen, wenn mal nicht alles glatt lief. Eine sehr lehrreiche, wertvolle und intensive, aber auch herausfordernde Zeit von der ich auch zukünftig sehr profitieren werde, liegt hinter mir.

Ebenfalls möchte ich ganz herzlich *Prof. Dr. Isabel Rubner* für die Übernahme der Zweitbegutachtung danken. Ich bin sehr glücklich darüber, dass ich schon während der Promotionsphase bei ihr im Arbeitskreis an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg meine Kompetenzen in vielfältigster Weise weiter vertiefen darf. Vielen Dank für die vielfältigen Möglichkeiten, das Eröffnen von neuen Wegen und die sehr gute Zusammenarbeit auf Augenhöhe.

Trotz der räumlichen Distanz bin ich von dem Arbeitskreis Bohrmann-Linde in Wuppertal sehr warmherzige aufgenommen worden. Bedanken möchte ich mich vor allem bei meinen Kolleginnen *Dr. Diana Zeller*, *Dr. Rebecca Grandrath* und *Elisabeth Kiesling* für die Zusammenarbeit und Unterstützung.

Ebenso möchte ich allen Lehrkräften und Schüler:innen, die an meiner Forschung teilgenommen haben, für ihre Offenheit, ihr Engagement und ihre Zeit, danken. Ein großer Dank gilt meiner ehemaligen Chemielehrerin *Anja Beuchle* und meinen Freundinnen *Corinna Gripentrog*, *Daniela Henneberger* sowie *Stefanie Reinsch*.

Ohne die großartige Unterstützung, den Rückhalt und die beständige Ermutigung meiner Familie wäre die intensive Arbeit für meine Dissertation so nicht möglich gewesen. Ich

danke ganz besonders meinem Mann *Dennis Cornelius*, der mich immer wieder dazu ermutigt hat weiterzumachen, unendlich viele Abende mit mir damit verbracht hat iPads upzudaten, Materialien für die Interventionen vorzubereiten, Texte gegenzulesen und mir viele Freiräume an unzähligen Wochenenden und Abenden für das Schreiben, die Fortbildungs- und Tagungsreisen ermöglicht hat. Für das Verständnis meiner lieben Kinder, vorallem in der letzten Phase der Dissertation, danke ich ebenfalls von ganzem Herzen. Auch meiner Mama *Mirjam Beck* möchte ich meinen besonderen Dank für das Korrekturlesen meiner Arbeit und die vielen unterstützenden Gespräche während der vergangenen Jahre aussprechen.

Meinen Freund:innen, insbesondere *Inga Bartz-Schittenhelm*, *Sarah Küster*, *Dr. Barbara Schwarz* und *Dr. Iris Hansjosten*, danke ich für ihre Freundschaft, ihre Geduld in stressigen Zeiten und die vielen Gespräche, die mir auf persönlicher und fachlicher Ebene sehr geholfen haben.

Ein weiterer Dank gilt meinem ehemaligen Fachleiter *Carsten Tittel* von dem ich in meiner Ausbildung sehr viel lernen durfte. Während des Referendariats in besonderen Umständen erhielt ich von ihm wertvolle Unterstützung und zudem stellte er den Kontakt zu *Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde* her und motivierte mich zur Promotion.

Abschließend möchte ich ein herzliches Dankeschön an *die Studienstiftung des deutschen Volkes* aussprechen für die finanzielle Förderung, die mir den nötigen Freiraum für die Umsetzung meiner Promotion gegeben hat und das ideale Angebot, das ich sehr gerne und oft genutzt habe.

Inhaltsverzeichnis

1	<u>EINLEITUNG.....</u>	9
1.1	THEMA UND MOTIVATION	9
1.2	FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN	11
2	<u>LERNEN MIT DIGITALEN MEDIEN</u>	13
2.1	THEORIEN DES LERNENS	13
2.1.1	INFORMATIONSVERRARBEITUNGSMODELLE.....	14
2.1.2	LERNMOTIVATION	17
2.1.3	DER EINFLUSS VON EMOTIONEN AUF DEN LERNERFOLG	19
2.1.4	LERNEN MIT DIGITALEN MEDIEN	20
2.1.4.1	Lernwirksamkeit von digitalen Medien	23
2.1.4.2	Lernen mit digitalen Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	33
2.1.4.3	Lernmotivation im digitalen Unterrichtsetting	34
2.2	GESTALTUNGSPRINZIPIEN FÜR MULTIMEDIALE UNTERRICHTSMATERIALIEN.....	34
2.2.1	MINIMIZE EXTRANEOUS PROFESSION.....	37
2.2.1.1	Coherence principle	39
2.2.1.2	Signaling principle	39
2.2.2	MANAGE ESSENTIAL PROCESSING	40
2.2.2.1	Modality Principle	40
2.2.2.2	Pre-Training principle	42
2.2.3	FOSTER GENERATIVE PROCESSING.....	42
2.2.3.1	Multimedia principle	44
2.2.3.2	Self explanation principle	44
3	<u>LERNEN MIT EINEM SELBSTLERNBUCH IM CHEMIEUNTERRICHT</u>	45
3.1	SELBSTGESTEUERTES LERNEN.....	45
3.1.1	VERÄNDERTE ROLLE DER LERNENDEN UND LEHRENDEN	49
3.1.2	DIMENSIONEN DER ÖFFNUNG DES UNTERRICHTS.....	51
3.1.3	MOTIVATION BEIM SELBSTGESTEUERTEN LERNEN.....	52
3.2	DIGITALE UND INTERAKTIVE SELBSTLERNBÜCHER IM CHEMIEUNTERRICHT.....	54
3.2.1	VORTEILE BEIM EINSATZ VON DIGITALEN UND INTERAKTIVEN SELBSTLERNBÜCHERN IM UNTERRICHT	55
4	<u>ERKLÄRVIDEOS IM CHEMIEUNTERRICHT.....</u>	57

4.1	WAS IST EIN ERKLÄRVIDEO?	57
4.2	AUFBAU EINES ERKLÄRVIDEOS IM KONTEXT CHEMIE	60
4.2.1	DARSTELLUNGSFORMEN VON ERKLÄRVIDEOS	62
4.3	REZEPTIVER EINSATZ VON ERKLÄRVIDEOS UND DEREN LERNWIRKSAMKEIT	63
4.3.1	MOTIVATIONALE EFFEKTE BEI DER REZEPTION VON ERKLÄRVIDEOS	66
4.4	ERKLÄRVIDEOPRODUKTION IM UNTERRICHT	66
4.4.1	LERNWIRKSAMKEIT DER ERKLÄRVIDEO-PRODUKTION DURCH DIE SCHÜLER:INNEN	68
4.4.2	MOTIVATIONALE EFFEKTE BEI DER PRODUKTION VON ERKLÄRVIDEOS	70
5	<u>FACHWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN</u>	72
5.1	ORGANISCHE CHEMIE	72
5.1.1	NACHWEIS VON KOHLENSTOFF	72
5.1.1.1	Erhitzen von Holz	73
5.1.1.2	Erhitzen von Zucker und Stärke	73
5.1.1.3	Erhitzen von Polystyrol	74
5.1.2	ALKANE	74
5.1.3	ORGANISCHE ELEMENTARANALYSE	75
5.1.3.1	Qualitative Elementaranalyse	75
5.1.4	DAS GESETZ VON AVOGADRO	76
6	<u>FACHDIDAKTISCHER HINTERGRUND</u>	78
6.1	BILDUNGS- BZW. LEHRPLANBEZUG	78
6.1.1	BILDUNGSPLANBEZÜGE (BW)	78
6.1.1.1	Prozessbezogene Kompetenzen	78
6.1.1.2	Inhaltsbezogene Kompetenzen	79
6.1.2	KERNLEHRPLÄNE NRW	80
6.1.2.1	Kompetenzerwartung	80
6.2	MODELLE UND EXPERIMENTE IM CHEMIEUNTERRICHT	81
6.2.1	MODELLE	81
6.2.2	EXPERIMENTE UND VERSUCHE	82
6.3	STOFF- UND TEILCHENEBENE	83
6.4	ALLTAGSBEZUG IM CHEMIEUNTERRICHT	84
6.5	SCHÜLERVORSTELLUNGEN	84
7	<u>ENTWICKLUNG DES FORSCHUNGSKONZEPTS</u>	86

7.1	UNTERSUCHUNGSDESIGN	88
7.1.1	MIXED-METHODS ANSATZ.....	89
7.1.2	EXPLORATIVE STUDIE	89
7.1.3	DESIGN-BASED RESEARCH FORSCHUNGSANSATZ	90
7.1.3.1	Umsetzung des Untersuchungsdesigns	91
7.1.4	GÜTEKRITERIEN.....	93
7.1.4.1	Gütekriterien für den Design-Based Research Ansatz.....	94
7.1.4.2	Gütekriterien der Mixed-Methods Forschungsansätze.....	95
7.1.4.3	Gütekriterien von den qualitativen Forschungsansätzen.....	95
7.1.4.4	Inhaltsanalytische Gütekriterien	98
7.2	KONZEPTION DES SELBSTLERNBUCHS „EINFÜHRUNG IN DIE ORGANISCHE CHEMIE“	98
7.2.1	CHEMIEBEZOGENE INHALTE UND EXPERIMENTE IM SELBSTLERNBUCH.....	101
7.2.2	ENTHALTENE BESTANDTEILE IM SELBSTLERNBUCH.....	102
7.2.2.1	Erklärvideos im Selbstlernbuch	103
7.2.2.2	Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch.....	104
7.2.2.3	Interaktive Elemente im Selbstlernbuch	110
7.2.2.4	LernApps im Selbstlernbuch	111
7.2.2.5	Experimente und Versuche im Selbstlernbuch	112
8	ERSTE INTERVENTION, EVALUATION UND ERGEBNISABLEITUNG	113
8.1	INTERVENTIONS BESCHREIBUNG	113
8.2	UNTERSUCHUNGSDESIGN	115
8.2.1	ERHEBUNGSINSTRUMENTE.....	115
8.2.1.1	Fragebogenerhebung Schüler:innen	115
8.2.1.2	Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften	119
8.2.1.3	Fragebogenerhebung mit den Lehrkräften	121
8.2.2	AUSWERTUNG DER FRAGEBOGENERHEBUNGEN MIT DEN SCHÜLER:INNEN IM SCHULJAHR 21/22	122
8.2.3	ERGEBNISSE PRE-FRAGEBOGEN DER SCHÜLER:INNEN	123
8.2.3.1	Erfahrungen und Motivation zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz	123
8.2.3.2	Erfahrungen und Motivation zum produktiven Erklärvideoeinsatz	125
8.2.3.3	Vorerfahrungen bezüglich medienbezogener Kompetenzen.....	126
8.2.3.4	Motivation zum Lernen mit dem iPad.....	127
8.2.3.5	Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen.....	128
8.2.3.6	Schülervorstellungen.....	128

8.2.3.7	Vorwissen	130
8.2.3.8	Zusammenfassung.....	130
8.2.4	ERGEBNISSE POST-FRAGEBOGEN SCHÜLER:INNEN.....	131
8.2.4.1	Erfahrungen zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch	131
8.2.4.2	Erfahrungen zum produktiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch.....	132
8.2.4.3	Erfahrungen zum selbstgesteuerten Lernen mit dem Selbstlernbuch	133
8.2.4.4	Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs.....	134
8.2.4.5	Auswertung der inhaltlichen Fragen	136
8.2.5	ERGEBNISSE FOLLOW-UP FRAGEBOGEN SCHÜLER:INNEN	141
8.2.5.1	Auswertung der inhaltlichen Fragen	141
8.2.6	AUSWERTUNG DER LEITFADENINTERVIEWS MIT DEN LEHRKRÄFTEN	146
8.2.6.1	Negative Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch	146
8.2.6.2	Änderungswünsche bezüglich des Selbstlernbuchs	149
8.2.7	ZUSAMMENFASSUNG DER ERHEBUNGSERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	153
9	<u>ZWEITE INTERVENTION, EVALUATION UND ERGEBNISABLEITUNG.....</u>	155
9.1	INTERVENTIONS BESCHREIBUNG	155
9.1.1	SELBSTLERNBUCH UND UNTERRICHTSMATERIALIEN - ZWEITE VERSION	156
9.1.1.1	Digitales und interaktives Selbstlernbuch - zweite Version.....	156
9.1.1.2	Lehrkräftehandbuch	157
9.2	UNTERSUCHUNGSDESIGN	157
9.2.1	ERHEBUNGSINSTRUMENTE.....	158
9.2.1.1	Fragebogenerhebung Schüler:innen	158
9.2.1.2	Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften	162
9.2.1.3	Fragebogenerhebung mit den Lehrkräften	162
9.2.2	AUSWERTUNG DER FRAGEBOGENERHEBUNGEN MIT DEN SCHÜLER:INNEN IM SCHULJAHR 22/23	164
9.2.3	ERGEBNISSE AUS DEM PRE-FRAGEBOGEN DER SCHÜLER:INNEN	165
9.2.3.1	Erfahrungen und Motivation zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz	165
9.2.3.2	Erfahrungen und Motivation zum produktiven Erklärvideoeinsatz	167
9.2.3.3	Vorerfahrungen hinsichtlich medienbezogener Kompetenzen.....	169
9.2.3.4	Vorjahresnote und Interesse	170
9.2.3.5	Motivation zum Lernen mit dem iPad	172
9.2.3.6	Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen.....	173
9.2.3.7	Schülervorstellungen.....	173

9.2.3.8	Vorwissen	174
9.2.3.9	Zusammenfassung.....	174
9.2.4	ERGEBNISSE AUS DEM POST-FRAGEBOGEN SCHÜLER:INNEN	175
9.2.4.1	Erfahrungen zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch	175
9.2.4.2	Erfahrungen zum produktiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch	176
9.2.4.3	Erfahrungen zum selbstgesteuerten Lernen mit dem Selbstlernbuch	178
9.2.4.4	Einschätzung des Wissens- und Kompetenzzuwachs	179
9.2.4.5	Auswertung der inhaltlichen Fragen	181
9.2.5	ERGEBNISSE AUS DEM FOLLOW-UP FRAGEBOGEN SCHÜLER:INNEN	185
9.2.5.1	Auswertung der inhaltlichen Fragen	186
9.2.6	AUSWERTUNG DER LEITFADENINTERVIEWS MIT DEN LEHRKRÄFTEN	191
9.2.6.1	Negative Erfahrungen.....	192
9.2.6.2	Änderungswünsche der Lehrkräfte	195
10	<u>DRITTE INTERVENTION, EVALUATION UND ERGEBNISABLEITUNG</u>	199
10.1	INTERVENTIONS BESCHREIBUNG	199
10.1.1	SELBSTLERNBUCH UND UNTERRICHTSMATERIALIEN – DRITTE VERSION.....	199
10.1.1.1	Digitales und interaktives Selbstlernbuch - dritte Version	200
10.1.1.2	Lehrkräftehandbuch	206
10.1.1.3	Ergänzende Materialien	207
10.2	UNTERSUCHUNGSDESIGN	208
10.2.1	ERHEBUNGSINSTRUMENTE.....	208
10.2.1.1	Fragebogenerhebung Schüler:innen	208
10.2.1.2	Leitfadeninterview Schüler:innen	213
10.2.1.3	Leitfadeninterview Lehrkräfte.....	221
10.2.1.4	Bestimmung der Intercoder-Reliabilität.....	224
11	<u>AUSWERTUNG DER ERHEBUNGSERGEBNISSE SCHULJAHR 23/24</u>	228
11.1	STICHPROBENBESCHREIBUNG SCHÜLER:INNEN	228
11.1.1	VORJAHRESNOTE UND INTERESSE.....	228
11.1.2	SCHÜLERVORSTELLUNGEN	230
11.1.3	VORWISSEN GRUNDLAGEN FÜR DIE EINHEIT „EINFÜHRUNG IN DIE ORGANISCHE CHEMIE“	231
11.1.4	VORWISSEN ZUM THEMENGEBIET „EINFÜHRUNG IN DIE ORGANISCHE CHEMIE“	232
11.1.5	VORERFAHRUNGEN ZUM REZEPTIVEN ERKLÄRVIDEOEINSATZ IM UNTERRICHT.....	232
11.1.6	VORERFAHRUNGEN ZUM PRODUKTIVEN ERKLÄRVIDEOEINSATZ IM UNTERRICHT	234

11.1.7	ZUSAMMENFASSUNG STICHPROBENBESCHREIBUNG	234
11.2	AUSWERTUNG DER FORSCHUNGSFRAGE 1	235
11.2.1	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.1.....	236
11.2.1.1	Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen.....	237
11.2.1.2	Zusammenfassung Hypothese 1.1.....	257
11.2.2	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.2.....	259
11.2.2.1	Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen.....	259
11.2.2.2	Fragebogenergebnisse Schüler:innen	261
11.2.2.3	Zusammenfassung Hypothese 1.2.....	261
11.2.3	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.3.....	262
11.2.3.1	Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen.....	262
11.2.3.2	Fragebogenergebnisse Schüler:innen	270
11.2.3.3	Zusammenfassung Hypothese 1.3.....	270
11.2.4	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.4.....	271
11.2.4.1	Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften.....	271
11.2.4.2	Zusammenfassung Hypothese 1.4.....	277
11.2.5	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.5.....	279
11.2.5.1	Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften.....	279
11.2.5.2	Zusammenfassung Hypothese 1.5.....	280
11.2.6	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.6.....	280
11.2.6.1	Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften.....	280
11.2.6.2	Zusammenfassung Hypothese 1.6.....	283
11.2.7	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 1.7.....	283
11.2.7.1	Fragebogenergebnisse Schüler:innen	284
11.2.7.2	Zusammenfassung Hypothese 1.7.....	288
11.3	AUSWERTUNG DER FORSCHUNGSFRAGE 2	288
11.3.1	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 2.1.....	289
11.3.1.1	Zusammenfassung Hypothese 2.1.....	292
11.3.2	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 2.2.....	292
11.3.2.1	Zusammenfassung Hypothese 2.2.....	292
11.4	AUSWERTUNG DER FORSCHUNGSFRAGE 3	293
11.4.1	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 3.1.....	294
11.4.1.1	Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen.....	294
11.4.1.2	Zusammenfassung Hypothese 3.1.....	296

11.4.2	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 3.2	296
11.4.2.1	Fragebogenergebnisse Schüler:innen	296
11.4.2.2	Zusammenfassung Hypothese 3.2	303
11.4.3	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 3.3	303
11.4.4	LEITFADENINTERVIEW SCHÜLER:INNEN	304
11.4.4.1	Zusammenfassung Hypothese H 3.3	305
11.4.5	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 3.4	306
11.4.5.1	Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften	306
11.4.5.2	Zusammenfassung Hypothese 3.4	307
11.4.6	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 3.5	307
11.4.7	LEITFADENINTERVIEW LEHRKRÄFTE	307
11.4.7.1	Zusammenfassung Hypothese 3.5	308
11.5	AUSWERTUNG DER FORSCHUNGSFRAGE 4.....	309
11.5.1	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 4.1	309
11.5.1.1	Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen	310
11.5.1.2	Fragebogenerhebung Schüler:innen	311
11.5.1.3	Zusammenfassung Hypothese 4.1	312
11.5.2	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 4.2	312
11.5.2.1	Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen	312
11.5.2.2	Fragebogenerhebung Schüler:innen	316
11.5.2.3	Zusammenfassung Hypothese 4.2	319
11.5.3	ERGEBNISSE BEZÜGLICH DER HYPOTHESE H 4.3	319
11.5.4	LEITFADENINTERVIEW LEHRKRÄFTE	319
11.5.4.1	Zusammenfassung Hypothese 4.3	321
12	ZUSAMMENFASSUNG.....	322
12.1	AUSGANGSLAGE	322
12.2	ERGEBNISSE	323
12.3	AUSBLICK UND VERÄNDERUNGSHINWEISE FÜR DAS DIGITALE SELBSTLERNBUCH.....	329
12.4	ZUSÄTZLICHE LERNMATERIALIEN FÜR DIE ERKLÄRVIDEOPRODUKTION	331
12.4.1	CHECKLISTE FÜR DIE ERKLÄRVIDEOPRODUKTION	331
12.4.2	BEWERTUNGSBÖGEN	332
12.4.3	STORYBOARDÜBUNGEN	332
12.5	KONZEPTION VON LEHRKRÄFTEFORTBILDUNGEN.....	332

13	<u>VERZEICHNISSE</u>	<u>335</u>
13.1	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	335
13.2	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	336
13.3	VERZEICHNIS DER TABELLEN.....	345
14	<u>LITERATUR</u>	<u>353</u>
15	<u>LISTE ÜBER PUBLIKATIONEN, VORTRÄGE UND FORTBILDUNGEN.....</u>	<u>367</u>
16	<u>DIGITALER ANHANG</u>	<u>371</u>

1 Einleitung

1.1 Thema und Motivation

In einer zunehmend digitalisierten Welt gewinnt auch die Entwicklung innovativer Lernmaterialien und -methoden mit Einbezug von digitalen Medien für den Unterricht immer mehr an Bedeutung. Das Medienverhalten der Gesellschaft hat sich in den vergangenen Jahren stark verändert und unser Alltagsleben wurde in hohem Maß von der Digitalisierung durchdrungen (Aufenanger et al., 2020). „Wer heute Wissen erwerben will, greift nicht mehr unbedingt zum Buch, sondern recherchiert im Internet.“ (Richard & Philippi, 2016, S. 180) Dies ist eine Entwicklung, der sich auch die Bildungslandschaft nicht entziehen sollte und kann. Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD, 2020) betont die Notwendigkeit digitale und interaktive Lernformate zu entwickeln, um die Lernenden optimal auf die Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten. Für den Erwerb von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen besteht die Hauptaufgabe der Schulen darin, die Schüler:innen und Lehrkräfte für die eigenverantwortliche Nutzung der digitalen Medien zu fördern und unterstützen (Brandhofer & Wiesner, 2018). Die Einbettung von digitalen Medien und Tools in den Unterricht ist nicht nur aufgrund der Anschlussfähigkeit an den Alltag der Jugendlichen unerlässlich, sondern auch, um eine adäquate Vorbereitung auf das zukünftige (Berufs-) Leben zu gewährleisten (KMK, 2021). Auch ist der Alltag der Jugendlichen geprägt von einer zunehmenden Mediennutzung, wie die Ergebnisse der JIM-Studie 2024 deutlich machen. In dieser Studie gaben 81 % der 1200 im Alter von 12- bis 19- Jahren befragten Jugendlichen an täglich bzw. mehrmals pro Woche Videos im Internet zu konsumieren (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2024). Gemäß der Studie verbringen die befragten Schüler:innen im Durchschnitt täglich 87 Minuten auf YouTube (ebd.). Diese Videos werden sowohl in der Freizeit als auch im schulischen Kontext genutzt und sind damit schon längst ein Akteur der Bildung geworden (Zeller & Bohrmann-Linde, 2021). Daher ist es von signifikanter Relevanz, Erklärvideos mit einer klaren Intention, sowohl rezeptiv als auch produktiv, in den Unterricht zu implementieren und den Schüler:innen die Möglichkeit zu bieten, die dafür erforderlichen digitalisierungsbezogenen Kompetenzen zu erwerben. Einen großen Mehrwert haben für den Erwerb der digitalisierungsbezogenen, aber auch fachlichen Kompetenzen, interaktive Aufgabenstellungen, wie beispielsweise die Aufgabe zur Produktion von Erklärvideos zu einem fachbezogenen Sachverhalt. Dabei kann eine große Bandbreite an fachlichen, digitalisierungsbezogenen und überfachlichen Kompetenzen erworben und vertieft werden (Eickelmann, 2018). Im Rahmen des Digitalpaktes Baden-Württemberg wurden in einer Vielzahl von Schulen iPad-Koffer für den Unterricht angeschafft, wodurch die Nutzung digitaler Materialien

erleichtert wurde (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2025). Dennoch besteht weiterhin die Herausforderung, derartige Ressourcen didaktisch sinnvoll und nachhaltig in den Unterricht zu integrieren. Weitere Schlüsselkompetenzen für eine sinnvolle Teilhabe an der sich schnell wandelnden Gesellschaft sind die Selbststeuerung, die Selbstorganisationsfähigkeit, sowie das Selbstmanagement (Kultusministerkonferenz (KMK), 2017, 2021). Dafür sind eine Vielzahl an überfachlichen Kompetenzen notwendig (Artelt, 2000; Hilbe, 2022).

Im Rahmen des vorliegenden Dissertationsvorhabens wurde das Ziel verfolgt, digitales Lernmaterial für iPads zu entwickeln, das eine vielfältige Vertiefung von unterschiedlichen fachlichen, digitalisierungsbezogenen und überfachlichen Kompetenzen im Chemieunterricht ermöglichen. Dabei sollte diese niederschwellig und mit geringen Vorkenntnissen der Lehrkräfte und Schüler:innen bezüglich des Umgangs mit iPads und der Erklärvideoproduktion im Unterricht eingesetzt werden können. Als Produkt wurde ein digitales und interaktives Selbstlernbuch zum Thema „Einführung in die organische Chemie“ für den Chemieunterricht entwickelt, erprobt und optimiert. Die Entwicklung dieses Selbstlernbuchs erfolgte im Rahmen eines Design-Based Research Ansatzes, bei dem das Lernmaterial in mehreren Iterationen erprobt, die Rückmeldungen in den Fragebogenerhebungen, sowie Leitfadenterviews mit Schüler:innen und Lehrkräften analysiert und anhand dieser optimiert wurde.

Eine zentrale Herausforderung im Chemieunterricht kann es sein, dass das Interesse an diesem Fach mit zunehmender Klassenstufe von der 8. bis zur 10. Klasse signifikant abnehmen kann (Barke et al., 2018). Diese Entwicklung stellt eine Herausforderung dar, da das Interesse und die damit verbundenen motivationalen Effekte, die Lernbereitschaft und die Lernwirksamkeit große Korrelationen aufweisen können (Spinath, 2011). In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde daher der Frage nachgegangen, ob der Einsatz digitaler Medien, in selbstgesteuerten Lernsettings und das ggf. damit verbundene Selbstwirksamkeitsempfinden und Erleben von Autonomie (Deci und Ryan 1993), sowie die interaktive Methode der Erklärvideoproduktion einen positiven Einfluss auf die Motivation der Schüler:innen haben können. Weiterhin war es das Ziel Hinweise zur Wirksamkeit bezüglich des Wissens- und Kompetenzzuwachses durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zu erhalten. Die im Folgenden aufgeführten Forschungsfragen und daraus abgeleiteten Hypothesen sollten dabei untersucht werden.

1.2 Forschungsfragen und Hypothesen

Die Kernfrage des Forschungsvorhabens lautete: „Wie kann ein digitales und interaktives Selbstlernbuch für das iPad zum gleichzeitigen fachlichen, digitalisierungsbezogenen und überfachlichen Kompetenzerwerb, sowie zur schrittweisen Heranführung an die Aufgabe der Erklärvideoproduktion unter Berücksichtigung der Gestaltungsprinzipien für Multimediale Unterrichtsmaterialien von Mayer (2021) entwickelt und im Chemieunterricht eingesetzt werden?“ Gleichmaßen sollten die folgenden vier Forschungsfragen und die daraus abgeleiteten Hypothesen überprüft werden.

Forschungsfrage 1: Ist das digitale und interaktive Selbstlernbuch für den (gleichzeitigen) Erwerb von inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen geeignet?

H 1.1: Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.

H 1.2: Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.

H 1.3: Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.

H 1.4: Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.

H 1.5: Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.

H 1.6: Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.

H 1.7: Die Schüler:innen können in den Post- und Follow-up Fragebögen mehr inhaltliche Fragen zum Themenbereich der organischen Chemie richtig beantworten als im Pre-Fragebogen.

Forschungsfrage 2: Wie war die Wirksamkeit von rezeptiv eingesetzten Erklärvideos im Selbstlernbuch?

H 2.1: Die Schüler:innen schätzen den Nutzen des Rezipierens von Erklärvideos allgemein als hoch ein.

H 2.2: Die Schüler:innen schätzen den Nutzen des Rezipierens von Erklärvideos im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ als hoch ein.

Forschungsfrage 3: Wie war die Wirksamkeit der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch?

H 3.1 Die Schüler:innen schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.

H 3.2: Die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu Versuch 1 bzw. 2 produzieren, können in den Post- und Follow-up Fragebögen im Vergleich zum Pre-Fragebogen für Versuch 1 bzw. 2 mehr Fragen richtig beantworten als für Versuch 2 bzw. 1.

H 3.3: Die Schüler:innen schätzen den Nutzen der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" im Vergleich zum benötigten Zeitbedarf als hoch ein.

H 3.4: Die Lehrkräfte schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen bei den Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.

H 3.5: Die Lehrkräfte schätzen den Nutzen der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" im Vergleich zum benötigten Zeitbedarf als hoch ein.

Forschungsfrage 4: Hatte die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuch und die darin enthaltenen Erklärvideoproduktionsaufgabe einen positiven Effekt auf die Motivation?

H 4.1: Die Schüler:innen fühlen sich durch die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuch motiviert.

H 4.2: Die Schüler:innen fühlen sich durch die enthaltenen Produktionsaufgaben bezüglich der Erklärvideoproduktion motiviert.

H 4.3: Die Lehrkräfte vermuten, dass die Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert sind.

2 Lernen mit digitalen Medien

2.1 Theorien des Lernens

Für die Erstellung und Gestaltung von Unterrichtsmaterialien in Form von digitalen Selbstlernbüchern ist es wichtig die grundlegenden Erkenntnisse der Lernpsychologie zu berücksichtigen, um so den Lernprozess gezielt fördern zu können.

Die Lernfähigkeit ist eine grundlegende Eigenschaft für das Bestehen der Menschheit, denn ohne die Bereitschaft und den Willen zu lernen ist keine Anpassung an die sich fortwährend ändernden Anforderungen und Umgebungsbedingungen möglich (Hasselhorn & Gold, 2022). Dabei handelt es sich bei einem Lernprozess nicht immer um eine bewusste Aneignung von Kompetenzen oder Wissen. Vielmehr findet ein großer Teil der Lernvorgänge in unserem Leben ohne direkte Lernabsicht - und dadurch unbewusst -, statt (ebd.). Jedoch ist für den Großteil der Inhalte und Kompetenzen, die im schulischen Kontext gelernt werden sollen, ein bewusster und aktiver Lernprozess, der häufig mit Anstrengung verbunden ist, notwendig (Kunter & Trautwein, 2018), denn es handelt sich um eine konstruktive Aktivität, bei der das vorhandene Wissen mit den neuen Informationen aktiv in Beziehung gebracht werden muss (Simons, 1992).

In den folgenden Ausführungen wird daher der Schwerpunkt auf das bewusste Lernen, das Verarbeiten von Informationen, sowie den prozeduralen Kompetenzerwerb gelegt.

Die Informationsverarbeitungsmodelle, die in Kapitel 2.1.1 vorgestellt werden, zeigen Theorien über den Ablauf eines Lernprozesses im menschlichen Gehirn mit dem Ziel Wissen dauerhaft bzw. über einen längeren Zeitraum abrufen zu können. Bei der Gestaltung von digitalen Lernmaterialien sollten Prozesse, wie die Überlastung des Arbeitsgedächtnisses oder lernhinderliche Prozesse, vermieden werden. Dafür werden in Kapitel 2.2 zwei Lernpsychologische Theorien, die Cognitive Theory of Multimedia Learning von Mayer (z.B. Mayer 2021) und die Cognitive Load Theory von Sweller (Sweller, 2019), sowie die von den Theorien abgeleiteten Gestaltungsprinzipien für multimediales Lernen vorgestellt.

2.1.1 Informationsverarbeitungsmodelle

Das Ziel der Informationsverarbeitung ist es die Verfügbarkeit von Wissen zu erhöhen. Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Modellen, mit deren Hilfe die Prozesse der Informationsverarbeitung in unserem Gedächtnis dargestellt werden sollen. Grundständig gleichen sich die meisten Modelle dahingehend, dass sie von einem dreigliedrigen Speichersystem ausgehen. Für die folgenden Erläuterungen wird das auf das Wesentliche reduzierte Drei-Speicher-Modell von Kunter und Trautwein (Abbildung 2-1) herangezogen.

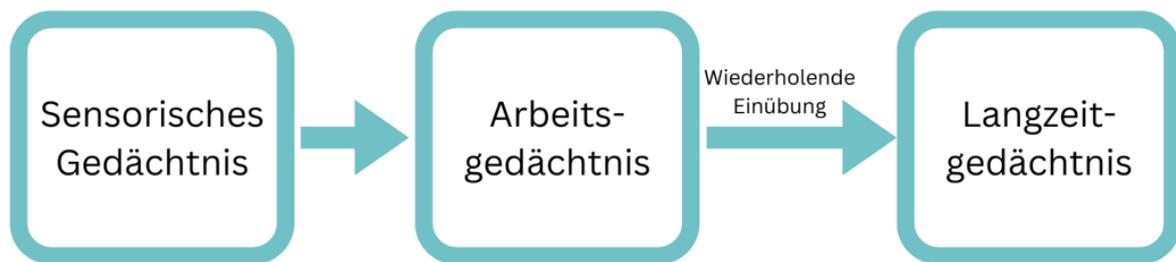


Abbildung 2-1: Drei Speicher-Modell für die Informationsverarbeitung und -speicherung nach Kunter und Trautwein (2013). (Entnommen aus Kunter & Trautwein, 2013, S. 27)

Bei dem Prozess der Informationsverarbeitung werden zunächst die von den Sinnesorganen rezipierten und transformierten visuellen, akustischen und/oder haptischen Umweltreize über das Sensorische Gedächtnis aufgenommen (Hasselhorn & Gold, 2022). Da es sich um eine sehr große Menge an Informationen handelt, die vom Sensorischen Gedächtnis registriert werden, werden diese Informationen nur für sehr kurze Zeit (ca. eine Zehntelsekunde) gespeichert. Ein Großteil der Umweltreize wird daher gar nicht wahrgenommen und direkt wieder überschrieben (Kunter & Trautwein, 2018). Besonders wichtig zu beachten ist dabei, dass die Wahrnehmung an sich schon ein konstruktiver Prozess ist, denn was und wie etwas wahrgenommen wird, hängt bereits von dem bestehenden Wissen und Können ab und ist nicht nur von der Qualität der Reizes abhängig (Brod & Gold, 2020).

Im Arbeitsgedächtnis werden die Informationen dann bewertet und entschieden, ob diese weiterverarbeitet, werden sollen. Wie in dem Modell in Abbildung 2-2 von Baddeley gezeigt, wird das Arbeitsgedächtnis als „Central executive“ (Baddeley 2000, S. 421) bezeichnet. Zur Verarbeitung von sprachlich-akustischen Informationen stehen dem Arbeitsgedächtnis in diesem Modell die beiden Hilfssysteme „Visuospatial sketchpad“ (visuell-räumlicher Notizblock), sowie die „Phonological loop“ (Phonologische Schleife) zur Verfügung (Hasselhorn & Gold, 2022). Zudem wird der episodische Puffer von der zentralen Exekutive kontrolliert und stellt ein temporäres Speichersystem dar, in dem Informationen aus verschiedenen Quellen integriert werden können

(Baddeley, 2000). Baddeley schreibt dem episodischen Puffer eine Verbindungsfunktion zum episodischen Langzeitgedächtnis (Episodic LTM) zu (Hasselhorn & Gold, 2022).

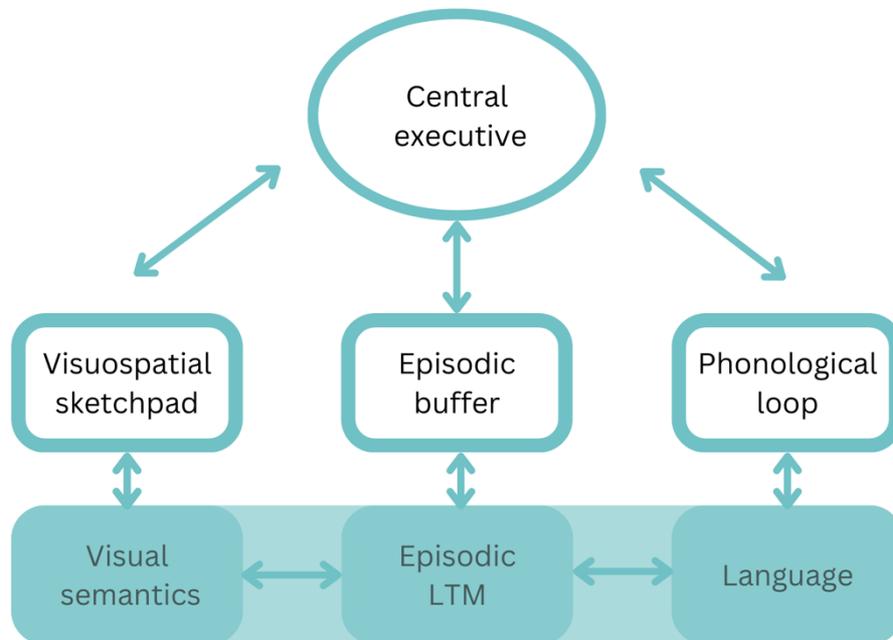


Abbildung 2-2: Modell für das Arbeitsgedächtnis nach Baddeley (2000). (Entnommen aus Baddeley, 2000, S. 421)

Das macht deutlich, dass es sich bei dem Arbeitsgedächtnis um kein eindimensionales System handelt, sondern um ein Systemgefüge, in dem gleichzeitig mehrere Aufgaben bearbeitet werden können (Hasselhorn & Gold, 2022).

Für eine nachhaltige Speicherung der Daten werden die Informationen anschließend in das Langzeitgedächtnis übertragen, welches im Gegensatz zum Arbeitsgedächtnis keine kapazitive Beschränkung zu haben scheint (Kunter & Trautwein, 2018). Im Langzeitgedächtnis wird das Wissen in Form von „semantischen Netzwerken“ abgespeichert, strukturiert und organisiert (Collins & Loftus, 1975). Das hat zur Folge, dass durch Erinnerung an einen im Netzwerk abgespeicherten Begriff auch alle mit ihm vernetzten und in Beziehung stehenden Begriffe aktiviert werden können (Kunter und Trautwein 2018). Sich bewusst zu sein, dass Inhalte und Begriffe vernetzt im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden, ist für das Verständnis von der Gestaltung von Lerngelegenheiten und die Bedeutung bezüglich der Aktivierung von Vorwissen sehr wichtig. Daraus ergibt sich auch die Tatsache, dass Lernen kumulativ ist und dass Vorwissen den Lernprozess erleichtern kann (Fischer und Richey 2021). Zudem haben motivationale Effekte, das Vorhandensein von Lernstrategien und auch der Lernkontext eine große Bedeutung für die Verankerung von dem Gelernten im Langzeitgedächtnis (N. Fischer & Richey, 2021; Leitz, 2015). Da die Beachtung dieser Variablen für die Gestaltung und den Einsatz von Unterrichtsmaterialien sehr

wichtig ist, wird auf diese in den folgenden Kapiteln näher eingegangen (motivationale Aspekte und Lernkontext: Kapitel 2.1.2; Lernstrategien 2.2)

Das SOI-Modell (Selektion – Organisation – Integration) von Mayer zeigt auf, welche kognitiven Prozesse zum Wissenstransport vom Sensorischen Speicher bis zum Langzeitgedächtnis ablaufen können (siehe Abbildung 2-3).

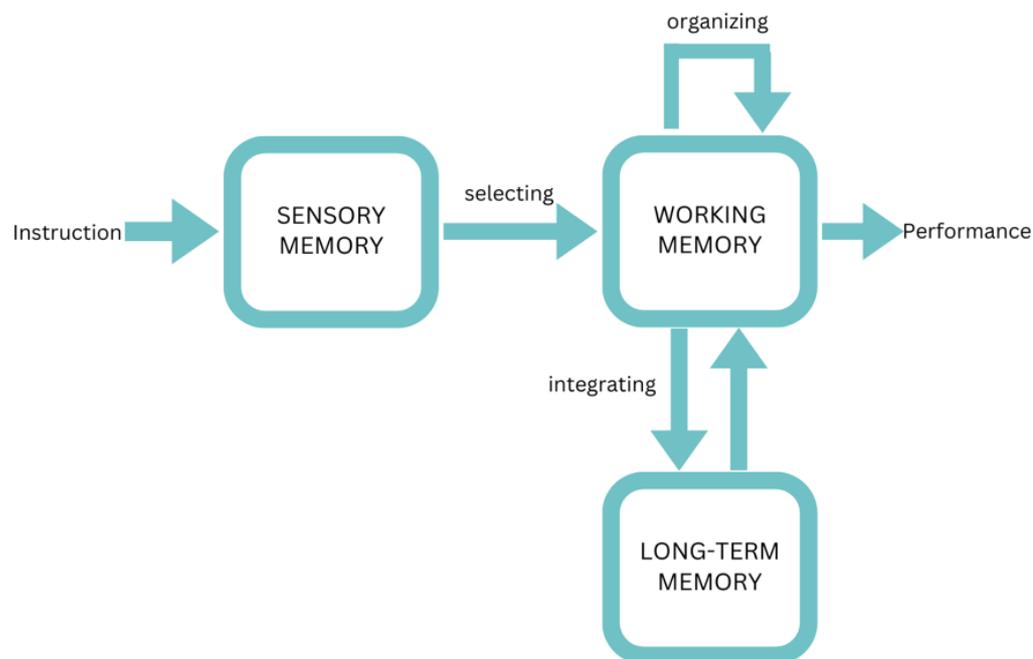


Abbildung 2-3: SOI-Modell nach Mayer (2016) (Entnommen aus Fiorelle und Mayer, 2016, S. 719)

Dabei handelt es sich um eine Erweiterung des *Drei-Speicher-Modells* von Mayer (siehe Abbildung 2.1.1-1). Nachdem die Informationen wie zum Beispiel Bilder, geschriebene Wörter und Töne über den Sensorischen Speicher aufgenommen wurden, erfolgt die Selektion aufgrund der Einschätzung ihrer Wichtigkeit. Anschließend werden die selektierten Informationen organisiert und dann integriert, was nach diesem Modell die eigentlichen Lernaktivitäten sind, die von den Lernenden aktiv ausgeführt werden müssen (Roelle et al., 2023). Unter der Aktivität Organisieren wird dabei die Zuordnung in Kategorien sowie die Bestimmung von Hauptpunkten der Informationen verstanden (Renkl, 2015). Unter dem Lernprozess des Integrierens wird die Informationsverarbeitung durch Interpretieren, Elaborieren, Generieren und Stärken nach Renkl zusammengefasst (Roelle et al., 2023).

Mayer und Fiorelle betonen, dass im SOI-Modell während des generativen Lernprozesses den motivationalen und metakognitiven Prozessen eine wichtige Rolle zugeschrieben wird. Ohne die Motivation und die Bereitschaft vonseiten der Lernenden eine kognitive Anstrengung zu unternehmen, indem die zur Verfügung gestellten Informationen sinnvoll verarbeitet werden, ist

die Verankerung der Informationen im Langzeitgedächtnis nicht möglich (Fiorella & Mayer, 2016). Auf den Einfluss der motivationalen Aspekte beim Lernen wird in Kapitel 2.1.2 näher eingegangen. Unter den metakognitiven Prozessen werden Prozesse verstanden, die zur Steuerung und Überwachung der kognitiven Prozesse dienen (Renkl, 2015). Zum Beispiel müssen die Lernenden die Fähigkeiten haben Informationen auszuwählen, zielgerichtet Strategien für die Organisation und Integration von Wissen einzusetzen und Wissensstrukturen aufbauen zu können (Fiorella & Mayer, 2016). Die vorangegangenen Ausführungen machen deutlich, wie wichtig es ist, dass die Lernenden aktiv einen Lernprozess vollziehen wollen (Brod & Gold, 2020). Das bedeutet aber nicht per se, dass keine Unterstützung oder Aktivierung von außen erfolgen kann oder soll. Im Gegenteil - die Anleitung und Hilfestellung von außen kann sogar lernförderlich und wertvoll sein (Roelle et al., 2023). Wie es gelingen kann ein Lernsetting so zu gestalten, dass die Schüler:innen gewinnbringend Lernprozesse selbstgesteuert vollziehen können, wird in Kapitel 3.1 aufgezeigt.

2.1.2 Lernmotivation

Wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, erfordert die tiefe Verarbeitung von Wissen im Arbeitsgedächtnis und bei der Verknüpfung des Vorwissens im Langzeitgedächtnis häufig große Anstrengung. Um sich nicht von Umgebungsfaktoren ablenken zu lassen oder sich sogar dem Lernprozess zu entziehen und sich andere Handlungen zuzuwenden, spielt die Motivation eine große Rolle (Kunter & Trautwein, 2018). Häufig wird von Schüler:innen und Lehrkräften eine große Korrelation von hoher Lernmotivation und guten Lernergebnissen angenommen und die Motivation als der entscheidende Faktor für den Lernerfolg genannt (Spinath, 2011). Da für die aktive Auseinandersetzung mit einem Inhalt die Motivation eine große Rolle spielt kann diese sogar als wichtiges Ziel für das lebenslange Lernen und die Bildung beschrieben werden (Fischer und Richey 2021; Spinath 2011). Aufgrund der sehr unterschiedlichen Interpretationen und Definitionen des Begriffs Motivation wird dieser im Folgenden konkretisiert. Grund und Steuer schlagen beispielsweise folgende Definition für den Begriff der Motivation vor: „Bei Motivation handelt es sich [...] um einen Sammelbegriff für eine psychische Kraft, die verschiedene Phänomene der Ausrichtung, Intensität und Ausdauer unseres Verhaltens erklärt. Die eine „Motivation“ gibt es also nicht!“ (Grund und Steuer 2024, S. 35). Die psychische Kraft und damit auch die Anstrengungsbereitschaft kann als Motor für die Auseinandersetzung mit einem Gegenstand verstanden werden. Es genügt demnach nicht nur ein Lernsetting zu schaffen und davon auszugehen, dass die Schüler:innen dieses nutzen. Vielmehr braucht es Anreize, die die Lernenden in irgendeiner Form motivieren sich mit den Inhalten auseinanderzusetzen (Kunter & Trautwein,

2018). Die Vielfältigkeit der Einflussfaktoren auf die eigentliche Lernaktivität macht das Angebots-Nutzungs-Modell von zum Beispiel Helmke deutlich (Helmke & Weinert, 2021).

Die Abbildung 2-4, die das allgemeine Motivationsmodell von Steuer und Grund zeigt, stellt die motivationalen Einflüsse und die daraus entstehenden motivationalen Auswirkungen vor. Dabei wird zwischen den Voraussetzungen, die die Lernenden mitbringen, wie den Interessen und der generellen Fähigkeitsüberzeugung sowie den situativen Voraussetzungen, wie zum Beispiel Anreizen und Handlungsmöglichkeiten/-grenzen, unterschieden. Die motivationalen Auswirkungen entscheiden wie lange die Lernenden (Ausdauer) sich konzentriert einem Lerngegenstand widmen (Intensität), ohne sich dabei ablenken zu lassen und zum Beispiel lieber mit dem Arbeitspartner zu reden, als zu lernen und welche Lernstrategien sie einsetzen (siehe Kapitel 3.1.1). Zudem ist die Ausrichtung wichtig, die darüber entscheidet, ob es den Lernenden mit der aktuellen Lernsituation gut geht (Grund & Steuer, 2024). Dies macht nochmals den Einfluss der Lernmotivation auf das Lernergebnis deutlich (Hasselhorn & Gold, 2022) und zeigt auf, dass Lernmotivation durchaus einen Einfluss auf das Wohlbefinden und damit auch auf das Gefühl der Selbstbestimmtheit haben kann (Spinath, 2011).

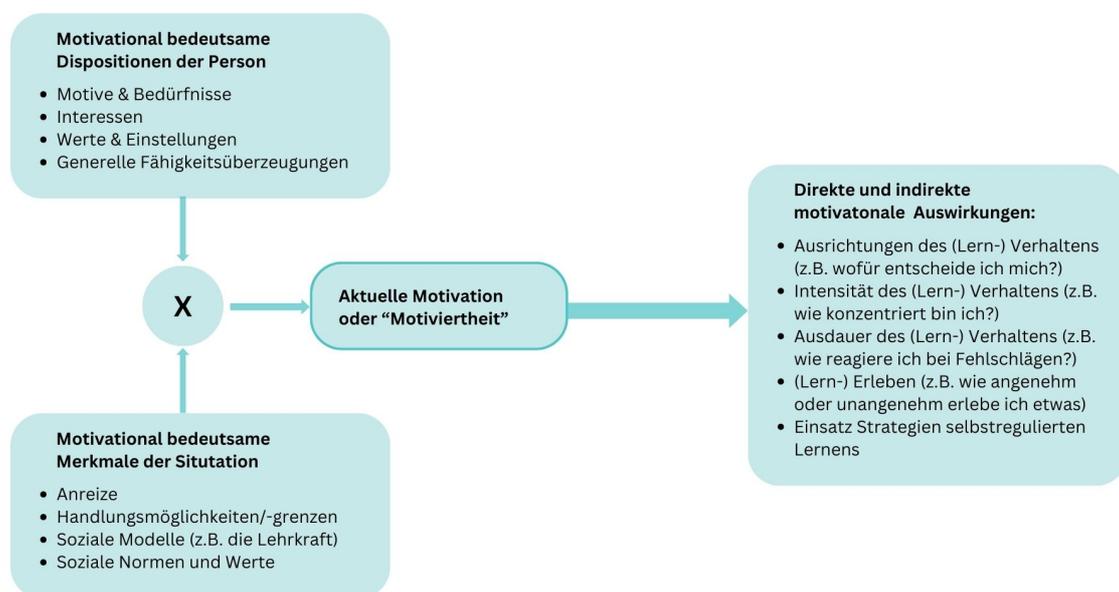


Abbildung 2-4: Allgemeines Motivationsmodell nach Grund und Steuer (2024) (entnommen aus Steuer und Grund, 2024, S. 36)

Zum Aspekt der Dispositionen der Person ist ergänzend zu erwähnen, dass es bezüglich der Leistungsmotivation zwei Ausprägungen gibt: Hoffnung auf Erfolg und Furcht vor Misserfolg (Seel & Hanke, 2010). Personen mit einem Erfolgskonzept wählen demnach Aufgaben, bei denen sie einen Erfolg erleben können, und misserfolgsorientierte Personen Aufgaben, bei denen ein

Scheitern wahrscheinlich ist. Diese Ausprägungen sollten bei der Gestaltung von Materialien für das selbstregulierten Lernen bedacht werden und für den Kompetenzstand der Schüler:innen passende Aufgaben gewählt werden beziehungsweise bei der Wahl der passenden Aufgabe unterstützt werden.

Das Interesse an der Lernmotivation ist in der Bildungspraxis und der Forschung auch deshalb so groß, weil angenommen wird, dass unter anderem mithilfe von pädagogischen Maßnahmen diese relativ einfach erhöht werden kann (Spinath, 2011). Jedoch gilt es zu bedenken, dass durch äußere Reize ein situatives Interesse angeregt werden kann, welches aber meist nur kurzfristig ist und ohne weitere äußere Reize häufig wieder deutlich sinkt (Spinath, 2011). Besteht dagegen ein individuelles Interesse, so muss dieses nicht von außen angeregt werden und die Bereitschaft ein Lernangebot intensiv zu nutzen ist meist andauernd.

Nach der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan ist die Grundlage von Motivation das Erleben von Kompetenz, Empfinden von Autonomie und sozialer Eingebundenheit (Deci & Ryan, 1993). Indem sich SchülerInnen als kompetent wahrnehmen und das Gefühl haben, ihr Handeln selbst bestimmen zu können, wird der Lernprozess als motivierend erlebt, wobei Spaß einen wichtigen Antrieb darstellen kann. (ebd.). Ein gutes Lernangebot sollte demnach so gestaltet sein, dass die Schüler:innen das Lernangebot als motivierend empfinden und dieses Angebot auch nutzen (Kunter & Trautwein, 2018). Reicht die Motivation nicht aus, so kann dies unterschiedliche Gründe haben. So kann die Menge und Schwierigkeit der zu vermittelnden Inhalte Auswirkungen auf die Motivation haben. Aber auch die persönliche Einschätzung der Schüler:innen, dass die Inhalte uninteressant oder sogar langweilig sind hat einen Einfluss auf die Motivation für den Lernprozess (Grund & Steuer, 2024). Daher sollte die Nützlichkeit und Wichtigkeit des Lerninhalts beispielsweise durch lebensweltbezogene und alltagsnahe (Transfer-) Aufgaben für die Schüler:innen erlebbar gemacht werden, um so das Interesse aufrecht zu erhalten (Fischer und Richey 2021). Desweiteren kann die Lehrkraft durch ihre Verhaltensweisen (z.B. wertschätzender Umgang), sowie die Qualität des Unterrichts und des Unterrichtssettings in dem gelernt wird, Einfluss auf die Lernmotivation der Schüler:innen haben (Seel, 2003).

2.1.3 Der Einfluss von Emotionen auf den Lernerfolg

Neben dem individuellen Interesse spielen Emotionen bei Lernprozessen und der Verarbeitung von Wissen und Informationen eine große Rolle (N. Fischer & Richey, 2021). Zum einen können sich Emotionen auf die Lernmotivation auswirken und zum anderen haben sie einen Einfluss auf den Prozess der Tiefenverarbeitung im Langzeitgedächtnis und das Abrufen von Informationen (N. Fischer & Richey, 2021). Emotionen und die kognitiven Prozesse beeinflussen sich gegenseitig und

bilden die Grundlage für ein zielgerichtetes und motiviertes Handeln (Seel, 2003). Stolz, Neugierde und Freude sind beispielsweise positive Emotionen, die den Lernprozess fördern können (N. Fischer & Richey, 2021). Dagegen können Angst, Langeweile oder sogar Scham negative Auswirkungen auf die Prozesse der Verarbeitung im Gedächtnis haben oder den Wissensabruf sogar gänzlich blockieren (Fischer und Richey 2021). Auch die Emotion Stress kann sich beträchtlich auf den Lernprozess auswirken und kann im gravierenden Fall sogar in einem Gefühl von Hilflosigkeit münden (Seel & Hanke, 2010). Ebenfalls können das Selbstwertgefühl und Selbstkonzept durch Stressempfinden beeinträchtigt werden, sowie das Wohlbefinden negativ beeinflussen (Seel & Hanke, 2010). Das Stressempfinden ist eine sehr subjektive Emotion, weshalb ein und dieselbe Situation ganz unterschiedlich auf die jeweiligen Schüler:innen wirken kann. Durch die große Vielfalt an Stressoren können diese nicht immer alle gleichermaßen berücksichtigt werden. Jedoch sollte ein Lernsetting sinnvollerweise so gestaltet werden, dass Stresssituationen möglichst vermieden werden können. Die aufgeführten Punkte machen wiederum deutlich, wie entscheidend neben einer positiven Fehlerkultur die Lernatmosphäre in einem Lerngefüge ist. Ebenso hat der Kontext, in dem gelernt wird, und die Lernatmosphäre eine bedeutsame Auswirkung auf den Lernerfolg (Leitz 2015; Fischer und Richey 2021). Eine gute Lernatmosphäre kann positive Emotionen, wie die Lernfreude fördern und negative Emotionen wie die Angst verringern (Leitz, 2015). Dies kann wiederum zu einer höheren Anstrengungsbereitschaft und einem höheren Selbstwertkonzept führen (Leitz, 2015). Forschungen haben gezeigt, dass vor allem die Motivation der älteren Schüler:innen deutlich in Abhängigkeit zu der Lernatmosphäre steht (Seel, 2003). Eine positive und bestärkende Lernatmosphäre in einer Klasse kann dazu führen, dass die Schüler:innen besser und mehr lernen (ebd.). Den Schüler:innen sollte es zudem ermöglicht werden, ohne Zeitdruck im Unterricht lernen und üben zu können, da dieser eine negative Auswirkung auf die Emotionen, sowie die Motivation haben und eine geringere Lernbereitschaft damit einhergehen kann.

2.1.4 Lernen mit digitalen Medien

Der gesellschaftlichen Wandel, welcher unter anderem eine zunehmende Digitalisierung mit sich bringt, verändert die Anforderungen an die Kompetenzen sowohl von Lehrenden als auch von Lernenden (KMK, 2020). Der Alltag ist von digitalen Medien und einer zunehmenden Medienzeit geprägt, was die folgenden Ergebnisse der JIM-Studie 2024 auch deutlich machen. In der JIM-Studie 2024 gaben 98 % der 1200 befragten 12- bis 19-Jährigen an, dass sie in ihrem Haushalt Zugang zu Smartphones und 97 % zu Laptops/Computern haben. Davon besitzen 93 % der Schüler:innen sogar ein eigenes Smartphone und 68 % einen eigenen Laptop oder Computer (Medienpädagogischer

Forschungsverbund Südwest, 2024). 96 % der befragten Kinder und Jugendlichen nutzen täglich bzw. mehrmals pro Woche das Internet in ihrer Freizeit und 85 % der Befragten schauen täglich bzw. mehrmals pro Woche Videos im Internet an. Im Jahr 2024 gaben im Rahmen der Studie die Befragten im Durchschnitt an, täglich 201 Minuten online zu sein, was eine leichte Abnahme im Vergleich zum Jahr 2023 bedeutet (ebd.).

Auch die Arbeits- und Lebenswelt von heute ist ohne den Einsatz digitaler Medien, Tools, sowie digital gestützter Messmethoden und Synthesesteuerung in der Forschung nicht mehr denkbar. Daraus resultiert die dringende Aufgabe der Schulen die Lernenden auf den allgemeinen und den fachspezifischen Umgang mit digitalen Medien vorzubereiten und ihnen die Möglichkeit zu geben, die dafür notwendigen und sehr vielfältigen digitalisierungsbezogenen Kompetenzen zu erwerben (KMK) 2021). Nur so kann gewährleistet werden, dass unsere heranwachsende Generation, an der von Digitalität geprägten Arbeits- und Lebenswelt unserer Gesellschaft selbstbestimmt und reflektiert teilhaben kann. Obwohl digitale Geräte wie Smartphones und Tablets für die Kinder und Jugendlichen schon längst zu einer „Herzensangelegenheit“ geworden sind und der Alltag ohne die Mediennutzung kaum noch denkbar ist, wäre es aber ein Trugschluss, dadurch anzunehmen, dass Jugendliche automatisch mit digitalen Medien auch als (Arbeits-) Gerät adäquat umgehen können (Gläser-Zikuda et al., 2022).

Es ist eine wichtige Aufgabe für Lehrkräfte, den Schüler:innen den rezeptiven und produktiven Umgang mit digitalen Medien näherzubringen. Dabei ist die Förderung der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen als ein über alle Fächer erstreckender Bildungsauftrag aufzufassen (KMK, 2021).

Neben dem Umgang mit digitalen Geräten und Tools ist dem kritischen Reflexionsvermögen hinsichtlich des Einsatzes und der Inhalte digitaler Medien ein großer Wert beizumessen (Bleckmann & Lankau, 2019). Jedoch ist zu bedenken, dass der Medieneinsatz per se noch keinen Mehrwert liefert und nicht für jede Phase des Unterrichts und nicht jeden Inhalt einen Zugewinn bringt. Denn es handelt sich bei digitalen Medien keinesfalls um ein Allheilmittel für guten Unterricht und lernförderliche Lernprozesse. Vielmehr bedarf es eines sinnvollen, zielführenden und mit Bedacht gewählten Einsatzes der digitalen Medien im Unterricht. Vor allem für selbstgesteuerte Lernsettings zeichnet sich im Rahmen von Evaluationen ein didaktischer Mehrwert beim Einsatz von digitalen Medien ab (Herzig, 2014; Schaumburg, 2018). Zudem ermöglicht der Einsatz von digitalen Medien im Unterricht vielfältige Möglichkeiten der Öffnung und damit für das selbstgesteuerte Lernen (Heinen & Kerres, 2015).

Das SAMR-Modell (siehe Abbildung 2-5) verdeutlicht die Funktionen und die Integrationsmöglichkeiten von digitalen Medien in Lernmaterial bzw. Lernaufgaben. Das Modell

stellt eine Stufenabfolge zum Einsatz digitaler Medien in Lernprozessen dar und kann von Lehrkräften zur Reflexion des Einsatzes digitaler Medien genutzt werden (Heinen & Kerres, 2015). Das Modell macht dabei die Spanweite vom simplen Ersatz eines traditionellen Mediums durch ein digitales Medium (z. B. ein Schulbuch wird durch ein E-Book ersetzt) bis hin zur Implementierung und Gestaltung von neuartigen Lehr-Lernprozessen (z. B. Einsatz on Argumented Reality) deutlich (Bach, Alexandra, 2019). Das SAMR-Modell wurde ursprünglich von Puentedura entwickelt (Puentedura, 2012) und ist seitdem vielfach zitiert worden. Grundsätzlich geht Puentedura von der Annahme aus, dass der pädagogische Nutzen durch den Einsatz digitaler Medien von oben nach unten zunimmt (Heinen & Kerres, 2015).

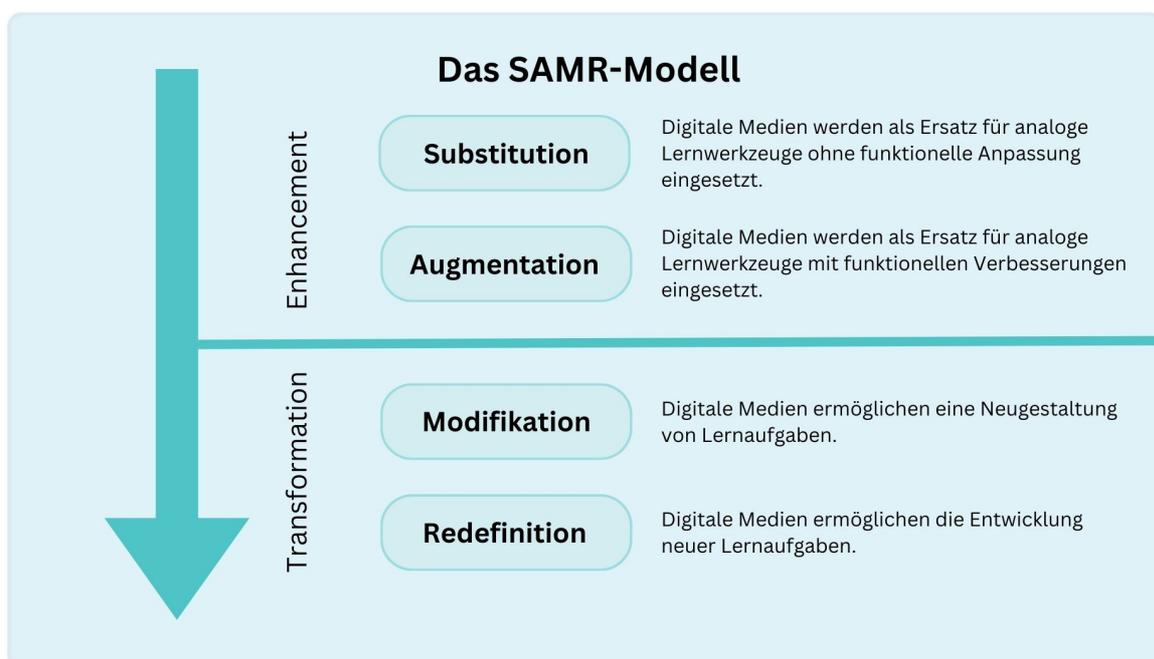


Abbildung 2-5: SAMR-Modell nach Puentedura (2012) (leicht modifiziert basierend auf Heinen und Kerres, 2015, S. 20)

Mit welchem Ziel die Implementierung der digitalen Medien im Unterricht erfolgt, ist sehr unterschiedlich. Eickelmann (Eickelmann, 2018) hat anhand von Forschungsbefunden zum Einsatz digitaler Medien in den Schulen verschiedene Intentionen identifiziert. Beispielsweise kann beim Einsatz der digitalen Medien im Unterricht das Ziel sein, dass die Schüler:innen Kompetenzen für den Umgang mit den digitalen Medien erwerben oder mit Hilfe des Medieneinsatzes neue Lernsettings implementiert werden sollen. Dabei nehmen zahlreiche Faktoren Einfluss auf die Wirksamkeit von digitalen Medien, die im von Herzig erstellten Modell (siehe Abbildung 2-6) verdeutlicht werden. Im folgenden Kapitel werden einige der genannten Einflussfaktoren im Hinblick auf die Lernwirksamkeit näher betrachtet.

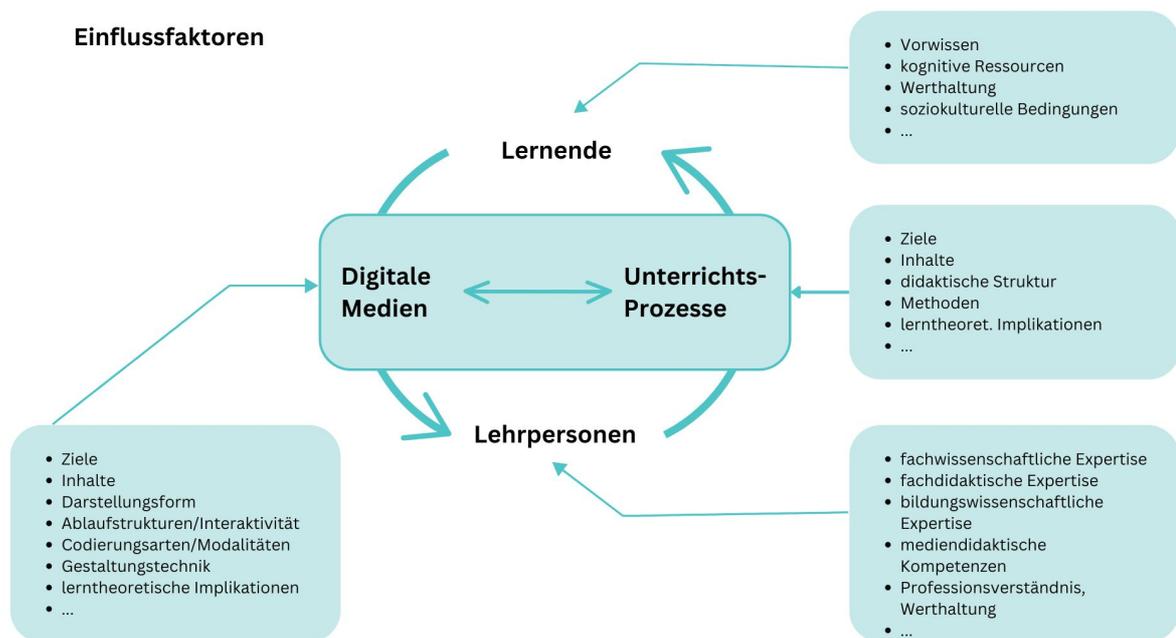


Abbildung 2-6: Wirkungen digitaler Medien um Unterricht: Einflussfaktoren Herzig (2014) (Entnommen aus Herzig, 2014, S. 10)

2.1.4.1 Lernwirksamkeit von digitalen Medien

Wie bereits eingangs beschrieben wird die Forderung nach einem adäquaten Einsatz digitaler Medien immer deutlicher. Häufig ist mit dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht das Argument für eine bessere Lernwirksamkeit und einer Aufwertung des Lernens im schulischen Kontext angebracht (Schaumburg, 2018). „Neben Möglichkeiten zur Veränderung der Gestaltung von Lehr-Lernprozessen und der Lernkultur werden digitalen Medien besondere Potenziale zur Unterstützung des Erwerbs fachspezifischer sowie fachübergreifender Kompetenzen zugeschrieben.“ (Eickelmann, 2018, S. 11). Kritische Stimmen bezweifeln dagegen den Nutzen und die Sinnhaftigkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht und stellen die Lernwirksamkeit infrage (Schaumburg, 2018). Im Folgenden werden einige Forschungsergebnisse aus Meta-Analysen vorgestellt, die sich mit der Frage der Lernwirksamkeit auseinandersetzen. Durch den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht werden, wie oben bereits angesprochen, sowohl fachspezifische wie auch fachübergreifende - beispielsweise digitalisierungsbezogene Kompetenzen - gefördert. Die Betrachtung dieser beiden Kompetenzfelder erfolgt im Folgenden getrennt.

Fachlicher Kompetenzzugewinn

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass es mehrere Faktoren gibt, die einen Einfluss auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz digitaler Medien haben. Bei den weiteren Ausführungen und

Vorstellungen der Forschungsergebnisse muss beachtet werden, dass es aufgrund des komplexen Zusammenwirkens der unterschiedlichen Faktoren nicht möglich ist, pauschale Aussagen zu treffen (Herzig, 2014). Vielmehr sind alle Ergebnisse kontextbezogen zu interpretieren. Meta-Studien haben es zum Ziel, die Ergebnisse vieler Meta-Analysen zu vergleichen (Schaumburg, 2018). Dabei bleibt die kontextbezogene Betrachtung aus. Dennoch können einige wichtige Informationen aus Meta-Analysen in Bezug auf die Wirksamkeit gewonnen werden. Beispielsweise analysierte Hattie 2009 in seiner Meta-Meta-Analyse 76 Meta-Studien aus den Jahren 1977 bis 2007 vergleichend und erfasste auch verschiedene Faktoren zum Einsatz verschiedener digitaler Medien (Hattie, 2009; Schaumburg, 2018). Zusammenfassend zeigt sich, dass Lernen unter Einsatz digitaler Medien sich laut der Meta-Meta-Analyse Hatties insgesamt positiv auf den Lernzuwachs der Schüler:innen auswirkt, die Effektstärke der Maßnahmen aber im mittleren bis geringen Bereich liegen (Herzig, 2014; Schaumburg, 2018). Die größte Effektstärke wiesen in der Hattie-Studie die interaktiven Lernvideos mit einer Effektstärke von 0,52 auf (Anzahl der Metastudien 6 aus den Jahren 1980 bis 1999), was einer mittleren Effektstärke entspricht (Schaumburg, 2018). Da bei der Hattie-Studie nur ältere Studien herangezogen wurden, erstellte Schaumburg eine Übersicht aus neueren Meta-Studien (siehe Tabelle 2-1). Auch bei dieser Betrachtung zeigte sich, dass digitale Medien zwar einen positiven Einfluss auf den Lernprozess haben können, die Effektstärken dabei aber eher gering sind. Jedoch sind bei der Interpretation dieser Ergebnisse die deutlich veränderten Möglichkeiten beim Einsatz digitaler Medien in den Unterricht, seit der Veröffentlichungen der Einzelstudien, zu beachten.

Unterrichtsmethode	Effektstärke	Anzahl Einzelstudien	Veröffentlichungsjahre der Einzelstudien	Studie
Intelligente Tutorielle Systeme	0.36 (gering)	107	1997–2011	Ma, Adesope, Nesbit & Liu (2014)
Flipped Classroom	0.30 (gering)	21	2014–2016	Lo, Hew & Chen (2017)
Game-based Learning	0.29 (gering)	39	1996–2012	Wouters, Van Nimwegen, Van Oostendorp & Van Der Spek (2013)
Laptopklassen	0.12 – 0.5 (gering bis mittel)	10	2005–2012	Zheng, Warschauer, Lin & Chang (2016)
Tabletklassen	0.23 (gering)	27	2010–2014	Tamim, Pickup, Borokhovski, Bernard & El Saadi (2015)
Mobile Geräte (insgesamt)	0.52 (mittel)	110	1993–2013	Sung, Chang & Liu (2016)
Interactive Whiteboards (Forschungsreview)	nicht signifikant	16	2003–2013	Kyriakou & Higgins (2016)

Tabelle 2-1: Neuere Meta-Studien zu Konzepten digitalen Lernens und den Effektstärken bezüglich der Lernleistung (Entnommen aus Schaumburg, 2018, S.30)

Schaumburg und Herzig begründen diese Ergebnisse mit der Komplexität des Einsatzes digitaler Medien, sowie den bereits oben angesprochen Wechselwirkungen der Faktoren im Unterricht (Herzig, 2014; Schaumburg, 2018). Auch haben die unterschiedlichen Ausstattungsgrade der Schulen und die Bedingungen, die beim Einsatz der Medien im Unterricht herrschen, einen Einfluss auf den Lernerfolg (Hillmayr et al., 2017). In Anlehnung an das Modell von Herzig (siehe Abbildung 2-6) werden die folgenden Einflussfaktoren auf die Lernwirksamkeit beim Nutzen von digitalen Medien im Unterricht näher betrachtet:

- Lernende:
 - Vorwissen und kognitive Ressourcen
 - Alter
 - Einstellung der Schüler:innen gegenüber dem Einsatz digitaler Medien
- Sozialform
- Interventionsdauer
- Unterrichtsfach
- Einstellung der Lehrkräfte gegenüber dem Einsatz digitaler Medien
- Hilfestellung und Unterstützung durch die Lehrkraft

Lernende – Vorwissen:

Bei allen Lernprozessen, ob mit digitalen Medien oder ohne hervorgerufen, zeigt sich, dass das themenspezifische und überfachliche Vorwissen Einfluss auf die Lernwirksamkeit hat (Herzig, 2014; Hillmayr et al., 2017). Beim Lernen mit digitalen Medien spielt zudem das medienbezogene Vorwissen eine entscheidende Rolle, wobei davon auszugehen ist, dass ein großes Vorwissen zu einem größeren Lernerfolg führt (Herzig, 2014). Auch könnten die motivationalen, volitionalen und metakognitiven Kompetenzen (siehe Kapitel 3.1) auf das Lernen mit digitalen Medien einen Einfluss haben (Herzig, 2014; Steenbergen-Hu & Cooper, 2014).

Lernende – Jahrgangsstufe:

Hillmayr untersuchte in einer Meta-Studie den Einflussfaktor des Alters auf die Lernwirksamkeit des Einsatzes digitaler Medien (siehe Tabelle 2-2) (Hillmayr et al., 2020). Diese Ergebnisse zeigen einen geringen Einfluss des Alters bzw. der Jahrgangsstufe auf. Dennoch sind die Effektstärken bei den älteren Schüler:innen etwas höher. Nach Steenbergen-Hu und Cooper (2014) könnte dies an den ausgeprägteren digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, dem größeren Vorwissen und den besseren Selbstregulierungsfähigkeiten liegen. Liao und Lai (2018) untersuchten die Abhängigkeit

der Lernwirksamkeit vom Alter in ihrer Meta-Meta-Studie, indem sie die Lernenden in zwei Gruppen einteilten – eine von der Vorschule bis zum sekundären Bildungsbereich reichende Gruppe und eine zweite aus dem tertiären Bildungsbereich bestehende (siehe Tabelle 2-3).

Jahrgangsstufe	Effektstärke (Hedge g)	Anzahl der Einzelstudien	Stichprobengröße
5 – 7	0,62	18	2775
8 – 10	0,61	37	7464
11 – 13	0,71	27	2963

Tabelle 2-2: Einfluss des Alters auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht aus der Meta-Studie von Hillmayr et al. (Entnommen aus Hillmayr et al., 2020, S.16)

Kategorien	Vorschulalter bis sekundärer Bildungsbereich	Tertiärer Bildungsbereich
	Effektstärke (Cohens d)	
CAI: Computer-unterstützter Unterricht	0,74	0,61
DE: Distanzlernen	0,17	1,40
MT: Multiple Technologien	0,42	0,31
GBL: Spielgestütztes Lernen	0,67	0,59
ML: Mobiles Lernen	0,42	1,54

Tabelle 2-3: Einfluss des Alters auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht aus der Meta-Studie Liao und Lai (Entnommen aus Liao und Lai, 2018, S.1134)

Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen die Annahme, dass die Effektstärke der Lernwirksamkeit beim Einsatz digitaler Medien mit dem Alter steigt. Vor allem bei den Kategorien, die eine hohes Maß an Selbstdisziplin und Selbstregulierungsfähigkeit erfordern, wie das DE und das ML, ergibt sich eine deutlich höhere Effektstärke. Dagegen weisen die Kategorien CAI, MT und GBL vergleichbare Werte auf. Es zeigt sich also, dass nach diesen Studien sich nicht alle Konzepte des digitalen Lernens für alle Altersstufen gleichermaßen eignen und eine zielgruppenorientierte Aufbereitung der Unterrichtsmaterialien erfolgen muss.

Lernende – Einstellung der Schüler:innen bezüglich des Einsatzes digitaler Medien

Die Einstellung der Schüler:innen gegenüber digitalen Medien als Lerngegenstand kann einen Einfluss auf die Anstrengungsbereitschaft haben (Herzig, 2014). Denn wenn die Schüler:innen digitale Medien als Unterhaltungsmedien und nicht als Arbeits- und Lerngeräte ansehen, kann dies zu einer reduzierten Anstrengungsbereitschaft und damit zu einer wenig intensiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten führen, womit die Lernwirksamkeit verringert wird (Kerres, 2024).

Unterrichtsprozesse – Sozialform

Verschiedene organisatorische Merkmale beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht, wie zum Beispiel die Wahl der Sozialform und die Verfügbarkeit von Endgeräten, können Einfluss auf die Effektivität des Lernprozesses haben. Hillmayr ermittelte in seiner Meta-Studie den Einfluss des Endgerät-Schüler:innen-Verhältnisses auf die Lernwirksamkeit (siehe Tabelle 2-4) (Hillmayr et al., 2020). Die Ergebnisse zeigen, dass die Lernwirksamkeit größer sein kann, wenn die Lernenden paarweise mit digitalen Geräte arbeiten (Herzig, 2014; Hillmayr et al., 2017).

Verwendung des Endgeräts durch	Effektstärke (Hedge g)	Anzahl der Einzelstudien	Stichprobengröße
eine/n Schüler/in	0,46	29	5069
zwei Schüler:innen	0,72	14	2138
Mindestens drei Schüler:innen	0,46	11	767

Tabelle 2-4: Einfluss des Verhältnisses von Endgerät und Schüler:innen auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht aus der Meta-Studie von Hillmayr et al. Entnommen aus (Hillmayr et al., 2020, S.16)

Hillmayr begründet die größere Effektstärke bei der Verwendung des Endgeräts durch zwei Schüler:innen mit der interaktiven und kommunikativen Lernweise: „The greater learning gains when students worked together in pairs might have been a consequence of more interactive and communicative learning.“ (Hillmayr et al., 2020, S. S.19) Jedoch wirft diese Begründung die Frage auf, warum die Gruppennutzung eine geringere Effektstärke aufweist.

Dagegen konnte Chen et al. (2018) zeigen, dass die Gruppenarbeit positive Auswirkungen auf den Wissenzuwachs haben kann. Die Begründung dafür ist ebenfalls die Möglichkeit der Kollaboration: “[...] in computer-based learning settings by stimulating students to discuss their understandings with peers, explain and elaborate their ideas to others, reflect on peers’ feedback, learn from others, and come up with problem solutions that might not have been possible alone.“ (Chen et al., 2018, S. S. 835) Die Ergebnisse der Meta-Studie von Sung et al (2017) zeigen ebenfalls die größte Effektstärke bei Vierergruppen ($g = 0.82$), jedoch nicht signifikante Effekte bei Partnergruppen (Sung et al., 2017, S. S. 785). Jedoch ist in Bezug auf die Partnerarbeit zu berücksichtigen, dass in dieser Meta-Studie nur zwei Einzelstudien mit Partnerarbeit herangezogen wurden. Es wird deutlich, dass weitere Forschungsergebnisse notwendig sind, um die Frage bezüglich der gewinnbringendsten Sozialform und des passenden Verhältnisses zwischen Endgerät und Schüler:innen herauszufinden (Hillmayr et al., 2020).

Unterrichtsprozesse – Interventionsdauer

Meta-Studien machen deutlich, dass eine kürzere Interventionszeit (1-6 Tage, Effektstärke $g = 0.86$) einen positiveren Effekt hinsichtlich der Lernwirksamkeit bewirken kann als längere Einsatzzeiten (1-4 Wochen, Effektstärke $g = 0.67$; 4 Wochen bis 6 Monate, Effektstärke $g = 0.63$; Mehr als 6 Monate, Effektstärke $g = 0.46$) von digitalen Medien (Herzig, 2014; Hillmayr et al., 2017). Einfluss auf die höhere Lernwirksamkeit könnte dabei der anfängliche Neuheitseffekt (Kerres, 2018) haben, der zu einer erhöhten Motivation beim Einsatz eines neuen Medium führen kann, wodurch ebenfalls die Motivation gesteigert werden kann (siehe auch Kapitel 2.1.4.3).

Unterrichtsprozesse – Unterrichtsfach

Prinzipiell zeigt sich, dass der Einsatz von digitalen Medien in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern (Chemie, Physik, Biologie und Mathematik) als gewinnbringend bezeichnet werden kann (siehe Tabelle 2-5) (Hillmayr et al., 2017, 2020). Hillmayer et al. folgern außerdem aus der Meta-Studie, im Rahmen derer 79 Einzeluntersuchungen berücksichtigt wurden: „Im direkten Vergleich mit Klassen, die traditionell unterrichtet wurden, zeigen Schülerinnen und Schüler aus Klassen, in denen mit digitalen Unterrichtsmedien gearbeitet wurde, durchweg bessere Ergebnisse in den durchgeführten Leistungstests.“ (Hillmayr et al., 2017, S. S. 9)

Desweiteren wurden im Rahmen der Meta-Studie untersucht, ob sich die Effektstärken in Abhängigkeit vom Unterrichtsfach unterscheiden. Dabei konnte im Physikunterricht laut der Meta-Studie von Hillmayr die größte Effektstärke durch den Einsatz von digitalen Medien ermittelt werden. Für den Einsatz der digitalen Medien im Chemieunterricht wird eine mittlere Effektstärke genannt.

Unterrichtsfach	Effektstärke (Hedge g)	Anzahl der Einzelstudien	Stichprobengröße
Physik	0,80	19	2023
Chemie	0,69	16	1986
Biologie	0,59	22	2580
Mathematik	0,55	33	8086

Tabelle 2-5: Einfluss des Unterrichtsfachs auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht aus der Meta-Studie von Hillmayr et al. (Entnommen aus Hillmayr et al., 2020, S.16)

Im Gegensatz dazu ermittelten Sung et al. in ihrer Metastudie eine hohe Effektstärke für Mathematik ($g = 0.89$). Für die Naturwissenschaften im Allgemeinen ermittelten sie ebenfalls eine hohe Effektstärke, die jedoch mit $g = 0.77$ etwas geringer ausfiel als für Mathematik (Sung, Yang und Lee 2017). Allerdings sind diese Ergebnisse sehr vorsichtig zu interpretieren und es ist zu

hinterfragen, ob eine solche Verallgemeinerung der Ergebnisse auf ein Unterrichtsfach überhaupt sinnvoll ist. Denn wie und mit welcher Qualität digitale Medien im Unterricht eingesetzt werden, ist für die Wirksamkeit sehr entscheidend. Sinnvoller wäre es zu untersuchen, wie hoch die Lernwirksamkeit beim Einsatz verschiedener digitaler Werkzeuge und Aufgaben ist. Mit dem Ziel, im Rahmen dieser Arbeit die Wirksamkeit von Erklärvideos im Chemieunterricht zu untersuchen, wird daher in den Kapiteln 4.3 und 4.4 die Lernwirksamkeit und Motivation beim rezeptiven und produktiven Einsatz von Erklärvideos näher beleuchtet.

Einstellung der Lehrkräfte bezüglich des Einsatzes digitaler Medien

Mit Hilfe verschiedener Forschungsansätze konnte gezeigt werden, dass die positiven Einstellungen und Überzeugungen der Lehrkraft Auswirkungen auf die Lernwirksamkeit haben (Liao & Lai, 2018). Werden digitale Medien im Unterricht eingesetzt, so sind sowohl die Einstellung und Überzeugung der Lehrkräfte bezüglich der Wirksamkeit durch digitale Medien, wie auch ihre digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von Bedeutung (Hattie, 2009; Hillmayr et al., 2017; Liao & Lai, 2018). Zudem hat die Einstellung der Lehrkräfte gegenüber digitalen Medien hinsichtlich des Nutzens und des Mehrwertes Einfluss auf die Qualität und die Häufigkeit des Einsatzes (Backfisch, 2022).

Grundsätzlich sollten die Lehrkräfte eine positive Grundhaltung gegenüber digitalen Medien haben, die es ermöglicht die eigenen Fähigkeiten und den Unterricht an die sich technisch ständig verändernden Rahmenbedingungen anzupassen (Herzig, 2014; Hillmayr et al., 2020).

Hilfestellung und Unterstützung durch die Lehrkraft

„Auch sehr gut entwickelte multimediale Lerninhalte können die Lehrkraft [...] nicht ersetzen.“ (Hillmayr u. a. 2017, S. 15). Das ist eine grundlegende Annahme, derer sich die Lehrkräfte bewusst sein sollten. Jedoch vollzieht sich unter anderem durch den Einbezug von digitalen Medien im Rahmen von längeren Arbeitsphasen ein Rollenwechsel der Lehrkraft hin zum Moderator, der veränderte Kompetenzen wie die Handlungskompetenzen der Lehrkraft voraussetzt (Hillmayr et al., 2017; Liao & Lai, 2018). Zudem benötigen Lehrkräfte Kompetenzen, die es ihnen ermöglichen, die Schüler:innen während der Arbeit mit digitalen Medien zu steuern und gewinnbringende Unterstützung während des Lernprozesses zu bieten (Hillmayr et al., 2017). Die Herausforderungen sind für die Lehrkraft beim zielführenden Einsatz von digitalen Medien sehr vielfältig und es bedarf einer ständigen Fortbildung diesbezüglich, um sich auf dem aktuellen Stand der Möglichkeiten und verfügbaren Tools zu halten (Mishra & Warr, 2021). Das TPACK-Modell von Mishra (siehe Abbildung

2-7) beschreibt beispielsweise die Kompetenzen, die Lehrkräfte benötigen, um digitale Medien gewinnbringend in ihren Unterricht einzubinden (Mishra, 2019). Dieses Modell macht deutlich, welche Vielfalt an Kompetenzen der Lehrkraft für einen sinnvollen Einsatz der digitalen Medien notwendig sind. Dabei unterscheidet Mishra zwischen den drei Bereichen „technologisches Wissen“ (Kompetenzen und Wissen zum Umgang mit digitalen Medien; TK), „pädagogisches Wissen“ (Kompetenzen und Wissen in Bezug auf Lehr-Lern-Prozesse; PK) und „inhaltliches Wissen“ (Fachwissen und -kompetenzen; CK). Weiterhin werden vier Schnittbereiche der genannten Wissens- und Kompetenzbereiche TK, PK und CK, sowie das Kontextwissen symbolisiert durch den gestrichelten Kreis dargestellt (ebd).

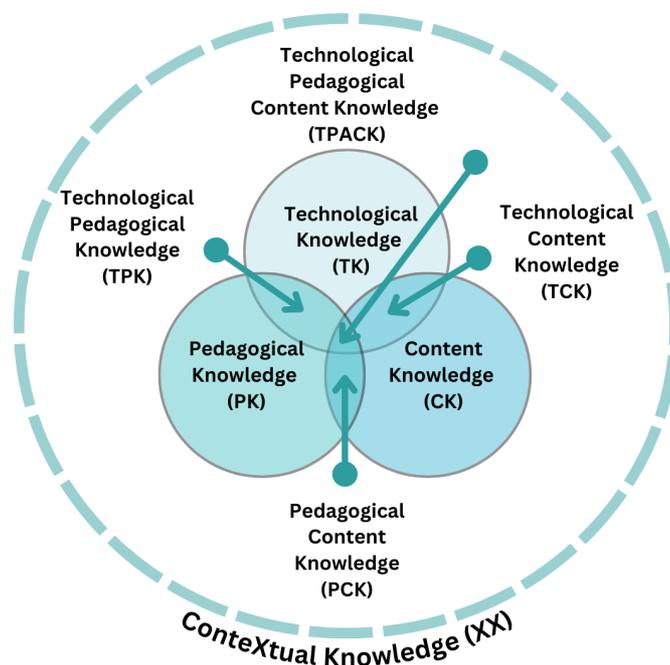


Abbildung 2-7: TPACK Modell von Mishra (2019) (Entnommen aus Mishra, 2019, S. 77)

Mit dem DigCompEdu veröffentlichte die Europäische Kommission im Jahr 2017 einen Referenzrahmen für digitale Kompetenzen für Lehrkräfte, der bei der Bewertung und Entwicklung der digitalen Kompetenzen unterstützen soll (Redecker, 2017). Darin werden sechs verschiedene Stadien der Entwicklung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, vom Newcomer (A1) und Explorer (A2) über den Integrator (B1) und Experte (B2) bis zum Leader (C1) und Pionier (C2) aufgezeigt. Für die Bestimmung des persönlichen Entwicklungsstandes wurde zu diesem Referenzrahmen passend ein Tool DigCompEdu Selfi entwickelt, mithilfe dessen die Lehrkräfte den aktuellen Kompetenzstand ermitteln können (European Commission, 2024).

Zusammenfassung

Fachlicher Kompetenzzugewinn

Zusammenfassend wird deutlich, dass der Einsatz digitaler Medien im Unterricht positive Effekte auf die Lernwirksamkeit der Schüler:innen haben kann. Jedoch unterstreichen die Ergebnisse, dass der Einsatz digitaler Medien zielgruppenorientiert erfolgen sollte. Das macht deutlich, dass der Einsatz digitaler Medien keinesfalls ein Selbstläufer oder Allheilmittel ist.

Überfachlicher Kompetenzzugewinn

Durch die Arbeit mit digitalen Medien können neben den fachlichen Kompetenzen eine Vielzahl an überfachlichen Kompetenzen gefördert werden. Neben den digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, die im Folgenden näher betrachtet werden, können eine Vielzahl an weiteren überfachlichen Kompetenzen erworben und vertieft werden, wie Kompetenzen zur Kooperation und zur Selbststeuerung (European Commission, 2017), die in Kapitel 3.1 vertieft werden.

Digitalisierungsbezogene Kompetenzen

Welche digitalisierungsbezogenen Kompetenzen für die selbstbestimmte Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen notwendig sind, das wurde in zahlreichen Studien wie dem DigComp bzw. der zweimaligen Aktualisierung hin zum DigComp 2.0 (Vuorikari et al., 2016), sowie der ICILS Studie 2018 (Eickelmann, Birgit et al., 2020) erforscht. Die KMK fasst die Ergebnisse dieser Studien in ihrem Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ zusammen und verpflichtet die Länder, dafür zu sorgen, dass allen Schüler:innen die Möglichkeit gegeben werden muss, die in den sechs im Folgenden genannten Bereichen erwerben zu können (Kultusministerkonferenz (KMK), 2021):

- Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren
In diesem Kompetenzbereich geht es unter anderem um das Auswählen und Anwenden von Suchstrategien, die kritische Analyse und Bewertung von Quellen und Informationen, sowie das Sichern von Daten.
- Kommunizieren und Kooperieren
Als Unterpunkte werden für diesen Kompetenzbereich die Interaktion, das Teilen, die Zusammenarbeit, die Einhaltung von Netiquetten, sowie die aktive Teilhabe an der Gesellschaft genannt.
- Produzieren und Präsentieren

Neben dem eigenständigen Entwickeln und Produzieren digitaler Produkte wird in diesem Bereich die Weiterverarbeitung von vorhandenen Informationen und digitalen Produkten, sowie die Beachtung von rechtlichen Vorgaben genannt.

- **Schützen und sicher Agieren**

Die Schüler:innen müssen aktiv lernen, welche Risiken und Gefahren es im Umgang mit den digitalen Medien gibt und wie sie ihre persönlichen Daten schützen können. Desweiteren wird in diesem Kompetenzbereich der Schutz der eigenen Daten, wie auch der Natur und Umwelt beim Umgang mit den digitalen Medien benannt.

- **Problemlösen und Handeln**

Zudem müssen die Schüler:innen lernen mit technischen Problemen umgehen zu können und eine Vielzahl an digitalen Werkzeugen auf eine kreative Art und Weise bedienen zu können. Auch sollen sie mit Defiziten lernen umgehen zu können und Algorithmen und Funktionsweisen von digitalen Werkzeugen kennen.

- **Analysieren und Reflektieren**

Neben der Wirkung, den Chancen und Risiken des Mediengebrauchs sollen Schüler:innen unter anderem die Potentiale digitaler Medien erkennen und reflektieren können.

Kramer und Gabler (2021) entwickelten im Rahmen des „WiPra2 – Projekt zu Förderung von Medienkompetenz“ Projektes ein Medienkompetenzmodell zur verantwortungsvollen Mediennutzung (siehe Abbildung 2-8). Darin unterteilen sie Medienkompetenzen in die vier Bereiche Mediensachkompetenz, Medienmethodenkompetenz, Medienselbstkompetenz und Mediensozialkompetenz (Kramer & Gabler, 2021). In diese Kategorien lassen sich im Wesentlichen die von der KMK genannten Kompetenzen einsortieren.

Medienkompetenzmodell

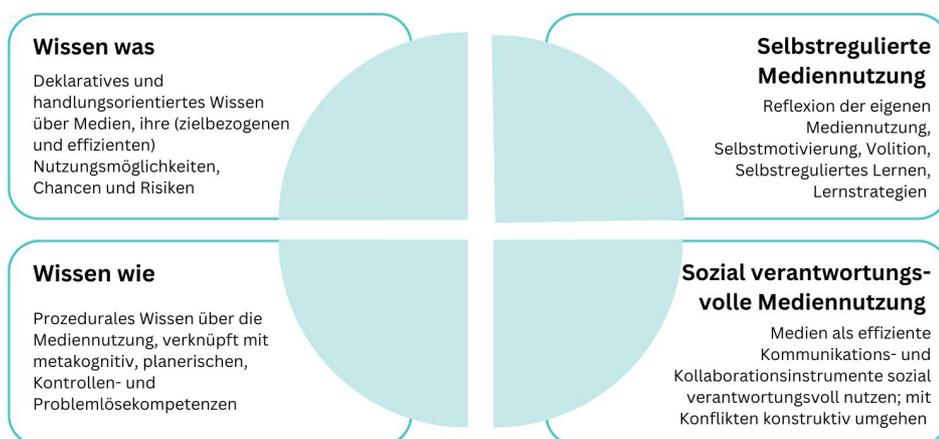


Abbildung 2-8: Medienkompetenz-Modell nach Kramer und Gabler (2021) (Entnommen aus Kramer und Gabler, 2021, S. 3)

2.1.4.2 Lernen mit digitalen Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht

Wie in Kapitel 2.1.4.1 beschrieben, hat die Forschung gezeigt, dass der Einsatz digitaler Medien in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern effektiv sein kann (Hillmayr et al., 2017, 2020). Dabei ist für die Lernwirksamkeit grundlegend, dass der Medieneinsatz hinsichtlich didaktischer Entscheidungen sinnvoll und zielführend gewählt wird. Die Art und Intention für den Einsatz digitaler Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht ist dabei sehr vielfältig, beispielsweise können digitale Medien als Unterstützung und Begleitung für den Lernprozess eingesetzt werden (Greitemann et al., 2022). So können die digitalen Medien als Experimentalwerkzeug, als Lernbegleiter oder Lernwerkzeug eingesetzt werden (Huwer et al., 2020). Werden digitale Medien über einen längeren Zeitraum im Unterricht über eine konkrete Unterrichtssituation hinweg eingesetzt, sprechen z.B. Huwer et al von einem Lernbegleiter (Huwer & Brünken, 2018). Beispiele dafür sind E-Books und Selbstlernbücher, auf die in Kapitel 3.2 näher eingegangen werden. Sind die digitalen Medien selbst der Lerngegenstand, wird das Ziel verfolgt, den Schüler:innen die Möglichkeit zu geben, die Kompetenzen für den Umgang mit den digitalen Medien zu erwerben (ebd.). In Abbildung 2-9 ist eine Übersicht der vier Arten des Einsatzes mit Beispielen aus der Forschung dargestellt.



Abbildung 2-9: Einsatz von digitalen Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Im Jahr 2023 führte Bitkom eine Studie (Wintergerst, 2023) durch, in der 504 Schüler:innen im Alter von 14 bis 19 Jahren unter anderem zum Einsatz digitaler Medien an Schulen und im Unterricht gefragt wurden. 68 % der Befragten stimmten der Aussage zu, dass für die Nutzung digitaler Medien die technische Ausstattung an ihrer Schule verbessert werden muss (ebd.). Zudem sind 42 % der Befragten Schüler:innen der Meinung, dass die Lehrkräfte über den sinnvollen Einsatz digitaler Bildungsmedien nicht Bescheid wissen (ebd.).

2.1.4.3 Lernmotivation im digitalen Unterrichtssetting

Die Metastudie von Hillmayr zeigt einen positiven Einfluss auf die Motivation beim Einsatz digitaler Medien in allen naturwissenschaftlich-mathematischen Fächern (Hillmayr et al., 2017). In weiteren Einzelstudien zum Einsatz unterschiedlicher digitalen Medien konnte ebenfalls eine Steigerung der Motivation festgestellt werden (Dresel & Ziegler, 2004; Probst, 2022; Tillmann & Bremer, 2017). Grund dafür kann die im Modell von Kramer und Gabler genannte Mediensebstkompetenz sein, die bei den Schüler:innen aufgrund des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Medien im Alltag, sowie die positive Attribution bezüglich digitaler Medien erhöht sein kann (Herzig, 2014; Kerres, 2024). Diese Annahme entspricht der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (siehe Kapitel 2.1.2). Im Jahr 2023 stimmten im Rahmen der Bitkom-Studie 74 % der 504 befragten Schüler:innen im Alter von 14 bis 19 Jahren der Aussage „Durch den Einsatz digitaler Bildungsmedien bin ich im Unterricht motivierter“ zu (Wintergerst, 2023). Jedoch geht ein deutlich geringerer Teil der befragten Schüler:innen mit 56 % davon aus, dass sie durch den Einsatz der Bildungsmedien bessere Schulnoten erreichen können (ebd.). Jedoch ist für die zeitliche Dauer der Motivation entscheidend, wodurch die motivationalen Effekte hervorgerufen werden. Sind die Schüler:innen lediglich aufgrund des Umgangs mit dem digitalen Medium motiviert, kann dies zu einer zeitlich stark begrenzten Motivation führen (Herzig, 2014). Aufgrund der Vielzahl von Kompetenzen, die für das Lernen mit digitalen Medien und insbesondere in einem selbstgesteuerten Lernsetting erforderlich sind (siehe Kapitel 3.1), kann die anfängliche Motivation, die durch die Arbeit mit dem Gerät an sich hervorgerufen wird, nachlassen (Kerres, 2024). Dies macht erneut deutlich, wie entscheidend der didaktisch sinnvolle Einsatz digitaler Medien im Unterricht ist und dass der Einsatz nur aus motivationalen Gründen nicht ausreicht (ebd.). Wahlmöglichkeiten beim Lernen mit digitalen Medien können zudem die Motivation steigern (Schneider et al., 2018; Tillmann & Bremer, 2017).

2.2 Gestaltungsprinzipien für Multimediale Unterrichtsmaterialien

In Kapitel 2.1 wurden Modelle für die Verarbeitungsprozesse von Wissen im Gehirn aufgezeigt. Für ein noch tieferes Verständnis der Informationsaufnahme und -verarbeitung bei einem Lernprozess mit digitalen Medien ist die Betrachtung des Modells zur Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer (siehe Abbildung 2-10) sinnvoll. Mayer legt dem Begriff Multimedia eine sehr offene Definition zugrunde: „I define multimedia as the presentation of material using both words and pictures.“ (R. E. Mayer, 2001, 2009; Schanze & Girwidz, 2018). Grundlegend für diese Theorie ist die Erkenntnis, dass Lernende Informationen, die multimedial – sprich mit Bildern (z.B. statische

Grafiken wie Bilder, Diagramme und dynamische Bilder wie Videoclips, Animationen und Wörtern (gedruckte oder gesprochene Wörter) – vermittelt werden, besser verarbeiten können als bei der Präsentation allein durch Wörter. Besonders digitale Medien eröffnen Wege, multimediales Lernen zu ermöglichen.

Es wäre allerdings ein Trugschluss davon auszugehen, dass jede multimediale Präsentation an sich schon eine hohe Effektivität aufweist. Mithilfe des vorliegenden Modells hat Mayer herausgearbeitet, wie Wörter und Bilder für ein zielführendes Lernen unter Berücksichtigung der Funktionsweise von Lernkonzepten eingesetzt werden müssen (R. E. Mayer, 2014).

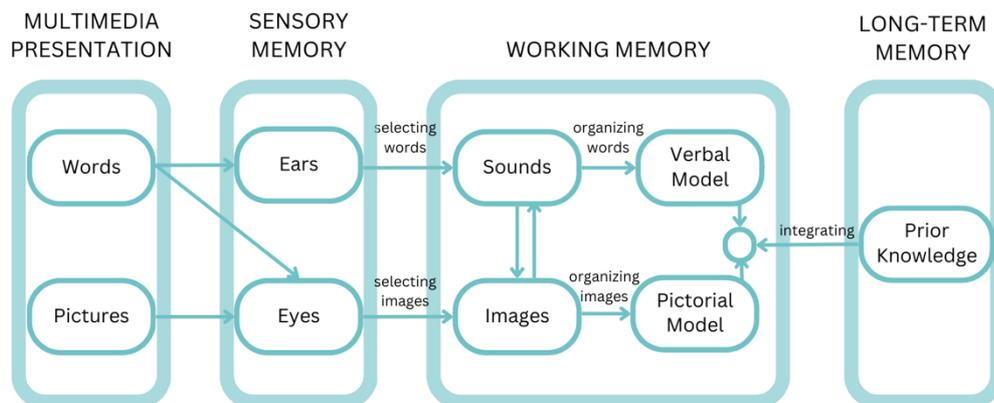


Abbildung 2-10: Cognitive theory of multimedia learning nach Mayer (2001, 2014) (Entnommen aus Mayer, 2001, S. 47)

Das Modell zeigt den mehrstufigen Prozess zur Verarbeitung von Informationen, der auf den drei folgenden Annahmen basiert:

- Die Menschen verarbeiten visuelle und auditive Informationen in zwei unterschiedlichen und voneinander getrennten Kanälen. Im Modell stellt der obere Strang den auditiven/verbalen und der untere Strang den visuellen/bildlichen Kanal dar (siehe auch Abbildung 2-10 das Modell zum Arbeitsgedächtnis nach Baddeley)
- Die Menschen können nur eine begrenzte Anzahl an Informationen in jedem Kanal zur selben Zeit verarbeiten (siehe auch Kapitel 2.2).
- Lernen ist ein aktiver und konstruktiver Vorgang, bei dem relevante eingehende Informationen ausgewählt, organisiert und integriert werden (R. E. Mayer, 2014).

Die vier Kästen symbolisieren im Modell die multimediale Präsentation, sowie die bereits vorgestellten drei Gedächtnisspeicher. Die Pfeile stehen für die kognitiven Prozesse „Auswählen, Organisieren und Integrieren“. Die Reize, die durch die multimediale Präsentation über die Augen und Ohren aufgenommen werden, gelangen zunächst in das sensorische Gedächtnis. Dabei geht Mayer von einer getrennten Verarbeitung von visuellen und auditiven Reizen im sensorischen

Gedächtnis aus. Wörter können sowohl über den auditiven als auch über den visuellen Sinnesspeicher aufgenommen werden, was durch den schrägen Pfeil symbolisiert wird. Anschließend gelangen einige wenige der Informationen in das Arbeitsgedächtnis. Dort kann es zu einer mentalen Umwandlung einer auditiven Information in ein visuelles Bild (gesprochenes Wort: „Katze“ in visuelles Bild: Katze) und andersherum (visuelles Bild: Bild einer Katze in auditive Information: Klang des Wortes „Katze“) kommen (R. E. Mayer, 2014). Diese Vorgänge sind ebenfalls im Modell durch die Pfeile zwischen „Sound“ und „Images“ visualisiert. Im Langzeitgedächtnis kann, äquivalent zum SOI-Modell, eine große Menge an Wissen gespeichert werden. Jedoch muss nach Mayers Modell, um über das Wissen verfügen zu können, dieses aktiv in das Arbeitsgedächtnis gebracht werden, was der Pfeil vom Langzeitgedächtnis zum Arbeitsgedächtnis deutlich macht. Die kognitiven Prozesse für die Verarbeitung der Informationen, mit dem Ziel Wissen im Langzeitgedächtnis zu speichern, benennt Mayer folgendermaßen: *selecting words*, *selecting images*, *organizing words*, *organizing images* und *integrating*. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über diese Prozesse gegeben:

- *selecting words*: Lernende filtern die multimediale Präsentation hinsichtlich wichtiger Wörter, um auditive Informationen im Arbeitsgedächtnis zu erstellen.
- *selecting images*: Lernende filtern die Multimediale Präsentation hinsichtlich wichtiger Bilder, um visuelle Informationen (z.B. Darstellungen) im Arbeitsgedächtnis zu erzeugen.
- *Organizing words*: Lernende verknüpfen die selektierten Wörter, um ein zusammenhängendes, verbales Modell im Arbeitsgedächtnis zu entwickeln.
- *organizing images*: Lernende verknüpfen die selektierten Bilder, um ein zusammenhängendes Bildmodell im Arbeitsgedächtnis zu entwickeln.
- *integrating*: Lernende stellen Verknüpfungen zwischen den im Arbeitsgedächtnis entwickelten Modellen untereinander und mit dem Vorwissen her.

(R. E. Mayer, 2001)

Wie bereits oben erwähnt und wie die Darstellung der dem Lernen zugrundeliegenden kognitiven Prozesse deutlich macht, ist Lernen ein anstrengender und aktiver Vorgang. Dieser kann durch die Bereitstellung von geeignetem Lernmaterial zielführend und sinnvoll unterstützt werden, im Gegenzug aber auch durch ungeeignete Aufbereitung von Inhalten gestört oder sogar behindert werden. Die oben erläuterte begrenzte Verarbeitungskapazität in den beiden Strängen macht es notwendig, die multimedialen Arbeitsmaterialien so zu gestalten, dass möglichst keine überflüssige Verarbeitung stattfindet (Fiorella & Mayer, 2021a). Nach Sweller geht es im schulischen Bereich überwiegend um den Erwerb von sogenannten biologisch sekundären Kompetenzen. Im Gegensatz zum biologischen Primärwissen, welches die grundlegenden mentalen Fähigkeiten wie die

Problemlösekompetenz umfasst, ist das Sekundärwissen belehrbar (Sweller, 2019). Soll Sekundärwissen vermittelt werden, so sollte dies unter Beachtung der Cognitive Load Theory geschehen, die besagt, dass eine zu große Stoffkomplexität (intrinsische Belastung) und eine unnötige Belastung durch die Lernmaterialien (extrinsische Belastung) zu einer kognitiven Überlastung führen kann (ebd.). Diese kognitive Überlastung kann den Lernprozess behindern oder sogar verhindern, weshalb Lernmaterialien so gestaltet werden sollten, dass die Gefahr der Überlastung möglichst gering ist.

Mayer (Cognitive Theory of Multimedia Learning, z.B. Mayer 2021) und Sweller (Cognitive Load Theory, z.B. Sweller 2019) haben für die Gestaltung von multimedialen Lernmaterialien Gestaltungsprinzipien aufgestellt. Im Folgenden werden ausgewählte Prinzipien näher erläutert und mithilfe von Abbildungen (negatives und positives Beispiel) verdeutlicht, die größtenteils aus dem der Arbeit zugrunde liegenden Selbstlernbuch entnommen und für den Zweck der Darstellung angepasst wurden.

Die Gestaltungsprinzipien können nach Mayer in drei Kategorien eingeteilt werden (R. E. Mayer, 2014):

- Minimize extraneous processing
- Manage essential processing
- Foster generative processing

Für die folgende Darstellung der ausgewählten Gestaltungsprinzipien wurde diese Einteilung übernommen und für jede Kategorie wird eine Übersicht einiger Prinzipien gezeigt. Anschließend werden jeweils zwei Prinzipien exemplarisch genauer vorgestellt.

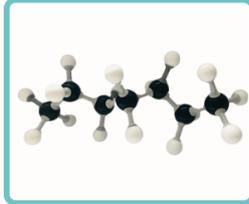
2.2.1 Minimize extraneous Profession

Sind der Unterricht und/oder die Lernmaterialien so gestaltet, dass die kognitive Verarbeitung von Inhalten, die für das Unterrichtsziel irrelevant sind, gleichzeitig mit den relevanten Informationen verarbeitet werden, handelt es sich um einen extraneous cognitive Load (Sweller et al., 2011). Durch diese zusätzliche, überflüssige Verarbeitung von Informationen, wie zum Beispiel irrelevante Töne oder Grafiken kann das Lernen behindert werden (Fiorella & Mayer, 2021a). Das Ziel ist es daher die zusätzliche Verarbeitung und damit die Belastung des Arbeitsgedächtnisses zu verringern. Unter Einhaltung der folgenden Prinzipien kann dies gelingen:

MINIMIZE EXTRANEOUS PROCESSING

COHERENCE PRINCIPLE

Nur für die das Verstehen unbedingt benötigte Informationen werden gezeigt.



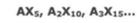
SIGNALING PRINCIPLE

Wichtige Informationen werden durch Markierungen und Hinweise betont.

Beispiel für eine allgemeine Summenformel: Gäbe es eine Molekülreihe, die folgendermaßen aussehen würde: AX_5 , A_2X_{10} , A_3X_{15} ... dann würde die allgemeine Summenformel A_nX_{5n} lauten. Hinweis: Das n steht für eine Variable. Das A und das X werden hier anstelle eines Atomsymbols verwendet.



Beispiel für eine allgemeine Summenformel: Gäbe es eine Molekülreihe, die folgendermaßen aussehen würde:



dann würde die allgemeine Summenformel A_nX_{5n} lauten.

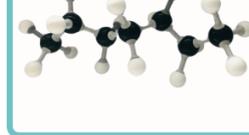
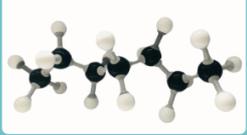
Hinweis: Das n steht für eine Variable. Das A und das X werden hier anstelle eines Atomsymbols verwendet.



REDUNDANCY PRINCIPLE

Informationen, die als gesprochener Text präsentiert werden sollen nicht zusätzlich als Text gezeigt werden.

Das ist ein Modell eines Heptan-Moleküls. Dieses Teilchen besteht aus 7 Kohlenstoff-Atomen und 16 Wasserstoff-Atomen



gesprochener Text: Das ist ein Modell eines Heptan-Moleküls. Dieses Teilchen besteht aus 7 Kohlenstoff-Atomen und 16 Wasserstoff-Atomen.

SPATIAL CONTIGUITY PRINCIPLE

Texte und Bilder die zusammen gehören, sollten räumlich nah zueinander gezeigt werden.

Stelle Vermutungen an, welche Bilder organische oder anorganische Stoffe zeigen. Markiere mit einem Haken deine Zuordnung.



A: Glas
B: Zucker
C: Salz
D: Sand
E: Holz
F: Stein
G: Mehl
H: Kunststoff

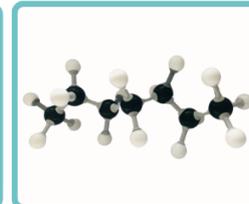


Stelle Vermutungen an, welche Bilder organische oder anorganische Stoffe zeigen. Markiere mit einem Haken deine Zuordnung.



TEMPORAL CONTIGUITY PRINCIPLE

Zusammengehörnde Texte und Bilder werden gleichzeitig präsentiert.



gesprochener Text: Das ist ein Modell eines Heptan-Moleküls. Dieses Teilchen besteht aus 7 Kohlenstoff-Atomen und 16 Wasserstoff-Atomen.

Abbildung 2-11: Positive und negative Beispiele für die Umsetzung der Prinzipien aus der Kategorie „Minimize extraneous processing“ nach Mayer (2001, 2014)

2.2.1.1 *Coherence principle*

Dieses Gestaltungsprinzip zeigt auf, dass es sinnvoll ist, nur die für das Verstehen unbedingt notwendigen Informationen zu zeigen. Bei der Gestaltung von multimedialen Lernmaterialien sollte also darauf verzichtet werden weitergehende Informationen oder Bilder, die nicht direkt zum Verständnis des Inhaltes beitragen, zu integrieren. Auch sollten in Bildern und Videoaufnahmen nur die zentralen Inhalte dargestellt werden und auf weitergehende Verzerrungen oder optisch verschönernde Hintergründe verzichtet werden. Mayer schreibt dazu "It may be tempting to add interesting but irrelevant words or images to multimedia lessons to help spark interest and motivate learners. However, research on the coherence principle suggests including these seductive details hinders learning outcomes." (Fiorella und Mayer 2021, S. 185). Dieses Zitat macht das Spannungsfeld bezüglich der zusätzlichen Reize deutlich. Mayer konnte zeigen, dass zusätzliche Informationen und Bilder, die nicht direkt zum Verständnis des Inhaltes beitragen, zu einer geringeren Behaltensleistung führen können (R. E. Mayer, 2001). Im Gegenzug spricht Mayer den Effekt des Einflusses der zusätzlichen und interessanten Informationen auf das Interesse und die Motivation an. Die Motivation und das Interesse wiederum korrelieren ebenso stark mit dem Lernerfolg (siehe Kapitel 2.1.3). Bei der Gestaltung von multimedialen Unterrichtsmaterialien ist demnach eine gute Abwägung des Einsatzes von zusätzlichen Informationen notwendig. Einen ähnlichen Effekt beschreibt Mayer auch bei der Verwendung von Hintergrundmusik in multimedialen Darstellungen wie zum Beispiel Erklärvideos. Er nimmt an, dass die zusätzliche Musik durch Interferenzen den Verarbeitungsprozess behindern kann und daraus ein geringerer Lernerfolg resultiert (R. E. Mayer, 2001).

2.2.1.2 *Signaling principle*

Wichtige Informationen werden durch Markierungen und Hinweise betont, um so die Aufmerksamkeit der Schüler:innen auf die wichtigsten Informationen und Signalwörtern zu lenken (Fiorella & Mayer, 2021a). Beispielsweise können Textteile oder wichtige Begriffe farblich hervorgehoben werden oder geschriebene Hinweise vor den eigentlichen Lernmaterialien eingefügt werden (Van Gog, 2021). Die Wahl der Begriffe und Informationen in Lernmaterialien, die hervorgehoben werden, ist dabei sehr vorsichtig zu treffen. Die Hervorhebung irrelevanter Informationen kann zu einer geringeren Behaltensleistung führen. (R. E. Mayer, 2001). Vor allem Anfänger mit wenig oder gar keinem Vorwissen bezüglich des behandelten Themengebiets können durch die Signalisierung im Lernprozess stark beeinflusst werden (Van Gog, 2021). Werden dadurch irrelevante Informationen verarbeitet, kann dies zu einer unnötigen kognitiven Belastung führen, welche sogar den Lernprozess behindern können (Sweller et al., 2011). Wird das Prinzip der

Signalisierung dagegen richtig umgesetzt, so kann es bei den wichtigen Prozessen des Organisierens und Integrierens von Informationen im Gedächtnis unterstützen und damit die Verarbeitung erleichtern (Van Gog, 2021).

2.2.2 Manage essential processing

Bei der Gestaltung von Unterrichtsmaterialien ist es sehr wichtig diese auf die Möglichkeiten und Kapazitäten der Informationsverarbeitung im Gedächtnis abzustimmen (R. E. Mayer & Fiorella, 2021). Werden beispielsweise in einem Erklärvideo zu viele oder sehr komplexe Informationen in zu kurzer Zeit präsentiert, so kann dies zu einer kognitiven Überforderung führen, weshalb die dargestellten Informationen nicht verarbeitet werden können (ebd.). Beide kognitive Kanäle des Arbeitsgedächtnisses, der auditive und der visuelle Kanal (siehe Kapitel 2.2), werden dabei überbelastet. Die Präsentation der Inhalte und Informationen müssen daher so aufbereitet werden, dass die Lernenden ausreichend kognitive Kapazität für eine nachhaltige Verarbeitung haben. Durch Einhaltung zum Beispiel der beiden Prinzipien Modality und Pre-Training, die im Folgenden vorgestellt werden, kann die Belastungsintensität verringert werden.

2.2.2.1 Modality Principle

Für die Erklärungen von Grafiken sind gesprochene Texte besser als geschriebene. Denn werden Text und Bild beide visuell gezeigt, so kann es zu Überlastung des visuellen Kanals kommen, während der auditive Kanal nicht genutzt wird (R. E. Mayer, 2001). Mayer verweist diesbezüglich auf Forschungsergebnisse, die gezeigt haben, dass die Schüler:innen in Tests besser abschnitten, wenn sie mit Animationen und gesprochenen Erklärungen, als mit Animationen und geschriebenem Text gelernt haben (ebd.). Daher ist es zu bevorzugen die auditive Erklärung gleichzeitig mit der Abbildung zu präsentieren, um so beide Kanäle nutzen zu können (R. E. Mayer & Fiorella, 2021). Unter Rückbezug auf das Modell von Baddeley für das Arbeitsgedächtnis (siehe Abbildung 2-2) bedeutet dies, dass die gezeigte Abbildung im visuellen Skizzenblock gespeichert, sowie verarbeitet wird und gleichzeitig wird die auditive Erklärung in der phonologischen Schleife verarbeitet (Tindall-Ford et al., 2019). Diese gleichzeitige Verarbeitung macht deutlich, warum es so wichtig ist, dass beide Informationen – die auditiven und die visuellen – konsistent sind (siehe temporal contiguity principle). Wird dieses Prinzip nicht beachtet so steigt der kognitive Load stark an, was zu einer großen Belastung der zentralen Exekutive nach dem Modell von Baddeley führt, was den Lernprozess behindern kann (ebd.).

MANAGE ESSENTIAL PROCESSING

SEGMENTING PRINCIPLE

Unterteilung der Inhalte in Lernabschnitte, die auf die Lernenden abgestimmt sind.

Tippe auf die Bilder, um mehr über organische Stoffe und über Meihan auf Stoff- und Teilchenebene zu erfahren.




Tippe auf die Pfeile, um in das Kapitel zu gelangen.

WORK IN PROGRESS

Kapitel geschafft, dann markiere das Kapitel mit einem Häkchen.

Kapitel geschafft, dann markiere das Kapitel mit einem Häkchen.

Kapitel 1 Kapitel bearbeitet?

Kapitel 2.1 Kapitel bearbeitet?

Kapitel 2.2 Kapitel bearbeitet?



MODALITY PRINCIPLE

Für die Erklärungen von Grafiken sind gesprochene Texte besser als geschriebene.

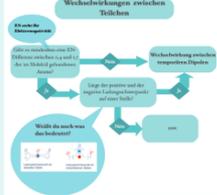
Wechselwirkungen zwischen Teilchen



Mit Hilfe des folgenden Schemas kannst du ganz einfach ermitteln, welche Wechselwirkungen zwischen den zu betrachtenden Teilchen vorliegen.



Wechselwirkungen zwischen Teilchen




PRE-TRAINING PRINCIPLE

Werden vor der Lerneinheit Begriffe und Grundkonzepte erläutert bzw. aktiviert, so begünstigt dies den Lernprozess.

Glimmspanprobe 

Benötigte Materialien:
Holzspan, Feuerzeug, Reagenzglas

Durchführung:

- Entzünde den Brenner und fange die Verbrennungsprodukte in dem Reagenzglas, indem du es umgedreht über die rauschende Flamme hältst.
- Halte einen glimmenden Holzspan in die Verbrennungsgase, die du im Reagenzglas aufgefangen hast.



RECAP 

NACHWEISREAKTIONEN

Wird es durch die Wechselwirkung...

Wird die Wechselwirkung...

Welcher Stoff wird mit der Glimmspanprobe nachgewiesen?

Sauerstoff

Wasserstoff

Kohlenstoffdioxid

Wasser



Abbildung 2-12: Positive und negative Beispiele für die Umsetzung der Prinzipien aus der Kategorie „Manage essential processing“ nach Mayer (2001, 2014)

2.2.2.2 *Pre-Training principle*

Wie bereits in Kapitel 2.1.4.1 thematisiert hat das Vorwissen einen großen Einfluss auf die Qualität des Lernprozesses. Zum Beispiel wird für das Verstehen und Interpretieren von Abbildungen teilweise sehr komplexes Vorwissen benötigt (Steiner & Steiner, 2007). Dieses Vorwissen kann unter Umständen falsch oder unvollständig sein (ebd.). Daher ist es entscheidend vor einer Lerneinheit die wichtigen Begriffe und Grundkonzepte zu erläutern bzw. zu aktivieren, um so das Vorwissen zu aktivieren oder auch zu verbessern und damit den Lernprozess positiv beeinflussen zu können (R. E. Mayer, 2014). Zudem kann das cognitive load durch die Aktivierung des Vorwissens verringert werden (R. E. Mayer & Fiorella, 2021). Werden beispielsweise Begrifflichkeiten vor der eigentlichen Präsentation der Lerninhalte wiederholt, so kann die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses für die Verarbeitung der neuen Inhalte verwendet werden. Haben die Schüler:innen bereits ausreichend Kompetenzen und Wissen bezüglich des Lerninhaltes, so ist das Vortraining nicht notwendig (ebd.). Neben dem Vorwissen kann die Art und Anzahl der zu verarbeitenden Informationen Einfluss auf die Komplexität einer Lernaufgabe haben (Tindall-Ford et al., 2019). Muss die Komplexität der Aufgabe, um den Lernprozess zu unterstützen, verringert werden, so können beispielsweise die einzelnen Elemente zunächst einzeln gelernt und anschließend die Wechselwirkungen zwischen diesen thematisiert werden (Sweller, 2019).

2.2.3 *Foster Generative Processing*

In der dritten Kategorie der Cognitive Theory of Multimedia Learning von Mayer (R. E. Mayer, 2021) geht es darum die Schüler:innen dazu zu motivieren sich mit einer großen Anstrengungsbereitschaft, die über den gesamten Lernprozess aufrecht gehalten wird, mit den bereitgestellten multimedialen Materialien auseinanderzusetzen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Lernenden ausreichend kognitive Kapazität haben, diese aber nicht gänzlich für den generativen Lernprozess nutzen. Die Prinzipien Voice principle, Personalization principle und Embodiment Principle sollen dabei unterstützen, dass die Schüler:innen mehr kognitive Kapazität für die generative Verarbeitung der Materialien aufwenden. Zum anderen soll mit Hilfe zum Beispiel der Prinzipien Guided discovery principle and Self-explanation principle die generative Verarbeitung während des Lernprozesses gefördert werden.

FOSTER GENERATIVE PROCESSING

EMOTIONAL DESIGN PRINCIPLE

Es ist lernförderlich Gestaltungsmerkmale, die einen emotionalen Zustand hervorrufen in den Lernmaterialien umzusetzen.

Kapitel geschafft!
Setze einen Haken und starte anschließend mit dem nächsten Kapitel.



Kapitel geschafft!
Setze einen Haken und starte anschließend mit dem nächsten Kapitel.



GENERATIVE ACTIVITY PRINCIPLE

Generative Aktivitäten der Lernenden, wie die Verbalisierung, Visualisierung und Darstellung haben einen positiven Lerneffekt.

Aufgabe: Führe den Versuch folgenden Versuch nach Anleitung durch.

Löslichkeit

Benötigte Materialien: Drei Reagenzglas mit Stopfen
Chemikalien: Wasser, Waschbenzol, Sonnenblumenöl
Durchführung:

- Führe die angegebenen Mischversuche durch. Gib dazu jeweils eine Daumenbreite der Flüssigkeit in ein Reagenzglas.
- Verschleibe das Reagenzglas mit einem Stopfen und schüttle.
- Notiere deine Beobachtungen und deine Ergebnisse in einer Tabelle.

Entsorgung: Die Lösungen werden in dem Abfallbehälter auf dem Fuß genommen und von der Lehrkraft entsorgt.



Aufgabe: Führe den Versuch folgenden Versuch nach Anleitung durch und produziere zu dem Versuch ein Erklärvideo.

- 1 Storyboard schreiben
- 2 Erklärvideo produzieren
- 3 Rückmeldung einholen

Teilt euch die Aufgaben sinnvoll auf!



MULTIMEDIA PRINCIPLE

Wird auditives und visuelles Lernmaterial gleichzeitig angeboten und nicht nur als Text, ist das Lernen erfolgreicher.

Wechselwirkungen zwischen Teilchen

Mit Hilfe des folgenden Schemas kannst du ganz einfach ermitteln, welche Wechselwirkungen zwischen den zu betrachtenden Teilchen vorliegen.



Wechselwirkungen zwischen Teilchen

Mit Hilfe des folgenden Schemas kannst du ganz einfach ermitteln, welche Wechselwirkungen zwischen den zu betrachtenden Teilchen vorliegen.



GUIDED DISCOVERY PRINCIPLE

Eine an das Niveau der Lernenden angepasste Anleitung mit Feedbackangeboten unterstützt beim forschenden Lernen.

Das Methan-Molekül

Forschungsfrage: Aus welchen Atomen ist ein Methan-Molekül aufgebaut?

Informiere dich über den Sachverhalt und führe Versuche durch, um die Frage richtig beantworten zu können.



Das Methan-Molekül

Forschungsfrage: Aus welchen Atomen ist ein Methan-Molekül aufgebaut?

Vorgehensweise: Das ist die Frage mit der du dich im Folgenden auseinandersetzt. In dieser Frage stecken zwei Teilfragen:

- Aus welchen Atomsorten ist ein Methan-Molekül aufgebaut?
- Wie sind die einzelnen Atome im Methan-Molekül miteinander verknüpft?

Hier findest du eine schrittweise Anleitung und Hilfestellungen.



SELF-EXPLANATION PRINCIPLE

Die Lernenden werden aufgefordert die Inhalte der Unterrichts sich gegenseitig zu präsentieren.

Aufgabe: Führe den Versuch folgenden Versuch nach Anleitung durch.

Löslichkeit

Benötigte Materialien: Drei Reagenzglas mit Stopfen
Chemikalien: Wasser, Waschbenzol, Sonnenblumenöl
Durchführung:

- Führe die angegebenen Mischversuche durch. Gib dazu jeweils eine Daumenbreite der Flüssigkeit in ein Reagenzglas.
- Verschleibe das Reagenzglas mit einem Stopfen und schüttle.
- Notiere deine Beobachtungen und deine Ergebnisse in einer Tabelle.

Entsorgung: Die Lösungen werden in dem Abfallbehälter auf dem Fuß genommen und von der Lehrkraft entsorgt.



3

Erklärvideo produzieren

- Versuchsdurchführung und -beobachtung filmen.
- Erklärung auf Teilchenebene filmen.
- Schlussfilm filmen.
- Tonspur aufnehmen.
- Film schneiden und fertigstellen.



Abbildung 2-13: Positive und negative Beispiele für die Umsetzung der Prinzipien aus der Kategorie „Forster generative processing“ nach Mayer (2001, 2014)

2.2.3.1 *Multimedia principle*

Wird den Lernenden die Möglichkeit gegeben mit Worten und Grafiken gleichzeitig zu lernen, so werden der auditive und der visuelle Kanal gleichzeitig mit konsistenten Informationen bespielt. Dies kann zu einer höheren Lernwirksamkeit führen, als wenn die Informationen nur in Wörtern zur Verfügung gestellt werden (Fiorella & Mayer, 2021a). Jedoch ist zu beachten, dass dieser Effekt nur eintritt, wenn wenig Vorwissen zu dem Themengebiet vorliegt. Haben die Lernenden bereits ein großes Vorwissen, so kehrt sich der Effekt um, was als *Reversal-Effekt* bezeichnet wird (ebd.). Prinzipiell sollte die Auswahl der Grafiken so getroffen werden, dass die Inhalte der Schüler:innen die aktive Verarbeitung möglich machen und bestenfalls begünstigen (Steiner & Steiner, 2007).

2.2.3.2 *Self explanation principle*

Wie bereits in Kapitel 2.1 dargestellt, handelt es sich bei dem Lernen um einen sehr aktiven Prozess. Lernen wird durch Handlungen vollzogen und daher ist es von großer Wichtigkeit Unterrichtsmethoden zu entwickeln und im Unterricht gewinnbringend einzusetzen, die eine aktive Teilnahme der Schüler:innen am Unterricht fordert und fördert (Janicka, 2019). Bei der Anwendung des Prinzips der Selbsterläuterung werden von den Schüler:innen verbale Aussagen getätigt, um die Bedeutung der Lerninhalte darzustellen, zu erklären, das Vorwissen zu aktivieren und ggf. Verknüpfungen herzustellen. (Fiorella & Mayer, 2021b). Die Strategien zur Selbsterklärung können dabei sowohl für den Abruf und die Anwendung von Vorwissen, als auch für die Verarbeitung neuer Inhalte verwendet werden (Chi, 2021). Im Rahmen von Meta-Studien von z.B. Bisra et al (Bisra et al., 2018) und Fiorella und Mayer (Fiorella & Mayer, 2015), konnte gezeigt werden, dass die Aufforderung an die Schüler:innen Selbsterklärungen zu formulieren eine größere Lernwirksamkeit hat, als eine durch die Lehrkraft bereitgestellte Erklärung. Unter anderem Fiorella und Mayer berichten zudem, dass Schüler:innen in Unterrichtssituationen, in denen sie durch das Lehren lernen, d.h. durch das Aufbereiten, Präsentieren und Erklären von Inhalten für andere, ein tieferes Verständnis für diese Inhalte entwickeln (ebd.).

3 Lernen mit einem Selbstlernbuch im Chemieunterricht

Nicht erst durch die aktuellen Ereignisse und Veränderungen unserer Gesellschaft, wie die Corona-Pandemie, die kostenfreie Verfügbarkeit von KI-Tools, die enorme Präsenz von Social Media und die Verbreitung von zum Beispiel Fake News, wird dem selbstgesteuerten Lernen eine große Rolle zugeschrieben. So beschreibt die KMK beispielsweise die Selbststeuerung, die Selbstorganisationsfähigkeit, sowie das Selbstmanagement als wichtige Voraussetzung für das lebenslange Lernen, was für ein sinnvolles Teilhaben an der sich schnell wandelnden Gesellschaft unabdingbar ist (Kultusministerkonferenz (KMK), 2017, 2021). Denn lebenslanges Lernen und learning on demand sind zentrale Fähigkeiten unserer heutigen Gesellschaft und der Berufswelt. Lebenslanges Lernen ist dabei aber kein angeleiteter Lernprozess, wie es in der Schule häufig der Fall ist, sondern ein selbstregulierter Prozess für den die Kompetenzen wie Lernprozesse planen, regulieren, steuern und reflektieren/evaluieren grundlegend sind (Hilbe, 2022). Die Fähigkeit eigenständig Fähigkeiten erwerben zu können und diese auf andere Sachverhalte und auch die berufliche Praxis übertragen zu können, sind Fähigkeiten, die junge Menschen für die Teilhabe an der Gesellschaft benötigen (de Jong, 2021). Ein Selbstlernbuch bietet, wie es der Name bereits impliziert, die Möglichkeit, Lernsettings zu gestalten, die eigenständiges und selbstgesteuertes Lernen mit einem passend gewählten Öffnungsgrad (siehe Kapitel 3.1.2) ermöglichen und fördern. Wird das Selbstlernbuch orientiert an den Kompetenzen und das Vorwissen der Schüler:innen erstellt bzw. ausgewählt, so können die Schüler:innen schrittweise an das selbstgesteuerte Lernen herangeführt werden (siehe Kapitel 3.1). Lernpsychologische Forschungen zeigen, dass selbstgesteuertes Lernen zu einem größeren Lernerfolg und zu einer gesteigerten Lernleistung führen kann (Dyrna et al., 2021). Wobei beachtet werden muss, dass das selbstregulierte Lernen nicht als Selbstläufer betrachtet werden kann. Vielmehr wird eine Vielzahl an Kompetenzen und eine positive Einstellung gegenüber dem selbstgesteuerten Lernen von Seiten der Schüler:innen und auch der Lehrkräfte vorausgesetzt, damit diese Form des Unterrichts gelingen kann (siehe Kapitel 3.1.1).

3.1 Selbstgesteuertes Lernen

Auch wenn selbstgesteuertes Lernen ein vielseitig diskutiertes Thema ist, konnte bislang keine einheitliche Definition etabliert werden (Dyrna, 2021b). Erschwerend kommt dazu, dass die Begriffe selbstorganisiertes, selbstbestimmtes, selbstreguliertes, selbstverantwortetes, selbstinstruktives, selbstkontrolliertes und selbsttätiges Lernen, sowie weitere äquivalente Begriffe nicht trennscharf verwendet werden (Dyrna 2021; Hilbe 2022; Otto, Perels und Schmitz 2011). Im Rahmen dieser

Arbeit soll keine kleinschrittige Diskussion über die einzelnen Begrifflichkeiten erfolgen, da dies im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht bedeutsam ist. Für die vorliegende Arbeit wird im Weiteren der Begriff „selbstgesteuertes Lernen“ äquivalent zum Begriff „selbstorganisiertes Lernen“ verwendet, da diese im deutschen Sprachgebrauch am häufigsten verwendet werden (Dyrna, 2021b). Neben der Vielfältigkeit der möglichen Begrifflichkeiten kommt die große Divergenz hinsichtlich der Begriffserklärung und -definition hinzu (Hilbe, 2022). Einigkeit besteht in den Definitionen dahingehend, dass es sich bei dem Prozess des selbstregulierten Lernens um eine „aktive, von den Lernenden selbstständig durchgeführte Tätigkeit“ (C. Fischer, Rott und Schuster 2021, 32) handelt. Grundsätzlich kann selbstgesteuertes Lernen als das Lernen bezeichnet werden, bei dem die Lernenden unter anderem die Entscheidungen bezüglich des Inhaltes, des Zeitpunktes, des Ortes und der Methode wesentlich beeinflussen (Roelle et al., 2023) und damit ihre eigenen Lernprozesse aktiv gestalten können (Grund & Steuer, 2024). Der Begriff Selbststeuerung steht dabei in enger Verbindung mit Autonomie, Freiheit und Mündigkeit, was ein Handeln nach den eigenen Vorstellungen der Schüler:innen impliziert (Bohl, 2010). Für das aktive und autonomiegeleitete Lernen wird eine Vielzahl an Kompetenzen vorausgesetzt. Denn die Initiierung, Organisation und Regulation liegen damit in der Verantwortung der Lernenden (Otto et al., 2011).

Simons stellt dabei die folgenden Anforderungen an das selbstorganisierte Lernen:

- Die Lernenden bereiten das Lernen selbst vor.
 - Die Lernenden führen die erforderlichen Lernschritte selbst aus.
 - Die Lernenden regulieren (überwachen und kontrollieren) das Lernen selbst.
 - Die Lernenden sind in der Lage sich selbst Rückmeldung zu geben.
 - Die Lernenden können sich selbst für das Lernen motivieren und ihre Konzentration halten.
- (Simons, 1992)

Der komplexe Prozess des selbstregulierten Lernens wird dabei durch verschiedene Steuerungsmaßnahmen wie die kognitiven, motivationalen und metakognitiven Kompetenzen reguliert (Schiefele und Pekrun 1993; Otto, Perels und Schmitz 2011; Boekaerts 1999). Artelt ergänzt dazu die volitionalen und emotionalen Kompetenz als Voraussetzung für erfolgreiches selbstreguliertes Handeln (Artelt, 2000). Was unter den genannten Kompetenzfeldern verstanden wird, wird im Folgenden kurz umrissen:

- Kognitive Kompetenzen: Wissen bezüglich Lernstrategien und die Fähigkeit, solche anwenden zu können (Otto et al., 2011). Dazu gehört die „Informationssuche, Informationsauswahl, Informationseinordnung und Informationsverarbeitung“ (C. Fischer, Rott und Schuster 2021, S. 34).

- Motivationale Kompetenzen: Fähigkeit sich für das Lernen selbst zu motivieren, das bedeutet die gegebene Herausforderung mit den eigenen Interessen in Einklang zu bringen und damit den Lernprozess zu initiieren (Otto, Perels und Schmitz 2011; C. Fischer, Rott und Schuster 2021). Nach der Initiierung ist die „volitionale Steuerung“ (Otto et al., 2011, S. S.34) und damit die Aufrechterhaltung der Motivation für das Lernen bedeutsam. Stellen die Lernenden zum Beispiel fest, dass ihre Motivation sinkt, so müssen sie in der Lage sein die Situation so zu verändern, dass die Motivation wieder steigt (Wolters & Benzon, 2013).
- Metakognitive Kompetenzen: Fähigkeiten, die die Planung, Überwachung und Reflexion sowie Kontrolle des individuellen Lernprozesses ermöglichen (C. Fischer et al., 2021).
- Volitionale Kompetenzen: Fähigkeiten trotz bestehender Widerstände eine zielgerichtete Handlung durchführen zu können (C. Fischer et al., 2021). Dazu gehören auch Strategien zur Handlungskontrolle und Selbstregulation (Holz-Ebeling, 2017).
- Emotionale Kompetenzen: Fähigkeit, sich den eigenen Gefühlen und Gemütszuständen bewusst zu sein und diese zugunsten des Lernprozesses verändern bzw. beeinflussen zu können (Holz-Ebeling, 2017).

Es gibt eine Vielzahl an Modellen, die es zum Ziel haben diese Kompetenzen und deren Zusammenwirken abzubilden. Eines der oft zitierten Modelle ist “The three-layered model of self-regulated learning“ von Boekaerts (1999) (siehe Abbildung 3-1).

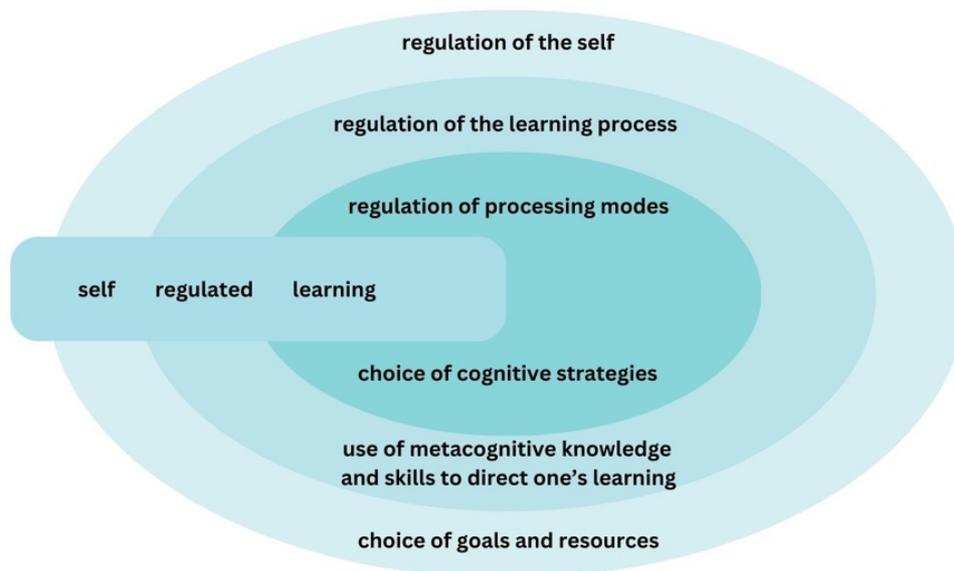


Abbildung 3-1: The three-layered model of self-regulated learning (nach Boekaerts,1999) (Entnommen aus Boekaerts,1999, S. 449)

Sie unterscheidet im Drei-Schicht-Modell zwischen den drei Regulationssystemen "self", "regulated" und "learning" (dargestellt als Ellipse) und führt, wie auch Artelt, die kognitiven, metakognitiven und motivationalen, emotionalen sowie volitionalen Kompetenzen auf. Nach diesem Modell müssen die Lernenden dazu fähig sein, sich selbst auf allen drei Ebenen zu regulieren, um selbstgesteuert lernen zu können und für die gestellte Aufgabe geeignete Strategien zu kennen und passend auswählen zu können (Hilbe, 2022).

Im Folgenden erfolgt eine Betrachtung der einzelnen Schichten:

1. learning → Regulation des Verarbeitungsmodus, Wahl geeigneter kognitiver Strategien

Die gesammelten Informationen müssen verarbeitet werden und dabei müssen die Lernenden kognitive Strategien gezielt wählen. Für selbstgesteuertes Lernen ist das Bewusstsein der Lernenden, dass sie eine Wahl bezüglich ihrer Lernstrategien haben, von entscheidender Bedeutung (Boekaerts, 1999). Denn erst durch dieses Bewusstsein über verschiedene Handlungsmöglichkeiten kann eine für die Aufgabe passende Lernstrategie ausgewählt werden (Boekaerts, 1999). Das wiederum erfordert, dass die Lernenden einen großen Fundus an unterschiedlichen kognitiven Lernstrategien verinnerlicht haben müssen (Hilbe, 2022).

2. regulated → Regulation des Lernprozesses, Gebrauch metakognitiven Wissens zur Steuerung des Lernprozesses

Die zweite Schicht thematisiert die metakognitiven Strategien zur Steuerung des Lernprozesses, wie sie oben bereits aufgeführt sind. Nach Boekaerts ist es dabei wichtig zu beachten, dass die metakognitiven Strategien kontextabhängig sind: "What is apparently difficult to understand is that being able to regulate one's learning in a particular context (e.g., foreign language learning) does not mean that one can regulate one's learning in other contexts as well (e.g., mathematics or statistics)." (Boekaerts, 1999, S. S. 450) Zudem muss beachtet werden, dass nicht alle Lernenden ihren Lernprozess gleich gut regulieren können, weshalb bei weniger geübten Lernenden die Lehrkraft unterstützend zur Seite stehen sollte (Hilbe, 2022).

3. self → Regulation des Selbst, Wahl von Zielen und Ressourcen

Sich selbst mithilfe von volitionalen, emotionalen und motivationalen Strategien zu regulieren, darum geht es in der äußersten Ebene. Bestandteil des selbstgesteuerten Lernens ist ebenfalls die Bereitschaft persönliche, aber von außen beeinflusste Aspekte, wie zum Beispiel die eigene Verpflichtung, Beteiligung und Ressourcenverteilung als eigene Ziele zu verinnerlichen (Boekaerts, 1999). Das ist die Voraussetzung, dass Lernprozesse überhaupt vorbereitet und engagiert umgesetzt werden können (Hilbe, 2022).

Schmitz und Schmidt (2007) haben ein Prozessmodell erstellt nach dem selbstreguliertes Lernen in drei Phasen, die präaktionale, die aktionale und die postaktionale Phase unterteilt werden kann (siehe Abbildung 3-2).

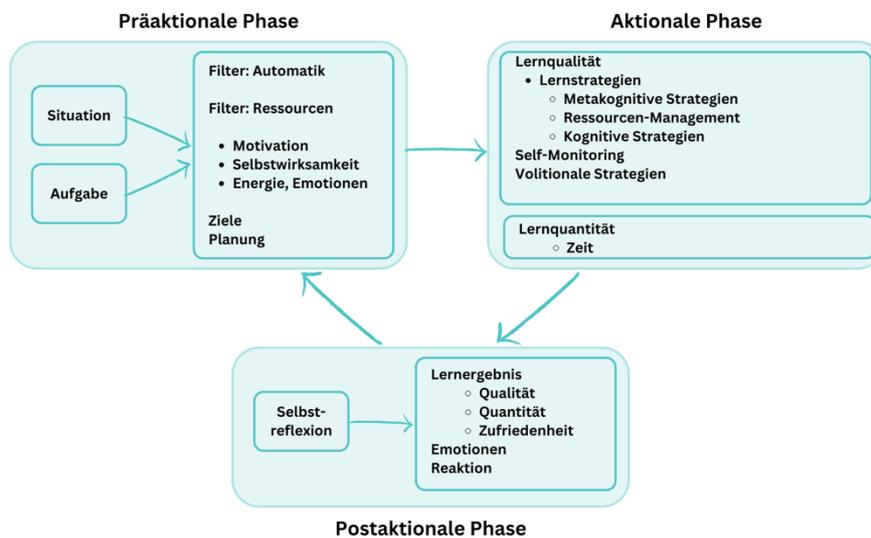


Abbildung 3-2: Selbstregulation in der präaktionalen, aktionalen und postaktionalen Phase (nach Schmitz und Schmidt 2007) (Entnommen aus Schmitz und Schmidt, 2007, S. 12)

In diesem Modell werden ebenfalls die unter anderem von Artelt (2000) herausgearbeiteten Kompetenzfelder für das selbstgesteuerte Lernen wieder aufgegriffen. Diese Kompetenzfelder werden dabei drei verschiedenen Phasen des Lernprozesses zugeordnet. In der Präaktionalen Phase spielen in diesem Modell ebenfalls die Einschätzungen bezüglich der eigenen Ressourcen beispielsweise hinsichtlich der Motivation, der Emotionen, der Anstrengungsbereitschaft und die Zielsetzung, in Bezug auf die gestellte Aufgabe, eine Rolle (Schmitz & Schmidt, 2007).

Die präaktionale Phase und die in dieser Phase getroffenen Entscheidungen nehmen Einfluss auf die aktionale Phase, in der die eigentliche Bearbeitung der Aufgabe stattfindet (ebd.). In der aktionalen Phase benötigen die Schüler:innen kognitive, metakognitive und volitionale Kompetenzen, die in Kapitel 3.1 erläutert werden. In der abschließenden postaktionalen Phase erfolgt die Selbstreflexion, um aus den gemachten Erfahrungen für weitere Lernprozesse Schlüsse zu ziehen, weshalb die Bewertung des Lernprozesses sich auf das zukünftige Lernen auswirkt (Fischer und Richey 2021).

3.1.1 Veränderte Rolle der Lernenden und Lehrenden

Simons (Simons, 1992) postulierte bereits vor mehr als 30 Jahren für selbstgesteuerte Lernformen aufgrund der selbstständigen Aktivität der Lernenden, eine gewisse Überlegenheit gegenüber anderen Lernformen. Auch aufgrund der eingangs beschriebener notwendiger Kompetenzen zur Selbstregulation, die die Kinder und Jugendlichen erst dazu befähigen an der aktuellen Gesellschaft

teilzuhaben, sollte Methoden zum selbstgesteuerten Lernen und Kompetenzerwerb fester Bestandteil im Unterricht sein. Die Veränderungen von den eher frontal geprägten Unterrichtssettings hin zu offenen Unterrichtssettings hat ein verändertes Verständnis von Lernen sowie Veränderungen der Rollen der Lernenden und Lehrenden zur Folge (Peschel, Falko, 2019). Wie jede Lernform stellt auch selbstgesteuertes Lernen spezifische Anforderungen an die Lernenden. Die Auflistung der übergeordneten Kategorien an Kompetenzen, denen wiederum eine Vielzahl an Kompetenzen zugeordnet werden können, sowie die von Simons formulierten Anforderungen machen deutlich, dass das selbstgesteuerte Lernen kein Selbstläufer sein kann. Allein die Vielzahl an benötigten Kompetenzen, die benötigt werden, um selbstgesteuert lernen zu können, ist enorm. Im Gegensatz zu anderen Umsetzungsformen, die in höherem Maße vorstrukturiert und kontrolliert werden, bedarf der von Flexibilität und Freiheiten geprägte Charakter des selbstgesteuerten Lernens deutlich umfangreicherer Voraussetzungen. Zudem müssen die Schüler:innen ihre Fähigkeiten möglichst genau kennen bzw. einschätzen (können) und sie bei der Planung ihrer eigenen Lernvorhaben angemessen berücksichtigen (C. Fischer, Rott und Schuster 2021). Daher ist eine Anleitung und die Schaffung von Möglichkeiten, um diese Kompetenzen im schulischen Kontext zu erwerben und zu vertiefen, von großer Bedeutung. Forschungsergebnisse zeigen, dass nicht alle Lernenden über die Kompetenzen verfügen, die für selbstgesteuertes Lernen benötigt werden (Gnahs & Seidel, 2002). Das bedeutet aber keinesfalls, dass es deshalb vermieden werden sollte, selbstgesteuerte Lernprozesse in den Unterricht zu integrieren. Im Gegenteil zeigt dies auf, wie wichtig es ist, im Unterricht den Erwerb der Kompetenzen zu selbstgesteuertem Lernen zu ermöglichen. Dabei benötigen die Schüler:innen Unterstützung und geeignete Lernsettings, in denen sie schrittweise an offene Formen von Lernen herangeführt werden können. Denn es zeigt sich, dass eine kontinuierliche Heranführung der Schüler:innen an das selbstgesteuerte Lernen und die Unterstützung durch die Lehrkraft beim schrittweisen Erwerb der dafür benötigten Kompetenzen zielführend sein kann (Dyrna, 2021b). Neben den Kompetenzen, die für den Lernprozess benötigt werden, spielt das Bewusstsein über die gegebenen Entscheidungsmöglichkeiten und Freiheiten eine bedeutende Rolle, um mit den gegebenen Freiheiten auch adäquat umgehen zu können (ebd.).

Auch die Rolle der Lehrkräfte verändert sich. Und zwar dahingehend, dass der übliche Aufgabenschwerpunkt nicht länger auf der Wissensvermittlung und der didaktischen Aufbereitung und Gestaltung von Lernprozessen, wie beispielsweise beim klassischen Frontalunterricht, liegt (Peschel 2019). Dadurch werden für die Lehrkräfte Kenntnisse und Kompetenzen bezüglich selbstgesteuerter Lernprozesse bedeutsam. Denn in selbstorganisierten Lernsettings ist die Rolle der Lehrkräfte eine beratende. Weiterhin wird durch die Qualität der Unterstützung durch die

Lehrkraft beim Lernprozess und Kompetenzerwerb wird der Lernerfolg und Kompetenzzuwachs maßgeblich beeinflusst (Grund & Steuer, 2024). Dabei ist zu beachten, dass nicht jede Möglichkeit des selbstgesteuerten Lernens automatisch zur Folge hat, dass die Schüler:innen die Lernstrategien und Kompetenzen auch erwerben können. Kommt es beispielsweise während des Lernprozesses zur Überforderung der Lernenden, so können diese Kompetenzen nicht nachhaltig erworben werden und sind dann nicht zielführend. Auch kann es beim selbstgesteuerten Lernen mit vielen Freiheiten dazu kommen, dass aufgrund des Gefühls der Überforderungen die Lernenden sich wieder den gewohnten Vortrag durch die Lehrkraft wünschen (Dyrna 2021a; Peschel 2019). Die Unterstützung, Begleitung und Anleitung durch die Lehrkraft ist beim selbstgesteuerten Lernen, vorallem in der Phase, in der die oben genannten Kompetenzen noch erworben werden müssen, sehr wichtig. Daher ist eine schrittweise Heranführung über einen längeren Zeitraum ist dabei sehr zu empfehlen (Konrad & Traub, 1999; Weinert, 1996).

3.1.2 Dimensionen der Öffnung des Unterrichts

Das Ansinnen, Unterrichtsformen mit einem hohen Öffnungsgrad im Unterricht einzusetzen schafft Möglichkeiten, um die benötigten Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen zu erwerben (C. Fischer, Rott und Schuster 2021). Selbstgesteuertes Lernen kann als ein kontinuierlicher Übergang zwischen Steuerung durch die Lehrkraft und der Selbststeuerung durch den Lernenden angesehen werden. Ziel sollte es sein, in diesem Kontinuum Schritt für Schritt an Aufgaben heranzuführen, die ein größer werdendes Maß an Autonomie ermöglichen. Das Modell von Konrad und Traub (Konrad & Traub, 1999) zu den Verwirklichungsformen von selbstgesteuertem Lernen (Abbildung 3-3) zeigt Beispiele und deren Einordnung auf der Skala zwischen Fremdsteuerung und Selbststeuerung. Die Skala reicht von vollkommen angeleitetem Unterricht, bei dem der Erwerb der Kompetenzen und Strategien zum selbstgesteuertem Lernen kaum möglich ist, bis hin zur vollkommen geöffneten Unterrichtssituation in der für den Vollzug eines sinnvollen Lernprozesses diese Strategien Voraussetzung sind (Fischer, Rott und Schuster 2021). Wird das Ziel verfolgt die Schüler:innen schrittweise an vollkommen selbstgesteuertes Lernen heranzuführen, so sollten angepasst an die Kompetenzen der Schüler:innen, Öffnungsgrade aus dem mittlern Bereich (siehe Abbildung 3-3 wahlendifferenzierter Unterricht bis Freiarbeit) gewählt werden.



Abbildung 3-3: Verwirklichungsformen Selbstgesteuerten Lernens (nach Konrad und Traub, 1999) (Entnommen aus Fischer, Rott und Schuster, 2021, S. 42)

3.1.3 Motivation beim selbstgesteuerten Lernen

Im Kapitel 2.1.2 wurde bereits der Einfluss der Motivation auf den gewinnbringenden Lernprozess sowie die Beeinflussung der Motivation durch verschiedene Faktoren erläutert.

In diesem Kapitel werden die motivationalen Prozesse in Bezug auf selbstgesteuertes Lernen betrachtet. Nehmen sich die Schüler:innen während eines Lernprozesses als kompetent wahr und haben sie das Gefühl, ihr Handeln selbst bestimmen zu können, kann dies eine große Wirkung auf die Motivation haben (Deci & Ryan, 1993; Scharpf & Gabes, 2022). Lernen die Schüler:innen beispielsweise mit einem Selbstlernbuch, so wird ihnen ein Lernsetting geboten, in dem sie einige organisatorische Entscheidungen eigenständig treffen können, wodurch das Autonomieerleben gesteigert werden kann. Werden Aufgaben, Rückmeldungstool und Möglichkeiten, den eigenen Lernprozess zu überprüfen, angepasst an den Kompetenzstand und das Vorwissen, in das Selbstlernbuch integriert, kann dies beispielsweise eine positive Auswirkung auf das Kompetenzerleben haben. Jedoch sollte beim Einsatz von Selbstlernbüchern – wie bei allen selbstgesteuerten Lernsettings – beachtet werden, dass eine kleinschrittige Heranführung an die Methode vorgenommen wird (siehe Kapitel 3.1.1 und 3.1.2). Das Modell zum Motivationstal beim Strategieerwerb (Abbildung 3-4) von Hasselhorn und Gold (Hasselhorn & Gold, 2022) macht weiterhin die Bedeutsamkeit einer schrittweisen Heranführung und die Notwendigkeit der wiederholenden Anwendung einer Strategie/Methode deutlich. Im Modell wird gezeigt, dass beim Erwerb von neuen Strategien und damit der Anwendung von noch nicht automatisierten Vorgängen, die Vorgehensweise negative Emotionen wie Frustration und Demotivation auslösen kann („Motivationstal“). Ein Großteil der kognitiven Kapazität wird in diesem Stadium für den

Einsatz der Strategie und damit für den eigentlichen Lernprozess benötigt (ebd.). Nachdem eine gewisse Gewohnheit im Umgang mit den Strategien eingekehrt ist, steigt dann die Motivation bei deren Einsatz. Diese Entwicklung der Motivation muss auch beim Erwerb der Strategien für das selbstgesteuerte Lernen durch die Schüler:innen berücksichtigt werden. Um das Motivationstal leichter überwinden zu können, sollte den Schüler:innen der Prozess des Durchlaufens des Motivationstals vorgestellt werden (Grund & Steuer, 2024). Des Weiteren kann die Bildung von Lerngruppen eine Unterstützung sein (ebd.).

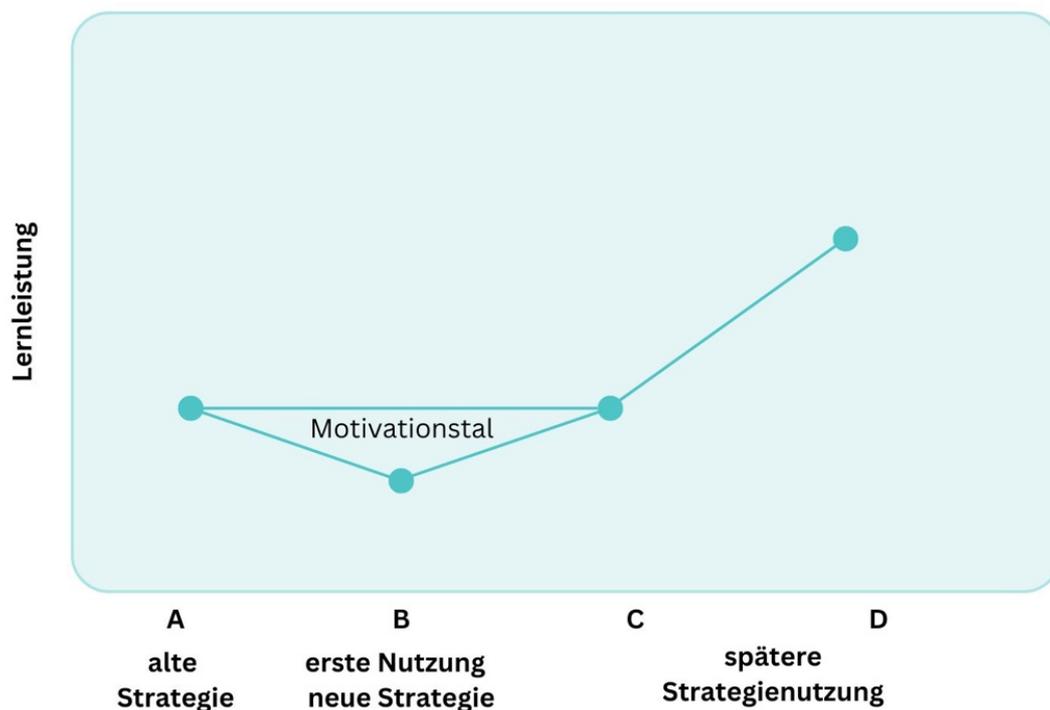


Abbildung 3-4: Modell zum Motivationstal beim Strategieerwerb (nach Hasselhorn und Gold, 2022) (Entnommen aus Hasselhorn und Gold, 2022, S.99)

Auch sollten sich die Lehrkräfte, die diese neuen, offeneren Strategien in ihrem Unterricht einsetzen wollen, über die Existenz von solchen Motivationstälern im Klaren sein. Ist dies nicht der Fall, besteht die Gefahr, dass sie das Experiment vorzeitig abbrechen und zum Geübten zurückkehren, ohne mit ihren Schüler:innen zusammen den Versuch unternommen zu haben, das Tal zu durchschreiten und auf der anderen Seite in den Genuss ungeahnt ansteigender Motivationsschübe zu gelangen.

3.2 Digitale und interaktive Selbstlernbücher im Chemieunterricht

Ganz allgemein handelt es sich bei Selbstlernbüchern um Lernmaterialien, die so aufbereitet sind, dass sie Schüler:innen beim selbststrukturierten Lernen unterstützen und begleiten sollen. Diese Lernmaterialien können für die analoge oder für die digitale Nutzung erstellt werden und der Einsatz dieser Lernmaterialien kann im Unterricht oder für die Arbeit zu Hause erfolgen. Zudem können die Lernmaterialien aus interaktiven und/oder rezeptiven sowie produktiven Elementen aufgebaut sein. Besteht das Selbstlernbuch ausschließlich aus rezeptiven Elementen, so gleicht die Funktion und die Nutzung der eines (digitalen) Selbstlernbuchs. Für die Gestaltung eines Lernproduktes, welches die Schüler:innen beim selbstgesteuerten Lernen unterstützt und motiviert, sollten die Integration von interaktiven und produktiven Elementen gleichermaßen enthalten sein. Erfolgt der Einsatz als digitales Lernmaterial, so besteht die Möglichkeit viele verschiedene digitale Tools und Formate zu vereinen und somit wird die Implementierung von interaktiven und produktiven Elementen häufig ohne großen Aufwand möglich. In Abbildung 3-5 sind Beispiele für rezeptive, produktive und interaktive Elemente im Selbstlernbuch aufgezeigt. Der Einsatz von digitalen und interaktiven Selbstlernbüchern bzw. sogenannten E-Books wird in der Chemiedidaktik schon seit einigen Jahren erprobt und beforscht. Beispielsweise wurden von Huwer et al. die „Multitouch Learning Books“ (Huwer et al., 2018; Seibert et al., 2020), das digitale und interaktive Schulbuch für den Chemieunterricht von Scheiter et al. (Richter, Scheiter und Schanze 2016), sowie interaktive E-Books zu den Themen „Solarzellen mit Titandioxid“ von Zeller (Zeller, 2020), ein „Experimentalkurs zur Biologischen Brennstoffzellen“ von Grandrath (Grandrath, 2021) und das Werk „Der Wärme auf der Spur“ von Kleefeldt (Kleefeldt, 2019) entwickelt, um einige Beispiele zu nennen.

Für den Einsatz eines digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs im Chemieunterricht bietet sich die Nutzung von Tablets an. Aber auch Laptops oder PCs können für die Bearbeitung genutzt werden, wobei dann einige Funktionen wie die direkte Einbindung von Bildern und Videos, die Weiterleitung mit einem Link auf Webseiten und die handschriftlichen Notizen und Skizzen eingeschränkt sein können.



Abbildung 3-5: Beispiele für rezeptive, produktive und interaktive Bestandteile in digitalen Selbstlernbüchern.

3.2.1 Vorteile beim Einsatz von digitalen und interaktiven Selbstlernbüchern im Unterricht

Der Einsatz eines digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs mit optionalen und Hilfestellungen und interaktiven Elementen bringt gerade im Chemieunterricht einige Vorteile mit sich, die im Folgenden erläutert werden:

- **Einsatz ohne Medienbruch:** Verschiedene digitale Elemente, Tools und Formate (z.B. Texte, Abbildungen, Erklärvideos, Audioaufnahmen und Animationen) können in einem Medium vereint und verknüpft werden. Somit entfällt für die Schüler:innen das Zusammensuchen verschiedener Arbeitsblätter und Mitschriebe ergänzend zu den digitalen interaktiven Unterrichtsmaterialien (Simulationen, H5P-angereicherte Erklärvideos, digitale Arbeitsblätter, Quizze...), da sämtliche Inhalte in dem digitalen Selbstlernbuch zusammengefasst sind (Cornelius & Bohrmann-Linde, 2022). Voraussetzung ist dabei allerdings, dass die Schüler:innen das Selbstlernbuch auf einem eigenen digitalen Gerät bearbeiten, da ansonsten die Bereitstellung der Materialien, um sie auf eigenen Geräten, zum Beispiel zum Nachbearbeiten, zu speichern und sie ggf. in ein anderes Dateiformat umzuwandeln, einen großen Aufwand mit sich bringt.
- **Lernen im eigenen Tempo:** Die Lernenden haben die Möglichkeit, sich in ihrem eigenen Tempo Inhalte zu erarbeiten und Kompetenzen zu erwerben und vertiefen. Zudem können Versuche zeitlich variabel durchgeführt und dokumentiert sowie ggf. wiederholt werden,

was Wartezeiten und Unterbrechungen zu vermeiden hilft (Cornelius & Bohrmann-Linde, 2022).

- Individualisierung: Die Lernenden können das Selbstlernbuch mit all seinen Bestandteilen aktiv nutzen und beispielsweise mit Hinweisen, Tipps, Beschriftungen oder Zeichnungen ergänzen. Zudem können Versuche mit dem digitalen Gerät dokumentiert und als Bild- oder Video-Datei eingefügt werden. Dadurch können die Lernenden die vorgegebenen Unterrichtsmaterialien zu ihrem eigenen Lernprodukt machen, was wiederum zu einem erhöhten Selbstwirksamkeitserleben und einer Motivationssteigerung führen kann (ebd).
- Individuelle Förderung: Häufig hat die Lehrkraft während der eigenständigen Arbeitsphasen mit dem Selbstlernbuch Zeit individuell einzelne Schüler:innen gezielt zu fördern und unklare Inhalte beispielsweise in Kleingruppen erneut zu thematisieren. Diese Zeitfenster sind für die Entwicklung und Vertiefung der selbstregulativen Kompetenzen der Schüler:innen eine wichtige Voraussetzung (Dumont, 2019). Denn für die Förderung dieser Kompetenzen ist es gewinnbringend, wenn die Lehrkraft Zeit hat, um mit den einzelnen Schüler:innen intensiv in den Austausch zu gehen und diese individuell zu begleiten (ebd).
- Erhöhte Motivation: Es wird davon ausgegangen, dass Schüler:innen, allein aufgrund des „Reiz des Neuen“ zu Beginn der Arbeit mit einem digitalen Gerät schon motiviert sind (Scharpf & Gabes, 2022). Zudem können die produktiven und interaktiven Elemente die Motivation darüber hinaus erhöhen (siehe auch Kapitel 2.1.4.3)
- Digitalisierungsbezogene Kompetenzen: Beim Einsatz eines digitalen Selbstlernbuchs im Fachunterricht haben die Lernenden die Möglichkeit, die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, die für ein Mithalten in der Gesellschaft unabdingbar (Bleckmann & Lankau, 2019) und in den KMK -Standards als ein in über allen Fächern querliegender Bildungsauftrag formuliert sind (KMK, 2020), sachfachbezogen zu erwerben und zielgerichtet anzuwenden.

4 Erklärvideos im Chemieunterricht

Der Alltag der Jugendlichen, aber auch Erwachsenen ist vom Videokonsum über digitale Medien und einer zunehmenden Medienzeit geprägt, was die Ergebnisse der JIM-Studie 2024 auch deutlich machen. In dieser gaben 81 % der 1200 befragten 12- bis 19-Jährigen an, dass sie täglich bzw. mehrmals pro Woche Videos im Internet anschauen (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2024). Die befragten Jugendlichen verbringen laut der Studie im Durchschnitt 87 Minuten täglich auf YouTube [ebd.]. Durch die weitverbreitete Nutzung von YouTube und damit verschiedenen (Erklär-) Videos durch Jugendlichen in der Freizeit, aber auch im Zusammenhang mit schulischem Lernen, ist YouTube schon längst ein fester Akteur im Bildungssektor geworden (Zeller & Bohrmann-Linde, 2021). Daher ist es notwendig, Erklärvideos in den Unterricht einzubinden und den Schüler:innen zu ermöglichen, die für den Umgang damit benötigten digitalisierungsbezogenen Kompetenzen und die notwendigen Fähigkeiten zum reflektierten und verantwortungsbewussten Umgang mit digitalen Medien zu erwerben. Der rezeptive sowie produktive Einsatz von Erklärvideos kann große Vorteile mit sich bringen und sowohl positive Effekte sowohl auf die motivationalen Kompetenzen als auch auf die kognitiven Kompetenzen haben (Findeisen, Horn und Seifried 2019) (siehe auch Kapitel 4.3 und 4.4). Die vielfältigen Anwendungsbereiche von Erklärvideos und Aufgaben zur Erklärvideoproduktion (Dorgerloh & Wolf, 2020) ermöglichen einen fachbezogenen und zielgerichteten Einsatz bei gleichzeitiger Förderung des Erwerbs bzw. der Vertiefung von fachlichen, überfachlichen und digitalisierungsbezogenen Kompetenzen. Voraussetzung dafür ist der didaktisch sinnvolle und mit klaren Intentionen verbundene rezeptive und produktive Einsatz von Erklärvideos sowie dessen Anleitung und Begleitung durch unterstützende Aufgaben. Vor allem für die produktiven Aufgaben ist es wichtig, ein förderliches und unterstützendes Unterrichtssetting zu schaffen. Dabei muss die Komplexität der Methode und die große Vielfalt an Kompetenzen, die für die Erklärvideoproduktion notwendig sind, berücksichtigt werden.

4.1 Was ist ein Erklärvideo?

Der Begriff Erklärvideo ist inzwischen ein fester Bestandteil in unserer Sprache und wird vielfältig und undifferenziert verwendet. Eine eindeutige Abgrenzung zu anderen Formaten findet nicht statt, eine einheitliche Definition und Kriterien für ein Erklärvideo wurden bisher nicht allgemeingültig festgelegt. Das mag auch daran liegen, dass es gar nicht so einfach ist, die verschiedenen Video-Arten voneinander abzugrenzen, da die Übergänge oft fließend sind. Jedoch ist im schulischen Kontext eine klare Begriffsdefinition wichtig, damit die Schüler:innen die bei der selbstständigen Produktion eines Erklärvideos an sie gestellten Erwartungen transparent

kommuniziert werden. Häufig wird bei der Begriffserläuterung die Definition von Wolf zitiert: Erklärvideos sind „[...] eigenproduzierte Videos, in denen erläutert wird, wie man etwas macht oder wie etwas funktioniert bzw. in denen abstrakte Konzepte und Zusammenhänge erklärt werden.“ (Wolf, 2020, S. S. 17). Brehmer und Becker schreiben „Erklärvideos sind kurze Filme, meist aus Eigenproduktion, in denen Inhalte und Sachverhalte definiert und/oder erklärt werden. Beispielsweise kann erklärt werden, wie etwas funktioniert oder wie abstrakte Konzepte und Zusammenhänge dargestellt werden können.“ (Brehmer & Becker, 2017, S. S. 1). Tenberg definiert dagegen sehr allgemein ein Erklärvideo als ein „[...] Video, in dem etwas erklärt wird“. (Tenberg, 2021, S. S. 13) Die drei Definitionen lassen unterschiedlich viel Freiheit in der Deklaration eines Erklärvideos. Sie lassen dabei aber einige Fragen offen. Wie zum Beispiel die Frage, wann ein Film als eigenständig produzierter Film gilt. Kann ein Erklärvideo nicht auch in einem professionellen Setting erstellt werden und für die breite Anwendung, z.B. in der Schule, gedacht sein? Was genau ist unter der Angabe „kurz“ zu verstehen? Auch unterscheiden sich die drei Definitionen bezüglich der Angabe zu den Inhalten. Während Wolf von prozeduralen Inhalten und abstrakten Konzepten spricht, legt Tenberg keinerlei Grenzen bezüglich der möglichen Inhalte fest. Sowohl Wolf als auch Brehmer & Becker geben des Weiteren an, dass es sich bei einem Erklärvideo auch um ein Video-Tutorial handeln kann, in dem eine Handlung vorgemacht wird, die zum Nachahmen animieren soll. Valentin versteht unter Tutorials eine „Bedienungsanleitung fürs Leben“, die das Ziel innehat, prozedurale Kompetenzen zu fördern (Valentin, 2018). Die unterschiedlichen Definitionen zeigen die Notwendigkeit auf, zwischen Erklärvideos für den Alltagsgebrauch und Erklärvideos für den Unterricht bzw. im weiteren Sinne einen Unterrichtskontext zu unterscheiden. Beispielsweise sollte ein Erklärvideo im Unterricht stets mit einer didaktischen Intention zum Einsatz (Tenberg, 2021) zum Beispiel für die Zusammenfassung von zuvor behandelten Inhalten mit Fachbezug, kommen. Dagegen wird der Konsum von Erklärvideo im Alltag häufig mit dem Ziel verbunden, Hilfe und Unterstützung für die Lösung eines Alltagsproblems zu erhalten oder die Videos als Zeitvertreib genutzt. Auch die Video-Länge, die Inhalte und der Produktionsaufwand können sich, je nach anvisiertem Einsatz, deutlich voneinander unterscheiden. Im Folgenden wird der Begriff Erklärvideo für den Unterrichtskontext näher betrachtet.

Eine Längendeklaration durch den Begriff „kurz“ reicht nicht aus, um die Länge eines Erklärvideos zielführend einzugrenzen. Arnold und Zech (Arnold & Zech, 2019) schlagen für Erklärvideos im Bildungssektor eine Länge von drei bis fünf Minuten vor. Guo et al (Guo, Kim und Rubin 2014) konnten zeigen, dass die mittlere Bindungszeit von Jugendlichen beim Anschauen von Videos etwa sechs Minuten entspricht. Auch konnte gezeigt werden, dass das bei noch kürzeren Videos (unter 6 Minuten) die Bindungszeit höher sein kann. [ebd.]

Weiterhin ist mit einem Erklärvideo das Ziel verbunden, Wissen einfach zu vermitteln und damit gegebenenfalls eine Reduktion der Komplexität (Arnold & Zech, 2019) sowie eine prägnante Darstellung mit einem logischen Aufbau und einem roten Faden vorzunehmen (siehe Abbildung 4-1). Oft ist es sinnvoll, sich in einem Erklärvideo nur auf einen Inhalt zu fokussieren. Denn wird der Inhalt in einer reduzierten Komplexität im Erklärvideo dargestellt und eine klare und anschauliche Struktur geboten, so fällt es den Schüler:innen leichter, den Inhalt zu speichern und mit Vorwissen zu verknüpfen [ebd.]. Bei der Produktion eines Erklärvideos, egal ob durch eine Lehrkraft oder Schüler:innen, ist es sehr empfehlenswert, ein Storyboard vorab zu formulieren (Seibert, Kay und Huwer 2019a) (siehe auch Kapitel 4.4). In einem



Abbildung 4-1: Wichtige Merkmale für Erklärvideos im Chemie-Unterricht.

Storyboard wird der zu sprechende Text notiert und mit den zu zeigenden Videosequenzen und Bildern dargestellt und verknüpft (siehe Abbildung 4-2). Das Ausformulieren eines ausführlichen Storyboards ermöglicht eine übersichtliche und zielführende Planung für die Produktion von Erklärvideos.

Wie bereits angeführt, ist es sehr wichtig, gemeinsam mit den Schüler:innen die Kriterien für ein qualitatives Erklärvideo (siehe Abbildung 4-1), sowie verschiedene Stilmittel (siehe Kapitel 4.2.1) zu thematisieren. Dies gilt vor allem, wenn sie ein solches selbst produzieren sollen. Vor einer eigenen Erklärvideo-Produktion sollte eine Auseinandersetzung mit der Frage „Was ist ein Erklärvideo?“ erfolgen, damit die Schüler:innen diese Aufgabe zielführend und gewinnbringend lösen können und

Storyboard Versuch 1
Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?

<p>Skript - Einleitung</p> <p>Stell dir vor, was mir neulich passiert ist. Ich habe zu einem schicken Essen eingeladen und den Tisch gedeckt. Alles war fertig vorbereitet, Doch dann...</p>	<p>Im Video zu sehen</p>
<p>Skript - Einleitung</p> <p>Oh schreck! Ein großer Ölfleck ist auf der Tischdecke. So kann ich meine Gäste natürlich nicht empfangen. Was mach ich denn jetzt nur?</p>	<p>Im Video zu sehen</p>
<p>Skript - Überleitung</p> <p>Im Keller, da finde ich eine Flasche mit Waschbenzin. Vielleicht hilft mir das weiter? Oder doch einfach unter die Tischdecke unter Wasser ausspülen? Eine schnelle Lösung muss her, denn die Gäste kommen schon in einer halben Stunde. Kannst du mir weiter helfen?</p>	<p>Im Video zu sehen</p> <p>Flasche mit Waschbenzin und Wasserflasche wird gezeigt.</p>

Abbildung 4-2: Beispiele für ein Storyboard aus dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie".

die entstehenden Erklärvideos auch für den weiteren Unterricht und/oder die Nachbereitung von Unterrichtsstoff wie z. B. für die Prüfungsvorbereitung genutzt werden können.

4.2 Aufbau eines Erklärvideos im Kontext Chemie

Bei Erklärvideos, die für den Unterricht produziert wurden bzw. von der Lehrkraft für den Unterricht ausgewählt wurde, handelt es sich um multimediale Lernmaterialien, die auditiv und visuell aufbereitete Informationen kombiniert darstellen (siehe auch Kapitel 2.2). Bei der Gestaltung der Erklärvideos, die für den Unterricht ausgewählt oder produziert werden, sollten neben den in Kapitel 2.2 genannten Prinzipien von Mayer (R. E. Mayer, 2021) und Sweller (Sweller, 2019) Qualitätskriterien für Bild und Ton (siehe Abbildung 4-3) eingehalten werden.

Wie jede gute Geschichte besteht auch ein Erklärvideo im Wesentlichen

aus den drei zusammenhängenden und mit Überleitung versehenen Videoteilen – der Einführung, dem Hauptteil und dem Schluss. Im Folgenden werden die Funktionen und Aufgaben dieser drei Teile genannt sowie Möglichkeiten zur Umsetzung aufgezeigt.

Die Einleitung: Die Einleitung dient dazu die Zuschauer abzuholen und in das Thema einzuführen. Die Einleitung sollte möglichst kurz gehalten werden und maximal 10 bis 15 % der Gesamtlänge des gesamten Erklärvideos betragen (Harr, 2019). Zur Erzielung eines Wiedererkennungswertes kann während der Einleitung immer dasselbe Intro (nur wenige Sekunden lang) integriert werden. Durch das Stellen von Fragen (Harr, 2019) an die Zuschauer, Inhaltsversprechen, durch das bewusste

KRITERIEN TON UND VIDEO

Im folgenden findest du Kriterien, die du beachten solltest, wenn du das Video und den Ton für dein Erklärvideo produzierst.

EINE GUTE VIDEOAUFNAHME...

- ... ist technisch sauber produziert.
(ruckelfrei, scharfe Aufnahme, gute Auflösung).
- ... hat einen gut gewählten Fokus und Bildausschnitt
(nicht zu groß und nicht zu klein).
- ... zeigt gut sichtbar alle wichtigen Geräte und alle Beobachtungen.
- ... ist gut beleuchtet und kontrastreich.
- ... zeigt einen ordentlichen und übersichtlichen Versuchsaufbau.

EINE GUTE VERTONUNG EINES VIDEOS...

- ... ist an die Zielgruppe angepasst und in angemessener Sprache formuliert.
- ... hat ein gutes Sprechtempo und gut gesetzte Pausen.
- ... ist zum Bild passend aufgenommen.
- ... ist stotterfrei und ohne Lückenfüller wie „Ähm“ oder „Also“.
- ... ist frei von Störgeräuschen.

Abbildung 4-3: Ausgewählte Kriterien für Bild und Ton in einem Erklärvideo für den Unterricht.

Erzeugen eines Konflikts, durch Aktivierung von Vorwissen (Kulgemeyer, 2020), durch Storytelling (Dorgerloh & Wolf, 2020) oder durch den Alltagsbezug kann eine Verbindung zu den Zuschauern hergestellt werden und somit die Aufmerksamkeit geweckt werden. Als Überleitung zwischen der Einleitung und dem Hauptteil kann Vorwissen prägnant zusammengefasst dargestellt werden oder wichtige Begriffe kurz erläutert werden.

Der Hauptteil: Im Hauptteil erfolgt die Darstellung des eigentlichen Inhaltes. Oft bietet es sich bei einem Erklärvideo für den Chemie-Unterricht an einen Versuch oder ein Experiment in das Zentrum zu stellen und die anschließende Erklärung bspw. mit einem Modell zu verdeutlichen. Aber auch die Erläuterung einer chemischen Gleichung, eines Rechenvorgangs, einer chemischen Größe oder eines Messgerätes bietet sich an. Auch ist es denkbar eine How-to-Anleitung zu integrieren, vorausgesetzt die Realisierung ist im geringen Zeitumfang möglich und wird mithilfe eines Skripts vorgestellt. Damit der Zuschauer sich auch bis zum Schluss das Erklärvideo anschaut, sollten die folgenden gestalterischen Stilmittel beachtet werden:

- knappe und übersichtliche Darstellung (didaktische Reduktion vornehmen) (Wehage, 2022)
- den Spannungsbogen halten und wichtige Schritte betonen (Harr, 2019)
- einfache Fachsprache verwenden (Kulgemeyer, 2019) bzw. Fachbegriffe vor oder während der Erklärung erläutern und visualisieren
- Beispiele, Modelle und Analogien nutzen, um das Erklärte zu veranschaulichen (Kulgemeyer, 2019; Wolf, 2020)
- Nutzung von Experimenten und verschiedenen Darstellungsformen zur Veranschaulichung (Kulgemeyer, 2019)
- fokussierte Darstellung des Sachverhaltes (Exkurse vermeiden) (Kulgemeyer, 2019; Wehage, 2022; Wolf, 2020)
- Wiederholungen vermeiden (Harr, 2019)
- direkte Ansprache des Zuschauers oder die Methode des Storytellings erhöhen die Aufmerksamkeit (Wehage, 2022; Wolf, 2020)

Der Schluss: Im Schlussteil wird die Lösung, für die eingangs genannte Leitfrage genannt und/oder eine Zusammenfassung über die wesentlichen Aspekte dargestellt (Wolf, 2020). Der Schluss sollte möglichst prägnant und knapp sein (Arnold & Zech, 2019). Auch bietet es sich an einen kurzen Satz mit der Hauptaussage einzublenden, damit sich das Gelernte besser einprägt (Wehage, 2022). Um eine direkte Einbettung in den Unterrichtsgang und eine nahtlose Weiterarbeit am Thema zu

ermöglichen, kann im abschließenden Teil des Erklärvideos eine ergänzende Aufgabe gestellt werden, ein Handlungshinweis gegeben werden (Arnold & Zech, 2019) oder nach der Rezeption ein Begleittext ausgegeben werden (Tenberg, 2021).

4.2.1 Darstellungsformen von Erklärvideos



Abbildung 4-4: Screenshot aus einem Erklärvideo produziert mit der analogen Legetechnik.

Es gibt eine Vielzahl an Erklärvideo-Arten, die sich für die für den Unterricht eignen (Findeisen, Horn und Seifried 2019; Harr 2019; Arnold und Zech 2019). Nicht alle Erklärvideo-Arten lassen sich ohne großen Aufwand im Unterricht durch die Schüler:innen oder in der Vorbereitung durch die Lehrkraft realisieren, da beispielsweise einiges an Equipment,

kostenpflichtige Programme oder ein großes Know-how im Umgang mit den Programmen benötigt wird. Eine kostengünstige und einfache Möglichkeit ist es das Erklärvideo mithilfe der analogen Legetechnik zu produzieren (siehe Abbildung 4-4). Bei dieser Art werden ausgeschnittene Abbildungen, Zeichnungen oder Texte mit den Händen nacheinander in das Bild geschoben werden (Findeisen et al., 2019). Hilfreich für die Erstellung solcher Legetechnik ist die Verwendung von sogenannten Tickfilm-Legetischen, sie sehr einfach aus Holz oder aus Plastikboxen erstellt werden können. In Abbildung 4-5 sind weitere Arten von Erklärvideos gezeigt, die bis auf den Comic-Stil mit wenig Equipment und ohne komplexe Programme erstellt werden können. Es können auch mehrere Arten der Erklärvideoproduktion in einem Video vereint werden. Das macht im Kontext der Chemie vor allem dann Sinn, wenn in einem Erklärvideo der Inhalt sowohl auf der Stoff- als auch der Teilchenebene erklärt werden soll. Beispielsweise kann ein Versuch mit den Beobachtungen als klassisches Video aufgenommen werden und die Erklärung auf Teilchenebene dann mithilfe der analogen Legetechnik erfolgen. Findeisen et al. (Findeisen, Horn und Seifried 2019) untersuchten im Rahmen einer Metastudie, der 24 empirische Studien zur Gestaltung von Erklärvideos zugrunde lagen unter anderem die Effekte durch den Einsatz unterschiedlicher Video-Arten, sowie den Einfluss der durch die Lernenden wahrgenommenen Ästhetik. In Bezug auf die Erklärvideo-Art kann im Rahmen dieser Forschung keine abschließende Empfehlung ausgesprochen werden und es wird empfohlen, sich bei der Wahl der Erklärvideo-Art an den Lernzielen und den Inhalten zu orientieren (ebd). In Bezug auf die wahrgenommene positive Ästhetik und der Nutzerfreundlichkeit durch die Lernenden zeigen sich signifikante Effekte auf die Lernwirksamkeit (ebd). Bei der Erstellung von

Erklärvideos sollte daher ein an die Nutzergruppe angepasstes Design sowie eine zielgruppenorientierte Nutzerfreundlichkeit sichergestellt werden.

4.3 Rezeptiver Einsatz von Erklärvideos und deren Lernwirksamkeit

Erklärvideos können vielfältig in den Unterricht eingebunden werden, wie zum Beispiel im Differenzierungsunterricht, beim Stationenlernen oder beim Einsatz der Methode Flipped Classroom (Arnold & Zech, 2019) sowie auch beim klassischen Unterrichtsverlauf (Tenberg, 2021).



Abbildung 4-5: Übersicht über eine Auswahl an Erklärvideo-Arten, die im oder für den Unterricht ohne großen Kostenaufwand und ohne viel Equipment produziert werden können. Der QR-Code stellt den Bezug zu einem Video dazu her.

Ein weiterer Vorteil der Präsentation von Informationen in Form eines Erklärvideos im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsmethoden ist die Multisensorik. Das Gehirn führt die auditiven und visuellen Informationen zusammen (siehe Kapitel 2.2) und damit kann der „Flaschenhalseffekt“, der durch die Betrachtung von Text-Bild-Kombinationen entsteht, umgangen werden (Tenberg, 2021). Wird ein Erklärvideo sinnvoll und didaktisch begründet im Unterricht eingesetzt, so kann sich dies positiv auf die Lernwirksamkeit auswirken (Findeisen, Horn und Seifried 2019; Kulgemeyer 2020; Noetel u. a. 2021). Jedoch ist ein passiv rezeptiver Einsatz – sprich: das Video wird lediglich angeschaut und nicht adäquat in den Unterricht eingebunden – nicht empfehlenswert (Tenberg, 2021). Denn aufgrund der fehlenden Interaktivität während des passiven Rezipierens und der fehlenden Möglichkeit, während der Erklärung direkt (Rück-)Fragen stellen zu können (Findeisen,

Horn und Seifried 2019) kann die Kompetenzentwicklung und Informationsverarbeitung nicht ausreichend gefördert werden (ebd.). Zudem können bei einer rein rezeptiven Erklärvideonutzung die individuellen Voraussetzungen der Lernenden in Bezug auf die kognitiven Kompetenzen und die Lerngeschwindigkeit nicht berücksichtigt werden. Im Rahmen der Meta-Studie von Findeisen et al. (Findeisen, Horn und Seifried 2019) wurde ermittelt, dass interaktive Elemente sich positiv auf den Lernerfolg auswirken können, da diese die aktive und individuelle Verarbeitung der Inhalte des Erklärvideos ermöglichen. In der Meta-Studie von Findeisen et al. wurden Gestaltungselemente zusammengetragen, die die Interaktivität und die Anpassung an die individuellen kognitiven Voraussetzungen der Lernenden ermöglichen. Einige Beispiele werden folgend zitiert (Findeisen et al., 2019, S. S. 20):

- Kontrolle der Video-Wiedergabe (Lernende bestimmen Reihenfolge und Wiedergabegeschwindigkeit durch Pausieren, Überspringen, Zurückspulen etc.)
- Segmentierung (Aufteilung in kürzere Videoabschnitte)
- Manipulation (Zoom, Objekte bewegen etc.)
- Hervorhebungen (Hinweis auf relevante Aspekte durch farbliche Markierung, Einblendung von Schlüsselbegriffen etc.)
- Zusatzmaterial (Verweise auf weitere Quellen, z. B. durch Hyperlinks) sowie – Evaluation (z. B. Quizfragen).

Nach dem Anschauen des Videos sollten die Lernenden in jedem Fall ausreichend Zeit haben, das Gelernte zum Beispiel im Rahmen einer Problemlösung in einer Anwendungs- oder Vertiefungsaufgabe anzuwenden (Kulgemeyer, 2020). Des Weiteren kann die Aktivität der Schüler:innen erhöht werden, in dem sie vor dem Anschauen des Erklärvideos einen Arbeitsauftrag erhalten oder im Erklärvideo eine Leitfrage genannt wird, welche die Schüler:innen am Ende des Erklärvideos beantworten und notieren sowie in Gruppen diskutieren sollen. Die Einbindung der Erklärvideos in den Unterricht spielt also eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Lernwirksamkeit. Aber nicht jedes Erklärvideo eignet sich gleichermaßen für den Einsatz im Unterricht. Im Rahmen einer Review-Studie ermittelte Kulgemeyer (Kulgemeyer, 2020) sieben Kernideen und 14 Kriterien, die gute Erklärungen im Unterricht charakterisieren und größtenteils auf Erklärvideos übertragen werden können. Einige ausgewählte Kriterien werden im Folgenden zusammengefasst vorgestellt (Kulgemeyer, 2020, S. S. 73):

- Adaption an Vorwissen
- Veranschaulichungswerkzeuge, wie Beispiele, Analogien und Experimente
- Direkte Ansprache der Lernenden

- Zusammenfassungen
- Vermeidung von Exkursen
- Unterrichtseinbettung durch zum Beispiel anschließende Lernaufgaben

Die Wirkung dieser Kategorien bei der rezeptiven Nutzung von Erklärvideos im Unterricht untersuchte Kulgemeyer anschließend in einer ersten Explorativen Studie (Kulgemeyer, 2019). Dafür bildete er zwei zufällige Gruppen aus Schüler:innen (n = 176) der neunten und zehnten Klassen mit vergleichbarem Vorwissen, Alter, Klassenstufe und Noten (ebd.). Für die Untersuchung wurden Erklärvideos zum selben Inhalt mit denselben Erklärungen und derselben Länge erstellt. Das Erklärvideo, welches die Forschungsgruppe zu sehen bekam, wurde mit einer hohen Übereinstimmung zu den vierzehn Kriterien erstellt (high explaining quality, HE). Dagegen wurde das Erklärvideo für die Vergleichsgruppe mit einer geringen Übereinstimmung mit den Kriterien erstellt (low explaining quality, LE) (Kulgemeyer, 2019). Die Schüler:innen beider Gruppen füllten einen Pre- und einen Posttest aus, mit dem Ziel, den Zuwachs des deklarativen und des konzeptuellen Wissens erfassen zu können (ebd.). Die Analysen zeigten, dass die Schüler:innen der Forschungsgruppe beim Posttest ein signifikant höheres deklaratives Wissen hatten als die der Vergleichsgruppe (Kulgemeyer, 2020). In Bezug auf den Zuwachs des konzeptuellen Wissens zeigten sich jedoch keine Unterschiede, was auf die fehlenden vertiefenden Aufgaben nach dem Anschauen des Erklärvideos zurückzuführen ist (ebd.). Diese Ergebnisse machen deutlich, wie wichtig die didaktisch sinnvolle Auswahl von qualitativ hochwertigen Erklärvideos für die Lernwirksamkeit ist. Jordan et al. (Jordan et al., 2016) verglichen in einer Studie die Lernwirksamkeit der Laborinstruktion von durch Studierende produzierten Erklärvideos mit der durch die Lehrassistenten gegebenen Anleitung. Im Durchschnitt konnten 17 % der Studierenden, die das Erklärvideo anschauten, mehr inhaltliche Fragen, die im anschließenden Posttest gestellt wurden, richtig beantworten. Bei der Auswahl oder der Produktion eines Erklärvideos ist es weiterhin entscheidend die Intention für den Einsatz eines Erklärvideos klar zu definieren (Tenberg, 2021). Dafür sollte ermittelt werden welche Kompetenzen durch den Erklärvideoeinsatz gefördert werden und dafür passenden Erklär-Ansätze gewählt werden (ebd.) Balke (Balcke, 2022) differenziert sogar zwischen frei zugänglichen Videos und Videos, die in den Unterricht eingebunden sind und „maßgeschneidert“ für die Schüler:innen ausgewählt wurden. Nur diese betitelt er dann als Erklärvideos.

4.3.1 Motivationale Effekte bei der Rezeption von Erklärvideos

In Kapitel 2.1.4.3 wurden die positiven motivationalen Effekte beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht dargestellt. Es kann angenommen werden, dass diese Effekte auch auf den Einsatz von Erklärvideos im Unterricht übertragen werden können. Bisher gibt es wenig bekannte Forschung in Bezug auf die Motivation beim rezeptiven Einsatz von Erklärvideos.

In der Studie von Koehler et al. (Koehler, Yadav und Phillips 2005) wurden in der Hochschullehre (N = 84) unter anderem die motivationalen Effekte der Vermittlung von deklarativem Wissen beim Einsatz von Video- und Textformaten verglichen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass der Einsatz der Videos auf das Engagement, sich mit den Lerninhalten zu beschäftigen, einen positiveren Effekt hat als der Einsatz von textbasierten Lernmaterialien (ebd.). Wie in Kapitel 2.1.2 erläutert, hat die Motivation unter anderem Einfluss auf die Anstrengungsbereitschaft, was mit dem Engagement gleichzusetzen ist. Auch Petri-Ouani und Löffler (Petri-Ouani & Löffler, 2023) verglichen in einer Studie die Lernmotivation von Studierenden (N = 62) beim deklarativen Wissenserwerb durch Videos und Texte. Nach dieser Studie konnte hinsichtlich der Wirkung auf die Motivation kein Unterschied zwischen text- und videobasierten Lernmaterialien festgestellt werden (ebd.).

Ebenfalls untersuchten Syring et al. (Syring et al., 2015) die Lernmotivation beim Wissenserwerb von 680 Studierenden beim Einsatz von Video und Text. Im Rahmen dieser Studie gaben die Studierenden an, durch Videoanalysen zum Thema Classroommanagement mehr Freude am Lernen zu empfinden, und zeigten ein größeres Interesse als beim Einsatz von textbasierten Falldarstellungen. Hinsichtlich der Gesamtmotivation über die Intervention (zwei Seminarsitzungen und Hausaufgabe) hinweg zeigte sich jedoch kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen (ebd.). Die Ergebnisse dieser drei Studien zeigen, dass bezüglich der motivationalen Effekte durch einen Einsatz von Erklärvideos im Unterricht bzw. Tutorials keine einheitliche Aussage getroffen werden kann. Zudem wurden alle vorgestellten Forschungsansätze im Rahmen der Hochschullehre durchgeführt und diese Ergebnisse lassen sich nicht direkt auf den schulischen Bereich übertragen. Daher werden für eine hinreichende Aussage weitere Forschungsuntersuchungen benötigt.

4.4 Erklärvideoproduktion im Unterricht

„Mit Lernvideos verändern Sie die Verantwortung für den Lernstoff, da Schüler automatisch von Lernenden zu Lehrenden werden. Im Sinne des Feynman-Prinzips funktioniert Lernen ohnehin besonders gut, wenn man den Lernstoff selbst erklären muss. Man kann etwas nur dann richtig erklären, wenn man es auch verstanden hat.“ (Arnold & Zech, 2019, S. S. 55)

Dieses Zitat macht deutlich, warum es sich bei der Aufgabe zur Produktion von eigenen Erklärvideos durch die Schüler:innen um eine sehr ergiebige Methode für den Unterricht handeln kann. Zu beachten ist, dass für die Produktion und die darin enthaltenen Erklärungen eine Vielzahl an unterschiedlichen Kompetenzen notwendig sind, gleichzeitig dabei aber auch eine große Bandbreite an Kompetenzen gefördert, vertieft und aktiv angewendet werden können (Cornelius & Bohrmann-Linde, 2023). Neben mediendidaktischen, fachspezifisch inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen werden viele fächerübergreifende Kompetenzen, wie z. B. die von Arnold und Zech (Arnold & Zech, 2019) nachfolgend genannten:

- sprachliche und kommunikative Kompetenzen durch die Strukturierung von Texten sowie zu der sachgemäßen und richtigen Aussprache
- Visualisierungskompetenzen bspw. zur passenden Auswahl von Modellen, Grafiken und Videosequenzen von Versuchsdurchführungen
- Präsentationskompetenzen und Reflexionsvermögen über die eigene Wirkung beim Präsentieren und Reden
- Kompetenzen zum Umgang mit Urheberrechten und Datenschutz bei Bild- und Tonproduktionen
- Teamkompetenzen

Zudem werden bei der Arbeit mit digitalen Geräten und Tools Problemlösekompetenzen benötigt (Dorgerloh & Wolf, 2020), die es den Schüler:innen ermöglichen, für aufkommende Schwierigkeiten bei der Handhabung der Geräte und Programme zur Erklärvideo-Produktion Lösungen zu finden und nicht in die Passivität und Hilfslosigkeit zu geraten. Aufgrund der hohen Eigenverantwortung bei der Erklärvideo-Produktion erleben die Schüler:innen häufig eine besondere Aktivität (ebd.). Nicht nur für die Produzenten, sondern auch für die anschließende Rezeption im Unterricht oder zum Beispiel für die eigenständige Nachbereitung von Inhalten durch die Lernenden, kann die Erklärvideo-Produktion im Unterricht sehr nachhaltig sein (Arnold & Zech, 2019; Cornelius & Bohrmann-Linde, 2023). Denn häufig sind die durch Lernende erstellten Erklärvideos von höherer Qualität als z. B. ein live gehaltenes Referat, da in einem Erklärvideo durch die Schüler:innen ein exakter, gut überlegter und reflektierter Zusammenhang zwischen Bild und Ton hergestellt werden muss (Tenberg, 2021). Nach bzw. während der Erklärvideo-Produktion sollten die Schüler:innen dazu angehalten werden, ihre eigenen Erklärvideos und die der KlassenkameradInnen zu reflektieren und zu bewerten. Dadurch können die Schüler:innen ihre eigenen Reflexions- und Feedbackkompetenzen aktiv und fachbezogen vertiefen. Tenberg (ebd.) schlägt für den Reflexionsprozess den PDCA- Zyklus vor (Plan: Verbesserungspotenziale bestimmen, Do: Erproben der Verbesserungen, Check: Wirkungsklä rung, Act: Umsetzen der Verbesserungsmaßnahmen). Wird das Erklärvideo iterativ entwickelt und produziert und dabei beispielsweise das Storyboard mit Skript mit MitschülerInnen und/oder Lehrkräften besprochen und ggf. optimiert, so ist unter

anderem in Bezug auf die (Fach-)Sprache eine hohe Qualität zu erwarten (Arnold & Zech, 2019). Vor der Produktion eines Erklärvideos sollte den Schüler:innen die Möglichkeit gegeben werden, sich mit den in Kapitel 4.1 und 4.2 genannten Merkmalen und Kriterien von Erklärvideos auseinanderzusetzen. Zudem eignet sich nicht jedes Thema für die eigenständige Erklärvideo-Produktion durch die Schüler:innen. Grundständige Themen mit einem angemessenen Komplexitätsgrad, die beispielsweise immer wieder in der Schullaufbahn wiederholt werden müssen, eignen sich beispielsweise sehr gut (Arnold & Zech, 2019). Zudem sollte den Schüler:innen abhängig vom Umfang und der Komplexität des zu erklärenden Themas ausreichend Unterrichtszeit für die Produktion des Videos zur Verfügung stehen (ebd.). Dabei ist zu beachten, dass allein für die Planung des Erklärvideos viel Zeit investiert werden muss. Etwa 60 % der Produktionszeit entfallen üblicherweise dabei auf die Planung und die Vorarbeiten für das Erklärvideo (Harr, 2019). Aufgrund der Vielzahl an Kompetenzen und der Qualität und der Nachhaltigkeit des entstehenden Lernproduktes kann der (Zeit-)Aufwand gerechtfertigt werden, der für die Erklärvideo-Produktion benötigt wird (Cornelius & Bohrmann-Linde, 2023). Jedoch wäre es falsch, die Methode der Erklärvideo-Produktion als „Allheilmittel“ zu betiteln, zumal für den gewinnbringenden Einsatz bezüglich Lernsettings und Umsetzung noch grundlegende Forschungsergebnisse fehlen. Im folgenden Kapitel werden die hinsichtlich der Lernwirksamkeit aktuell bekannten Forschungsergebnisse vorgestellt.

4.4.1 Lernwirksamkeit der Erklärvideo-Produktion durch die Schüler:innen

Empirische Studien zeigen positive Effekte durch die Produktion von Erklärvideos für den Lernerfolg auf, einige davon werden nachfolgend vorgestellt. Wie oben bereits angeführt, wird dem Effekt des Lernens durch Lehren eine große Wirkung zugesprochen. Fiorella und Mayer (Fiorella & Mayer, 2014) untersuchten diesen Sachverhalt, indem sie 95 Studierende aus dem Psychologie-Fachpool die Aufgabe gaben, sich darauf vorzubereiten, zu einem bestimmten Inhalt Unterricht zu halten. Einige unterrichteten den Stoff dann wirklich, indem sie eine per Video aufgezeichnete Vorlesung hielten. Die Ergebnisse zeigten, dass die TeilnehmerInnen, die die Möglichkeit hatten, eine Vorlesung zu halten, also den Inhalt erklärten, bei der Befragung besser abschnitten als diejenigen, die den Inhalt nicht lehrten (ebd.). Warum dieser Effekt auftritt, erforschten Hoogerheide et al. (Hoogerheide, Loyens und Van Gog 2014). Dafür legten sie ihrer Studie mit Schüler:innen die Annahme zugrunde, dass die Lernabsicht für die Erarbeitung von Inhalten einer Erklärvideo-Produktion eine andere Auswirkung auf die Lernwirksamkeit hat als das übliche Lernen für einen Test oder eine anschließende Erklärung. Um diese Annahme zu überprüfen, bildeten Hoogerheide et al. drei Gruppen aus 76 niederländischen Schüler:innen im Alter von 15- bis 17- Jahren, die im

Rahmen der Studie Entscheidungsbeurteilungen bei Syllogismus-Aufgaben kennenlernten. Die erste Gruppe erarbeitete sich Lerninhalte mit dem Ziel, anschließend einen Test auszufüllen, und die zweite Gruppe sollte anschließend in der Lage sein, anderen Personen den Inhalt zu erklären. Dagegen produzierte die dritte Gruppe ein Erklärvideo über den Sachverhalt. Neben einem Pretest wurde ein unmittelbarer und ein verzögerter Posttest durchgeführt, wobei die Schüler:innen, die ein Erklärvideo produzierten, signifikant besser abschnitten (ebd.).

Gerade im Chemieunterricht kann es sehr gewinnbringend sein, Versuchsaufnahmen in das Erklärvideo zu integrieren bzw. Erklärvideos zu durchgeführten Experimenten zu erstellen. Seibert et al. (Seibert, Kay und Huwer 2019b) haben mit ihren EXPlanitrys ein Design entworfen, anhand dessen die Schüler:innen Erklärvideos zu einem Versuch erstellen. Dabei besteht das Erklärvideo aus den drei Teilen Relevanz des Experiments/Problems, Dokumentation des Experiments (Stoffebene) und Erklärungen zum Experiment auf molekularer Ebene (Teilchenebene) (ebd.). Der Einsatz in mehreren Schulklassen und in der Hochschullehre wurde mithilfe von Fragebogenerhebungen und Interviews begleitet. Sowohl von den Lehrkräften als auch von den Lernenden wurde die Methode als positiv eingeschätzt. Beispielsweise stimmten etwa 76 % der befragten Lehrkräfte (N = 52; keine Angabe 3,4 %; trifft überhaupt nicht zu 3,4 %; trifft nicht zu 0 %; neutral 17,24 %; trifft zu 58,62 %; trifft voll und ganz zu 17,24 %) der Frage zu, dass die EXPlanitrys ein gutes Format für die Dokumentation eines Experiments ist (ebd.). Dagegen stimmten in dieser Erhebung nur etwa 24 % der Lehrkräfte (N = 52; keine Angabe 3,45 %; trifft überhaupt nicht zu 13,79 %; trifft nicht zu 27,59 %; neutral 31,03 %; trifft zu 10,34 %; trifft voll und ganz zu 13,79 %) der Aussage zu, dass sie wissen, wie sie wissenschaftliche Phänomene oder Prozesse im Unterricht mit der digitalen Videoanalyse untersuchen möchten (ebd.) Auch zeigte sich durch Schüler:innen- Fragebogenerhebungen, dass die Schüler:innen bei der Produktion eine hohe Motivation hatten, die Erklärvideos zu erstellen (ebd.). Greitemann et al (Greitemann et al., 2022) verglich im Rahmen einer Promotionsforschung den Einsatz von digital gestützten Aufgaben mit der Aufgabe einer Erklärvideo-Produktion. Die befragten Schüler:innen (N = 138; Erklärvideo = 70; digital gestützte Aufgaben = 66) schätzten die Erklärvideo-Produktionsaufgabe in der Sicherungsphase (Posttest) dabei als positiver ein ($M(\text{Erklärvideo}) = 4.53$, $SD = 1.13$; $M(\text{Aufgaben}) = 4.09$, $SD = 1.20$) (ebd.). In Bezug auf den Lernzuwachs konnte im Vergleich kein Unterschied festgestellt werden.

Obwohl der Methode Erklärvideo-Produktion im Unterricht durch die Schüler:innen ein großer Mehrwert zugesprochen wird (Arnold und Zech 2019; Tenberg 2021; Seibert, Kay und Huwer 2019a; Kulgemeyer 2020; Dorgerloh und Wolf 2020; Findeisen, Horn und Seifried 2019), ist diese und deren Effektivität noch nicht umfassend erforscht (Findeisen, Horn und Seifried 2019). Zudem

benötigt man Wirksamkeitsstudien, die die konkrete Implementierung von Lernumgebungen mit Aufgaben zur Erklärvideo-Produktion im Unterricht untersuchen (Greitemann et al., 2022).

4.4.2 Motivationale Effekte bei der Produktion von Erklärvideos

Erklärvideoproduktion ermöglicht viele Freiheitsgrade, so lernen die Schüler:innen in dem durch den Einsatz der Produktionsaufgabe gestalteten Unterrichtsetting selbstreguliert und eigenständig. Das ist zuträglich für das Gefühl von Autonomie, Erleben von Kompetenz, Zufriedenheit und vor allem in Gruppenarbeitssettings für das Gefühl der Zugehörigkeit, was sich positiv auf die Motivation auswirken kann (Findeisen et al., 2019; Fiorella & Mayer, 2014; Hoogerheide et al., 2014) (siehe auch Kapitel 2.1.1). Es ist davon auszugehen, dass die Schüler:innen sich bei der Produktion der Erklärvideos, unter anderem aufgrund der gesteigerten Motivation tiefer mit dem Fachwissen auseinandersetzen, was zu einer nachhaltigeren Elaboration im Langzeitgedächtnis führen kann (Schrader, Kalyuga und Plass 2021). Aufgrund der vielen Freiheiten, sowie der Kompetenzvielfalt bei der Produktion von Erklärvideos ist bei dieser Methode – wie bei fast allen selbstgesteuerten Lernsettings – das Modell des Motivationstales (siehe Kapitel 3.1.3) zu berücksichtigen. Um eine Überforderung zu vermeiden, ist es sehr zu empfehlen, die Schüler:innen auf die eigentliche Aufgabe der Erklärvideoproduktion langsam vorzubereiten und ihnen die Möglichkeit zu geben, die notwendigen Kompetenzen schrittweise erwerben zu können. Ansonsten könnte es zu einer Überforderung oder Demotivation kommen. Beispielsweise könnten heranführende Aufgaben, die den Erwerb von Kompetenz aus einem Bereich fördern, wie eine Video- oder Tonaufnahme, Erstellung eines Storyboards sowie die Planung einer Erklärvideoproduktionsaufgabe gestellt werden (Dorgerloh & Wolf, 2020). Dafür könnten die Schüler:innen die Aufgabe erhalten, ein bereits vorhandenes Video von einem Versuch zu vertonen (Arnold & Zech, 2019). Dieses Video kann entweder vorab oder direkt im Unterricht aufgenommen werden. Für die Vertonung schreiben die Schüler:innen ein Skript oder Storyboard. Als Differenzierungsmöglichkeiten können Hilfen in Form von Textbausteinen, Schlüsselbegriffen, Bildkarten oder auch ein vorstrukturiertes Storyboard ausgegeben werden (ebd.). Die Integration dieser Teilaufgaben hat zudem den Vorteil, dass die Schwierigkeits- und Freiheitsgrade, angepasst an das Vorwissen und die bereits erworbenen Kompetenzen der Schüler:innen, schrittweise erhöht werden und dadurch einer Überforderung entgegengewirkt werden kann. Zudem kann es vor der eigenen Erklärvideoproduktion sinnvoll sein, andere Erklärvideos anzuschauen und sie anhand verschiedener Kriterien zu reflektieren, sowie zu bewerten (ebd.). Bewertungsbögen mit vorgegebenen oder gemeinsam herausgearbeiteten Kriterien können bei der Reflexion unterstützen. Bisher ist nur wenig Forschung bezüglich der motivationalen Effekte auch beim

produktiven Einsatz von Erklärvideos bekannt. Barton (Barton 2023b) untersuchte anlässlich eines Projektes an zwei Tagen im Rahmen einer Studie die Effekte des produktiven Einsatzes von Erklärvideos im Mathematikunterricht der Jahrgangsstufe neun an mehreren Gymnasien in NRW (N = 253). Die erhobenen Ergebnisse zeigten bezüglich der intrinsischen Motivation bei der Erklärvideoproduktion höhere Werte als für die intrinsische Motivation während der regulären Mathematikstunden vor der produktiven Aufgabe (Barton, 2023a). Als Erklärung für die erhöhte intrinsische Motivation bei der Erklärvideoproduktion wird in der Diskussion der Studie das Kompetenzerleben genannt, denn die Ergebnisse zeigten, dass sich die Schüler:innen durch die Aufgabe zur Erklärvideoproduktion kompetenter erlebten als beim traditionellen Mathematikunterricht zuvor. (Barton, 2023b).

Die motivationalen Effekte bei der Erklärvideoproduktion von Studierenden des Fachs Wirtschaftspädagogik (N = 21) in einem Hochschulseminar untersuchte Slopinski (Slopinski, 2016). Dabei bezog er sich auf die Bedürfnisse Erleben von Kompetenz, Empfinden von Autonomie und sozialer Eingebundenheit nach Decy und Ryan (siehe Kapitel 2.1.2). Die Studierenden produzierten Erklärvideos zum Thema „innovative Ansätze zur Lösung spezifischer Probleme der beruflichen Bildung durch den gezielten Einsatz digitaler Medien“ (Slopinski 2016, S. 12) mit der analogen Legetechnik (siehe Kapitel 4.2.1). Nach der Produktion der Erklärvideos reflektierten die Studierenden unter anderem ihre Erfahrungen und den Arbeitsprozess während der Gruppenarbeit (ebd.). In den Reflexionsergebnisse beschreiben die Studierenden nach Slopinski, dass sie sich während der Produktion der Erklärvideos als sozial eingebunden, autonom und kompetent gefühlt haben, woraus sich wiederum ein positiver Effekt auf die Motivation ableiten lässt. „Dies äußert sich positiv in der Lernmotivation: Der Großteil der Studierenden schrieb in den Reflexionen über den Spaß, den sie während der Videoproduktion hatten.“ (Slopinski, 2016, S. S. 13)

Ebenfalls mit Studierenden führte Kiesler (Kiesler, 2020) im Rahmen eines Seminars für Lehramtsstudierende (N = 30) im Wintersemester 2018 eine Studie zur Erklärvideoproduktion durch. Während des Prozesses wurden formative Evaluationen, sowie abschließend eine summative Onlinebefragung durchgeführt (ebd.). Kiesler leitete anhand der erhobenen Rückmeldungen ab, dass die Studierenden den Lernprozess bei der Erklärvideoproduktion als leistungsmotivierend und wichtig für ihre spätere Berufspraxis empfanden (ebd.).

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen insgesamt positive Effekte des produktiven Einsatzes von Erklärvideos auf die Motivation. Jedoch wurden die aufgeführten Untersuchungen überwiegend an Hochschulseminaren und ohne Bezug zum Fach Chemie durchgeführt. Daher lassen sich die Befunde nur bedingt auf Aufgaben zur Erklärvideo-Produktion im Chemieunterricht übertragen.

5 Fachwissenschaftliche Grundlagen

5.1 Organische Chemie

Der Begriff organische Chemie wurde erstmals im Jahre 1807 durch Jöns Jakob Berzelius als Überbegriff für alle Stoffe tierischen und pflanzlichen Ursprungs geprägt (Mortimer & Müller, 2010). Diese Stoffe wurden als grundsätzlich verschieden im Vergleich zu den Stoffen der unbelebten Natur angesehen. Zudem war Berzelius der Meinung, dass organische Stoffe nur von Lebewesen erzeugt werden konnten. Diese Annahme widerlegte Wöhler um 1828, indem er aus den anorganischen Stoffen Silbercyanat und Ammoniumchlorid den organischen Stoff Harnsäure herstellte (Bohrmann-Linde et al., 2019). Die geschichtlich geprägte Einteilung von organischen und anorganischen Stoffen wurde dennoch beibehalten und neue Definitionen dafür festgelegt. Als organische Stoffe werden heute die Kohlenstoffverbindungen, sprich Verbindungen die Kohlenstoff-Atome enthalten und deren Derivate verstanden (Mortimer & Müller, 2010). Jedoch gibt es einige Ausnahmen an Kohlenstoffverbindungen wie Kohlenstoffmonoxid und –dioxid, Carbonate, Cyanide und reiner Kohlenstoff in Form von Graphit und Diamant, die nicht den organischen Stoffen, sondern den anorganischen Stoffen zugeordnet werden. Zu den einfachsten organischen Stoffen zählen die Alkane. Alkan-Moleküle enthalten ausschließlich Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atome, die über Elektronenpaarbindungen miteinander verbunden sind. Daneben gibt es aber auch verschiedenste organische Moleküle, die zusätzlich zum Kohlenstoffgerüst Sauerstoff-, Schwefel-, Stickstoff-, Halogen-, Phosphor- und sehr selten einige Metall-Atome enthalten.

Neben der großen Anzahl an Naturstoffen, die inzwischen künstlich hergestellt werden können, konnte heute auch eine enorme Vielfalt an nicht natürlich vorkommende organischen Stoffen synthetisiert werden (Mortimer & Müller, 2010).

5.1.1 Nachweis von Kohlenstoff

Die Kohlungsprobe kann eine Unterscheidung von anorganischen und organischen Stoffen im Alltag oder im Labor ermöglichen. Dafür werden die Stoffe über einer Flamme an der Luft erhitzt. Ist die Kohlungsprobe positiv, so kann eine rußende Flamme und/oder eine Schwarzfärbung des erhitzten Stoffs beobachtet werden (Epple et al., 2017). Durch das Erhitzen von organischen Stoffen zersetzen sich diese und der schwarze Ruß bzw. der übrigbleibende schwarze Stoff ist in relativ hohen Anteilen auch elementarer Kohlenstoff. Dabei entsteht kohlenstoffhaltiger Ruß, meistens dann, wenn eine unvollständige Verbrennung vorliegt. Der schwarze Feststoff entsteht durch die Zersetzung eines organischen Stoffs, bei der kovalente Bindungen in den Molekülen gebrochen

werden. Daher kann die Kohlunugsprobe einen Hinweis darauf geben, dass der untersuchte Stoff Moleküle enthält, in denen Kohlenwasserstoff-Atome gebunden vorliegen. Jedoch ist die Kohlunugsprobe nicht für den Nachweis von flüchtigen organischen Stoffen geeignet. Bei diesen Stoffen muss für den Nachweis des Vorhandenseins von Kohlenstoff ein indirekter Kohlenstoff-Nachweis durchgeführt werden.

5.1.1.1 Erhitzen von Holz

Die Hauptbestandteile von Holz sind die organischen Stoffe Lignin, Cellulose und Hemicellulose (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2025). Deren Moleküle sind aus Kohlenstoff-, Sauerstoff-, Wasserstoff- und geringen Anteilen von Stickstoff-Atomen aufgebaut. Als Nebenbestandteile sind im Holz Harze, Terpene, Fette, Wachse und Farbstoffe, sowie die aschebildenden nicht brennbaren mineralischen Verbindungen enthalten (Schriever et al., 1983). Bei der Verbrennung findet die Reaktion der Bestandteile des Holzes mit dem Luftsauerstoff unter Wärmezufuhr überwiegend in der Gasphase statt. Für die Austreibung der Holzgase wird eine Temperatur von mehr als 600 °C benötigt. Die hauptsächlichen Reaktionsprodukte bei einer vollständigen Verbrennung von Holz sind Kohlenstoffdioxid und Wasser, zudem bleibt eine feine weiße Asche übrig. Dagegen entstehen bei einer unvollständigen Verbrennung u.a. Rußpartikel und es bleibt ein schwarzer Feststoff übrig, der überwiegend aus Kohlenstoff besteht. Eine solche unvollständige Verbrennung liegt bei der Verbrennung von Holz über einem Brenner vor, weshalb die Kohlunugsprobe positiv ist.

5.1.1.2 Erhitzen von Zucker und Stärke

Die organischen Stoffe Saccharose (Disaccharid) und Stärke (Polysaccharid) gehören zu der Stoffklasse der Kohlenhydrate bzw. der Polysacchariden. Saccharose und Stärke zersetzen sich beim Erhitzen (Schmidkunz et al., 2019). Die Zersetzungstemperatur von Saccharose beträgt 160 °C und von Stärke ca. 200 °C. (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, o. J.). Beim Erhitzen von stärke- und zuckerhaltigen Lebensmitteln bilden sich zunächst gelblich-braune Produkte (Aromastoffe wie Maltol, Diacetyl, Methylglyoxal und verschiedene Furane), die für den charakteristischen Karamellgeschmack und -geruch verantwortlich sind (Matissek & Hahn, 2023). Beim weiteren Erhitzen zersetzen sich die Kohlenhydrate in Wasser und Kohlenstoff (schwarzer Feststoff). Sehr feine Stäube von Zucker und Stärke können für die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre verantwortlich sein (Stahmer & Gerhold, 2014).

5.1.1.3 Erhitzen von Polystyrol

Der Kunststoff Polystyrol (PS) ist ein amorpher Thermoplast, der durch die Polymerisation von Styrol (C_8H_8) gewonnen wird (siehe Abbildung 5-1) (Koltzenburg et al., 2014). Polystyrol brennt gelb leuchtend (Flammpunkt $450\text{ }^\circ\text{C}$) unter starker Rußbildung (Schwedt, 2013). Bei einer vollständigen

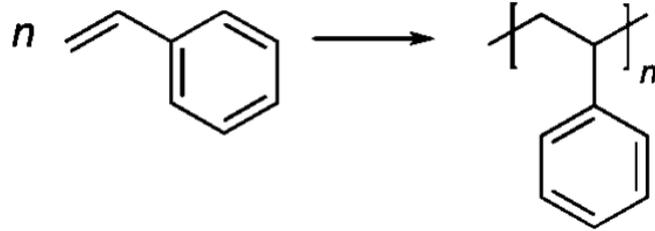


Abbildung 5-1: Polymerisation von Styrol zu Polystyrol (Entnommen aus Koltzenburg, Maskos und Nuyken, 2014, S. 8)

Verbrennung von Polystyrol entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Bei einer unvollständigen Verbrennung entstehen zudem Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoff (starke Rußbildung), sowie u.a. Benzol und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK's) (Ergut et al., 2007).

5.1.2 Alkane

Die Stoffe, die aus Molekülen bestehen, die ausschließlich aus Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atomen aufgebaut sind, zwischen denen nur Einfachbindungen vorliegen (gesättigte Moleküle) sowie aliphatisch (kettenförmig) sind, werden als n-Alkane bezeichnet (Schmidt & Hermanns, 2022). Die n-Alkane bilden eine homologe Reihe, eine Abfolge von Molekülen, die sich jeweils durch eine CH_2 -Gruppe unterscheidet. Die allgemeine Summenformel $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ gibt das Verhältnis der Anzahl der Atome einer Sorte in dem jeweiligen n-Alkan-Molekül an (Latscha et al., 2023). In allen n-Alkanen sind die von einem Kohlenstoff-Atom ausgehenden Elektronenpaarbindungen tetraedrisch zueinander mit einem Bildungswinkel von $109,5^\circ$ angeordnet (Brown & Poon, 2021). Die Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atome, aus denen die Alkan-Moleküle aufgebaut sind, haben nur sehr geringe Elektronegativitätsunterschiede, weshalb unpolare kovalente Bindungen innerhalb der Moleküle vorliegen, was wiederum zu Folge hat, dass nur schwache Wechselwirkungen (Wechselwirkungen zwischen temporären Dipolen) zwischen mehreren Alkan-Molekülen vorliegen. Sowohl die chemischen (z.B. Entflammbarkeit, Löslichkeit, Explosivität) als auch die physikalischen (z.B. Siedetemperatur, Viskosität, Dichte, Aggregatzustand bei RT) Eigenschaften verändern sich in Abhängigkeit der Kettenlänge der Moleküle aufgrund der mit der steigenden Kettenlänge stärker werdenden Wechselwirkungen sowie der steigenden molaren Masse (Schmidt et al., 2022). Beispielsweise steigen die Siedepunkte der n-Alkane kontinuierlich mit zunehmender Kettenlänge an (ebd.).

Das einfachste Molekül der Alkane ist das Methanmolekül mit der Summenformel CH_4 . Methan ist bei Raumtemperatur ($25\text{ }^\circ\text{C}$) und Normaldruck (1 bar) ein farbloses und durchsichtiges Gas, mit

einem Schmelzpunkt von -183°C und einem Siedepunkt von -162°C (ebd.). Zudem ist Methan brennbar und bildet bei Volumenkonzentrationen von 5 bis 15 Prozent in Luft explosive Gemische. Methan ist ein wichtiger Energieträger und der Hauptbestandteil von Erdgas (ca. 80 %) und auch einer der Hauptbestandteile von Biogas. Weiterhin sind die Alkane Hauptbestandteil des in der Zusammensetzung sehr komplexen und bei Raumtemperatur fließfähigen Erdöls (Schmidt et al., 2022). Häufig kommen Alkane für Heizzwecke zum Einsatz. Weiterhin werden bei der fraktionierten Destillation von Erdöl Stoffe wie Benzin, Diesel, Heizöl und Bitumen sowie Paraffine, deren Hauptbestandteile die n-Alkane und welche von wirtschaftlich großer Bedeutung sind, gewonnen (Latscha et al., 2023). Aber auch für Synthesen von beispielweise Dünger und Essigsäure, sowie als Verdünnungsmittel in Lacken und als Extraktionsmittel werden unter anderem die Alkane verwendet (ebd.).

5.1.3 Organische Elementaranalyse

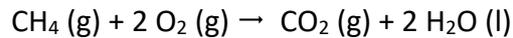
Wird eine Analyse durchgeführt, um die atomare Zusammensetzung der Moleküle in einer Probe zu bestimmen, so wird dies als eine Elementaranalyse bezeichnet (Kunze & Schwedt, 2009). Dabei wird das Ziel verfolgt mit Hilfe von Analyseverfahren herauszufinden, welche Elementsorten in einer organischen Verbindung (Qualitative Analyse) vorkommen und in welchem Mengenverhältnis (Quantitative Analyse) diese vertreten sind (ebd.). Wurde bei der Analyse die zu untersuchende Probe quantitativ und qualitativ, bei bekannter molaren Masse, bestimmt, so kann aus diesen Ergebnissen die Summenformel berechnet werden (Küster, 2016).

5.1.3.1 Qualitative Elementaranalyse

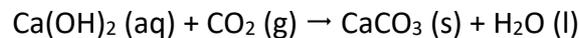
Die qualitative Analyse beschäftigt sich mit dem Nachweis chemischer Elemente, funktioneller Gruppen oder Verbindungen, ohne deren Mengenverhältnisse zu berücksichtigen. Dies geschieht durch Nachweisreaktionen oder auf instrumentellem Wege.

Mit Hilfe der qualitativen Elementaranalyse kann bestimmt werden, aus welchen Elementsorten ein organisches Molekül aufgebaut ist. Da die Atome in den organischen Molekülen gebunden vorliegen und die Nachweisreaktionen von zum Beispiel den Reinstoffen Sauerstoff, Wasser, Kohlenstoffdioxid oder Wasserstoff herangezogen werden können, wird der zu untersuchende organische Stoff zunächst verbrannt und anschließend die Reaktionsprodukte untersucht. Die Verbrennung erfolgt dabei an der Luft, so dass der Luftsauerstoff unter Energiezufuhr mit dem organischen Stoff reagiert.

Folgend wird beispielhaft die Verbrennungsreaktion von dem Alkan Methan gezeigt:



Aus der Gleichung ist ersichtlich, dass bei der Verbrennung von Methan Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen. Dies trifft auf die vollständige Verbrennung von allen Alkanen zu. Das entstehende Kohlenstoffdioxid kann mit der Kalkwasserprobe nachgewiesen werden. Hierfür wird eine wässrige, gesättigte Calciumhydroxid-Lösung benötigt, in welche das nachzuweisende Gas eingeleitet wird. Trübt sich das Kalkwasser auf Grund einer weißen Niederschlagsbildung, so ist der Nachweis positiv. Bei diesem weißen Niederschlag handelt es sich fein verteiltes Calciumcarbonat (Kalk), welches bei der Reaktion von Calciumhydroxid mit Kohlenstoffdioxid entsteht:



Wasser kann mit Hilfe unterschiedlicher Nachweise, wie beispielsweise mit Watesmo-Papier, wasserfreiem Kupfer(II)-sulfat oder Cobalt(II)-chlorid erfolgen. Sowohl beim Nachweis mit Kupfer(II)-sulfat als auch dem Nachweis mit Cobalt(II)-chlorid erfolgt eine Komplexbildung mit Wasser, wodurch eine Farbänderung auftritt. So bildet weißes Kupfer(II)-sulfat mit Wasser blaugrüne Kristalle und das blaue Cobalt(II)-chlorid färbt sich bei Anwesenheit von Wasser rosarot. Der Nachweis von Wasser mit Hilfe des Watesmo-Papiers erfolgt ebenso über eine Farbänderung von hellblau nach tiefblau. Weiter muss für die Elementaranalyse von Methan (bzw. Alkanen) geklärt werden, ob die Sauerstoff-Atome, die sowohl in dem entstehenden Wasser-Molekülen wie auch in den Kohlenstoffdioxid-Molekülen im Edukt (z.B. Methan) enthalten waren, oder aus dem Sauerstoff der Umgebungsluft stammen (Bohrmann-Linde et al., 2019).

5.1.4 Das Gesetz von Avogadro

Das Gesetz von Avogadro, begründet 1811 von Amedeo Avogadro, besagt, dass bei allen Gasen bei gleicher Temperatur und gleichem Druck in einem bestimmten Volumen immer gleich viele Teilchen vorliegen (Mortimer & Müller, 2010). Daraus ergibt sich molare Volumen. Es beträgt für ein ideales Gas bei Normalbedingungen ($T = 273,25 \text{ K}$ (0°C) und $p = 101,325 \text{ kPa}$) $22,414 \text{ L/mol}$. Die Abweichung der realen Gase von diesem Wert beträgt für die meisten Gase weniger als 1 %. Bei Methan beispielweise beträgt das molare Volumen bei Normalbedingungen $V_m = 22,381 \text{ L/mol}$ (Küster, 2016). Da für Gase eine umgekehrte Proportionalität zwischen dem Volumen und dem Druck bei gleichbleibender Temperatur (Boyle-Mariotte-Gesetz) und eine Proportionalität zwischen dem Volumen und der Temperatur bei gleichbleibendem Druck (Gay-Lussac-Gesetz)

vorliegt (Mortimer & Müller, 2010) verändert sich das molare Volumen in Abhängigkeit vom Druck und der Temperatur. Für Gase kann mit Hilfe der molaren Masse bei bekanntem Volumen und gegebenen Umgebungsbedingungen (Druck und Temperatur) die Stoffmenge einer Stoffprobe mit der Gleichung $V_m = \frac{V}{n}$ berechnet werden. Mit Hilfe der Stoffmenge, sowie bekannter Masse kann anschließend die molare Masse mit der Gleichung $n = \frac{m}{M}$ berechnet werden. Ist die Art der in den Molekülen gebundenen Atome bekannt, so kann anhand der molaren Masse, zumindest bei einfachen Molekülen, die Summenformel bestimmt werden. Bei komplexeren Molekülen müssen die quantitativen Untersuchungen mit Hilfe von Untersuchungsmethoden wie beispielsweise die Gaschromatographie, die Gas-Volumetrie oder die Massenspektrometrie erfolgen.

6 Fachdidaktischer Hintergrund

6.1 Bildungs- bzw. Lehrplanbezug

Da die Begleitforschung zur Entwicklung und Optimierung des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ in Baden-Württemberg (BW) und Nordrhein-Westfalen (NRW) durchgeführt wurde, wurden im Folgenden die Bezüge zu den Bildungsplänen BW und den Kernlehrplänen von NRW für die allgemeinbildenden Gymnasien hergestellt. Dabei wurden sowohl die fachlichen Inhalte des Selbstlernbuchs bzw. der fachbezogene Kompetenzerwerb als auch die überfachlichen Kompetenzen beleuchtet. Bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch wurden vielfältige Kompetenzen aus sämtlichen Bereichen aus den Lehr- bzw. Bildungsplänen adressiert, welche in den folgenden Kapiteln folgenden spezifisch benannt sind.

6.1.1 Bildungsplanbezüge (BW)

In der Leitperspektive Medienbildung Bildungsplan Chemie (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2022) wird der angemessenen Mediennutzung, sowie dem produktiven Einsatz der Medien eine zentrale Rolle beigemessen: „Sowohl bei der Erarbeitung von fachlichen Inhalten als auch bei der Präsentation von Arbeitsergebnissen greifen die Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht auf die verschiedensten Medien zurück und üben so den Umgang mit diesen.“ (ebd., S.4). Desweiteren wird im Kapitel „Didaktische Hinweise“ des Bildungsplans gefordert, dass die Schüler:innen an das selbstständige Lernen und Experimentieren im Rahmen des Chemieunterrichts herangeführt werden (ebd.).

6.1.1.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Ziel bei der Konzeption des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ war es, alle drei im Bildungsplan genannten Bereiche „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ der prozessbezogenen Kompetenzen beim Lernprozess mit diesem zu fördern (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden- Württemberg, 2022). Die Förderung dieser Kompetenzen sollte dabei durch Integration der folgenden Aspekte im Selbstlernbuch erfolgen. Dabei wird nicht der Wortlaut aus dem Bildungsplan entnommen, sondern die Formulierung für das Selbstlernbuch angepasst.

- Erkenntnisgewinnung:
 - Integration von Experimenten begleitet durch Fragestellungen bzw. Aufgaben, die es ermöglichen, Hypothesen zu formulieren und zu überprüfen, chemische Phänomene zu beobachten und Laborgeräte sachgerecht verwenden zu können.

- Anwendung von Modellen für die Erklärungen von Sachverhalten, sowie die Entwicklung von einfachen Modellen.
- Kommunikation:
 - Nutzung digitaler Medien zur Recherche chemiebezogener Themen, sowie die Darstellung von Informationen in (bewegten) Bildern und der Skriptformulierung für die Erklärvideos.
 - Beschreibung und Erklärung von Zusammenhängen zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten mit Hilfe von Modellen und digitalen bzw. digitalisierten Veranschaulichungen unter Verwendung adressatenbezogenen Fachsprache.
 - Die Planung, Produktion, Präsentation und Reflexion der eigenen Erklärvideoproduktion im Team von zwei bis drei Schüler:innen.
- Bewertung:
 - Alltagsbezogene und chemiebezogene Phänomene erkennen und fachbezogene Kompetenzen und Kenntnisse nutzen, um daraus nützliche und anwendungsbezogene Zusammenhänge ableiten zu können.

6.1.1.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Der Inhalt des Selbstlernbuchs wird bereits durch den Namen „Einführung in die organische Chemie“ verdeutlicht. Folgend werden die inhaltsbezogenen Kompetenzen aufgeführt, die durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch gefördert werden sollten. Im Bildungsplan (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden- Württemberg, 2022) wird zwischen den beiden Bereichen „Stoff – Teilchen – Struktur – Eigenschaften“ und „Chemische Reaktion“ unterschieden. Diese Unterteilung wird für die Darstellung der fachbezogenen-inhaltlichen Kompetenzförderung übernommen. Dabei wird nicht der Wortlaut aus dem Bildungsplan entnommen, sondern die Formulierung für das Selbstlernbuch angepasst.

- Stoff – Teilchen – Struktur – Eigenschaften:
 - Experimentelle Untersuchung von Stoffeigenschaften der Alkane, sowie die Beschreibung der typischen Stoffeigenschaften unterschiedlicher Alkane
 - Einteilung vorliegender Stoffgemische in Lösungen und Emulsionen
 - Verwendung von Methan aufgrund seiner Eigenschaften im Alltag und in der Technik erläutern.
 - Die sich verändernden Eigenschaften innerhalb der homologen Reihe beschreiben.

- Die Lewis-Schreibweise nutzen, um das Methan-Molekül darzustellen, dabei die Edelgasregel und das Elektronenpaarabstoßungsmodell zu berücksichtigen.
 - Zwischen vorliegenden Molekülen die zwischenmolekularen Wechselwirkungen benennen, erläutern und daraus Eigenschaften wie Siedetemperatur, Löslichkeit und Dichte ableiten.
- Chemische Reaktion:
- Nachweise für Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff und Wasser durchführen, beschreiben und interpretieren.
 - Berechnungen mit der Stoffmenge und dem molaren Volumen zur Bestimmung der molaren Masse von Methan durchführen.

6.1.2 Kernlehrpläne NRW

Es sind zwischen dem Bildungsplan BW und dem Kernlehrplan NRW viele Analogien zu finden, der Aufbau der beiden Regelwerke ist jedoch verschieden. Deshalb wurden die Bezüge der Inhalte und der Kompetenzförderung durch das Selbstlernbuch folgend erläutert. Der Kernlehrplan NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019) ist nach Inhaltsfeldern gegliedert, wobei das Thema organische Chemie im Inhaltsfeld 10 verortet ist. Zudem werden Kompetenzerwartungen formuliert, die den einzelnen Inhaltsfeldern zugeordnet werden können. Die Kompetenzerwartungen, die im Lernsetting des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ gefördert werden, werden in Kapitel 7.2 zusammengefasst dargestellt.

6.1.2.1 Kompetenzerwartung

Die Kompetenzerwartung im Kernlehrplan NRW ist in der zweiten Stufe in die vier Bereiche „Umgang mit Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“, unterteilt (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019).

- Umgang mit Fachwissen:
 - Nachvollziehbare Darstellung von chemischen Phänomenen. UF1
 - Chemisches Fachwissen zu Lösung von Aufgaben anwenden. UF2
- Erkenntnisgewinnung:
 - Phänomene wahrnehmen und beschreiben. E2
 - Vermutungen mit fachlichen Konzepten zu chemischen Fragestellungen formulieren. E3

- Beobachtungen darstellen und auf Grundlage einer Fragestellung/Hypothese auswerten. E5
- Mit Modellen chemische Phänomene veranschaulichen. E7
- Kommunikation:
 - Ergebnisse von Experimenten dokumentieren. K1
 - Chemische Informationen aus digitalen Fachtexten, Erklärvideos, Abbildungen und Schemata entnehmen und wiedergeben. K2
 - Chemische Sachverhalte mit Hilfe von digitalen Medien sachgerecht vorstellen. K3
- Bewertung:
 - Chemische Sachverhalte identifizieren und fehlende Informationen beschaffen. B1

6.2 Modelle und Experimente im Chemieunterricht

Der Anwendung sowie Nutzung von Modellen und der Durchführung von Experimenten bzw. Versuchen kommen eine zentrale Rolle im Chemieunterricht zu, die in einer ständigen Interaktion zueinander stehen (Reiners, 2022). Dadurch stehen das praktische Tun in beispielsweise Versuchen bzw. Experimenten, sowie Erfahren/Beobachten und die zugehörigen Modelltheorien im engen Zusammenhang und sollten stets miteinander verknüpft werden. Die Modellnutzung und die Experimenteinbindungen in den Unterricht, sowie deren Verknüpfung werden in den folgenden Kapiteln thematisiert.

6.2.1 Modelle

Für die Thematisierung von komplexen Sachverhalten im Chemieunterricht kann es für das Verständnis entscheidend sein, ein passendes Modell als Unterstützung beim Lernprozess zu wählen (Barke et al., 2018). Um den Aufbau von Materie und die Prozesse bei stofflichen Veränderungen verstehen zu können, muss das Verständnis für die submikroskopische Ebene, die i.d.R. nicht direkt erfahrbar ist, mit Hilfe von Modellen geschaffen werden (Paul et al., 2024). Dabei dienen passend gewählte Modelle zur Veranschaulichung. Einerseits dienen Modelle dazu, neue Erkenntnisse zu erhalten (Barke et al., 2018) und zum anderen unterstützen sie dabei, bekannte Sachverhalte zu erklären und auf andere Kontexte zu übertragen (Neumann, 2022). In der Modelltheorie von Stachowiak werden drei Hauptmerkmale von Modellen benannt, die den Zusammenhang zwischen Urbild und Modell beschreiben (Stachowiak, 1973): das Abbildungsmerkmal, das Verkürzungsmerkmal und das pragmatische Merkmal. Modelle haben

demnach nicht den Anspruch, das Urbild in seiner Gesamtheit abzubilden. Zudem sind Model und Urbild nicht identisch zueinander, sondern liefern eine elementarisierte Darstellung, für die die erstellende Person für das Verständnis eines Objektes bzw. Sachverhaltes relevante Eigenschaften des Urbildes gewählt hat. Auch soll ein Modell auf Grundlage von pragmatischen Entscheidungen, beispielsweise unter Einbezug der Zielgruppe und dem Zweck, gewählt werden (Paul et al., 2024). Im Chemieunterricht werden überwiegend Denkmodelle, wie Modelle zur chemischen Bindung, zur chemischen Reaktion und zur chemischen Struktur, sowie Anschauungsmodelle, zum Beispiel für die Darstellung von Molekülstrukturen und Kristallgitterstrukturen, eingesetzt (Barke et al., 2018).

6.2.2 Experimente und Versuche

Der Einbezug von Experimenten ist im Chemieunterricht von zentraler Bedeutung, denn bei deren Durchführung durch die Lernenden können prozessbezogene und inhaltliche, sowie weitere überfachliche Kompetenzen, z.B. Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden- Württemberg, 2022) gefördert werden. Auch beim Einbezug von digitalen Medien in den Chemieunterricht sollte dem Experiment eine zentrale Rolle zugeordnet werden. Im Rahmen der Schulchemie haben Experimente in Abgrenzung zu wissenschaftlichen Experimenten meist das Ziel, Schüler:innen die Möglichkeit zu geben, in der Fachcommunity akzeptiertes Grundlagenwissen zu erwerben und weniger, damit völlig neues Wissen zu generieren (Emden et al., 2024). Häufig werden die Begriffe Experiment und Versuch im schulischen Kontext äquivalent bezeichnet, jedoch unterscheiden sie sich wie folgt: Das Ziel eines Versuchs ist es Beobachtungen zu machen und daraus Folgerungen abzuleiten, wobei nicht systematisch in die Abläufe eingegriffen wird. Dagegen wird bei einem Experiment eine gezielte Veränderung anvisiert, indem ein Faktor verändert, die Auswirkung beobachtet und damit die Wirkung eines Faktors auf einen anderen Faktor untersucht wird (ebd.). Auf der Grundlage einer Fragestellung sollte bei einem Experiment zunächst die Planung der Durchführung und eine Hypothesenbildung erfolgen, bevor dieses praktisch durchgeführt und ausgewertet wird (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden- Württemberg, 2022). Im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ wurden sowohl Versuche als auch Experimente integriert, wobei die eindeutige Zuordnung zu den Begrifflichkeiten Experiment und Versuch nicht immer eindeutig möglich ist. Beispielsweise wird die Qualitative Analyse von Methan von den Schüler:innen durchgeführt, wobei die Verbrennungsgase mit Hilfe von verschiedenen Nachweireaktionen, was dem veränderten Faktor entspricht, untersucht werden. Es erfolgt nach der Durchführung der Analyse eine im Selbstlernbuch schrittweise angeleitete, detaillierte Auswertung, jedoch wird von den Schüler:innen vorab keine Hypothese formuliert. Daher wird in den folgenden Ausführungen keine

strikte Unterscheidung vorgenommen und die beide Begriffe im Sinne eines nicht wissenschaftlichen Schalexperiments verwendet.

Wenn Schüler:innen experimentieren, kann häufig eine unterschiedliche Vorgehensweise bzw. ein unterschiedliches Interesse beobachtet werden. Einige haben ein großes, eher spielerisches Interesse an experimentellen Effekten und diese zu erzeugen oder zu verstärken. Andere haben es im Sinne des Erkenntnisgewinns zum Ziel, naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu erkunden (Emden, Ropohl, und Rossow 2024). Steht für die Schüler:innen der experimentelle Effekt im Mittelpunkt, so sprechen diese häufig beim Ausbleiben des erwarteten Effekts davon, dass das Experiment misslungen ist, was auf einen Mangel an metakognitiven Kompetenzen im Bereich der Bewertung hinweisen kann (ebd.). Der Sachverhalt, dass ein Experiment nicht immer wie zunächst erwartet verläuft, sollte daher im Rahmen des Chemieunterrichts thematisiert werden.

Um die Erkenntnisgewinnung mehr in den Fokus zu rücken, wurden beispielsweise auch negative Nachweisreaktionen im Selbstlernbuch bewusst integriert.

6.3 Stoff- und Teilchenebene

Im Chemieunterricht liegt häufig ein Schwerpunkt darauf, die makroskopische mit der submakroskopischen, sowie der symbolischen Ebene zu verknüpfen und damit die Zusammenhänge der gemachten stofflichen Beobachtungen auf der Atomebene bzw. symbolhaft zu erklären (Rost, 2021). Das Johnstone Dreieck greift die drei Ebenen auf (siehe Abbildung 6-1) (Johnstone, 1991, 1993). Nach Johnstone beinhaltet die makroskopische Ebene die chemischen Phänomene, die beobachtet oder gemessen werden können. Die Betrachtungen finden also auf der Stoffebene statt. Die submikroskopische Ebene beschäftigt sich dagegen mit Modellvorstellungen, also der Betrachtung des Sachverhaltes auf der Teilchenebene. Die dritte symbolhafte Ebene umfasst die repräsentativen Darstellungen, also unter anderem das Aufstellen von Reaktionsgleichungen, Formeldarstellungen, sowie Diagramme und mathematische Gleichungen. Das Denken auf den verschiedenen Ebenen soll im Chemieunterricht mit Modellen und mit zunehmendem Abstraktionslevel unterstützt werden (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden- Württemberg, 2022). Dabei stellt dieser Übergang vom Sichtbaren (der Stoffebene) zu den nicht unmittelbar wahrnehmbaren Teilchen (Teilchenebene) sowie der zugehörigen Repräsentationsebene die Schüler:innen aber häufig vor Herausforderungen (Johnstone, 2010). Untersuchungen an Hochschulen zeigten, dass viele Studierende beispielsweise die organische Chemie aufgrund des häufigen Wechsels zwischen der Stoff- und Teilchenebene, sowie auch der Symbolebene mit neuen Fachbegriffen als schwierig empfanden (O' Dwyer & Childs, 2017).

Didaktische Forschung zeigt, dass es auch Schüler:innen häufig schwerfällt, diese Ebenen voneinander zu trennen. Es kommt oft zur Vermischung der Ebenen, was sich auf das Verständnis von chemischen Inhalten negativ auswirken kann (Barke et al., 2018; Haas & Marohn, 2022). Daher sollte im Unterricht eine klare Trennung bzw. korrekte Benennung der verschiedenen Ebenen vorgenommen werden und der Umgang, sowie die spezifische Fachsprache auf den unterschiedlichen Ebenen aktiv gefördert werden.

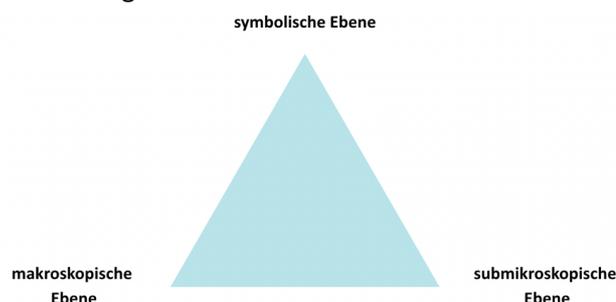


Abbildung 6-1: Johnstone Triangle von Johnstone (1993) (Entnommen aus Johnstone, 1993, S. 703)

6.4 Alltagsbezug im Chemieunterricht

Der Einbezug von alltäglichen Problemen und Phänomenen sollte nach Möglichkeit bei didaktischen Konzeptionen von Lernmaterial berücksichtigt werden. Denn der Alltagsbezug kann sich dabei positiv auf das Interesse und die Motivation auswirken (Barke et al., 2018; Barke & Harsch, 2001). Im Rahmen von Befragungen äußerten Schüler:innen sogar den konkret den Wunsch nach Alltagsbezügen im Chemieunterricht (Barke et al., 2018; Broman & Parchmann, 2014; van Vorst et al., 2013). Jedoch ist zu beachten, dass verschiedene Alltagsthemen zu unterschiedlich großem Interesse führen können und nicht alle Themen gleichermaßen eine motivierende Wirkung für alle Schülergruppen haben (Barke et al., 2018; Barke & Harsch, 2001). Bei der Erstellung des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ wurde der Alltagsbezug fokussiert in den Experimenten und Versuchen, wenn möglich Alltagschemikalien verwendet sowie in den Informationstexten mehrfach Verweise und Bezüge zum Alltag hergestellt und mit Bildern und Abbildungen verdeutlicht.

6.5 Schülervorstellungen

Wie bereits in Kapitel 2.1.1 diskutiert ist es von entscheidender Bedeutung für die Lernwirksamkeit an das vorhandene Vorwissen anzuknüpfen bzw. dieses zu aktivieren. Gleichermäßen ist es entscheidend den Kenntnis- und Kompetenzstand der Schüler:innen sowie vorhandene Schülervorstellungen zu kennen (Gropengießer & Marohn, 2018). Schülervorstellungen werden durch Aussagen von Schüler:innen ersichtlich, die darauf hindeuten, dass sie über falsche oder

unzureichende Konzeptverständnisse und Vorstellungen verfügen (Grüß-Niehaus et al., 2024). Beispielsweise können Schülervorstellungen durch Alltagsvorstellungen geprägt sein und dabei häufig nicht dem aktuellen, anerkannten naturwissenschaftlichen Kenntnisstand entsprechen (Gropengießer & Marohn, 2018). Ein historisch geprägter und aus dem angloamerikanischen Raum stammender Begriff für Schülervorstellungen ist „misconceptions“ bzw. „Fehlkonzept“ (Grüß-Niehaus et al., 2024). Inzwischen gibt es eine Vielzahl an didaktischer Forschung zu Schülervorstellungen, sowie ganze Nachschlagewerke dazu (Duit, 2025). Häufig können Parallelen zwischen der Genese aktuell akzeptierter Theorien und den Vorstellungen der Schüler:innen gefunden werden (Barke et al., 2018). Auch können Lehrkräfte die Verfestigung von unzureichenden Konzepten, sogenannte „hausgemachte Fehlvorstellungen“ (Barke et al., 2009) fördern, was teilweise daran liegt, dass auch bei Lehrkräften selbst Fehlvorstellungen vorliegen können (Taskin et al., 2017) oder diese fördernde unüberlegte Erklärungen im Unterricht getätigt werden. Folgend werden einige aus Schülervorstellungen abgeleiteten Konzepte, sowie Beispiele dazu genannt (Barke et al., 2018; Grüß-Niehaus et al., 2024).

- Das Vernichtungskonzept: Bei einem Lösungsvorgang löst sich der zu lösende Stoff auf und ist anschließend nicht mehr vorhanden.
- Das Verbrennungskonzept: Bei der Verbrennung von Holz verschwindet ein Teil der Stoffe.
- Das Reaktionskonzept: Wird ein Stoff in einem Lösungsmittel gelöst, so findet eine chemische Reaktion statt.
- Horro Vacui: Der Raum zwischen den Teilchen kann nicht leer sein.
- Wärme als Substanz: Beim Erhitzen von Wasser auf einer Herdplatte steigt Wärme auf und dabei entstehen Blasen.
- Das Zersetzungs- und Mischungskonzept: Wird Wasser erhitzt, so entsteht beim Erhitzen Wasserstoff und Sauerstoff, da Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht.

Der Veränderungsprozess von den Schülervorstellungen hin zu naturwissenschaftlich anerkannten Konzepten wird als „Conceptual Change“ bezeichnet. Dieser Prozess gestaltet sich häufig schwierig, kann aber beispielsweise durch das Auslösen eines kognitiven Konflikts initiiert werden (Gropengießer & Marohn, 2018).

Im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ wurden einige typische Schülervorstellungen, wie das Zersetzungs- und Mischungskonzept, Verbrennungskonzept und das Vernichtungskonzept in den integrierten Experimenten, Versuchen und Aufgaben aufgegriffen. Im Rahmen der Begleitforschung wurden zu den oben genannten, häufig fehlerhaften Schülervorstellungen Items in die Fragebogenerhebung integriert, um einen Eindruck zu den vorliegenden Konzeptverständnissen und Vorstellungen der Schüler:innen zu erhalten.

7 Entwicklung des Forschungskonzepts

Die sinnvolle und zielgerichtete Integration von digitalen Medien in den Chemieunterricht kann positive Effekte auf die Motivation und Lernwirksamkeit haben (siehe Kapitel 2.1.4.3). Zudem ermöglicht der Einsatz digitaler Medien zur rezeptiven und produktiven Nutzung mit Medienproduktionsaufgaben wie der Erklärvideoproduktion (siehe Kapitel 4.4). Beim Einsatz digitaler Medien als Lernwerkzeug können weiterhin verschiedene 21st Century Skills gefördert werden (siehe Kapitel 2.1.4). Es zeigte sich durch die vorangegangene Literaturrecherche (siehe Kapitel 4.4), dass hinsichtlich der rezeptiven und produktiven Nutzung von Erklärvideos im Chemieunterricht und dem Einfluss auf die Motivation und Lernwirksamkeit noch Forschungsbedarf besteht. Das zentrale Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war es, Lernmaterialien für den Chemieunterricht zu entwickeln und zu erproben, die niederschwellig in den Unterricht eingesetzt werden können, zudem eine Vertiefung der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, sowie die Integration von Aufgaben zur Erklärvideoproduktion in den Unterricht ermöglichen. Dabei sollten motivationale Effekte und die Wirksamkeit qualitativ, sowie quantitativ erhoben werden und die Lernmaterialien anhand der Erhebungsergebnisse nach dem Design-Based Research Ansatz (siehe Kapitel 7.1.3) weiterentwickelt werden. Bei der Konzeption der Lernmaterialien musste berücksichtigt werden, dass die Schüler:innen für die Erklärvideoproduktion eine Vielzahl an unterschiedlichen Kompetenzen benötigen (siehe Kapitel 2.1.4) und das Niveau passend gewählt werden muss, um eine Überforderung der Schüler:innen möglichst zu vermeiden. Ein weiterer Schwerpunkt bei der Konzeption der Lernmaterialien lag darauf, dass die Schüler:innen neben den fachlichen und digitalisierungsbezogenen Kompetenzen weitere überfachliche Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen erwerben und vertiefen konnten (siehe Kapitel 3). Weiterhin sollte die thematische Anbindung an die Lehr- bzw. Bildungspläne gewährleistet werden.

Die genannten Ziele, die sich daraus ergebenden Folgerungen und deren Verknüpfung wurden in Abbildung 7-1 als Übersicht dargestellt. Für die Forschung wurde eine höhere Klassenstufe, aufgrund des Einflusses des Vorwissens und der Jahrgangsstufe auf die Lernwirksamkeit (siehe Kapitel 2.1.4.1), bevorzugt. Um jedoch nicht mit den Abiturvorbereitungen in der Oberstufe zu kollidieren, was Auswirkung auf die Stichprobengröße haben könnte, wurde der Themenbereich „Einstieg in die organische Chemie“ gewählt, der für die 10. Klasse vorgesehen ist.

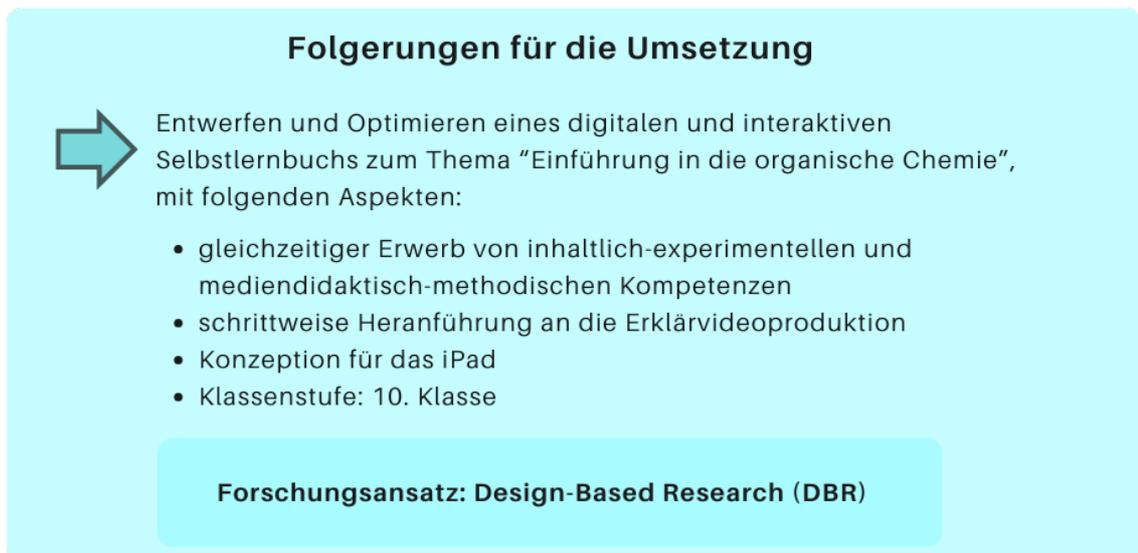
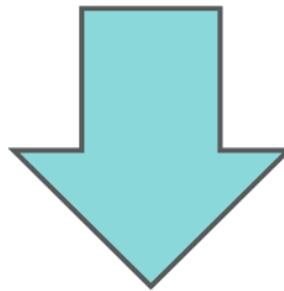


Abbildung 7-1: Grafische Darstellung der im Rahmen der vorliegenden Forschung mit den entwickelten Lernmaterialien verfolgten Ziele und zu fördernde Kompetenzbereiche, sowie die abgeleiteten Folgerungen für die Umsetzung.

Auf Grundlage der angeführten Ziele und Ausrichtungen, sowie der Analyse zum Einsatz in den Schulen, wurde entschieden, für den Themenbereich „Einstieg in die organische Chemie“ ein digitales und interaktives Selbstlernbuch für den gleichzeitigen Erwerb von inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen für die Nutzung auf iPads zu entwerfen, erproben und nach dem Design-Based Research Ansatz (DBR) (Schmiedebach & Wegner, 2022) über drei Interventionsphasen weiterzuentwickeln. In den folgenden Abschnitten werden das Untersuchungsdesign der vorliegenden Forschung (Kapitel 7.1) und die Konzeption des Selbstlernbuchs (Kapitel 7.2) vorgestellt.

7.1 Untersuchungsdesign

Im Folgenden wird eine Klassifikation des Untersuchungsdesigns nach Döring und Börtz (2016) vorgenommen (siehe auch Abbildung 7.1-1). Bei dem wissenschaftlichen Ansatz der vorliegenden Studie handelt es sich um eine Mixed-Methods-Studie, in der sowohl qualitative als auch quantitative Forschungsmethoden kombiniert angewendet werden, um ein umfassendes Bild der untersuchten Fragestellung zu erlangen. Das Erkenntnisziel der Studie ist anwendungswissenschaftlich orientiert, d.h. sie zielt darauf ab, praxisrelevante Erkenntnisse zu generieren, die unmittelbar in der schulischen Praxis anwendbar sind. Die Studie ist eine empirische Originalstudie im Sinne einer Primäranalyse, was bedeutet, dass sie auf neu erhobenen Daten basiert und somit neue Einsichten in das Forschungsfeld bietet. Die explorative Studie wurde als Feldstudie in schulischen Kontexten durchgeführt, um praxisnahe

Erkenntnisse zu gewinnen, wobei die Schüler:innen in Form einer Längsschnittstudie (d.h. Pre-, Post- und Follow-up Messungen) wissenschaftlich begleitet wurden. Die Lehrkräfte dagegen wurden nur zu einem Zeitpunkt, im Anschluss an die Intervention befragt (Leitfadeninterview und Fragebogenerhebung). Zudem handelt es sich um eine Vollerhebung, da alle Schüler:innen der an der Forschung teilnehmenden Klassen mit dem Selbstlernbuch arbeiteten und dabei mit den

Klassifizierung des Untersuchungsdesigns

- 1. Wissenschaftstheoretischer Ansatz**
 - Mixed-Methods-Studie
- 2. Erkenntnisziel**
 - Unabhängige Anwendungswissenschaftliche Studie
- 3. Gegenstand der Studie**
 - Empirische Originalstudie
- 4. Datengrundlage**
 - Primäranalyse
- 5. Erkenntnisinteresse**
 - Explorative Studie
- 6. Untersuchungsort**
 - Feldstudie
- 7. Untersuchungszeitpunkte**
 - Längsschnittstudie

Abbildung 7-2: Klassifizierung des Untersuchungsdesigns zur Befragung der Schüler:innen nach Döring und Börtz (2016) (leicht verändert nach Döring und Börtz, 2016, S. 183)

Fragebogenerhebungen begleitet wurden, sofern sie die Einverständniserklärung der Eltern abgegeben hatten. Die Datenerhebung erstreckte sich über drei Schuljahre und die verwendeten Materialien und Erhebungsmethoden wurden im Rahmen des Design-Based Research weiterentwickelt. Dieser iterative Ansatz ermöglichte es, Theorie und Praxis eng miteinander zu verknüpfen und die Instrumente und Verfahren kontinuierlich zu optimieren (Schmiedebach & Wegner, 2022). In den folgenden Kapiteln werden die Erläuterungen, zum Mixed-Methods Ansatz (Kapitel 7.1.1), zur explorativen Studie (Kapitel 7.1.2), dem Design-Based Research Ansatz (Kapitel 7.1.3) und die Gütekriterien (siehe Kapitel 7.1.4) dargelegt.

7.1.1 Mixed-Methods Ansatz

Bei einem Mixed-Methods Ansatz werden die qualitativen und quantitativen Forschungsansätze miteinander kombiniert und die Ergebnisse dieser in Beziehung gesetzt, um Schlussfolgerungen daraus zu ziehen (Schreier et al., 2023). Bei der vorliegenden Studie im dritten Interventionszyklus erfolgte die Kombination zum Zeitpunkt der Post-Befragung (direkt nach der Intervention) in der Form, dass zunächst eine quantitative Studie (Fragebogenerhebung) durchgeführt wurde und anschließend mit einem Teil der Forschungsteilnehmer:innen qualitative Leitfadeninterviews durchgeführt wurden. Dieses Vorgehen nach dem Vertiefungsmodell ermöglichte es, dass die quantitativen und qualitativen Befunde in der Gesamtheit interpretiert werden konnten (Döring & Bortz, 2016).

7.1.2 Explorative Studie

Die vorliegende Forschung hat einen explorativen Charakter, da das Feld der Integration produktiver Aufgaben in Form von Aufgaben zur Erklärvideoproduktion eingebunden in den fachlichen Kontext des Themengebiets „Einführung in die organische Chemie“ bisher nicht erforscht wurde. Das explorative Vorgehen setzt eine gewisse Offenheit und Flexibilität bezüglich der Fragestellungen und der Erhebungsinstrumente voraus (Schreier et al., 2023). Ziel dieser Studie war es, Lernmaterialien für den niederschweligen Einsatz in den regulären Chemieunterricht, in Form eines digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs zum Thema „Einführung in die organische Chemie“ für das iPad zum gleichzeitigen fachlichen, digitalisierungsbezogenen und überfachlichen Kompetenzerwerb sowie der Integration von Aufgaben zur Erklärvideoproduktion in den Unterricht zu entwickeln. Anhand der gestellten Forschungsfragen (siehe Kapitel 1.2) sollten motivationale Effekte und die Wirksamkeit qualitativ, sowie quantitativ zu erkundet werden.

7.1.3 Design-Based Research Forschungsansatz

„Die Fachdidaktik verfolgt das Ziel, Innovationen für die pädagogische Praxis zu entwickeln, die durch Ergebnisse fachdidaktischer Forschung als besonders lohnenswert proklamiert werden und dann anschließend im Sinne eines Transfers Einzug in den schulischen Alltag findet.“ (Schmiedebach & Wegner, 2022, S. S. 2) Damit begründen Schmiedebach und Wegner die Notwendigkeit Lehrpersonen in die Forschungsprojekte einzubinden und damit die in der Schulpraxis vorherrschenden Bedingungen zu berücksichtigen (ebd.). Der Design-Based Research Ansatz (kurz DBR-Ansatz) stellt ein Vorgehen dar, das den oben beschriebenen Einbezug der Lehrkräfte und der Schulpraxis ermöglichen kann. Dabei wird mit dem DBR-Ansatz das Ziel verfolgt Probleme in der Bildungspraxis zu lösen und dabei Theorien zu entwickeln, die sowohl den wissenschaftlichen Ansprüchen entsprechen und gleichzeitig für die Praxis brauchbar sind (Reinmann, 2022). Ein Vorschlag für das Vorgehen nach dem DBR-Ansatz ist in Abbildung 7-3 gezeigt. Nach der Vorprüfung und der Prototypentwicklung findet die Beurteilungsphase, in der die Entwicklung und Forschung in fortlaufenden Zyklen – der Intervention, der Analyse und der Revision – stattfinden (Schmiedebach & Wegner, 2022). Dabei besteht die Intervention aus der Interaktion zwischen den Lehrenden und Lernenden, sowie den eingesetzten Materialien, Medien und Methoden (ebd.). Es werden für den DBR nicht unbedingt die klassischen Gütekriterien vorausgesetzt. Stattdessen könnten Kriterien wie die Neuheit, Nützlichkeit und die Umsetzung von nachhaltigen Innovationen als Bewertungskriterien herangezogen werden (Reinmann, 2022).

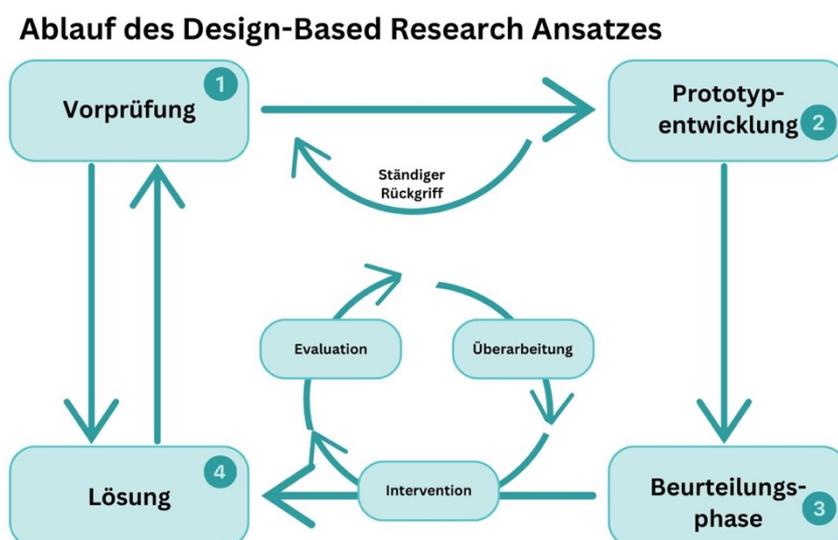
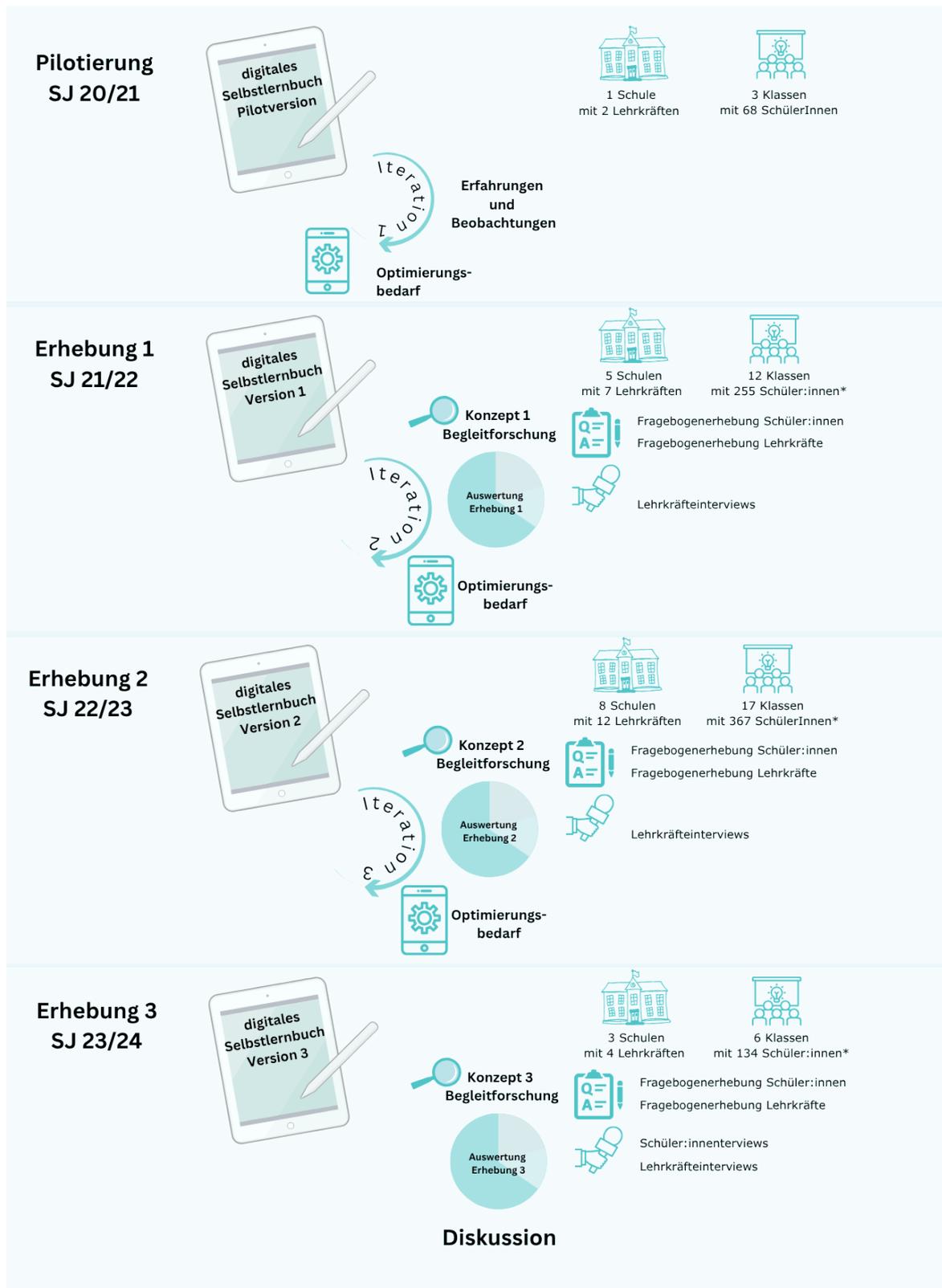


Abbildung 7-3: Ablauf des Design-Based Research Ansatzes vom Osthusenrich-Zentrum für Hochbegabtenförderung an der Fakultät für Biologie der Universität Bielefeld (OZHB) (leicht modifiziert basierend auf der Abbildung in Schmiedebach und Wegner, 2022, S. 4)

7.1.3.1 Umsetzung des Untersuchungsdesigns

Die Umsetzung des Design-Based Research Ansatzes in der vorliegenden Forschung erfolgte nach dem in der Abbildung 7-4 gezeigten Vorgehen. Im Schuljahr 20/21 erfolgte die erste Erprobung der Pilotversion des Selbstlernbuchs im eigenen Unterricht der Autorin und einer weiteren Lehrkraft am Otto-Hahn Gymnasium Nagold, mit dem Ziel die grundsätzliche Funktion des Konzepts zu überprüfen. Anhand der Erfahrungen und Beobachtungen, sowie den Rückmeldungen der anderen Lehrkraft und der Schüler:innen beider Klassen wurden der Aufbau und die Inhalte des Selbstlernbuchs angepasst und überarbeitet. Beispielsweise wurden Infotexte überarbeitet, Formulierungen angepasst, notwendige Hinweise und Tipps ergänzt, sowie das Design auf Grundlage der Rückmeldungen der Schüler:innen verändert. Die im Selbstlernbuch enthaltenen Erklärvideos wurden inhaltlich optimiert, sowie das Design dieser überarbeitet und ein weiteres Erklärvideo zum Thema „Berechnung der molaren Masse eines Gases“ ergänzt. Auch wurden weitere Lern-Apps ergänzt und die Abfolge der enthaltenen Aufgaben und Versuche teilweise angepasst. Eine wissenschaftliche Begleitung des Probeeinsatzes im Schuljahr 20/21 erfolgte nicht. Im Schuljahr 21/22 wurde das überarbeitete Selbstlernbuch (Version 1) in 12 Klassen an fünf Schulen erprobt und wissenschaftlich mit Fragebogenerhebungen (mit Schüler:innen und Lehrkräften), sowie Leitfadeninterviews (mit Lehrkräften) begleitet. Nach der erneuten Optimierung des Selbstlernbuchs anhand der Erkenntnisse durch die Begleitforschung, wurde das Selbstlernbuch im darauffolgenden Schuljahr in der zweiten Version an acht Schulen in 15 Klassen erneut eingesetzt und wissenschaftlich mit Fragebogenerhebungen mit Schüler:innen und Lehrkräften), sowie Leitfadeninterviews (mit Lehrkräften) begleitet. Auch im Anschluss an diese Erprobung erfolgte eine Anpassung des Selbstlernbuchs anhand der Erkenntnisse, die durch die Begleitforschung erhalten wurden. Im Schuljahr 23/24 wurde die dann finale Fassung des Selbstlernbuchs mit sechs Klassen erprobt. Während dieser Intervention wurden für die wissenschaftliche Begleitforschung zusätzlich mit vierzehn Schüler:innen Leitfadeninterviews geführt.



* entspricht der Anzahl an SchülerInnen, die den Fragebogen 1 ausgefüllt haben (ohne Bereinigung)

Abbildung 7-4: Darstellung des Ablaufs der vorliegenden explorativen Studie und der erhobenen Daten, sowie Stichprobenzahlen der drei Interventionen.

7.1.4 Gütekriterien

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden verschiedene Instrumente entwickelt, die zur qualitativen und quantitativen Erhebung von Daten dienen. Zur Überprüfung der Qualität der erhobenen Daten müssen verschiedene Gütekriterien überprüft werden. Die für einen DBR-Forschungsansatz geltenden Gütekriterien werden im Kapitel 7.1.4.1 erläutert. Obwohl die klassischen Gütekriterien bei einem DBR-Ansatz nicht unbedingt notwendig wären (Reinmann, 2022), werden die Gütekriterien nachfolgend erläutert, sowie teilweise während der Diskussion der Forschungsergebnisse überprüft, um bessere Einblicke in die Qualität der erhobenen Daten zu erhalten. Die Qualität von erhobenen Daten kann anhand der klassischen Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und der Validität bewertet werden (Hussy et al., 2010), die im Folgenden näher erläutert werden.

Objektivität

Das Kriterium der Objektivität sagt aus, dass verschiedene Forschende bei gleichen Bedingungen zu denselben Untersuchungsergebnissen gelangen (Hussy et al., 2010). Dabei ist es besonders wichtig die Testanwendenden zuvor über das Vorgehen zu schulen. Dafür müssen präzise Testvorgaben festgelegt werden, was die Durchführung, sowie die Auswertung und Interpretation angeht (Döring & Bortz, 2016). Die Testanwendenden sind für die Aufrechterhaltung der Objektivität verantwortlich. Die Objektivität dient als Grundlage für die beiden weiteren Gütekriterien und kann durch standardisierte Durchführungen, Auswertungen und Interpretationen gut umgesetzt werden (Hussy et al., 2010). Im Rahmen der vorliegenden Forschung wurden den teilnehmenden Lehrkräften ein Lehrkräftehandbuch zur Verfügung gestellt, in dem Angaben zur Fragebogendurchführung angegeben wurden. Zudem wurden die Lehrkräfte ab der zweiten Intervention vorab in einem persönlichen Gespräch (in Präsenz oder über Zoom) geschult.

Reliabilität

Die Reliabilität gibt an, wie zuverlässig ein Test ist und ob eine Verzerrung durch Messfehler vorliegt (Döring & Bortz, 2016). Eine Untersuchung ist reliabel, wenn es unter ähnlichen oder gleichen Bedingungen dieselben Ergebnisse liefert (Hussy et al., 2010). Es ist davon auszugehen, dass prinzipiell bei jeder Testung gewisse Verzerrungen vorliegen, weshalb es wichtig ist, die Zuverlässigkeit mit Testinstrumenten zu bestimmen (Döring & Bortz, 2016). Die Messung der Zuverlässigkeit kann beispielsweise mit der Berechnung des Cronbachs Alpha-Koeffizienten

erfolgen. Desweiteren kann zur Überprüfung der Reliabilität bei der Auswertung von Leitfadeninterviews die Intercoder- und Intracoderreliabilität bestimmt werden. Im Rahmen der vorliegenden Forschung wurde für die Auswertung der Daten der dritten Intervention die Intercoderreliabilität ermittelt (siehe Kapitel 10.2.1.4). Das Vorgehen für die Ermittlung der Intercoderreliabilität wird in Kapitel 7.1.4.3 im Abschnitt „Inhaltsanalytische Gütekriterien“ erläutert.

Validität

Mit dem dritten Gütekriterium, der Validität, werden quantitative Untersuchung dahingehend untersucht, ob das Merkmal gemessen wird, was es vorgibt zu messen (Hussy et al., 2010). Die Validität wird als das wichtigste Gütekriterium beim Einsatz von psychologischen Tests angesehen, wobei die Reliabilität eine notwendige Voraussetzung dafür darstellt (Döring & Bortz, 2016).

7.1.4.1 Gütekriterien für den Design-Based Research Ansatz

Noch gibt es keine allgemeingültigen Kriterien für den DBR Ansatz. Jedoch gibt es verschiedene Vorschläge für Standards und Gütekriterien (Anderson & Shattuck, 2012; Reinmann, 2022; Wang & Hannafin, 2005). Reimann (2022) schlägt beispielsweise die folgenden sechs Standards vor, die während des vorliegenden Forschungsprozesses berücksichtigt wurden:

Zukunftsbezug

Laut Reimann ist der Zukunftsbezug für den DBR-Ansatz ein inhärentes Merkmal, denn Ziel des Ansatzes sollte es immer sein, die Interventionen so zu realisieren, dass sie zukünftig im Bildungskontext zur Anwendung kommen können.

Offenheit

Als eine wichtige Grundlage für den Umgang mit Theorie und Empirie mit dem DBR-Ansatz formuliert Reimann die Offenheit. Anhand von theoretischen und empirischen begründeten Vermutungen wird der Designprozess entworfen, dabei ist die Ergebnisoffenheit aber die Voraussetzung.

Kontextsensitivität

Mit diesem Standard setzt Reimann voraus, dass während des Prozesses mit dem Design-Based Research Ansatz eine ständige Kontextabstimmung, sowie die Beteiligung der Akteure aus der Praxis stattfindet.

Sättigung

Weiterhin formuliert er den Standard der Sättigung, der voraussetzt, dass Forschende sich als Kontinuum mit der Frage der Sättigung, sowohl für den Entwicklungsprozess als auch für die theoretischen Erkenntnisse und empirischen Aktivitäten, auseinandersetzen.

Wissensvielfalt

Auch sieht Reimann das Nutzen von vielfältigen Quellen als die Wissensgrundlage, sowohl für den Designprozess und auch für die Praxis und Theorie, für einen weiteren wichtigen Standard.

Normativität

Abschließend nennt Reimann als weiteren Standard für den DBR-Ansatz das Ziel, Verbesserungen für die Bildungspraxis zu erreichen. Entscheidungen über Wichtigkeit bzw. Unwichtigkeit müssen sichtbar gemacht und bei Bedarf geändert, sowie angepasst werden. Dabei müssen die Änderung von Entscheidungen begründet vorgenommen werden.

7.1.4.2 Gütekriterien der Mixed-Methods Forschungsansätze

Bei der vorliegenden Forschung handelt es sich um einen Mixed-Methods-Ansatz nach dem explorativen Design, bei dem zunächst quantitative Daten erhoben werden und anschließend die qualitative Datenerhebung stattfindet (Hussy et al., 2010). Für die Beurteilung der Qualität der Daten müssen daher die in Kapitel 7.1.4.3 und 7.1.4.4 erläuterten Gütekriterien herangezogen werden (Döring & Bortz, 2016). Bisher existieren für die Mixed-Methods-Forschung keine allgemein anerkannten Gütekriterien (Schreier et al., 2023).

7.1.4.3 Gütekriterien von den qualitativen Forschungsansätzen

Im Gegensatz zur quantitativen Forschung, für die allgemeingültige Gütekriterien bestehen, sind für die qualitativen Forschungsansätze noch nicht einheitliche Kriterien festgelegt (Döring & Bortz, 2016). Der Bedarf an verbindlichen Kriterien mit der Zunahme an empirischen Untersuchungen dennoch immer größer. Jedoch ist es nicht sinnvoll die Gütekriterien der quantitativen Forschung einfach auf die qualitative Forschung zu übertragen. Vielmehr macht es Sinn eigene Gütekriterien zu entwickeln. Es existieren dafür aber eine enorme Vielzahl an vorgeschlagenen Kriterienkatalogen (Lamnek & Krell, 2016). Solange keine allgemeingültigen Kriterien gefunden sind, müssen für die Bestimmung der Qualität der Forschung ein oder mehr Prüfmechanismen gewählt werden. In der vorliegenden Arbeit wurde der Kriterienkatalog von Mayring (2002) zur Bewertung herangezogen. Mayring (2002) hat sechs Gütekriterien für qualitative Forschung aufgestellt, die im Folgenden

dargestellt werden. Die Bewertung der Qualität der vorliegenden Forschung erfolgt anhand dieser Kriterien. Bei dem Kriterienkatalog von Mayring handelt sich um eine weithin anerkannte Qualitätsüberprüfung in der qualitativen Forschung (Lamnek & Krell, 2016). Trotz teilweiser geübter Kritik dahingehend, ob es sich bei den aufgestellten Kriterien um grundlegende Voraussetzungen für eine empirische Forschung handelt, oder um Prüfmechanismen für die Qualität (ebd.), bieten sich dieser Ansatz aus Gründen der Logik an, da die Interpretation der qualitativen Daten, die im Rahmen des Forschungsvorhabens erhoben wurden, unter anderem auf dem Vorgehen von Mayring (siehe Kapitel 8.2.1.2) basierten. Desweiteren werden im Kapitel 7.1.4.4 die spezifische inhaltsanalytische Gütekriterien nach Krippendorf (1980) vorgestellt.

Verfahrensdokumentation

Für die Dokumentation einer qualitativen Forschung ist es entscheidend, das Vorgehen sehr detailliert zu beschreiben (Lamnek & Krell, 2016). Dabei müssen die Erhebungsinstrumente, die Forschungsdurchführung, die Datenerhebung und das Vorgehen bei der Auswertung der Daten, sowie die Erklärung des Vorverständnisses exakt dokumentiert werden (Mayring, 2002). Im Rahmen dieser Arbeit werden alle Versionen des Selbstlernbuchs (siehe Kapitel 7.2, 9.1.1, und 10.1.1), sowie die Erhebungsinstrumente und Datenerhebung (siehe Kapitel 8.2.1, 9.2.1 und 10.2.1) und die Datenauswertung (siehe Kapitel 8.2.4 bis 8.2.7, 9.2.2 bis 9.2.6 und 10.3 bis 10.8) detailliert und transparent vorgestellt.

Argumentative Interpretationsabsicherung

Dieses Gütekriterium macht die Wichtigkeit der nachvollziehbaren Interpretation deutlich. Da Interpretationen bei der qualitativen Forschung ein entscheidender Bestandteil sind, es aber dadurch zu keiner Willkürlichkeit kommen darf, ist die Dokumentation und die Schlüssigkeit des Vorgehens sehr entscheidend (Mayring, 2002). Dafür wurden in der vorliegenden Arbeit zunächst die Ableitung der Kategorien aus den Fragen des Leitfadens, sowie beispielhaft eine Zuordnung der Kategorien zu einem transkribierten Interview gezeigt. Anschließend wurde für jede gebildete Unterkategorie Beispiele und Begründungen für die Zuordnung aufgeführt.

Regelgeleitetheit

Die qualitative Forschung steht im stetigen Diskurs zwischen der Offenheit und Flexibilität auf der einen Seite und festgelegten Verfahrensregeln auf der anderen (Lamnek & Krell, 2016).

Mayring schlägt verschiedene Ablaufmodelle für die systematische und schrittweise Analyse der qualitativen Daten vor (Mayring, 2022). Weiterhin wird aber auch die Möglichkeit aufgezeigt, dass das Regelwerk auch angepasst werden darf: „Aber Regelgeleitetheit heißt natürlich nicht, dass man

sich um jeden Preis sklavisch an die Vorgaben halten muss. Keine Regel ohne Ausnahme! Ohne Regeln jedoch wird qualitative Forschung wertlos bleiben.“ (Mayring, 2002, S. S. 146). Die Bildung der Kategorien wurde nach dem Verfahren von Kuckartz und Rädiker (2020) vorgenommen. Die inhaltsanalytische Auswertung erfolgte anschließend nach dem Vorgehen von Mayring (2022).

Nähe zum Gegenstand

Dieses Kriterium thematisiert die Relevanz der Alltagsnähe und damit den Bezug zur Lebenswelt der Versuchspersonen der Forschung (Lamnek & Krell, 2016). Mayring beschreibt darin, dass Feldstudien den Laborstudien zu bevorzugen sind (Mayring, 2002). Als Ziel beschreibt er dabei, dass die Forschung für die Betroffenen gemacht wird und im Anschluss der Forschung überprüft werden sollte, ob dies auch gelungen ist (ebd.). Die in dieser Arbeit vorgestellte Forschung wurde gezielt für den Einsatz in der Sekundarstufe I zu einem lehrplanrelevanten Themengebiet entwickelt und durchgeführt. Im Rahmen des gewählten Design-Based Research Forschungsansatzes, fanden mehrerer Iterations- und Überprüfungsschleifen statt und die Schüler:innen sowie die Lehrkräfte wurden in den Weiterentwicklungsprozess der Unterrichtsmaterialien miteinbezogen.

Kommunikative Validierung

Das Ziel der kommunikativen Validierung besteht nach Mayring darin, die Beforschten als kompetenten Part der Forschung wahrzunehmen und mit ihnen im Anschluss an die Forschung wichtige Erkenntnisse zu besprechen, sowie Rückmeldung dazu zu erhalten (Mayring, 2002).

Triangulation

Dieses Gütekriterium macht deutlich, dass die Qualität der Forschung von der Verwendung mehrerer Analysegänge wie zum Beispiel Methoden, Theorieansätze und Datenquellen abhängt (Mayring, 2002). Damit wird nicht das Ziel verfolgt, eine vollkommene Übereinstimmung der Lösungswege zu finden, sondern die Ergebnisse der verschiedenen Herangehensweisen miteinander zu vergleichen und damit einen umfassenderen Blick zu ermöglichen (ebd.). Um dieses Kriterium zu erfüllen, wurde der Mixed-Method Ansatz gewählt, im Rahmen dessen sowohl qualitative als auch quantitative Erhebungen und Auswertungen stattfanden. Die Auswertung dieser Daten erfolgte in Bezug auf die einzelnen Forschungsfragen. Dabei wurden sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede beleuchtet.

7.1.4.4 Inhaltsanalytische Gütekriterien

Bei den folgenden vorgestellten Gütekriterien geht es um die Überprüfung der Qualität bezüglich der Aufstellung der Kategorien (Mayring, 2015). Hierfür können die Kriterien nach Krippendorff (1980) angewandt werden, die in Abbildung 7-5 dargestellt sind.

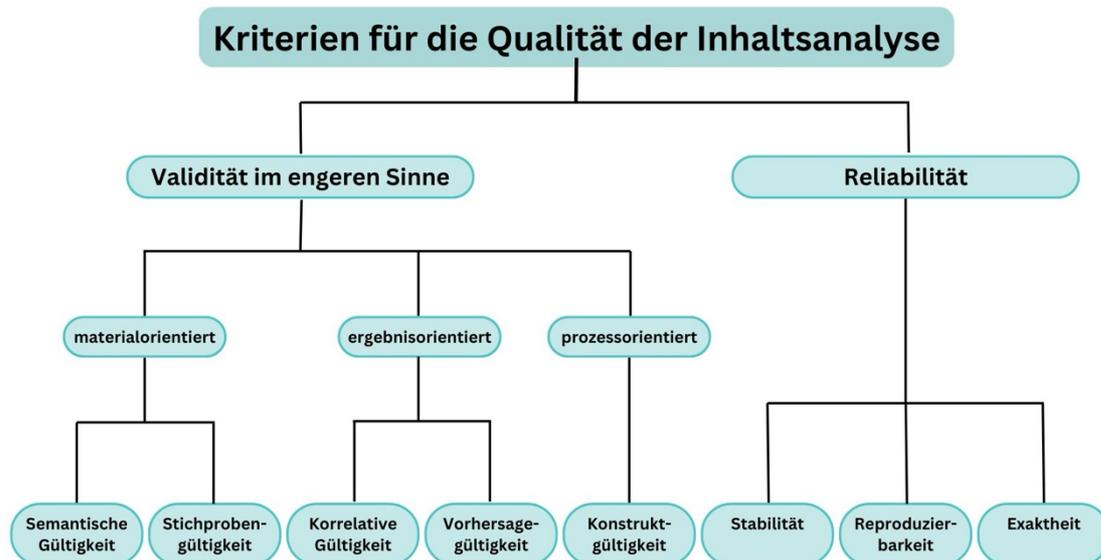


Abbildung 7-5: Inhaltsanalytische Gütekriterien nach Krippendorff (1980). (Entnommen aus Mayring, 2015, S. 126)

Im Folgenden wird speziell auf die Kriterien Stabilität und Reproduzierbarkeit eingegangen, welche in der vorliegenden Arbeit mit Hilfe der InterCoderreliabilität (Mayring, 2015) bestimmt werden. Mit Hilfe der InterCoderreliabilität kann überprüft werden, inwiefern zwei Analytiker auf dieselben Ergebnisse bei der Zuordnung der Kategorien kommen (Rädiker & Kuckartz, 2019). Dieser Schritt ist besonders wichtig für die Überprüfung der Qualität der gebildeten Kategorien, sowie der Exaktheit der Vorgehensbeschreibung (Mayring, 2015) und gibt Hinweise darauf, welche Kategorien und Kategorienbeschreibungen angepasst oder verfeinert werden müssen. Kuckartz und Rädiker (2019) schlagen dafür verschiedene Vorgehensweise vor, in denen die Codierer gemeinsam oder unabhängig voneinander codieren. Im Anschluss an das unabhängige Codieren können die sogenannten Übereinstimmungs-Koeffizienten z.B. das Cohens Kappa bestimmt werden, welches Aufschluss über die Qualität der Kategorien und der Codieranleitung geben kann (Rädiker & Kuckartz, 2019) (siehe Kapitel 10.2.1.4).

7.2 Konzeption des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“

Das grundlegende Ziel, wie in Kapitel 7 dargelegt, bestand darin, Lernmaterialien für den Chemieunterricht zum niederschweligen Einsatz, basierend auf dem Design-Based Research Ansatz, zu konzipieren, zu untersuchen und weiterzuentwickeln. Diese Lernmaterialien, realisiert

als ein digitales und interaktives Selbstlernbuch zur Nutzung auf iPads, sollte den Schüler:innen einen vielfältigen Kompetenzerwerb bzw. -vertiefung ermöglichen. Dafür wurden zunächst die inhaltsbezogenen und experimentellen Kompetenzen, sowie der Wissenserwerb der im Rahmen des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch zum Themengebiet „Einführung in die organische Chemie“ von den Schüler:innen gefördert werden sollten, gesammelt. In der Abbildung 7-6 ist eine Übersicht der Kompetenzen zu sehen, die durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch gefördert werden sollten. Die einzelnen Kompetenzbereiche wurden in den folgenden Kapiteln näher erläutert. Anschließend wurden diese strukturiert und gruppiert, woraus eine Untergliederung des Selbstlernbuchs in fünf (Teil-)Kapitel abgeleitet werden konnte (siehe Kapitel 7.2.1). Dabei sollte die Förderung der vier Kompetenzstränge (siehe Abbildung 7-2), die eng miteinander verwoben waren während des gesamten Lernprozesses ermöglicht werden. Zudem sollte das Selbstlernbuch so gestaltet werden, dass es niederschwellig in den Fachunterricht und die übliche Strukturierung des Schultages in Form des Doppelstundensystems eingebunden werden konnte.

Desweiteren sollte die Konzeption des Selbstlernbuchs so gestaltet sein, dass alle Teile des Selbstlernbuchs im Klassenzimmer mit einem überschaubaren Materialbedarf bearbeitet werden konnten. Es sollten keine Besuche eines universitären Labors oder anderen außerunterrichtlichen Lernorten für die Bearbeitung des Selbstlernbuchs notwendig sein. Vielmehr war mit der Entwicklung und Konzeption des Selbstlernbuchs das Ziel verbunden, Unterrichtsmaterialien zu entwickeln, welche Lehrkräfte zukünftig dabei unterstützen können, die in Abbildung 7-7 aufgeführten Kompetenzen im regulären Chemieunterricht zu fördern. In den folgenden Kapiteln werden die Konzeption und Bestandteile des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ der ersten

Version des Selbstlernbuchs (Intervention SJ 21/22), inklusive der Aufgaben zur Erklärvideoproduktion (siehe auch Kapitel 7.2.2.1), vorgestellt. Die Weiterentwicklungen der Version 2 und 3 werden in den Kapiteln 9.1.1 und 10.1.1 dargelegt.

Übersicht der Stränge zum Kompetenz- und Wissenserwerb im Selbstlernbuch



KAPITEL 1	KAPITEL 2.1	KAPITEL 2.2	KAPITEL 3.1	KAPITEL 3.2
schrittweiser mediendidaktischer und methodischer Kompetenz- und Wissenserwerb für und durch die Erklärvideoproduktion				
inhaltsbezogener und experimenteller Kompetenz- und Wissenserwerb zum Themengebiet „Einführung in die organische Chemie“				
digitalisierungsbezogener Kompetenzerwerb für die Verwendung eines iPads und dazugehörige Programme als Lernbegleiter				
überfachlicher Kompetenzerwerb für das selbstgesteuerte Lernen				

Abbildung 7-6: Übersicht der Stränge zum Kompetenz- und Wissenserwerb im digitalen Selbstlernbuch.

Mediendidaktische Kompetenzen:

- Videoaufnahme eines Versuchs mit dem iPad erstellen
- Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme anwenden
- Tonaufnahme für ein bestehendes Video aufnehmen
- Kriterien für eine gute Tonaufnahme anwenden
- Videomaterial und Tonspur mit iMovie bearbeiten und aufeinander abstimmen
- Storyboard für eine vorgegebene Leitfrage formulieren
- eigenes Erklärvideo produzieren
- eigenes Erklärvideo präsentieren und ggf. hinsichtlich der erhaltenen Rückmeldung überarbeiten
- Erklärvideos der MitschülerInnen bewerten und Rückmeldung dazu geben

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

- Kohlungsprobe durchführen und Beobachtung notieren und Folgerung daraus ziehen
- Stoffeigenschaften von Methan mit Hilfe von Versuchsvideos untersuchen und beschreiben
- Qualitative Analyse von Methan durchführen und deuten
- Berechnung der Molaren Masse von Methan und anschließende Bestimmung der Summenformel
- Homologe Reihe der Alkane erarbeiten und allgemeine Summenformel bestimmen.
- Die Alkane Methan bis Decan mit ihren Eigenschaften und der Verwendung im Alltag und Technik kennenlernen
- Vorwissen zu den Wechselwirkungen zwischen Molekülen anwenden und die Stärke der Wechselwirkung bestimmen und einordnen
- Löslichkeit von Waschbenzin, Öl und Wasser untersuchen, Beobachtung notieren und diese mit Hilfe von Modellen erklären
- Viskosität von Heptan und Paraffinöl untersuchen, Beobachtung notieren und diese mit Hilfe von Modellen erklären
- Entflammbarkeit von Heptan, Paraffinöl und Petroleum untersuchen, Beobachtung notieren und diese mit Hilfe von Modellen erklären

Prozessbezogene Kompetenzen:

- Fragestellungen erschließen
- Chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben
- Qualitative Experimente durchführen
- Informationen themenbezogen und aussagekräftig auswählen
- Informationen visualisieren und übersichtlich darstellen
- Chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären
- Fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren
- Ergebnisse dokumentieren sowie adressatenbezogen präsentieren
- Die Aussagekraft von Darstellungen in Medien bewerten und Rückmeldung dazu geben

Abbildung 7-7: Übersicht einiger prozessbezogener, mediendidaktischer und inhaltsbezogener Kompetenzen, die während des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch gefördert werden sollten.

7.2.1 Chemiebezogene Inhalte und Experimente im Selbstlernbuch

Nach der Festlegung des Themenbereichs „Einführung in die organische Chemie“ (siehe Kapitel 7.2) wurden die in den Bildungsplänen bzw. Lehrplänen geforderten inhaltsbezogenen Kompetenzen für diesen Themenbereich gesichtet. Für den Aufbau des Selbstlernbuchs wurde anschließend eine Gruppierung der Inhalte vorgenommen. Unter Beachtung des Segmentierungsprinzips für die Gestaltung von digitalen Lernmaterialien (R. E. Mayer & Fiorella, 2021), wurden die Inhalte gemäß der Gruppierungen in fünf (Teil-) Kapitel unterteilt (siehe Abbildung 7-8).

Überblick über die inhaltlichen-experimentellen Themen im Selbstlernbuch

Kapitel 1 Einführung in die organische Chemie

- Unterscheidung organische und anorganische Stoffe
- Kohlungsprobe

Kapitel 2.1 Der einfachste organische Stoff Methan - Methan auf Stoffebene

- Methan und seine Eigenschaften: Brennbarkeit, Aggregatzustand bei RT, Farbe, Dichtevergleich

Kapitel 2.2 Der einfachste organische Stoff Methan- Methan auf Teilchenebene

- Welche Methansorten sind in einem Methan-Molekül enthalten?
- Nachweisreaktionen: Glimmspanprobe, Kalkwasserprobe, Knallgasprobe, Watesmo-Papier
- Wiederholung Stoffmenge
- Wiederholung Rechnen mit der Stoffmenge
- Molares Volumen
- Berechnung der Molaren Masse eines Gases
- Strukturformel eines Methan-Moleküls
- EPA-Modell

Kapitel 3.1 Weitere Alkane: homologe Reihe

- Steckbriefe der homologen Reihe von Methan und Decan
- Allgemeine Summenformel und Übungen dazu

Kapitel 3.2 Vertiefung und Anwendungen zu den Eigenschaften der Familie der Alkane

- Wechselwirkungen zwischen Teilchen als Grundlage für physikalische Stoffeigenschaften
- Eigenschaften der Alkane anhand der drei Leitfragen:
 - Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?
 - Was ist das bessere Schmieröl - Heptan oder Paraffinöl?
 - Warum bleibt ein Auto mit Benzinmotor plötzlich stehen, wenn statt Benzin Diesel eingefüllt wird?

Abbildung 7-8: Auflistung der Themen in den fünf (Teil-)Kapiteln des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs "Einführung in die organische Chemie".

Übersicht der beiden Stränge im Selbstlernbuch SJ 21/22

Legende  Versuch  Versuchsaufnahme
 Erklärvideo  Tonaufnahme

	KAPITEL 1 Einführung in die organische Chemie	KAPITEL 2.1 Der einfachste organische Stoff - Methan auf der Stoffebene	KAPITEL 2.2 Der einfachste organische Stoff - Methan auf Teilchenebene	KAPITEL 3.1 homologe Reihe	KAPITEL 3.2 Vertiefung und Anwendung zu den Eigenschaften der Familie der Alkane
inhaltlich-experimenteller Strang	<ul style="list-style-type: none"> Unterscheidung organische und anorganische Stoffe Kohlungsprobe  	<ul style="list-style-type: none"> Methan und seine Eigenschaften (Brennbarkeit, Aggregatzustand bei RT, Farbe, Dichtevergleich) 	<ul style="list-style-type: none"> Welche Atomarten sind in einem Methan-Molekül enthalten?  Nachweisreaktionen Wiederholungsmöglichkeit mit Erklärvideos zu den Themen Stoffmenge und molares Volumen  Berechnung der molaren Masse von Methan Strukturformel eines Methan-Moleküls Wiederholung EPA-Modell 	<ul style="list-style-type: none"> Steckbriefe der homologen Reihe von Methan bis Decan Allgemeine Summenformel 	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung Wechselwirkung zwischen Teilchen als Grundlage für physikalische Stoffeigenschaften Eigenschaften der Alkane am Beispiel Löslichkeit, Viskosität und Entflammbarkeit  Erklärvideoproduktion zu einer der Leitfragen: <ul style="list-style-type: none"> Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen? Was ist das bessere Schmieröl - Heptan oder Paraffinöl? Warum bleibt ein Auto mit Benzinmotor plötzlich stehen, wenn statt Benzin Diesel eingefüllt wird. Video- und Tonerstellung Optimierung des Erklärvideos auf Grundlagen der Rückmeldungen.
mediendidaktisch-methodischer Strang	<ul style="list-style-type: none"> Kriterien einer guten Versuchsaufnahme Versuchsaufnahme zur Kohlungsprobe erstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> Kriterien einer guten Tonaufnahme Skript schreiben und Tonaufnahme Tonspur und Video in iMovie schneiden 	<ul style="list-style-type: none"> Versuchsaufnahme einer Nachweisreaktion und anschließende Vertonung  		 

Abbildung 7-9: Übersicht des inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Stränge des Selbstlernbuchs für die Intervention im Schuljahr 21/22.

7.2.2 Enthaltene Bestandteile im Selbstlernbuch

Wie im Kapitel 3.2 erläutert, ist die Implementierung von sowohl rezeptiven, interaktiven, als auch produktiven Bestandteilen in einem Selbstlernbuch für die Lernwirksamkeit und die motivationalen Effekte von Vorteil. Vor allem die interaktiven und produktiven Bestandteile können aufgrund des Selbstwirksamkeitsempfindens (Deci & Ryan, 1993) einen positiven Einfluss auf die Motivation haben. Im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ wurden daher verschiedene rezeptive und interaktive, sowie produktive Elemente mit dem Ziel der gleichzeitigen Förderung von einer Vielzahl an Kompetenzen integriert. In Abbildung 7-10 werden die Bestandteile aufgelistet, die im Selbstlernbuch eingearbeitet wurden. In den folgenden Kapiteln werden einige der integrierten Elemente näher erläutert.



Abbildung 7-10: Rezeptive, produktive und interaktive Bestandteile im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“.

7.2.2.1 Erklärvideos im Selbstlernbuch

Alle im Selbstlernbuch integrierten Erklärvideos wurden von der Autorin selbst produziert, um die Inhalte passend zu den Inhalten im Selbstlernbuch gestalten zu können, die inhaltliche Qualität zu gewährleisten und ein einheitliches Erscheinungsbild zu ermöglichen. Zudem wurde für jedes Erklärvideo eine andere Produktionsweise gewählt (siehe Kapitel 4.2.1), um eine Bandbreite der Arten an Erklärvideos im Selbstlernbuch aufzeigen zu können, was die Schüler:innen bei der Wahl der Produktionsweise für ihr eigenes Erklärvideo unterstützen sollte. Die im Selbstlernbuch eingebetteten Erklärvideos wurden nach den in Kapitel 4.2 erstellen Kriterien produziert. Mit dem Ziel der Wiedererkennung war in allen Erklärvideos ein einheitliches, kurzes Intro vorangestellt. In Abbildung 7-11 sind beispielhaft Screenshots des Erklärvideos zur Einführung des molaren Volumens, welches für das Selbstlernbuch produziert wurde, gezeigt. Zudem wurden die Kriterien für lernförderliche Erklärvideos entsprechend der Erläuterungen in Kapitel 4.2 soweit wie möglich umgesetzt. Die im Selbstlernbuch enthaltenen Videos wurden mit verschiedenen Zielsetzungen produziert und integriert. Mit Hilfe dieser Videos konnten beispielsweise Informationen für die Arbeit mit den Selbstlernbuch an die Lernenden weitergegeben werden (Einleitung, Kapitel 3.2). Versuche wurden gezeigt (Kapitel 1), die nicht von den Schüler:innen selbst durchgeführt werden sollten, bekannte Inhalte wurden wiederholt (Kapitel 2.2) oder die Möglichkeit gegeben, neue prozedurale, sowie inhaltliche Kompetenzen zu erwerben (Kapitel 1; 2.1; 2.2).



Abbildung 7-11: Screenshots aus dem Erklärvideo „Das molare Volumen“, welches Bestandteil des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ war.

Tabelle 7-1 zeigt die in den (Teil-) Kapiteln des Selbstlernbuchs enthaltenen Videos. Diese zielten dabei einerseits auf den rezeptiven Einsatz, aber auch auf die eigene Medienproduktion ab. Bei den Erklärvideos wurde zusätzlich notiert, in welcher Erklärvideo-Art diese produziert wurden, um die Bandbreite der im Selbstlernbuch enthaltenen Arten zu verdeutlichen.

Kapitel	Enthaltene Videos
Einleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Einführungsvideo in die Arbeit mit dem Selbstlernbuchs
Kapitel 1:	<ul style="list-style-type: none"> • Versuchsvideo: Verbrennung von Kunststoff • Erklärvideo: Aufnahme eines Videos mit dem iPad (neue prozedurale Kompetenzen) (klassisches Video - Sachverhalt)
Kapitel 2.1:	<ul style="list-style-type: none"> • Versuchsvideo: Eigenschaften von Methan • Versuchsvideo: Dichte von Methan (ohne Tonspur, soll später von den Schüler:innen ergänzt werden) • Erklärvideo: Vertonen eines Videos mit dem iPad (neue prozedurale Kompetenzen) (klassisches Video - Sachverhalt)
Kapitel 2.2:	<ul style="list-style-type: none"> • Erklärvideo: Die Stoffmenge n in mol (Wiederholung) (Legetechnik - digital) • Erklärvideo: Rechnen mit der Stoffmenge (Wiederholung) (Whiteboardstil - digital) • Erklärvideo: Das molare Volumen (neue inhaltsbezogene Kompetenzen) (Comic-Stil - digital) • Erklärvideo: Berechnung der molaren Masse eines Gases (neue inhaltsbezogene Kompetenzen) (Whiteboardstil - analog) • Erklärvideo: Schneiden eines Videos mit dem iPad (neue prozedurale Kompetenzen) (klassisches Video - Sachverhalt)
Kapitel 3.2:	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsvideo: Einleitung in das Kapitel 3.2 und Vorstellung der Storyboards • Informationsvideo: Vorstellung typischer Erklärvideo-Arten

Tabelle 7-1: Auflistung der im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" enthaltenen Videos.

7.2.2.2 Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch

Durchliefen die Schüler:innen das Selbstlernbuch, wurden sie im abschließenden Kapitel 3.2 zur eigenen Produktion eines Erklärvideos aufgefordert. Durch die Produktion von Erklärvideos erfuhren die Schüler:innen einen Perspektivwechsel vom Lernenden zum Lehrenden. Dabei übernahmen sie die Verantwortung für den Lernstoff und mussten sich mit dem Inhalt des Erklärvideos sehr gut auskennen, sowie ihn fachsprachlich adäquat beschreiben können. Wie in Kapitel 4.2.2 erläutert wurde, mussten die Schüler:innen für die Produktion eines eigenen Erklärvideos gut vorbereitet und je nach medientechnischen Vorkenntnissen unterschiedlich eng begleitet bzw. angeleitet werden. Um den Schüler:innen mit unterschiedlichen Erfahrungsniveaus gerecht zu werden, wurde im Selbstlernbuch die Möglichkeit gegeben, alle notwendigen Kompetenzen für die Erklärvideoproduktion schrittweise mit Hilfe von aufeinander aufbauenden Aufgabenstellungen zur Erstellung von Videobestandteilen zu erwerben. Welche Kompetenzen in welchem Kapitel durch die begleitenden und hinführenden Aufgaben zur Erklärvideo gefördert wurden, ist der Tabelle 7-2 zu entnehmen. Dabei ist in der rechten Spalte immer nur die erstmalige Förderung der jeweiligen Kompetenzen aufgeführt. Eine Vertiefung dieser folgt stets im darauffolgenden Kapitel, wird aber in der Tabelle nicht erneut angeführt. Ein Bestandteil der mediendidaktischen Kompetenzförderung für die Erklärvideoproduktion ist das Kennenlernen und

Umsetzen der Kriterien für eine gute (Versuchs-)Aufnahme und eine gute Vertonung. Die Schüler:innen erarbeiteten die Kriterien im Selbstlernbuch zunächst selbstständig und hatten anschließend die Möglichkeit, ihre notierten Kriterien anhand einer gegebenen Übersicht mit einigen Kriterien zu vergleichen (siehe Abbildung 7-12)

Eine gute Versuchsaufnahme...

- ... ist technisch sauber produziert (ruckelfrei, scharfe Aufnahme, gute Auflösung).
- ... hat einen gut gewählten Fokus und Bildausschnitt (nicht zu groß und nicht zu klein).
- ... zeigt gut sichtbar alle wichtigen Geräte und alle Beobachtungen.
- ... ist gut beleuchtet und kontrastreich.
- ... zeigt einen ordentlichen und übersichtlichen Versuchsaufbau.



Beispiel für eine Versuchsaufnahme mit dem iPad

Abbildung 7-12: Screenshot aus dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" von der Übersicht einiger Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme und einem Beispiel für einen Aufbau, um diese Kriterien umsetzen zu können.

Kapitel	Aufgaben zur Videoproduktion im Selbstlernbuch	Mediendidaktische Kompetenzförderung für die Erklärvideoproduktion
Kapitel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme • Videoaufnahme des Versuchs „Kohlungsprobe“ mit dem iPad erstellen und dabei die Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme anwenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme kennen und anwenden können • Eine gute Versuchsaufnahme mit dem iPad erstellen können
Kapitel 2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Kriterien für eine gute Vertonung • Eigene Vertonung des vorgegebenen Versuchsvideos „Dichte von Methan“ in iMovie 	<ul style="list-style-type: none"> • Kriterien für eine gute Vertonung kennen und anwenden können • Eine gute Vertonung mit dem iPad erstellen können
Kapitel 2.2	<ul style="list-style-type: none"> • Versuchsvideo zu Nachweisreaktionen, Schneiden des Versuchsvideos und nachträgliche Vertonung in iMovie 	<ul style="list-style-type: none"> • Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme und Vertonung kombiniert anwenden können • Ein aufgenommenes Versuchsvideo mit iMovie schneiden, bearbeiten und die Tonspur dafür passend aufnehmen bzw. nachträglich aufeinander abstimmen können

Kapitel 3.2	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion eines Erklärvideos zu einer der beiden gegebenen Leitfragen mit folgenden Teilschritten: <ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen des Sachverhaltes mit Hilfe von Text und Versuch - Aufnehmen eines Versuchsvideos - Wahl einer Erklärvideo-Art für das eigene Erklärvideo und Ausfüllen des Storyboards - Erklärvideoproduktion (Videoaufnahme, Tonaufnahme, Videoschnitt) - Überarbeitung des Erklärvideos nach Feedback durch Mitschüler:innen und der Lehrkraft 	<ul style="list-style-type: none"> • Verschiedene Erklärvideo-Arten kennen und begründet auswählen können • Ein Storyboard für die Planung von Bild und Ton für eine gegebene Leitfrage und Informationen erstellen können • Ein Erklärvideo mit dem iPad produzieren, schneiden und bearbeiten können • Kriterien für den Aufbau eines Erklärvideos kennenlernen • Erklärvideos anhand der Kriterien für gute Versuchsaufnahmen und Vertonungen, sowie den Aufbau des Erklärvideos bewerten können • Das eigene Erklärvideo präsentieren können • Anhand des erhaltenen Feedbacks das eigene Erklärvideo überarbeiten können
-------------	--	--

Tabelle 7-2: Übersicht über die im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ enthaltenen Aufgaben zur Videoproduktion und die damit einhergehende Förderung der mediendidaktischen Kompetenzen.

Im Kapitel 3.2 führten die Schüler:innen in der ersten Version des Selbstlernbuchs in Zweier- bis Viererteams einen von drei Versuchen (siehe Abbildung 7-13) durch und dokumentierten die Beobachtungen und Erklärungen.

Leitfragen und Versuche für die Erklärvideoproduktion (erste Version Selbstlernbuch Schuljahr 21/22)

Leitfrage Versuch 1:
Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?

Versuch zur Löslichkeit von Wasser, Waschbenzin und Sonnenblumenöl



Leitfrage Versuch 2:
Was ist das bessere Schmieröl - Heptan oder Paraffinöl?

Versuch zur Viskosität von Heptan und Paraffinöl



Leitfrage Versuch 3:
Warum bleibt ein Auto mit Benzinmotor plötzlich stehen, wenn statt Benzin Diesel eingefüllt wird?

Versuch zur Entflammbarkeit von Heptan, Paraffinöl und Petroleum



Abbildung 7-13: Übersicht der Leitfragen und dazugehörigen Versuche im Kapitel 3.2 des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ für die Erklärvideoproduktion.

Zur Einführung in die anschließende Erklärvideoproduktion zu einem der drei Versuche, schauten die Schüler:innen zunächst ein Informationsvideo an. Anschließend produzierten sie ihr eigenes Erklärvideo zu einer der gegebenen Leitfragen (siehe Abbildung 7-13), in dem als ein Bestandteil die Versuchsaufnahme des gewählten Versuchs integriert wurde. Darüber hinaus informierten sich die Schüler:innen mit Hilfe der im Selbstlernbuch enthaltenen Infotexte und digitalen Hilfekarten über die Inhalte. Auf Grundlage der Informationen, der Versuchsdurchführungen und Ergebnisse erstellten die Schüler:innen zunächst ein Storyboard für ihr Erklärvideo.

Dafür bekamen die Schüler:innen ein vorstrukturiertes Storyboard digital zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 7-14), welches sie bei der Ausgestaltung unterstützen sollte.

Die Erstellung eines detaillierten und übersichtlichen Storyboards ist für die Planungsphase für die Produktion von Versuchs- bzw. Erklärvideos von zentraler Wichtigkeit. Darin sollte der einzusprechende Text ausformuliert und mit den geplanten Videosequenzen und dem Bildmaterial verknüpft werden. Es wurde bei den Interventionen empfohlen, dass die Lehrkräfte die Schüler:innen hinsichtlich der selbst verfassten Texte und der genutzten (Fach-) Sprache berieten und das fertige Storyboard ggf. korrigierten, um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass die Schüler:innen das Bildmaterial bzw. die Tonaufnahmen nach der Erklärvideoproduktion umfassend überarbeiten müssten.

Erklärvideotyp:

Einführung:

Video zu den Erklärvideotypen.
Link: <https://youtu.be/JS4YbVsciNA>




Gesprochener Text	Im Film zu sehen
Hier wird der Text notiert, der für die Einleitung gesprochen wird. Bei eurem Erklärvideo soll die von euch ausgewählte Leitfrage im Zentrum stehen und in der Einleitung auf jeden Fall genannt werden. Tipp: Umso ansprechender die Einleitung, umso eher wird ein Erklärvideo angeschaut. Seid dabei gerne kreativ.	Hier wird der Text, das Bild oder das Symbol gezeigt, das im Film zu sehen ist.
Hauptteil:	
Gesprochener Text	Im Film zu sehen
Hier wird der Text notiert, der im Hauptteil gesprochen wird. Der Hauptteil kann auch in unterschiedliche Bereiche untergliedert werden. Hier wird euer Versuch gezeigt, die Beobachtungen genannt und anschließend auf Teilchenebene der Sachverhalt erklärt.	Hier wird der Text, das Bild oder das Symbol gezeigt, das im Film zu sehen ist.
Schluss:	
Gesprochener Text	Im Film zu sehen
Hier wird der Text notiert, der beim Schluss gesprochen wird. Schön ist es, wenn im Schlussteil nochmals auf die Leitfrage eingegangen wird. Auf jeden Fall soll am Ende des Videos die Leitfrage beantwortet werden.	Hier wird der Text, das Bild oder das Symbol gezeigt, das im Film zu sehen ist.



Abbildung 7-14: Vorstrukturiertes Storyboard, welches in der ersten Version des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ (Schuljahr 21/22) für die Erklärvideoproduktion zur Verfügung gestellt wurde.

Trotz der im Selbstlernbuch eingebundenen Hilfestellungen und den vorbereitenden Aufgaben für die Erklärvideoproduktion sind für die Produktionsaufgabe in Kapitel 3.2 eine Vielzahl an weiteren Kompetenzen nötig. Einige dieser Kompetenzen sind in Abbildung 7-14 aufgezeigt und mit Screenshots der im Selbstlernbuch enthaltenen Aufgaben zu Versuch 1 untermauert.

Die Einteilung der notwendigen Kompetenzen in kognitive, metakognitive, motivationale und volitionale/emotionale wurde dabei nach Artelt vorgenommen (Artelt, 2000). Die genannten kognitiven Kompetenzen aus dem DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) und den Bildungsstandards im Fach Chemie (Kultusministerkonferenz, 2020), sind dabei als Beispiele und nicht als allumfängliche Auflistung anzusehen.

Notwendige Kompetenzen für die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch (Version 1 SJ 21/22)



AUFGABE: Produktion eines Erklärvideos zum Leitfrage: „Kann man einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?“

Metakognitive Kompetenzen: Planung, Kontrolle und Überwachung der individuellen Erklärvideoproduktion.
Motivationale Kompetenzen: Aufrechterhaltung der Motivation während des gesamten Prozesses der Erklärvideoproduktion.
Volitionale Kompetenzen: Probleme und Widerstände überwinden und zielgerichtet die Erklärvideoproduktion vorantreiben.

SCHRITT 1 Versuchsdurchführung und -dokumentation sowie Informationsverarbeitung

KAPITEL 3: WEITERE ALKANE

Versuch 1: Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?

Um einen Fleck zu entfernen, benötigt man ein geeignetes Lösemittel. Aber was ist denn überhaupt ein Lösemittel? Unter einem Lösemittel versteht man einen flüssigen Stoff, der Gas, andere Flüssigkeiten oder Feststoffe lösen kann, ohne dass es dabei zu chemischen Reaktionen zwischen gelöstem Stoff und dem zu lösendem Stoff kommt. Da Alkane sehr reaktionsträge sind, sind insbesondere die flüssigen Alkane angesprochen gut geeignete Lösemittel. Soll ein Fleck entfernt werden, so muss sich der Stoff, aus dem der Fleck besteht, in dem Lösemittel lösen. Finde mit Hilfe des folgenden Versuchs heraus, mit welchem Lösemittel 'Waschbenzin oder Wasser' ein Ölfleck entfernt werden kann.

Material: Reagenzglasröhrchen und drei Reagenzgläser mit Stopfen
Chemikalien: Wasser, Waschbenzin, Sonnenblumenöl.

Durchführung:
 Führe die in der Tabelle angegebenen Mischversuche durch. Gib dazu jeweils etwa eine Daumenbreite der Flüssigkeit in ein Reagenzglas. Verschleife das Reagenzglas mit einem Stopfen und schüttele. Notiere deine Beobachtungen und deine Ergebnisse in der Tabelle.

Hinweis: Wenn du die bei der Beobachtung und/oder der Ergebnisbeurteilung nicht ganz sicher bist, findest du einen Tipp zur beidseitigen PDF-Dokumentation.

KAPITEL 3: WEITERE ALKANE

Welches Lösemittel wählst du also wählen?

Les die folgende Hinweise aufmerksam durch und überlege begründet, welches Lösungsmittel du wählen würdest.

„Wasserföndliche“ Stoffe nennt man *hydrophil* Stoffe (griech. Hydro = Wasser, philos = Angst).
 „Wasserföndlich“ Stoffe bezeichnet man auch als *hydrophil* Stoffe (griech. philos = Freund).

Stoffeigenschaften:
 Hydrophile Stoffe lösen sich in hydrophilen Stoffen und hydrophile Stoffe lösen sich in hydrophilen Stoffen.

Teilföndlichkeit:
 Je ähnlicher Art und Stärke der Wechselwirkungen zwischen den Teilchen sind, desto besser können die Teilchen miteinander wechselwirken.

Begründung:

kognitive Kompetenzen: *Erkenntnisgewinnungskompetenz:* Experimente durchführen und auswerten; *Kommunikationskompetenz:* Informationen erschließen, aufbereiten, austauschen; *Bewertungskompetenz:* Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (Kultusministerkonferenz 2020).

SCHRITT 2 Storyboarderstellung

Erklärvideotyp:

Videos zu den Erklärvideoarten, Lerne: [https://www.youtube.com/watch?v=...](#)

Einföndung	Gesprochener Text	Im Film zu sehen
	Hier wird der Text notiert, der für die Einföndung gesprochen wird. Bei einem Erklärvideo soll die von euch ausgewählte Leitfrage im Zentrum stehen und in der Einföndung auf jeden Fall genannt werden. Tipp: Umso ansprechender die Einföndung, umso eher wird ein Erklärvideo angeschaut. Seid dabei gerne kreativ!	Hier wird der Text, das Bild oder das Symbol gezeigt, das im Film zu sehen ist.
Hauptteil	Gesprochener Text	Im Film zu sehen
	Hier wird der Text notiert, der im Hauptteil gesprochen wird. Der Hauptteil kann nach in unterschiedliche Bereiche untergliedert werden. Hier wird euer Versuch gezeigt, die Beobachtungen genannt und anschließend auf Teilföndlichkeit der Substanz erklärt.	Hier wird der Text, das Bild oder das Symbol gezeigt, das im Film zu sehen ist.
Schluss	Gesprochener Text	Im Film zu sehen
	Hier wird der Text notiert, der beim Schluss gesprochen wird. Schön ist es, wenn im Schluss nochmals auf die Leitfrage eingegangen wird. Auf jeden Fall soll am Ende des Videos die Leitfrage beantwortet werden.	Hier wird der Text, das Bild oder das Symbol gezeigt, das im Film zu sehen ist.

KAPITEL 3: HINWEISE VERSUCH 1

Hinweis 1 Versuch 1

Lösen sich zwei oder mehr Flüssigkeiten miteinander, so ist nach dem Mischvorgang nur eine Phase zu sehen.



Abbildung 1: Gemischt mit einer Phase

Lösen sich zwei oder mehr Flüssigkeiten miteinander, so ist nach dem Mischvorgang zwei oder mehr Phasen zu sehen.



Abbildung 2: Gemischt mit zwei Phasen

kognitive Kompetenzen: *Sachkompetenz:* Chemische Konzepte und Theorien auswählen und vernetzen; *Erkenntnisgewinnungskompetenz:* Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen; *Kommunikationskompetenz:* Informationen aufbereiten; *Bewertungskompetenz:* Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen (Kultusministerkonferenz 2020).

SCHRITT 3 Erklärvideoproduktion



kognitive Kompetenzen: *Sachkompetenz:* Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären (Kultusministerkonferenz 2020); *Erstellung digitaler Inhalte:* Erstellung und Bearbeitung digitaler Inhalte in verschiedenen Formaten, um sich mit digitalen Mitteln auszudrücken (Vuorikari, Kluzer, und Punie 2022).

Abbildung 7-15: Notwendige Kompetenzen für die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch "Einföndung in die organische Chemie" mit Screenshots aus diesem.

7.2.2.3 Interaktive Elemente im Selbstlernbuch

Beim Einsatz von digitalen Selbstlernbüchern besteht der Vorteil darin, dass die Schüler:innen die vorgegebenen Unterrichtsmaterialien durch individuelle Anpassungen und Ergänzungen zu einem eigenen Lernprodukt machen können, was sich positiv auf das Erleben von Selbstwirksamkeit und dadurch zu einer Motivationssteigerung führen kann (siehe Kapitel 3.2). Durch die im Selbstlernbuch enthaltenen interaktiven Elemente wurden die Lernenden weiterhin dazu angeleitet, das Selbstlernbuch aktiv zu bearbeiten, eigenständig zu handeln und dieses zu individualisieren. Dafür wurden vorstrukturierte, ausfüllbare Textfelder zu gegebenen Aufgaben und zur Anleitung von Versuchsdokumentationen integriert (siehe Abbildung 7-16 und 7-17).



Aufgabe 2

Schau das Video auf Seite 9 aufmerksam an. Notiere, welche Beobachtungen du bei der Verbrennung von Polyamid machst.

Versuchsbeobachtung Verbrennung von Polyamid:

Abbildung 7-17: Screenshot von einem ausfüllbaren Textfeld aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ aus dem Kapitel 1.

EINFÜHRUNG ORGANISCHE CHEMIE



Stelle Vermutungen an, welche der folgenden Proben organische beziehungsweise anorganische Stoffe enthalten. Notiere deine Vermutung.



Abbildung 2: Unterscheidung organischer und anorganischer Stoffe



organische Stoffe

anorganische Stoffe

Abbildung 7-16: Weiterer Screenshot von einem ausfüllbaren Textfeld aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ aus dem Kapitel 1.

7.2.2.4 LernApps im Selbstlernbuch

Die Überprüfung der Aufgaben und des Lernprozesses bezüglich des inhaltsbezogenen-experimentellen Strangs erfolgte mit Hilfe von verschiedenen LernApps (siehe Abbildung 7-18). Die LernApps ermöglichten eine direkte Rückmeldung und Hilfestellung für die Schüler:innen. Dafür wurden einige Apps integriert, mit denen direkt, bzw. über Transferaufgaben, das Ergebnis überprüft werden konnte. Mit anderen LernApps konnte benötigtes Wissen zu Themen, die in vorangegangenen Einheiten gelernt wurden, wiederholt werden. Durch den Einsatz von LernApps konnte, anders als beispielsweise beim Einsatz von Lösungsblättern, die Wahrscheinlichkeit verringert werden, dass die Schüler:innen ohne selbstständiges Nachdenken über die Aufgaben die Lösung in ihr Unterrichtsmaterial übertragen. Mit der Integration der Transferaufgaben wurde außerdem das Ziel verbunden,

verschiedene Kompetenzniveaus an LernApps im Selbstlernbuch

abzubilden. Jedoch war es bei der Erstellung der LernApps wichtig darauf zu achten, dass die Schüler:innen nicht überfordert wurden (siehe Kapitel 2.2) und dass sie mit den Ergebnissen der LernApps in der Lage waren, die Korrektheit ihrer eigenen Lösung zu überprüfen.

Lern-Apps im Selbstlernbuch Version 1 SJ 21/22

Kapitel im Selbstlernbuch

Kapitel 1  Einführung in die organische Chemie Seite 1 bis 12	Kapitel 2.1  Der einfachste organische Stoff - Methan auf der Stoffebene Seite 1 bis 10
---	---

Kapitel 2.2

Der einfachste organische Stoff - Methan auf der Teilchenebene
Seite 1 bis 18

Lern-Apps zur Überprüfung der Ergebnisse der Kohlungprobe

Lern-App zu den Eigenschaften von Methan

Wiederholung einiger Nachweisreaktionen

Überprüfung der formulierten Reaktionsgleichung

Überprüfung der Ergebnisse der Qualitativen Analyse

Überprüfung Lewis-Formel von Methan

Überprüfung Molekülformel von Methan

Wiederholung EPA-Modell

Erklärvideos

Erklärvideos

Erklärvideos

Abbildung 7-18: Übersicht der im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ in der ersten Version (Schuljahr 21/22) integrierten LernApps sortiert nach Kapiteln.

7.2.2.5 Experimente und Versuche im Selbstlernbuch

Wie in Kapitel 6.2.2 erläutert wurde, ist die Einbindung von Versuchen bzw. Experimenten im digitalisierten Unterricht von entscheidender Bedeutung. Im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ wurden die Versuche und Experimente stets mit einer Aufgabe zur (Teil-)Produktion eines Erklärvideos verknüpft (siehe Kapitel 7.2.2.2). Neben den Versuchen, die in Kapitel 3.2 von den Schüler:innen durchgeführt wurden, wurde in Kapitel 1 ein Versuch zur Kohlungsprobe und in Kapitel 2.2 ein Versuch für die Qualitative Analyse integriert.

Für die Versuchsdurchführung und die Aufnahme dieser wurden den Schüler:innen alle notwendigen Materialien zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 7-19). Für alle Versuche bzw. Experimente, die von den Schüler:innen selbst durchgeführt wurden, standen die benötigten Chemikalien und Geräte (bis auf Reagenzglasständer, Brenner und feuerfeste Unterlagen) in Boxen verpackt zu Verfügung. Ebenso standen Stative, Kopfhörer und Abtrennwände als Hintergrund für die Versuchsaufnahmen bereit (siehe Abbildung 7-20). Somit wurde es den Schüler:innen ermöglicht die Experimente selbstgesteuert durchzuführen und die Lehrkräfte wurden hinsichtlich des Vorbereitungsaufwands entlastet. Die Aufgabe der Schüler:innen war es, für die Erklärvideoproduktion aus den gegebenen Materialien ein geeignetes Setting für die Versuchsaufnahme aufzubauen, die den entwickelten Kriterien entsprachen (siehe Kapitel 4.2).



Abbildung 7-20: Foto der für den Versuch 1 im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ zur Verfügung stehenden Geräte und Chemikalien.



Abbildung 7-19: Bereitgestelltes Equipment für die Videoaufnahmen im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“.

8 Erste Intervention, Evaluation und Ergebnisableitung

In diesem Kapitel werden das Vorgehen und die Ergebnisse der ersten Iterationsstufe der vorliegenden Studie vorgestellt. Die erste Intervention diente der Überprüfung, Untersuchung und anschließenden Optimierung des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ und der Erhebungsinstrumente. Mit Hilfe der in der ersten Interventionsphase erhobenen Daten, konnten zudem erste Hinweise bezüglich der Forschungshypothesen erhalten werden.

8.1 Interventionsbeschreibung

Abbildung 8-1 zeigt den Ablaufplan der ersten Intervention im Schuljahr 21/22 mit den Fragebogenerhebungen. Dieser Abbildung kann entnommen werden, dass in der ersten Intervention teilnehmenden Schüler:innen entweder in der Forschungs- oder Referenzgruppe teilnahmen.

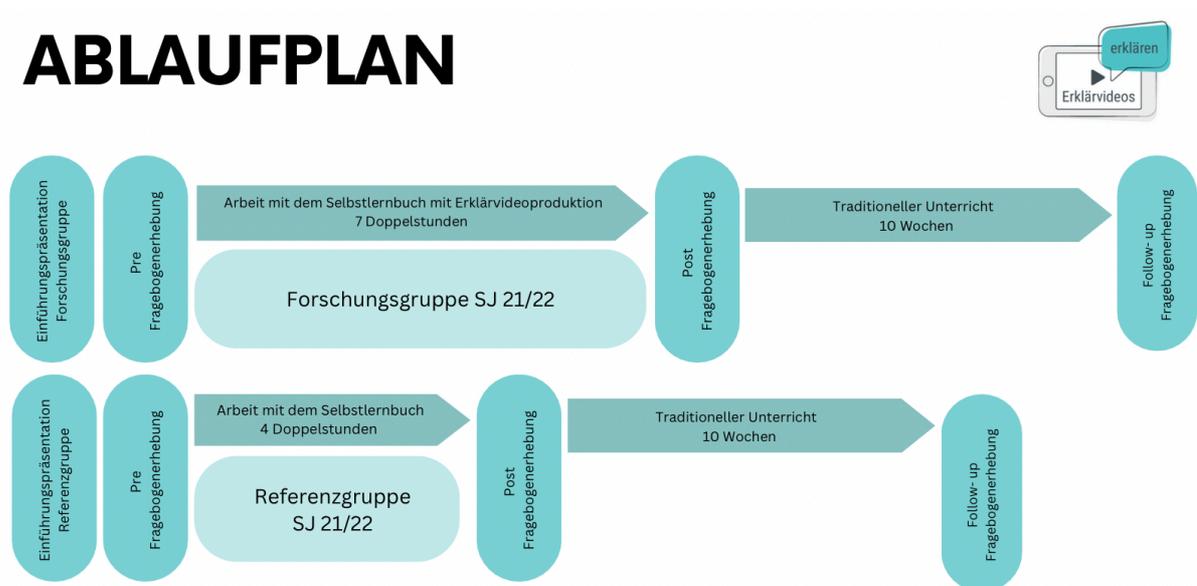


Abbildung 8-1: Ablaufplan der ersten Intervention im Schuljahr 21/22.

Die Forschungsgruppe bearbeitete das Selbstlernbuch mit den Aufgaben zur Erklärvideoproduktion und hatten dafür sieben Doppelstunden zur Verfügung. Auch der Referenzgruppe stand für den Lernprozess dasselbe Selbstlernbuch zur Verfügung, jedoch wurde für diese Gruppe

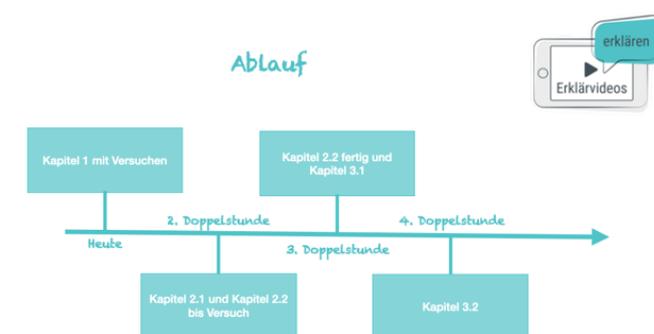


Abbildung 8-2: Ablaufplan Referenzgruppe Schuljahr 21/22.

eine Version erstellt, in der alle hinführenden Aufgaben für die Erklärvideoproduktion in Kapitel 1 bis 2.2 und die eigentliche Erklärvideoproduktion in Kapitel 3.2 entfernt wurden. Durch die Reduktion der Aufgaben zur Erklärvideoproduktion verringerte sich der



Abbildung 8-3: Ablaufplan Forschungsgruppe Schuljahr 21/22.

Zeitbedarf für die Bearbeitung von sieben auf vier Doppelstunden für die Referenzgruppe. Der vorgeschlagene Ablaufplan für die Forschungsgruppe und die Referenzgruppe ist in Abbildung 8-2 und 8-3 zu sehen. Diese Ablaufpläne sollten den Schüler:innen und Lehrkräften als zeitliche Orientierung dienen, eine Einhaltung dieser war aber nicht notwendig.

In Kapitel 3.2 des Selbstlernbuchs konnten sich die Schüler:innen beider Gruppen für einen von drei Versuchen entscheiden. Die Schüler:innen der Referenzgruppe führten den Versuch durch, dokumentierten die Beobachtungen, Ergebnisse und Erklärungen des Versuchs im Selbstlernbuch und stellten diese anderen Gruppen vor. In der Forschungsgruppe produzierten

UNTERTEILUNG DER FORSCHUNGSGRUPPE SJ 21/22

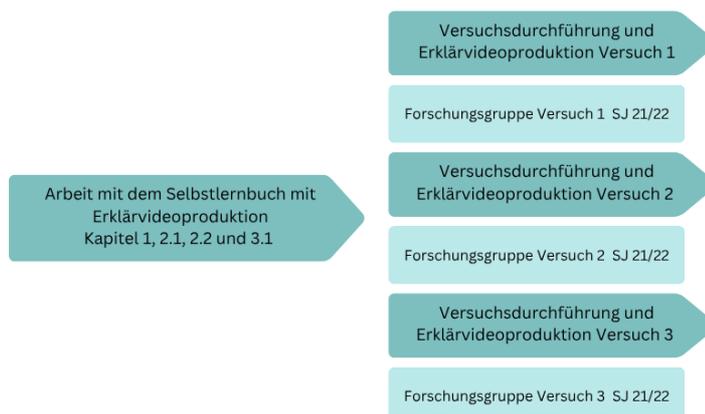


Abbildung 8-4: Unterteilung der Forschungsgruppe der ersten Intervention im Schuljahr 21/22.

die Schüler:innen zusätzlich ein Erklärvideo zu dem gewählten Versuch, der ebenfalls den anderen Gruppen präsentiert und Rückmeldung dazu gegeben wurde. Jeder Schüler/jede Schülerin bekam somit alle Versuche mündlich oder in Form eines Erklärvideos vorgestellt.

Durch diese Aufteilung in die verschiedenen Gruppen war ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der Referenz- und der Forschungsgruppe, sowie zwischen den Untergruppen der Forschungs- und Referenzgruppe möglich. Für die folgenden Erklärungen wurden die Untergruppen der Forschungsgruppe benannt als „Forschungsgruppe Versuch 1“, „Forschungsgruppe Versuch 2“ und „Forschungsgruppe Versuch 3“ (siehe Abbildung 8-4). Äquivalent erfolgte die Benennung der Untergruppen der Referenzgruppe.

8.2 Untersuchungsdesign

In diesem Abschnitt wird das Untersuchungsdesign für die erste Intervention im Schuljahr 21/22 vorgestellt. Dafür werden in Kapitel 8.2.1 die Erhebungsinstrumente, die Auswertung der Ergebnisse der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen (siehe Kapitel 8.3) und die Auswertung der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften (siehe Kapitel 8.4) vorgestellt.

8.2.1 Erhebungsinstrumente

Für die erste Intervention wurden Pre-, Post-, und Follow-up Fragebögen für die Schüler:innen, sowie ein Leitfaden für die Interviews mit den Lehrkräften entwickelt. In diesem Kapitel werden die Erhebungsinstrumente, die begleitend zur ersten Intervention eingesetzt wurden, vorgestellt.

8.2.1.1 Fragebogenerhebung Schüler:innen

Die drei Fragebögen für die Schüler:innen wurden über die kostenfreie und webbasierte Umfrageverwaltungssoftware „Google Forms“ zur Verfügung gestellt. In der ersten Intervention wurde von einigen Klassen der Pre-Fragebogen händisch ausgefüllt, da noch datenschutzrechtliche Fragen geklärt werden mussten. Der Übertrag der analogen Fragebögen erfolgt anschließend ebenfalls in „Google Forms“. Da die Dateneingabe anonym und über Schulgeräte bzw. den zur Verfügung gestellten iPad-Koffer erfolgte, mussten neben der allgemeinen Einverständniserklärung der Eltern hinsichtlich des Datenschutzes keine weiteren Schritte unternommen werden.

Der Fokus der drei Fragebogenerhebungen der ersten Intervention wurde auf die motivationalen Aspekte vor und nach der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gelegt. Desweiteren wurden die Einschätzungen der Schüler:innen zum Kompetenz- und Wissenszuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch erhoben. Auch wurden einige fachliche Fragen in allen drei Fragebögen gestellt, um Hinweise auf den Wissenszuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zu erhalten. Im Folgenden werden die drei Fragebögen für die Erhebung im Schuljahr 21/22 vorgestellt.

Pre-Fragebogen Erhebung Schuljahr 21/22

Die Tabelle 8-1 gibt einen Überblick über den Themenbereich der Items, die im Pre-Fragebogen gestellt wurden, sowie die Anzahl der Fragen aus den Themenbereichen und der Art des Items. Insgesamt wurden den Schüler:innen im Pre-Fragebogen 27 Items gestellt. Die Referenzgruppe erhielt denselben Pre-Fragebogen wie die Forschungsgruppe, aber ohne die Items 6 bis 8, 10 bis 11, 14 und 16.

Themengebiet	Anzahl	Art
Erfahrungen und Motivation zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz	6 (Item 1 bis 4, 8 bis 9)	5 Likert- Typ, 1 Multiple-Choice Frage
Motivation und Erfahrungen zum produktiven Erklärvideoeinsatz	5 (Item 6 bis 7, 10 bis 11, 16)	3 Likert- Typ, 2 Multiple-Choice Fragen
Vorerfahrungen medienbezogene Kompetenzen iPad	3 (Item 12 bis 14)	3 Likert- Typ
Motivation Lernen mit dem iPad	2 (Item 5, 15)	2 Likert- Typ
Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen	1 (Item 17)	1 Freifeld
Schülervorstellungen	4 (Item 18 bis 19, 23 bis 24)	4 Multiple-Choice Fragen
Vorwissen - Grundlagen	1 (Item 20)	1 Multiple-Choice Frage
Vorwissen zur Einheit „Einführung organische Chemie“	2 (Item 21 bis 22)	2 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	1 (Item 25)	1 Freifeld
Codegenerierung	1 (Item 26)	1 Freifeld

Tabella 8-1: Erläuterung zu den Items des Pre-Fragebogens des ersten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.

Post-Fragebogen Erhebung Schuljahr 21/22

Im Rahmen der Post-Befragung beantworteten die Schüler:innen 35 Items zu den in der Tabelle 8-2 aufgeführten Themengebieten. Die Referenzgruppe erhielt denselben Post-Fragebogen wie die Forschungsgruppe, aber ohne die Items 3 bis 8, 10, 15 bis 16.

Themengebiet	Anzahl	Art
Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung	2 (Item 1 bis 2)	2 Likert- Typ
Motivation und Erfahrungen	5 (Item 3 bis 4, 7, 13 bis 14)	5 Likert- Typ
Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs	8 (Item 5 bis 6, 8 bis 12, 15 bis 16)	9 Likert- Typ
Inhaltliche Fragen – Grundlagen	1 (Item 23)	1 Multiple-Choice Frage
Inhaltliche Fragen – organische Chemie	15 (Item 19 bis 22, 24 bis 34)	12 Multiple-Choice Fragen, 3 Freifelder
Weitere Rückmeldungen	2 (Item 17 bis 18)	2 Freifeld, 1 Multiple-Choice Frage
Codegenerierung	1 (Item 35)	1 Freifeld

Tabella 8-2: Erläuterung zu den Items des Post-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.

Follow-up-Fragebogen Erhebung Schuljahr 21/22

Für den Follow-up Fragebogen wurden alle Fragen ab Item 18 aus dem Post-Fragebogen übernommen (siehe Tabelle 8-3). Die Referenzgruppe erhielt denselben Post-Fragebogen wie die Forschungsgruppe.

Themengebiet	Anzahl	Art
Inhaltliche Fragen – Grundlagen	1 (Item 6)	1 Multiple-Choice Frage
Inhaltliche Fragen – organische Chemie	15 (Item 2 bis 5, 7 bis 17)	12 Multiple-Choice Fragen, 3 Freifelder
Weitere Rückmeldungen	1 (Item 1)	1 Freifeld
Codegenerierung	1 (Item 18)	1 Freifeld

Tabelle 8-3: Erläuterung zu den Items des Follow-up-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.

Stichprobe Fragebogenerhebung im Schuljahr 21/22

An der ersten Intervention nahmen insgesamt 12 Klassen von 5 Schulen im Unterricht von 7 Lehrkräften in Baden-Württemberg teil. In der Tabelle 8-4 ist eine Auflistung der teilnehmenden Schulen, Lehrkräfte und Klassen zu sehen. Die Daten sind aufgrund des Datenschutzes anonymisiert dargestellt. Bei den Klassen 5 und 7 handelte es sich um iPad-Klassen, d. h. die Schüler:innen dieser Klassen hatten ein eigenes iPad, das sie nutzen konnten, um mit dem Selbstlernbuch zu arbeiten. Alle anderen Klassen nutzten entweder die iPads der Schule oder bekamen einen iPad-Koffer, der für die vorliegende Forschung mit Fördergeldern der Vector-Stiftung angeschafft wurde, zur Verfügung gestellt.

Die Klasse 7 wurde von der Autorin selbst unterrichtet, was konkrete Einblicke in die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ermöglichte. Die daraus erworbenen Erkenntnisse wurden unter anderem für die Erstellung eines Lehrkräftehandbuchs für die folgenden Forschungszeiträume genutzt. Einige Lehrkräfte fühlten sich für die alleinige Durchführung der Forschung und bezüglich der Handhabung der iPads, sowie bei der Begleitung der Produktion der Erklärvideos nicht sicher genug, weshalb die Lehrkräfte 1 und 6 im Format des Teamteachings von der Autorin unterstützt wurden. Die Klasse 5, 6 und 7 nahmen als Referenzgruppe an der Forschung teil, alle anderen als Forschungsgruppen. Bei allen Klassen erfolgte die Vorstellung des Forschungsprojekts und des Selbstlernbuchs anhand der Einführungspräsentation zu Beginn der Intervention und wurde von der Autorin selbst vorgenommen. In dieser ersten Schulstunde zum Selbstlernbuch wurden auch die Pre-Fragebögen ausgefüllt. Auch für die Post- und Follow-up Fragebogenerhebung war die Autorin in allen Klassen vor Ort, um die Schüler:innen beim Ausfüllen der Fragebögen zu beobachten, was in dieser Intervention organisatorisch aufgrund der überwiegend örtlichen Nähe möglich war.

Insgesamt füllten im Schuljahr 21/22 255 Schüler:innen den Pre-Fragebogen aus (siehe Tabelle 8-4). Die Zahl der Schüler:innen, die die Post- und Follow-up Fragebögen ausfüllte, nahm ab, was auf den hohen Krankenstand bei den Schüler:innen durch die Corona-Pandemie zurückzuführen war. Das führte auch dazu, dass die Zahl der Schüler:innen, die alle drei Fragebögen ausfüllten im Vergleich zur Gesamtstichprobenzahl gering war (siehe Tabelle 8-5).

Schule	Klasse	Lehrkraft	Schulart	Hinweis	Gruppe
Schule 1	Klasse 1	Lehrkraft 1	Gymnasium	Teamteaching	Forschungsgruppe
	Klasse 2			Teamteaching	Forschungsgruppe
	Klasse 3			Teamteaching	Forschungsgruppe
Schule 2	Klasse 4	Lehrkraft 2	Realschule		Forschungsgruppe
Schule 3	Klasse 5	Lehrkraft 3	Gymnasium	iPad Klasse	Referenzgruppe
	Klasse 6				Referenzgruppe
	Klasse 7	Lehrkraft 4		Eigene Klasse	Forschungsgruppe
	Klasse 8	Lehrkraft 5		iPad Klasse	Forschungsgruppe
Schule 4	Klasse 9	Lehrkraft 6	Gymnasium	Teamteaching	Forschungsgruppe
	Klasse 10			Teamteaching	Forschungsgruppe
	Klasse 11			Teamteaching	Forschungsgruppe
Schule 5	Klasse 12	Lehrkraft 7	Gymnasium		Referenzgruppe

Tabelle 8-4: Auflistung der teilnehmenden Schulen, Lehrkräfte und Klassen an der Intervention im Schuljahr 21/22.

Klasse	Pre- Fragebogen	Post- Fragebogen	Follow-up Fragebogen
Klasse 1	N = 20	N = 17	N = 26 ¹
Klasse 2	N = 19	N = 7	
Klasse 3	N = 23	N = 13	
Klasse 4	N = 25	N = 22	N = 22
Klasse 5	N = 18	N = 15	N = 19
Klasse 6	N = 22	N = 15	N = 17
Klasse 7	N = 22	N = 13	N = 25
Klasse 8	N = 27	N = 26	N = 24
Klasse 9	N = 19	N = 19	N = 53 ²
Klasse 10	N = 21	N = 17	
Klasse 11	N = 13	N = 13	
Klasse 12	N = 26	N = 14	N = 27
Forschungsgruppe	189	147	150
Referenzgruppe	66	44	63
Summe	255	191	213

Tabelle 8-5: Auflistung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up-Fragebögen im Schuljahr 21/22 sortiert nach Klassen.

¹ Die Lehrkraft hat an alle Schüler:innen der Klasse 1-3 denselben QR-Code für die Befragung ausgegeben.

² Die Lehrkraft hat an alle Schüler:innen der Klasse 1-3 denselben QR-Code für die Befragung ausgegeben.

Auswertung der qualitativen Daten mit KNIME

Die Ergebnisse der Fragebogenerhebungen wurden für die Auswertung aus „Google Forms“ als „CSV-Datei“ heruntergeladen und in einer Excel-Datei alle Ergebnisse der teilnehmenden Schüler:innen im Schuljahr 21/22 zusammengefasst. Anschließend erfolgte die weitere Auswertung in „KNIME“, einer freien Software für die interaktive Datenanalyse. Mit diesem Programm können Daten-Workflows mit visueller Drag-and-Drop-Programmierung erstellt werden (siehe Abbildung 8-5). Im Programm wurde als Output eine Excel-Datei mit den Ergebnissen erstellt und gespeichert. Anschließend konnten die ausgewerteten Daten in der Excel-Datei gesichtet, in Graphen dargestellt und exportiert werden.

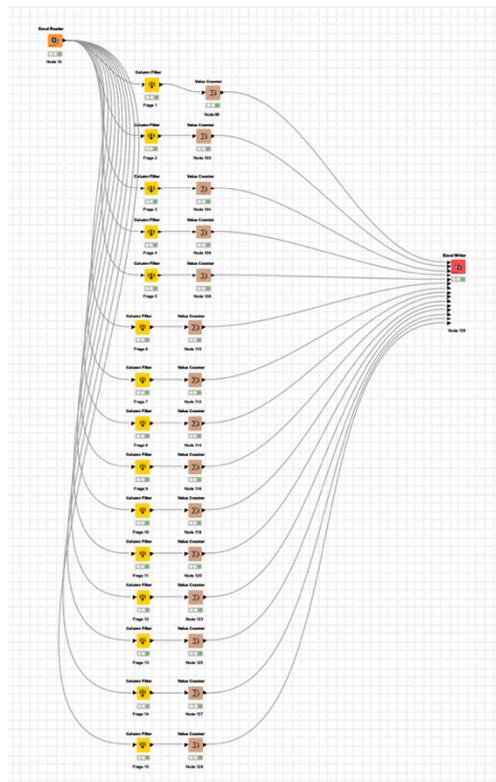


Abbildung 8-5: Screenshot eines Daten-Workflows für die Auswertung des Pre-Fragebogens (Frage 1 bis 16).

8.2.1.2 Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Im Schuljahr 2021/22 wurden mit fünf der Lehrkräfte, die das Selbstlernbuch in ihrem Unterricht eingesetzt hatten, Leitfadeninterviews durchgeführt. Für die Interviews wurde ein Leitfaden entwickelt, welcher aus fünf offenen Fragen und Stichworten für die Vertiefung bestand (siehe Abbildung 8-6). In der Planungsphase für die Interviews wurden die Lehrkraft über das Vorhaben informiert und das Einverständnis für die Aufnahme des Interviews eingeholt. Die Interviews wurden in Präsenz durchgeführt. Vor dem Interview wurde ausdrücklich betont, dass das Interesse an den persönlichen Erfahrungen und positiven wie auch kritischen Rückmeldungen zur der Unterrichtsphase mit dem Selbstlernbuch groß ist. Zudem wurde mitgeteilt, dass die Daten anonymisiert wurden, um somit eine ungezwungene Interviewatmosphäre zu schaffen (Mayer 2012). Nach der Begrüßung wurde das Vorgehen kurz vorgestellt, damit die Lehrkraft wusste, was sie in dem Interview erwartete. Anschließend wurde die Aufnahme mit der App *Sprachmemo (Dateiformat m4a)* auf einem dafür bereitgestellten iPad gestartet und die allgemeine Einleitung vorgelesen. Dann wurde die Einleitungsfrage mit der offenen Erzählaufforderung gestellt und ausreichend Zeit zum Überlegen und Antworten gegeben. Die Vertiefung erfolgte anhand der notierten Hilfsfragen insofern diese nicht von der Lehrkraft bereits beantwortet wurden bzw. eine

Vertiefung notwendig war, um den Sachverhalt tiefer erfassen zu können. Dem Leitfaden folgenden wurde das Interview weitergeführt.

Einleitung:

In den vergangenen Wochen haben Sie gemeinsam mit Ihren SchülerInnen mit dem interaktiven Selbstlernbuch zum Thema „Einführung in die organische Chemie“ auf den iPads gearbeitet. Ich interessiere mich für Ihre Erfahrungen und Einschätzungen diesbezüglich sehr und freue mich über Ihre Rückmeldungen.

Leitfrage/ Stimulus/ Erzählaufforderung	Inhaltliche Aspekte Stichworte – nur erfragen, wenn nicht von allein thematisiert
Einstiegsfrage Erzählaufforderung	Wie hat Ihnen die Arbeit mit dem interaktiven Selbstlernbuch gefallen? <u>Stichworte:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Lernatmosphäre - Positive und negative Erfahrungen - Technische Hürden und Probleme - Erleben der SchülerInnen während der Arbeit - mit dem Selbstlernbuch (Unterschied zum traditionellen Unterricht) - empfinden der eigenen Lehrerrolle während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch
Erzählaufforderung	Wie schätzen Sie den Lernzuwachs (Fachwissen) ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein? <u>Stichworte:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Differenz zum üblichen Unterricht - Unterschiede zwischen den SchülerInnen - Motivation bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch
Erzählaufforderung	Wie schätzen Sie den Kompetenzzuwachs (Medienkompetenz) ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein? <u>Stichworte:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Differenz zum üblichen Unterricht - Unterschiede zwischen den SchülerInnen - Zeitaufwand vs. Nutzen
Bilanzierungsfragen	Würden Sie erneut das Selbstlernbuch in Ihrem Unterricht einsetzen? <u>Stichworte:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Welche Aspekte würden Sie beibehalten? (bezüglich medientechnischen und fachinhaltlichen Strang) - Welche Aspekte würden Sie verändern?
Abschlussfrage	Haben Sie noch Anmerkungen, Rückmeldungen und Erfahrungsberichte zu der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den Erklärvideos?

Abbildung 8-6: Leitfaden für die Interviews mit den Lehrkräften im Schuljahr 21/22.

Aufbereitung der Interviewaufnahmen

Für die Auswertung wurden die Aufnahmen mit dem Programm *f4x.audiotranskription* transkribiert. Die Analyse der Interviews erfolgte in der ersten Intervention nicht detailliert und es wurden, mit dem Ziel der Optimierung des Selbstlernbuchs, lediglich Aspekte aus den Leitfadeninterviews analysiert, in denen die Lehrkräfte negative Erfahrungen und Änderungsvorschläge nannten. Auf Grundlage dieser Erfahrungsberichte wurde geprüft, welche Änderungen und Optimierungen für das Selbstlernbuch und das Lernsetting für die zweite Intervention konkret vorgenommen werden sollten (siehe Kapitel 8.2.8).

8.2.1.3 Fragebogenerhebung mit den Lehrkräften

Um mehr über die Vorerfahrungen bezüglich der digitalen Medien und deren Einsatz im Unterricht der teilnehmenden Lehrkräfte zu erfahren, wurden diese im Rahmen einer Fragebogenerhebung dazu befragt. Die Formulierung einiger Items wurde dafür orientiert am DigCompEdu Selfi (European Commission, 2024) vorgenommen (siehe Kapitel 2.1.4.1). Der Fragebogen wird im digitalen Anhang zur Verfügung gestellt.

Im Schuljahr 21/22 füllten vier der sieben Lehrkräfte nach der Intervention den Fragebogen aus. Unter anderem wurden die Lehrkräfte dazu befragt, wie sie ihre digitalen Kompetenzen als Lehrkraft einschätzten und zu welchen der folgenden Beschreibungen sie sich zuordneten: Newcomer (A1), Explorer (A2), Integrator (B1), Experte (B2), Leader (C1) und Pionier (C2). Drei der vier befragten Lehrkräfte schätzten sich als Integrator:innen und eine Lehrkraft als Einsteiger:in ein. Damit verorteten sich alle vier befragten Lehrkräfte im Mittelfeld. Die Tabelle zeigt weitere Ergebnisse der Fragebogenerhebung.

Item	Trifft zu	Trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
<u>Item 2:</u> Die aktive Weiterbildung meiner digitalen Lehrfähigkeit ist mir wichtig.	50 % N = 2	50 % N = 2		
<u>Item 3:</u> Für meinen Unterricht nutze ich digitale Lernmaterialien. (z.B. digitale Arbeitsblätter, Präsentationen, Apps...).	50 % N = 2	25 % N = 1	25 % N = 1	
<u>Item 5:</u> Für meinen Unterricht erstelle ich digitale Lernmaterialien. (z.B. digitale Arbeitsblätter, Präsentationen, VR/AR...).	50 % N = 2	25 % N = 1	25 % N = 1	

Item 7: In meinem Unterricht setze ich digitale Werkzeuge ein, mit denen die SchülerInnen selbstständig arbeiten. (interaktive Übungen, Quizen...).	25 % N = 1	25 % N = 1	50 % N = 2	
Item 9: Ich nutze im Unterricht digitale Medien, damit die SchülerInnen ihr Lernen selbstständig planen, dokumentieren und überwachen können? (z.B. Laptops, Tablets, PCs, Handys...).		50 % N = 2	25 % N = 1	25 % N = 1
Item 12: In meinem Unterricht erstellen die SchülerInnen selbstständig digitale Inhalte. (z.B. Videos, Audios, digitale Präsentationen...).	25 % N = 1	25 % N = 1	50 % N = 2	

Tabelle 8-6: Ergebnisdarstellung von sechs Items zur Erfahrung zum Einsatz von digitalen Medien der Lehrkräfte im Unterricht (N = 4) im Schuljahr 21/22.

Es wurde deutlich, dass allen befragten Lehrkräften die Weiterbildung hinsichtlich der digitalen Medien wichtig war. Jedoch setzten diese Lehrkräfte die digitalen Medien sehr unterschiedlich intensiv im Unterricht ein. Beispielsweise gaben 50 % zum Item 12 keine Zustimmung. Dennoch gaben alle Lehrkräfte beim Item 13 „Folgende digitalen Inhalte haben meine SchülerInnen bereits selbstständig in meinem Unterricht erstellt.“ an, dass ihre SchülerInnen bereits Erklärvideos oder allgemein Videos produziert hatten. Da die Fragebogenerhebung aber nach der Intervention durchgeführt wurde, könnte sich diese Angabe auch auf die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch beziehen. Insgesamt zeigte sich anhand dieser Auswertung, dass die teilnehmenden Lehrkräfte unterschiedlich ausgeprägte Erfahrungen mit dem Einsatz von digitalen Medien im Unterricht hatten. Diese unterschiedlichen Erfahrungen und der damit ggf. einhergehende unterschiedliche Kompetenzstand könnte sich auch auf die Lernwirksamkeit der Schüler:innen auswirken (siehe Kapitel 2.1.4.1).

8.2.2 Auswertung der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen im Schuljahr 21/22

In den folgenden Kapiteln werden die Auswertungen der Pre-, Post und Follow-up Fragebögen, die die Schüler:innen im Schuljahr 21/22 ausfüllten, dargestellt.

8.2.3 Ergebnisse Pre-Fragebogen der Schüler:innen

Den Pre-Fragebogen haben im Schuljahr 21/22 insgesamt 255 Schüler:innen ausgefüllt, wobei 189 Schüler:innen davon der Forschungsgruppe angehörten (siehe Tabelle 8-4). Die erhaltenen Fragebogenergebnisse zum Pre-Fragebogen wurden entsprechen der in Tabelle 8-5 aufgeführten Themengebiete und den zugeordneten Items im Folgenden ausgewertet.

8.2.3.1 Erfahrungen und Motivation zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Pre-Fagebogenergebnisse zu den sechs Items zum Themengebiet „Erfahrungen und Motivation rezeptiver Erklärvideoeinsatz“ (Item 1 bis 4, 8 bis 9) vorgestellt und diskutiert. Der Tabelle 8-7 sind die Ergebnisse der Items 1 bis 4 und 8 zu entnehmen. Im Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen fällt auf, dass die Forschungsgruppe den Mehrwert von Erklärvideos für ihren Lernprozess als höher angab. So gaben beispielsweise 95 % der befragten Schüler:innen der Forschungsgruppe ihre Zustimmung zu der Aussage „Ich schaue gerne Erklärvideos im Unterricht an“. Dagegen stimmten aus der Referenzgruppe 80 % dieser Frage zu. Auffällig auch sind die Ergebnisse zum Item 8 zur Sinnlosigkeit bezüglich der Rezeption von Erklärvideos für das Lernen von chemischen Inhalten. 30 % der Forschungsgruppe gaben zu dieser Aussage ihre Zustimmung, jedoch gaben beim Item 2 „Erklärvideos helfen mir das Unterrichtsthema besser zu verstehen“ 94 % der Forschungsgruppe ihre Zustimmung. Diese unterschiedliche Einschätzung könnte damit zu tun haben, dass die Schüler:innen einen Unterschied in Bezug auf den Mehrwert durch die Rezeption von Erklärvideos zwischen anderen Unterrichtsthemen/-inhalten und chemischen Inhalten sahen. Andererseits könnte die Antwort auch damit zusammenhängen, dass die Schüler:innen die Aussage nicht aufmerksam genug gelesen hatten. Da jedoch in dieser Intervention keine Kontrollfragen für die Bereinigung gestellt wurden, kann dies nicht bewertet werden.

Item	trifft zu		trifft eher zu		trifft eher nicht zu		trifft nicht zu	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
<u>Item 1</u> Ich schaue gerne Erklärvideos im Unterricht an.	58 % N = 109	36 % N = 24	37 % N = 71	44 % N = 29	3 % N = 6	18 % N = 12	2 % N = 3	2 % N = 1
<u>Item 2</u> Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.	41 % N = 78	32 % N = 21	53 % N = 53	51 % N = 34	6 % N = 12	17 % N = 11		

Item 3 Erklärvideos helfen mir das Unterrichtsthema besser zu verstehen.	52 % N = 99	51 % N = 34	46 % N = 86	35 % N = 23	2 % N = 4	14 % N = 9		
Item 4 Ich freue mich darauf in dieser Einheit mit Hilfe von Erklärvideos Inhalte zu lernen.	60 % N = 112	51 % N = 33	33 % N = 63	40 % N = 26	6 % N = 12	8 % N = 5	1 % N = 1	1 % N = 1
Item 8 Das Anschauen von Erklärvideos für das Lernen von chemischen Inhalten finde ich sinnlos.	6 % N = 11	3 % N = 2	10 % N = 19	6 % N = 4	30 % N = 57	36 % N = 23	54 % N = 101	55 % N = 36

Tabelle 8-7: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den sechs Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen und Motivation rezeptiver Erklärvideoeinsatz“ im Pre-Fragebogen.

Der Abbildung 8-7 sind die Ergebnisse für das Item 9 zu entnehmen 43 % aus der Forschungsgruppe und 61 % aus der Referenzgruppe an, keine Erklärvideos im Unterricht zu rezipieren.

Um zu überprüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen der Einschätzung bezüglich der Rezeption von Erklärvideos im Unterricht und der Häufigkeit des rezeptiven Erklärvideoeinsatzes im Unterricht gab, wurde für die Forschungsgruppe in der Abbildung 8-8 verglichen. Die Ergebnisse gaben vorsichtige Hinweise auf den Einfluss der Einschätzungen bezüglich des Mehrwerts des Konsums von

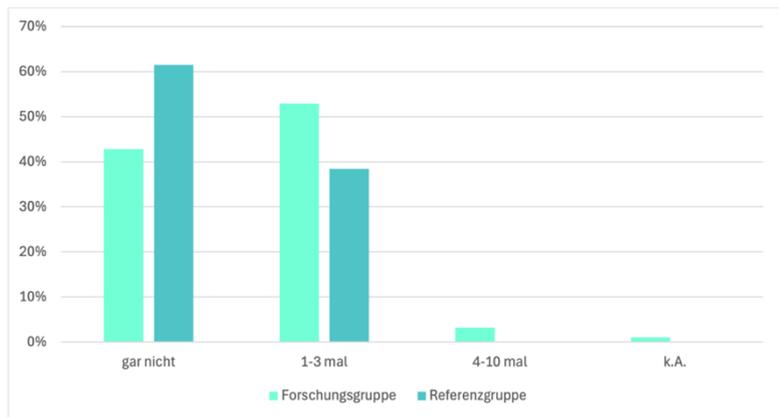


Abbildung 8-8: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe auf die Aussage „So oft schaue ich durchschnittlich im Unterricht in einer Woche Erklärvideos.“ im Schuljahr 21/22 (N =189; Pre-Fragebogen Item 9 bzw. 7).



Abbildung 8-7: Darstellung des Zusammenhangs der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe von den Items 1 bis 4 und dem Item 9 im Schuljahr 21/22 (N =189; Pre-Fragebogen).

Erklärvideos von der Häufigkeit des Einsatzes im Unterricht. Insgesamt gaben mehr Schüler:innen ihre Zustimmung für die Items 1, 2 und 4, wenn sie auch angaben 1–3 mal pro Woche durchschnittlich Erklärvideos im Unterricht anzuschauen. Da die Unterschiede aber nur gering sind, müssten weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um Aussagen zum Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Rezeption von Erklärvideos im Unterricht mit der Einschätzung in Bezug auf den Mehrwert machen zu können.

8.2.3.2 Erfahrungen und Motivation zum produktiven Erklärvideoeinsatz

Der Forschungsgruppe wurden insgesamt fünf Items zu den Vorerfahrungen und der Motivation hinsichtlich der Erklärvideoproduktion im Unterricht gestellt. Die Ergebnisse der drei Items im Stil des Likert-Typs sind in der Tabelle 8-8 dargestellt. Diese machen deutlich, dass sich nicht alle befragten Schüler:innen der Forschungsgruppe auf die Aufgaben für die Erklärvideoproduktion freuten. Dennoch gaben 60 % ihre Zustimmung zur Aussage in Item 6. Dagegen stimmten 37 % der befragten Schüler:innen der Aussage in Item 7 zu, dass ihnen das Erstellen von Erklärvideos keinen Spaß machte. Es gaben nur 6 % der Schüler:innen an, dass sie in der Schule beigebracht bekommen hatten, wie mit dem iPad ein Erklärvideo erstellt wird. Da in allen teilnehmenden Schulen für den Unterricht als digitales Medium iPads zur Verfügung standen, kann davon ausgegangen werden, dass die Erklärvideoproduktion bisher allgemein in den meistens Klassen im Unterricht für die Schüler:innen nicht ausreichend thematisiert wurde. 35 % (3 % 4- 10 mal; 32 % 1-3 mal; 65 % gar nicht; N =189; Pre-Fragebogen Item 10) der Schüler:innen gaben an, mindestens ein Erklärvideo im Unterricht produziert zu haben, woraus sich eine große Anzahl an Schüler:innen ableiten lässt, die bereits ein Erklärvideo im Unterricht produziert hatten, aber nicht gelernt hatten, wie sie dieses produzieren können.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 6 Ich freue mich darauf in dieser Einheit selbst Erklärvideos zu erstellen.	28 % N = 53	32 % N = 61	30 % N = 57	10 % N = 18
Item 7 Das Erstellen von Erklärvideos macht mir keinen Spaß.	6 % N = 11	31 % N = 58	38 % N = 72	24 % N = 45

Item 16 Ich habe in der Schule beigebracht bekommen, wie ein Erklärvideo mit einem iPad erstellt wird.	1 % N = 2	5 % N = 10	20 % N = 38	74 % N = 139
--	--------------	---------------	----------------	-----------------

Tabelle 8-8: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen und Motivation produktiver Erklärvideoeinsatz“ im Pre-Fragebogen.

Im Item 11 wurden die Schüler:innen gefragt, in welchem Fach sie bereits ein Erklärvideo produziert hatten (siehe Abbildung 8-9).

Insgesamt wurden von den Schüler:innen acht Fächer genannt, wobei ein Großteil der Schüler:innen angab, in Geographie bzw. in Biologie bereits ein

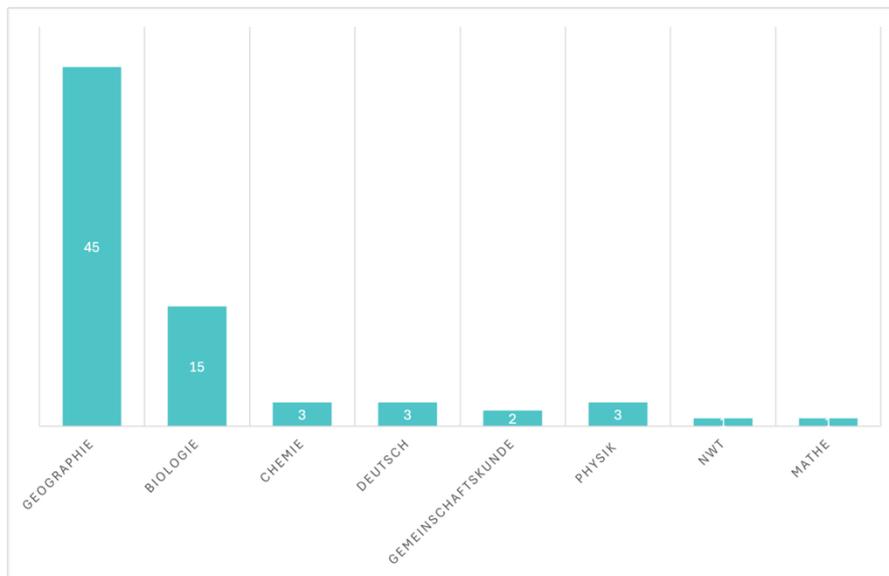


Abbildung 8-9: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe auf die Aussage „In diesen Fächern habe ich bereits ein Erklärvideo erstellt.“ im Schuljahr 21/22 (N =189; Pre-Fragebogen Item 11).

Erklärvideo produziert zu haben. In Chemie dagegen gab es hinsichtlich der Erklärvideoproduktion wenig Vorerfahrungen.

8.2.3.3 Vorerfahrungen bezüglich medienbezogener Kompetenzen

Um einen Eindruck von den Vorerfahrungen hinsichtlich der medienbezogenen Kompetenzen im Umgang mit dem iPad zu erhalten und nach der Intervention im Vergleich zum Post-Fragebogen herauszufinden, inwiefern die Schüler:innen von einem medienbezogenen Kompetenzzuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ausgehen, wurde zu diesem Themenfeld im Pre-Fragebogen in drei Items abgefragt (siehe Tabelle 8-9). Während die Anzahl der Schüler:innen, die zum Item 12 ihre Zustimmung gaben, der Forschungs- und Referenzgruppe sehr ähnlich war (Forschungsgruppe: 85 %; Referenzgruppe: 82 %), unterschied sich die Angabe bezüglich der Nutzung des Apple-Programms „Pages“ davon (Forschungsgruppe 33 %; Referenzgruppe 53 %). 31 % der Schüler:innen der Forschungsgruppe gaben weiterhin an, dass sie sich mit dem Apple Programm „iMovie“ gut auskannten.

Item	trifft zu		trifft eher zu		trifft eher nicht zu		trifft nicht zu	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
<u>Item 12</u> Ich kenne mich mit der Bedienung von iPads gut aus.	42 % N = 79	56 % N = 37	43 % N = 82	26 % N = 17	9 % N = 17	17 % N = 11	5 % N = 10	1 % N = 1
<u>Item 13</u> Ich kenne mich mit dem Apple Programm "Pages" gut aus.	9 % N = 17	26 % N = 17	24 % N = 44	27 % N = 18	39 % N = 74	26 % N = 17	28 % N = 53	21 % N = 14
<u>Item 14</u> Ich kenne mich mit dem Apple Programm "iMovie" gut aus.	9 % N = 18		22 % N = 41		31 % N = 58		38 % N = 72	

Tabelle 8-9: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Vorerfahrungen medienbezogene Kompetenzen“ im Pre-Fragebogen.

8.2.3.4 Motivation zum Lernen mit dem iPad

In den beiden Items 5 und 15 wurden die Schüler:innen zu ihrer Motivation bezüglich der folgenden Arbeit mit dem digitalen Selbstlernbuch mit dem iPad befragt. Insgesamt gab der Großteil der befragten Schüler:innen der Forschungs- und Referenzgruppe an, dass sie sich auf die Arbeit mit dem iPad freuten (siehe Item 15; Forschungsgruppe: 94 %; Referenzgruppe: 91 %). Auch der Aussage „Ich freue mich darauf in dieser Einheit meine medientechnischen Kompetenzen zu erweitern“ stimmten 94 % der befragten Schüler:innen aus der Forschungsgruppe zu. Dagegen stimmten aus der Referenzgruppe nur 77 % Schüler:innen zu. Dieser Unterschied kann aufgrund der erhobenen Daten nicht erklärt werden, eventuell könnte die fehlende produktive Aufgabe der Erklärvideoproduktion Auswirkung gehabt haben.

Es zeigte sich im Vergleich zu den in Kapitel 8.2.3.2 dargestellten Ergebnissen, dass die Forschungsgruppe sich mehr allgemein auf die Arbeit mit dem iPad freute als auf die Produktion der Erklärvideos mit dem iPad.

Item	trifft zu		trifft eher zu		trifft eher nicht zu		trifft nicht zu	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
<u>Item 5</u> Ich freue mich darauf in dieser Einheit meine medientechnischen Kompetenzen zu erweitern.	53 % N = 100	33 % N = 22	41 % N = 77	44 % N = 29	6 % N = 12	21 % N = 14		2 % N = 1
<u>Item 15</u> Ich freue mich auf die Arbeit mit den iPads im folgenden Chemie-Unterricht.	62 % N = 118	55 % N = 36	32 % N = 60	41 % N = 27	5 % N = 10	3 % N = 2	1 % N = 1	1 % N = 1

Tabelle 8-10: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Motivation und selbstgesteuertes Lernen mit dem iPad“ im Pre-Fragebogen.

8.2.3.5 Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen

Im Item 17 wurde den Schüler:innen zu ihren Vorerfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen im Unterricht befragt. In einem Freifeld konnten sie notieren, ob dies zutraf und wenn ja, welche Erfahrungen sie bereits machen konnten. Als Erläuterung wurden ihnen Beispiele für selbstgesteuerte Methoden genannt (z.B. Wochenplan, Lerntagebuch, Selbstlernbuch). Die Antworten der Schüler:innen wurden dahingehend ausgewertet, ob die Lernenden angaben, bereits Erfahrung mit dem selbstgesteuerten Lernen gemacht zu haben, bzw. keine Erfahrungen hatten. Es gaben 76 % der befragten Schüler:innen an, dass sie keine Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen hatten. Bei der Sichtung der Ergebnisse fiel auf, dass 11 % der Schüler:innen, die angaben bereits Erfahrungen bezüglich der selbstgesteuerten Elemente gemacht zu haben, dies zuletzt in der Grundschule praktiziert hatten. Daher wurde dafür eine eigene Kategorie gebildet. Insgesamt gaben damit 87 % der befragten Schüler:innen an, dass sie keine Erfahrungen mit selbstgesteuertem Lernen in der weiterführenden Schule gemacht hatten.

8.2.3.6 Schülervorstellungen

Es wurden vier Multiple-Choice Fragen orientiert an dem „The Chemical Concepts Inventory“ (CCI) Test (Mulford & Robinson, 2002) formuliert, um einen Eindruck zum Vorhandensein von chemiebezogenen Schülervorstellungen der Stichprobe zu erhalten. Da der CCI-Test mit Erstsemesterstudierenden in einem Chemiekurs an der Hochschule entwickelt getestet wurde, ist dieser nicht unmodifiziert in der 10. Klasse anwendbar, da die Inhalte vieler Fragen das bisher Gelernte übersteigen. Daher wurde nur einige der Fragen entnommen, ins Deutsche übersetzt und

dabei die Begrifflichkeiten bei Bedarf an die deutsche Fachsprache angepasst. Zudem würde das Beantworten aller 22 Fragen des CCI-Tests aus Zeit- und Konzentrationsgründen das Format des Fragebogens übersteigen, da zudem weitere Aspekte mit diesem Fragebogen erhoben werden sollten. Dennoch konnten die vier Fragen zu den Fehlvorstellungen (Item 18, 19, 23 und 24) einen Einblick bezüglich der Schülervorstellungen der befragten Schüler:innen geben und einen Vergleich der Ergebnisse von der Forschungs- und Referenzgruppe ermöglichen. Die Ergebnisse (siehe Abbildung 8-10) zeigen, dass bei einigen Schüler:innen Fehlvorstellungen vorlagen, was in der weiteren Auswertung berücksichtigt werden musste. Jedoch sind die Unterschiede zwischen der Forschungs- und Referenzgruppe über die vier Items hinweg nicht signifikant. Für die Auswertung wurde für jeder richtigen Antwort 1 Punkt vergeben, so dass insgesamt 4 Punkte erreicht werden konnten. Der Durchschnitt der Forschungs- und Referenzgruppen betrug jeweils 2,9 Punkte. Aus der Forschungsgruppe konnten 4 % der befragten Schüler:innen keine der gestellten Fragen zu den Fehlvorstellungen richtig beantworten und bei der Referenzgruppe 2 %. Aus der Forschungsgruppe konnten 36 % der Schüler:innen und 33 % der Referenzgruppe alle vier Fragen richtig beantworten. Daher ist davon auszugehen, dass bei diesen Schüler:innen bezüglich der Schülervorstellungen, die mit den Fragen erhoben werden sollten, keine vorlagen. Die erreichten Punktzahlen der Forschungs- und Referenzgruppe zu den Schülervorstellungen sind sehr ähnlich, was eine gute Grundlage für den Vergleich der beiden Gruppen darstellte.

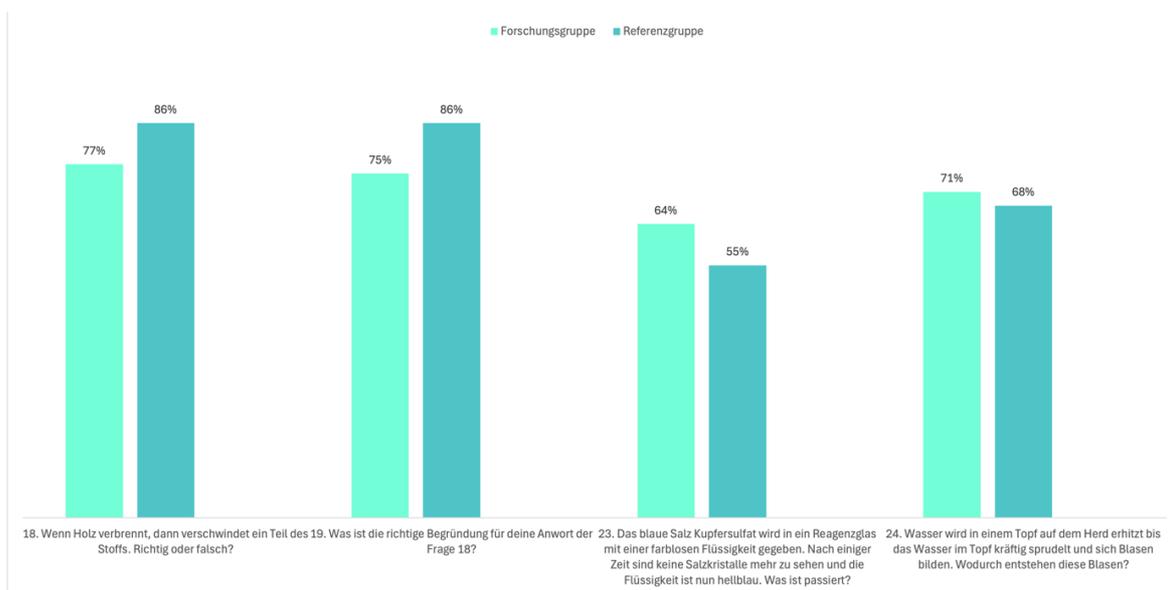


Abbildung 8-10: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der Fragen zu den Schülervorstellungen im Schuljahr 21/22 (Pre-Fragebogen).

8.2.3.7 Vorwissen

Weiterhin wurden den Schüler:innen drei Fragen zu gestellt, um Einblick in das Vorwissen zu erhalten und die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen zu überprüfen. In Abbildung 8-11 wird gezeigt wie viel Prozent die richtige Antwort zu den drei Items geben konnte. Für die Auswertung wurde für jede richtige Antwort 1 Punkt vergeben, so dass insgesamt 3 Punkte erreicht werden konnten. Der Durchschnitt der Forschungs- und Referenzgruppe betrug jeweils 1,8 Punkte. Aus der Forschungsgruppe konnten 11 % der befragten Schüler:innen keine der gestellten Fragen zum Vorwissen richtig beantworten und bei der Referenzgruppe 11 %. Alle vier Fragen richtig beantworten konnten 24 % der Schüler:innen der Forschungsgruppe und 27 % der Referenzgruppe. Die erreichten Punktzahlen der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der drei Items zum Vorwissen waren sehr ähnlich, was eine gute Grundlage für den Vergleich der beiden Gruppen war.

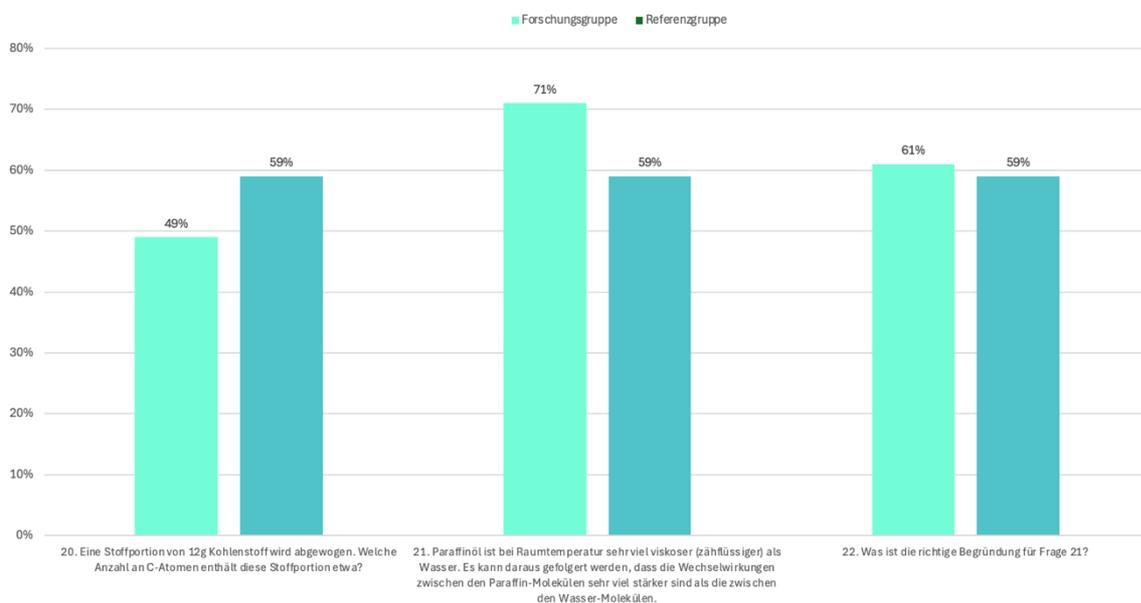


Abbildung 8-11: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der Fragen zum Vorwissen im Schuljahr 21/22 (Pre-Fragebogen).

8.2.3.8 Zusammenfassung

Ein großer Teil der teilnehmenden Schüler:innen schätzt den rezeptiven Einsatz von Erklärvideos für ihren Lernprozess als sinnvoll und gewinnbringend ein, was sich auf die Lernwirksamkeit mit dem digitalen Selbstlernbuch Einfluss auswirken könnte, da dieses eine Vielzahl an unterschiedlichen (Erklär)-Videos enthielt (siehe Kapitel 7.2.2.1). Weiterhin musste bei der Interpretation der erhobenen Daten berücksichtigt werden, dass die Schüler:innen zur Produktion von Erklärvideos im Unterricht noch wenig Erfahrungen sammeln konnten und damit anzunehmen war, dass die Schüler:innen bisher wenig Kompetenzen im Bereich der Erklärvideoproduktion

hatten. Weiterhin musste berücksichtigt werden, dass ein Großteil der Schüler:innen keine bzw. wenig Erfahrungen mit selbstgesteuerten Lernsettings hatte und auch hierfür ggf. die notwendigen Kompetenzen nicht stark ausgeprägt waren. Auch lagen bei einigen Schüler:innen fehlerhafte Schülervorstellungen vor, was sich auf die Lernwirksamkeit beim Lernprozess mit dem Selbstlernbuch negativ auswirken konnte. Bei den Vergleichen zwischen der Forschungs- und Referenzgruppe musste die unterschiedliche Motivation hinsichtlich des rezeptiven Erklärvideoeinsatzes und dem iPad Einsatz im Unterricht berücksichtigt werden.

8.2.4 Ergebnisse Post-Fragebogen Schüler:innen

Den Post-Fragebogen haben im Schuljahr 21/22 insgesamt 191 Schüler:innen ausgefüllt, wobei 147 Schüler:innen davon der Forschungsgruppe angehörten (siehe Tabelle 8-5). Die erhaltenen Fragebogenergebnisse zum Post-Fragebogen wurden entsprechen der in Tabelle 8-2 aufgeführten Themengebiete und den zugeordneten Items im Folgenden ausgewertet. Mit der Auswertung der Ergebnisse zum Post-Fragebogen wurde das Ziel verfolgt, mehr über die Erfahrungen, die Motivation und die Einschätzungen zum Kompetenz- und Wissenszuwachs von den Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zu erfahren.

8.2.4.1 Erfahrungen zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Post-Fragebogen zu den zwei Items (Item 1 und 2) vorgestellt und diskutiert. Der Tabelle 8-11 sind die Ergebnisse der Items 1 und 2 zu entnehmen. Beim Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen fiel auf, dass die Forschungsgruppe erneut den Mehrwert von Erklärvideos für ihren Lernprozess höher einschätzte als die Referenzgruppe. Dies war auch im Pre-Test der Fall (siehe Kapitel 8.2.3.1). So gaben 86 % der befragten Schüler:innen der Forschungsgruppe ihre Zustimmung zu der Aussage „Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll“. Dagegen stimmten aus der Referenzgruppe nur 60 % dieser Frage zu. Jedoch ist die Anzahl der Zustimmung zu den beiden Aussagen bei beiden Gruppen geringer als im Pre-Test. Zum Item 1 gaben 86 % und damit 8 % weniger der Schüler:innen der Forschungsgruppe ihre Zustimmung. Bei der Referenzgruppe waren es sogar 23 % weniger. Auch zum Item 2 nahm die Zustimmung ab (Abnahme Forschungsgruppe: 11 %; Abnahme Referenzgruppe: 20 %). Die Ursache für diese Veränderung kann anhand der erhobenen Daten nicht erörtert werden. Aufgrund des teilweisen sehr seltenen Einsatzes von Erklärvideos im Unterricht vor der Intervention (siehe Kapitel 8.2.3.1) könnte dies einen Einfluss auf veränderte Annahme haben. Eventuell überschätzten einige Schüler:innen vor der Intervention die Nutzung

von Erklärvideos für ihren eigenen Lernerfolg. Weiterhin könnte auch die geringere Stichprobenzahl im Post-Fragebogen einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben. Auch könnte die geringe Stichprobenzahl der Referenzgruppe einen Einfluss auf den deutlichen Unterschied zwischen der Referenz- und der Forschungsgruppe gehabt haben.

Item	trifft zu		trifft eher zu		trifft eher nicht zu		trifft nicht zu	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
Item 1 Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.	32 % N = 46	21 % N = 9	54 % N = 76	39 % N = 17	13 % N = 18	27 % N = 12	1 % N = 5	11 % N = 5
Item 2 Erklärvideos helfen mir, das Unterrichtsthema besser zu verstehen.	35 % N = 50	30 % N = 13	52 % N = 73	36 % N = 16	12 % N = 17	27 % N = 12	1 % N = 2	7 % N = 3

Tabelle 8-11: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung im Selbstlernbuch“ im Post-Fragebogen.

8.2.4.2 Erfahrungen zum produktiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch

Der Forschungsgruppe wurden drei Items zu ihren Erfahrungen bezüglich der Erklärvideoproduktion im Rahmen der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gestellt. Die Ergebnisse der drei Items im Stil des Likert-Typs sind in der Tabelle 8-12 dargestellt. Nach der Intervention gaben 66 % der befragten Schüler:innen an, dass sie motiviert waren, die Erklärvideos in der vergangenen Einheit zu produzieren, was 6 % mehr waren als vor der Intervention. Da die Stichprobe nicht exakt dieselbe war, musste dieses Ergebnis vorsichtig interpretiert werden. Es konnte aber vorsichtig daraus gefolgert werden, dass in Summe es bei der Stichprobe zu keiner Überschätzung der Methode vor der Intervention aufgrund der wenigen Erfahrung kam. 26 % stimmten der Aussage in Item 4 zu, dass ihnen das Erstellen von Erklärvideos kein Spaß machte. Daraus könnte gefolgert werden, dass die befragten Schüler:innen teilweise einen Unterschied bezüglich der Motivation und dem Spaßempfinden sahen. Vor der Intervention gaben 36 % der Schüler:innen an, dass sie keinen Spaß an der Erklärvideoproduktion hatten. Damit zeigte sich auch bei diesem Item vor und nach der Intervention eine deutliche Veränderung, woraus vorsichtig abgeleitet werden könnte, dass einige Schüler:innen, die zuvor weniger Spaßempfinden bei der Erklärvideoproduktion vermuteten, die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch ihre Einstellung positiv veränderte.

Dennoch gaben 33 % an, dass sie die Erklärvideoproduktion im Chemie-Unterricht als sinnlos empfanden. Die Ursache, warum sich die Angaben der Schüler:innen über die Intervention hinweg veränderte, sollte in den folgenden Schuljahren näher untersucht werden. 78 % der Schüler:innen, die die Aussage des Item 4 verneinten, verneinten auch die Aussage in Item 7. Ein großer Teil der Schüler:innen, die angaben, Spaß bei der Erklärvideoproduktion während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gehabt zu haben, fanden es auch sinnvoll Erklärvideos im Chemie-Unterricht zu produzieren.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 3 Ich war motiviert, die Erklärvideos zu der vergangenen Einheit "Einführung in die Organische Chemie" zu erstellen.	30 % N = 42	39 % N = 56	24 % N = 34	7 % N = 10
Item 4 Es hat mir keinen Spaß gemacht, die Erklärvideos zu der vergangenen Einheit "Einführung in die Organische Chemie" zu erstellen.	8 % N = 11	18 % N = 25	41 % N = 59	33 % N = 47
Item 7 Das Erstellen von Erklärvideos im Chemie-Unterricht finde ich sinnlos.	8 % N = 11	25 % N = 35	36 % N = 52	31 % N = 44

Tabelle 8-12: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch“ Post-Fragebogen.

8.2.4.3 Erfahrungen zum selbstgesteuerten Lernen mit dem Selbstlernbuch

Mit den Items 13 und 14 wurden die Schüler:innen der Forschungs- und Referenzgruppe zu ihren Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen im Rahmen der Intervention befragt. Bei der Auswertung der beiden Items zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen der Forschungs- und der Referenzgruppe. So stimmten 89 % der Forschungsgruppe der Aussage „Ich habe die Möglichkeit mit dem Selbstlernbuch in meinem Tempo arbeiten zu können, als angenehm empfunden“ zu. Aus der Referenzgruppe stimmten dagegen nur 78 % diesem Item zu. Gleichzeitig gaben 54 % der Schüler:innen der Forschungsgruppe an, dass sie anstelle der Arbeit mit dem Selbstlernbuch Frontalunterricht bevorzugen würden. Es lässt sich ableiten, dass ein Teil der Schüler:innen zwar die Möglichkeit im eigenen Tempo arbeiten zu können als positiv während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch empfand, aber dennoch den Frontalunterricht bevorzugen würde. Dies erzeugte einen gewissen Widerspruch, der eventuell auf dem im Kapitel 3.1.1 beschriebenen Gewohnheitseffekt basieren könnte. Bei der Referenzgruppe waren es sogar 71 % der befragten Schüler:innen, die angaben den Frontalunterricht zu bevorzugen. Die Ursache für die

unterschiedliche Präferenz der Forschungs- und Referenzgruppe kann anhand der vorliegenden Daten nicht geklärt werden.

Item	trifft zu		trifft eher zu		trifft eher nicht zu		trifft nicht zu	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
<u>Item 13</u> Ich habe die Möglichkeit mit dem Selbstlernbuch in meinem Tempo arbeiten zu können, als angenehm empfunden.	55 % N = 78	48 % N = 21	34 % N = 49	30 % N = 13	8 % N = 11	20 % N = 9	3 % N = 4	2 % N = 1
<u>Item 14</u> Anstelle der Arbeit mit dem Selbstlernbuch bevorzuge ich Frontalunterricht.	23 % N = 32	39 % N = 17	31 % N = 44	32 % N = 14	35 % N = 50	27 % N = 12	11 % N = 16	2 % N = 1

Tabella 8-13: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet Erfahrungen selbstgesteuertes Lernen.

8.2.4.4 Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs

Um mehr über die Einschätzung der Schüler:innen bezüglich des Wissens- und Kompetenzerwerbs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und der darin enthaltenen Erklärvideoproduktion zu erfahren, wurden im Post-Fragebogen dazu sieben Items gestellt. Fünf der sieben Items waren nur im Post-Fragebogen der Forschungsgruppe enthalten, da sie direkt die Erklärvideoproduktion betrafen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8-14 gezeigt. Insgesamt machten die Ergebnisse von Item 5 und 6 deutlich, dass mehr als die Hälfte der befragten Schüler:innen der Forschungsgruppe einen Wissens- und Kompetenzzuwachs vermutete. So stimmten 61 % der Aussage „Ich habe bei der Erstellung der Erklärvideos, fachlich gesehen, viel gelernt“ und der Aussage „Ich habe bei der Herstellung der Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt“ 66 % zu. Weiterhin gaben 84 % der Forschungsgruppe an, dass sie mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt hatten, wie ein Erklärvideo mit dem iPad erstellt wird. 65 % der Schüler:innen waren der Meinung, dass sie durch das Vertonen von vorgegebenen Videos ihr Fachwissen vertiefen konnten (siehe Item 15). Auch gaben 56 % der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe an, dass das Vertonen von vorgegebenen Videos sie zum Nachdenken über die Fachsprache anregte (siehe Item 16).

Hervorstechend war erneut die unterschiedliche Einschätzung der beiden Gruppen hinsichtlich der Aussage „Die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den darin enthaltenen Tools (Versuchsaufnahmen, Bilder, Erklärvideos, Learning-Apps) war für mich gewinnbringend“, denn dieser Aussage stimmten 76 % der Forschungsgruppe und dagegen nur 58 % der Referenzgruppe zu. Die Ursache dafür könnte die grundsätzliche Bevorzugung des Frontalunterrichts (siehe Kapitel 8.2.4.3) der Referenzgruppe sein. Ebenfalls könnte ein Grund für die unterschiedlichen Einschätzungen in der geringeren Interaktivität der Aufgaben im Selbstlernbuch, aufgrund der fehlenden Aufgaben zur Erklärvideoproduktion (siehe Kapitel 4.4) begründet sein. Auch gingen 55 % der Referenzgruppe davon aus, dass es ihnen mit dem Selbstlernbuch schwerer fiel Inhalte zu erlernen als im normalen Unterricht. Dagegen verneinten 60 % der Forschungsgruppe das Item 12.

Item	trifft zu		trifft eher zu		trifft eher nicht zu		trifft nicht zu	
	FG	RG	FG	RG	FG	RG	FG	RG
<u>Item 5</u> Ich habe bei der Erstellung der Erklärvideos, fachlich gesehen, viel gelernt.	14 % N = 20		47 % N = 67		35 % N = 49		4 % N = 6	
<u>Item 6</u> Ich habe bei der Herstellung der Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.	22 % N = 31		44 % N = 62		24 % N = 35		10 % N = 14	
<u>Item 8</u> Mit Hilfe des Selbstlernbuchs habe ich gelernt, wie ein Erklärvideo mit dem iPad erstellt wird.	61 % N = 86		23 % N = 33		10 % N = 15		6 % N = 8	
<u>Item 11</u> Die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den darin enthaltenen Tools (Versuchsaufnahmen, Bilder, Erklärvideos, Learning-Apps) war für mich gewinnbringend.	27 % N = 38	23 % N = 10	49 % N = 70	25 % N = 11	21 % N = 30	38 % N = 17	3 % N = 4	14 % N = 6
<u>Item 12</u> Durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch fiel es mir schwerer Inhalte zu erlernen, als im normalen Unterricht.	11 % N = 16	25 % N = 11	25 % N = 36	30 % N = 13	42 % N = 59	34 % N = 15	18 % N = 26	11 % N = 5

Item 15 Durch das Vertonen von vorgegebenen Videos kann ich mein Fachwissen vertiefen.	19 % N = 27		46 % N = 65		27 % N = 39		8 % N = 11	
Item 16 Das Vertonen von vorgegebenen Videos regt mich zum Nachdenken über die Fachsprache an.	16 % N = 22		40 % N = 57		27 % N = 39		12 % N = 17	

Tabelle 8-14: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs“ im Post-Fragebogen.

8.2.4.5 Auswertung der inhaltlichen Fragen

Durch die Auswertung der inhaltlichen Fragen im Post-Fragebogen und dem anschließenden Vergleich der Ergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe wurde das Ziel verfolgt zu untersuchen, ob es Hinweise auf einen unterschiedlichen Wissenszuwachs der beiden Gruppe gab. Insgesamt wurden zu den Inhalten im Selbstlernbuch 16 Fragen (Item 19 bis 34) gestellt. Aufgrund von technischen Problemen konnten die Ergebnisse der Klasse 4 (bei einem Großteil der Antworten wurden keine Antworten übermittelt, siehe Tabelle 8-5) nicht für die Auswertung herangezogen werden. Dadurch verringerte sich die Stichprobenzahl der Forschungsgruppe auf N = 125. Auch die Antworten der Items 28, 31 und 34, bei denen die Schüler:innen inhaltliche Fragen in freien Textfeldern notieren sollten, konnten aufgrund von unvollständigem und unzureichender Beantwortung nicht bei der Auswertung berücksichtigt werden. Für die anderen 13 Items wurde für jede vollständig richtig beantwortete Frage 1 Punkt vergeben. Bei maximal 13 Punkten erreichte die Forschungsgruppe im Mittel 6,8 Punkte und die Referenzgruppe 6,9 Punkte. Die Mittelwerte der erreichten Punktzahlen zeigte damit zunächst keine signifikanten Unterschiede, weshalb diese Ergebnisse zunächst keine Hinweise auf eine unterschiedliche Verarbeitung durch die Erklärvideoproduktion gaben. Es mussten aber weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Eine Übersicht der Gegenüberstellung der Prozentzahl der Schüler:innen, die die Items richtig beantworten konnten, ist in Abbildung 8-12 gezeigt.

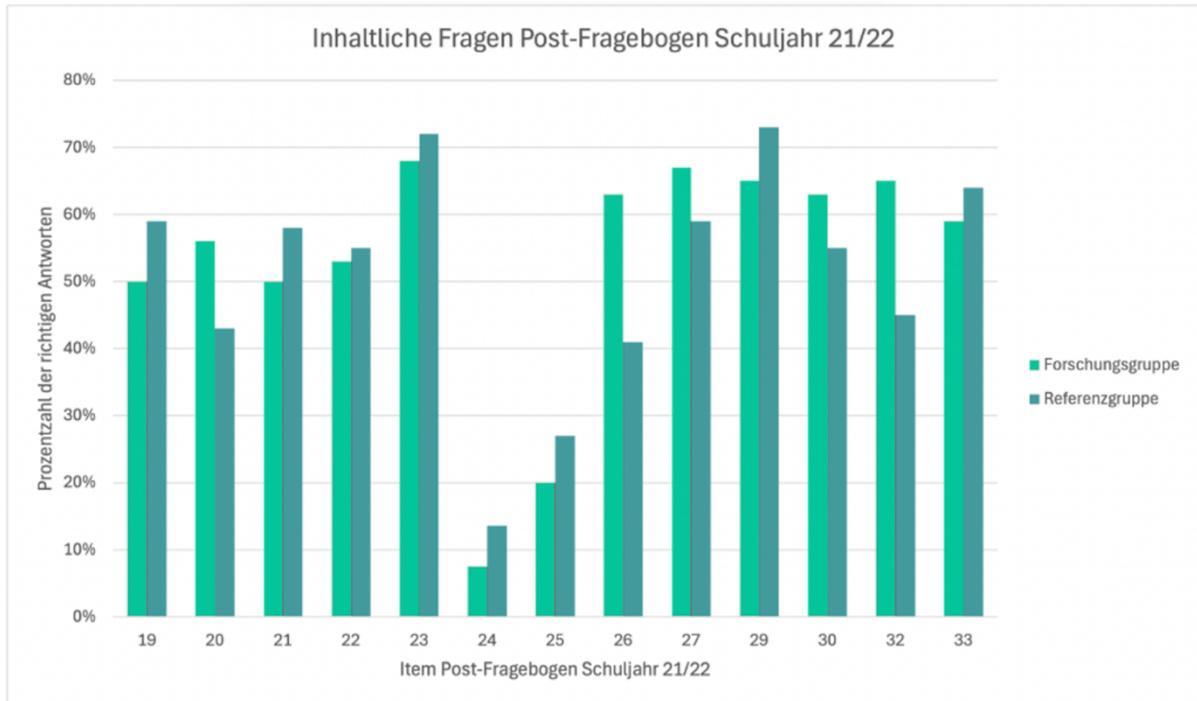


Abbildung 8-12: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der inhaltlichen Fragen im Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.

Dabei zeigen sich bei den meisten Items keine signifikanten Unterschiede. Bei allen Items zu den Versuchen (Versuch 1: 26,27; Versuch 2: 29, 30; Versuch 3: 32, 33) konnte die Forschungsgruppe, bis auf beim Item 29, ein größerer Anteil der Schüler:innen die Fragen richtig beantworten als bei der Referenzgruppe. Dies könnte einen Hinweis darauf geben, dass die Erklärvideoproduktion eine Auswirkung gehabt haben könnte. Bei den Items 26 und 32 konnten deutlich mehr Schüler:innen der Forschungsgruppe die Fragen richtig beantworten als die Schüler:innen der Referenzgruppe. Das Items 26 (siehe Abbildung 8-13) bezog sich auf den Versuch 1 aus dem Kapitel 3.2 des Selbstlernbuchs zum Thema Löslichkeit und die Frage des Items 32 (siehe Abbildung 8-14) auf den Versuch 3 zum Thema Entflammbarkeit.

26. Kreuze die richtigen Antworten an. (Mehrfachantwort möglich)

- a Öl und Wasser lösen sich gut ineinander.
- b Nach dem Schütteln von Wasser und Öl im Reagenzglas, kann man nach einigen Minuten zwei Phasen sehen.
- c Heptan und Öl reagieren miteinander.
- d Heptan und Öl lösen sich gut ineinander.

Abbildung 8-13: Screenshot vom Item 26 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.

32. Kreuze die richtige Antwort an. In ein Auto mit Dieselmotor wird Benzin eingefüllt...

- a ... das Auto fährt trotzdem weiter, da die Flammpunkte von Diesel und Benzin sehr ähnlich sind.
b ... das Auto bleibt stehen. Die Kolben bewegen sich nicht mehr, da das Benzin im Dieselmotor nicht entzündet werden kann.
c ... der Motor nimmt großen Schaden, da Benzin sehr viel früher zündet als Diesel, d.h. der Flammpunkt von Benzin niedriger ist als der von Diesel.

Abbildung 8-14: Screenshot vom Item 32 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.

Bei den Antworten zu den Items 24 und 25 fiel auf, dass sehr wenige Schüler:innen die Fragen zu den Themenbereichen „molares Volumen“ und „allgemeinen Summenformel“ (siehe Abbildung 8-15 und 8-16) richtig beantworten konnten. Zu den Themen „molares Volumen“ und „Rechnen mit dem molaren Volumen“ wurden im Selbstlernbuch zwei Erklärvideos angeboten, sowie eine Übung zur Bestimmung der molaren Masse mit Hilfe des molaren Volumens integriert. Worin die Ursache lag, dass die Schüler:innen diese Frage nicht richtig beantworten konnten, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Jedoch können Schlussfolgerungen daraus dahingehend gezogen werden, dass die Erklärvideos und Inhalte im Selbstlernbuch dazu erneut gesichtet und ggf. überarbeitet werden mussten.

24. Kreuze die richtigen Antworten an. (Mehrfachantworten möglich)

- a Das Molare Volumen gibt an, welches Volumen ein mol eines Gases einnimmt.
b Das Molare Volumen gibt an, welches Volumen ein mol eines Stoffs einnimmt.
c Das Molare Volumen gibt an, welche Masse ein mol eines Stoffs hat.
d Bei Normalbedingungen (0°C und 1 bar) nimmt ein mol von einem Gas ein Volumen von etwa 22,4 Liter ein.
e Bei Raumtemperatur (25 °C und 1 bar) enthält ein Liter Gas 22,4 mol.

Abbildung 8-15: Screenshot vom Item 24 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.

25. Die allgemeine Summenformel von Alkanen lautet:

Abbildung 8-16: Screenshot vom Item 25 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.

Für die detailliertere Auswertung der Fragen zu den Versuchen in Kapitel 3.2 zu denen die Schüler:innen die Erklärvideos produzierten, wurden verschiedene Untergruppen gebildet. Das Ziel der folgend dargestellten Auswertung war es, einen Einblick zu erhalten, ob die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu einem Versuch produzierten, mehr inhaltliche Fragen richtig beantworten konnten als die restlichen Schüler:innen. Alle Schüler:innen, die das Erklärvideo zum Versuch 1 produzierten, wurden der „Forschungsgruppe Versuch 1“ zugeordnet. Diese wurden nach dem Schema „FG Versuch 1“ benannt. Gleichermaßen wurde die Gruppenbildung für die Referenzgruppen (RG) vorgenommen. In der Tabelle 8-15 sind die Anzahl der Schüler:innen der einzelnen Untergruppe dargestellt.

Für den Vergleich der Ergebnisse der Untergruppen zu Versuch 1 wurde ausgewertet wie viel Prozent der Schüler:innen der FG Versuch 1 und wie viel Prozent der anderen Schüler:innen aus der Forschungsgruppe die Items zum Versuch 1 richtig beantworten konnten (siehe Tabelle 8-16). Zudem wurden diese

Gruppenbenennung	Anzahl der Schüler:innen
FG Versuch 1	53
FG Versuch 2	25
FG Versuch 3	32
RG Versuch 1	17
RG Versuch 2	9
RG Versuch 3	9

Tabelle 8-15: Bezeichnung der Untersuchungsgruppen und der Anzahl anhand der Angaben im Post-Fragebogen zugeordneten Schüler:innen.

Ergebnisse mit den Ergebnissen der gebildeten Untergruppe der Referenzgruppe verglichen (siehe Tabelle 8-17). Beim Vergleich der Untergruppen der Forschungsgruppen zeigte sich, dass 11 % mehr der Schüler:innen der „FG Versuch 1“ beide Fragen zu Versuch 1 richtig beantworten konnten als der „FG Versuch 2,3“. Im Vergleich der „RG Versuch 1“ konnten 5 % der Schüler:innen aus der „FG Versuch 1“ mehr beide Fragen richtig beantworten. Jedoch war bei der Interpretation dieser Ergebnisse die unterschiedliche Stichprobenzahl der FG und RG zu beachten. Ein deutlicher Unterschied konnte hinsichtlich der Anzahl der Schüler:innen aus der „RG Versuch 1“ und der „RG Versuch 2, 3“, die beide Fragen richtig beantworten konnten, festgestellt werden.

Items	FG Versuch 1 (N = 53)	FG Versuch 2, 3 (N = 57)
Richtige Antwort Item 26	59 %	51 %
Richtige Antwort Item 27	67 %	62 %
Item 26 und 27 richtig	46 %	35 %

Tabelle 8-16: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Post-Fragebogen).

Items	RG Versuch 1 (N = 17)	RG Versuch 2, 3 (N = 18)
Richtige Antwort Item 26	41 %	33 %
Richtige Antwort Item 27	53 %	72 %
Item 26 und 27 richtig	41 %	22 %

Tabelle 8-17: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Post-Fragebogen).

Auch bei den Ergebnissen der Untergruppen der Forschungsgruppe zu Versuchs 2 zeigte sich, dass deutlich mehr Schüler:innen der „FG Versuch 2“ beide Fragen richtig beantworten konnte als aus der „FG Versuch 1,3“ (siehe Tabelle 8-18). Auch konnten mehr Schüler:innen der „FG Versuch 2“ als der „RG Versuch 2“ beide Fragen zu Versuch 2 richtig beantworten, wobei die unterschiedliche Stichprobenanzahl berücksichtigt werden musste (siehe Tabelle 8-19).

Items	FG Versuch 2 (N = 25)	FG Versuch 1, 3 (N = 85)
Richtige Antwort Item 29	93 %	55 %
Richtige Antwort Item 30	52 %	65 %
Item 29 und 30 richtig	48 %	22 %

Tabelle 8-18: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Post-Fragebogen).

Items	RG Versuch 2 (N = 9)	RG Versuch 1, 3 (N = 26)
Richtige Antwort Item 29	78 %	73 %
Richtige Antwort Item 30	44 %	58 %
Item 29 und 30 richtig	33 %	30 %

Tabelle 8-19: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Post-Fragebogen).

Wie bei dem Vergleich der Untergruppe für den Versuch 1 und Versuch 2 zeigte sich, dass eine größere Zahl der Schüler:innen aus „FG Versuch 3“ beide Fragen richtig beantworten konnten, als der „FG Versuch 1,2“ (siehe Tabelle 8-20). Ebenfalls konnten mehr Schüler:innen aus der „RG Versuch 3“ beide Fragen zu Versuch 3 richtig beantworten, als die Schüler:innen aus „RG Versuch 1,3“ (siehe Tabelle 8-20). Im Vergleich der „FG Versuch 3“ zur „RG Versuch 3“ konnte eine größere Prozentzahl der Schüler:innen aus der „FG Versuch 3“ die Fragen richtig beantworten (siehe Tabelle 8-21).

Items	FG Versuch 3 (N = 32)	FG Versuch 1, 2 (N =77)
Richtige Antwort Item 32	66 %	61 %
Richtige Antwort Item 33	66 %	57 %
Item 32 und 33 richtig	40 %	31 %

Tabelle 8-20: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Post-Fragebogen).

Items	RG Versuch 3 (N = 9)	RG Versuch 1, 2 (N = 26)
Richtige Antwort Item 32	44 %	46 %
Richtige Antwort Item 33	78 %	62 %
Item 32 und 33 richtig	33 %	27 %

Tabelle 8-21: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Post-Fragebogen).

Zusammenfassung

Auffällig war die teilweise unterschiedliche Einschätzung bezüglich des Mehrwertes des rezeptiven Erklärvideoeinsatzes im Unterricht vor und nach der Intervention, weshalb dieser Sachverhalt im SJ 22/23 erneut überprüft wurde. Die veränderte Einschätzung vor und nach der Intervention zeigte sich auch in Bezug auf die Einstellung gegenüber der Erklärvideoproduktion. Weiterhin konnte anhand dieser Ergebnisse abgeleitet werden, dass es vorsichtig zu bewertende Hinweise darauf gibt, dass die Schüler:innen, die das Erklärvideo zu einem Versuch produziert hatten, mehr der inhaltlichen Fragen richtig beantworten konnten, was daran liegen könnte, dass die Schüler:innen durch die Produktion der Erklärvideos den Inhalt der Versuche besser verstanden, bzw. verarbeitet hatten. Aufgrund der geringen Stichprobenzahlen sind diese Ergebnisse sehr vorsichtig zu interpretieren. Jedoch ist auch zu beachten, dass bei Versuch 2 und 3 die „FG Versuch 1,3“ bzw. „FG Versuch 1,2“ weniger Prozent beide Fragen richtig beantworten konnten als die „RG Versuch

2“, bzw. die „RG Versuch 3“. Dies könnte daran liegen, dass die Schüler:innen der Untergruppen der Forschungsgruppen die Versuche nicht selbst durchgeführt hatten. Dieser Sachverhalt wurde bei den folgenden Forschungsdurchgängen berücksichtigt.

8.2.5 Ergebnisse Follow-up Fragebogen Schüler:innen

Den Follow-up Fragebogen hatten im Schuljahr 21/22 insgesamt 213 Schüler:innen ausgefüllt, wobei 150 Schüler:innen davon der Forschungsgruppe angehörten (siehe Tabelle 8-5). Die erhaltenen Fragebogenergebnisse zum Follow-up Fragebogen wurden entsprechend der in Tabelle 8-3 aufgeführten Themengebiete und den zugeordneten Items im Folgenden ausgewertet. Mit dieser Auswertung wurde das Ziel verfolgt, Hinweise auf mögliche Langzeiteffekte hinsichtlich des Wissenserwerbs durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch und den darin enthaltenen Aufgaben zur Erklärvideoproduktion zu erhalten.

8.2.5.1 Auswertung der inhaltlichen Fragen

Äquivalent zu den Untergruppen für die Auswertung des Post-Fragebogens wurde die Gruppenbildung für den Follow-up Fragebogen vorgenommen und ausgewertet (siehe Tabelle 8-22). Das Ziel der folgend dargestellten Auswertung war es, einen Einblick darin zu erhalten, ob die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu einem Versuch produzierten, auch mehr inhaltliche Fragen im Follow-up Fragebogen bzw. im Post- und Follow-up Fragebogen richtig beantworten konnten als die anderen

Gruppenbenennung	Anzahl der Schüler:innen
FG Versuch 1 FB 3	44
FG Versuch 2 FB 3	26
FG Versuch 3 FB 3	33
RG Versuch 1 FB 3	20
RG Versuch 2 FB 3	19
RG Versuch 3 FB 3	18

Tabelle 8-22: Bezeichnung der Untersuchungsgruppen und der Anzahl anhand der Angaben im Post-Fragebogen zugeordneten Schüler:innen.

Schüler:innen. Alle Schüler:innen, die das Erklärvideo zum Versuch 1 produzierten, wurden der „Forschungsgruppe Versuch 1“ zugeordnet. Diese wurden ebenfalls nach dem Schema „FG Versuch 1“ benannt. Gleichmaßen wurde die Gruppenbildung für die Referenzgruppen vorgenommen. In der Tabelle 8-22 sind die Anzahl der Schüler:innen der einzelnen Untergruppe dargestellt.

Wie auch beim Post-Fragebogen konnten mehr Schüler:innen der „FG Versuch 1“ für den Versuch 1 beide Fragen richtig beantworten als die „FG Versuch 2,3“ (siehe Tabelle 8-23). Jedoch ist der Unterschied von 2 % zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant. Es konnten 4 % mehr der Schüler:innen der „RG Versuch 1“ (siehe Tabelle 8-24) richtig beantworten als die „FG Versuch 1“.

Aufgrund der unterschiedlich großen Stichprobenzahl und des geringen Unterschieds konnten hierzu keine Aussagen abgeleitet werden.

Weiterhin konnten deutlich mehr Schüler:innen der „RG Versuch 1“ die Fragen zu Versuch 1 richtig beantworten als aus der „RG Versuch 2,3“ (siehe Tabelle 8-23).

Items	FG Versuch 1 (N = 44)	FG Versuch 2, 3 (N = 59)
Richtige Antwort Item 9	61 %	61 %
Richtige Antwort Item 10	68 %	56 %
Item 9 und 10 richtig	41 %	39 %

Tabelle 8-23: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).

Items	RG Versuch 1 (N = 20)	RG Versuch 2, 3 (N = 37)
Richtige Antwort Item 9	65 %	76 %
Richtige Antwort Item 10	55 %	43 %
Item 9 und 10 richtig	45 %	27 %

Tabelle 8-24: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Follow-up Fragebogen).

Auch bei den Ergebnissen der Untergruppen der Forschungsgruppen zu Versuchs 2 zeigte sich, dass 11 % eine größere Anzahl der Schüler:innen der „FG Versuch 2“ beide Fragen richtig beantworten konnten als aus der „FG Versuch 1,3“ (siehe Tabelle 8-25). Es konnten aber 12 % mehr Schüler:innen der „RG Versuch 2“ die Fragen zu Versuch 2 richtig beantworten als aus der „FG Versuch 2“. Weiterhin konnten deutlich mehr Schüler:innen der „RG Versuch 2“ die Fragen zu Versuch 2 richtig beantworten als aus der „RG Versuch 1,3“ (siehe Tabelle 8-26). Auch hierbei war die unterschiedlich große Stichprobenzahl zu berücksichtigen.

Items	FG Versuch 2 (N = 26)	FG Versuch 1, 3 (N = 85)
Richtige Antwort Item 12	81 %	62 %
Richtige Antwort Item 13	81 %	73 %
Item 12 und 13 richtig	62 %	51 %

Tabelle 8-25: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).

Items	RG Versuch 2 (N = 19)	RG Versuch 1, 3 (N = 38)
Richtige Antwort Item 12	79 %	66 %
Richtige Antwort Item 13	95 %	63 %
Item 12 und 13 richtig	74 %	42 %

Tabelle 8-26: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).

Im Gegensatz zu den Ergebnissen des Post-Fragebogens (siehe Kapitel 8.2.4.5) konnten im Follow-up Fragebogen 8 % weniger Schüler:innen der „FG Versuch 3“ zu Versuch 3 beide Fragen richtig beantworten als die „FG Versuch 1,2“ (siehe Tabelle 8-27). Es zeigte sich zudem, dass 12 % der „RG Versuch 3“ mehr richtig beantworten konnten als der „FG Versuch 3“ und 7 % der „RG Versuch 1,2“

mehr als der „RG Versuch 3“ (siehe Tabelle 8-28). Auch hier war der Unterschied der Stichprobenzahl bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Items	FG Versuch 3 (N = 33)	FG Versuch 1, 2 (N =70)
Richtige Antwort Item 15	61 %	78 %
Richtige Antwort Item 16	82 %	71 %
Item 15 und 16 richtig	49 %	57 %

Tabelle 8-27: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).

Items	RG Versuch 3 (N = 18)	RG Versuch 1, 2 (N = 39)
Richtige Antwort Item 15	67 %	74 %
Richtige Antwort Item 16	89 %	80 %
Item 15 und 16 richtig	61 %	68 %

Tabelle 8-28: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Follow-up Fragebogen).

Diese Auswertungen können die Ergebnisse, die aus dem Post-Fragebogen abgeleitet werden konnten, nur teilweise und sehr vorsichtig erneut bestätigen. Eine Ursache für die veränderten Ergebnisse könnte die weitere Thematisierung der abgefragten Inhalte im Unterrichtsverlauf nach der Intervention gewesen sein. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse gab es vorsichtige Hinweise darauf, dass die Produktion von Erklärvideos keinen großen Einfluss auf den Langzeiteffekt hatte. Dieser Sachverhalt sollte bei den folgenden Forschungsdurchgängen weiter untersucht werden. Eine Ursache für diese Ergebnisse könnte auch gewesen sein, dass aufgrund der Corona-Pandemie und die daraus resultierende hohe Krankenzahl im SJ 21/22 dazu führte, dass nicht dieselben Schüler:innen den Post- und Follow-up Fragebogen ausfüllten. Anhand der Codes wurden 58 Schüler:innen herausgefiltert, die sowohl den Post- und Follow-up Fragebogen ausgefüllt hatten. Es wurden alle Antworten der dieser 58 Post- und Follow-up Fragebögen gesichtet, wobei auffiel, dass sieben Schüler:innen in den beiden Fragebögen unterschiedliche Antworten bezüglich der Frage „*Welches Thema hast du in Kapitel 3.2 in der Gruppenarbeit bearbeitet und dazu den Film gedreht?*“ angaben. Die Ergebnisse dieser Schüler:innen wurden bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt. Die Anzahl der Schüler:innen aus den einzelnen Untergruppen der Forschungsgruppe (siehe Tabelle 8-21), die für eine detaillierte Auswertung herangezogen werden konnten, unterschieden sich in den Untergruppen teilweise deutlich, was bei der Interpretation der Ergebnisse erneut berücksichtigt werden musste. Zunächst wurden die Punkte zu den Items aller Schüler:innen für die drei Versuche zusammengezählt. Dabei erfolgte die Punktevergabe für die richtigen Antworten ebenfalls nach dem im Kapitel 8.2.3.7 vorgestellten Verfahren. Die Ergebnisse zeigten (siehe Tabelle 8-29), dass die Untergruppe „FG Versuch 2“ vor allem im Follow-up Fragebogen insgesamt etwas mehr Punkte erreichte. Dagegen erreichte die „FG Versuch 3“ am wenigsten Punkte im Post-Fragebogen, konnte jedoch im Follow-up Fragebogen im Durchschnitt

einen Punkt mehr erreichen. Dies musste bei der weiteren Interpretation berücksichtigt werden, dennoch lagen die Punktzahlen innerhalb eines Rahmens, der eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglichte.

	FG Versuch 1	FG Versuch 2	FG Versuch 3
Stichprobenzahl	N = 26	N = 9	N = 16
Punkte Fragen Versuche 1, 2 und 3 Post-Fragebogen	3,9	4,1	3,4
Punkte Fragen Versuche 1, 2 und 3 Follow-up Fragebogen	4,2	5	4,4

Tabelle 8-29: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zu den Versuchen 1,2 und 3 in den Post- und Follow-up Fragebögen der Untergruppen aus der Forschungsgruppe.

In den folgenden Tabellen (Tabelle 8-30 bis 8-32) sind die Ergebnisse der durchschnittlichen Punktzahlen der einzelnen Forschungsgruppen zu dem jeweiligen Versuch dargestellt. Weiterhin wurde der Anteil der Schüler:innen ermittelt, der sowohl im Post- als auch im Follow-up Fragebogen beide Fragen zu den Versuchen richtig beantworten konnte. Bei Versuch 1 konnten die Schüler:innen der „FG Versuch 1“ mehr Punkte sowohl im Post- wie auch im Follow-up Fragebogen als die „FG Versuch 2,3“ Fragebogen erreichen. Auch konnte ein größerer Anteil der Schüler:innen der „FG Versuch 1“, als der Untergruppe „FG Versuch 2,3“ sowohl im Post-, als auch im Follow-up Fragebogen beide Fragen zum Versuch 1 richtig beantworten.

	FG Versuch 1 (N = 26)	FG Versuch 2,3 (N = 25)
Durchschnitt Punkte Versuch 1 Post-Fragebogen	1,4	1,2
Durchschnitt Punkte Versuch 1 Follow-up Fragebogen	1,5	1,3
Anzahl beide Fragen richtig beantwortet im Post- und Follow-up Fragebogen	35 %	24 %

Tabelle 8-30: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zum Versuch 1 in den Post- und Follow-up Fragebögen und in beiden Fragebögen richtig beantworteten Fragen der Untergruppen aus der Forschungsgruppe.

Bei den Fragen zum Versuch 2 konnten die Schüler:innen der „FG Versuch 2“ deutlich mehr Punkte in beiden Fragebögen erreichen als die der „FG Versuch 1,3“ (siehe Tabelle 8-30). Auch der Anteil der „FG Versuch 2“, der beide Fragen zu Versuch 2 im Post- und Follow-up Fragebogen richtig beantworten konnte, war deutlich größer. Jedoch unterschied sich die Stichprobenanzahl deutlich voneinander.

	FG Versuch 2 (N = 9)	FG Versuch 1,3 (N = 42)
Durchschnitt Punkte Versuch 2 Post-Fragebogen	1,8	1,1
Durchschnitt Punkte Versuch 2 Follow-up Fragebogen	1,9	1,5
Anzahl beide Fragen richtig beantwortet im Post- und Follow-up Fragebogen	67 %	19 %

Tabelle 8-31: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zum Versuch 2 in den Post- und Follow-up Fragebögen und in beiden Fragebögen richtig beantworteten Fragen der Untergruppen aus der Forschungsgruppe.

Auffällig in Bezug auf die Ergebnisse der „FG Versuch 3“ war, dass zwar die Gesamtpunktzahl über alle Versuche hinweg deutlich geringer war als bei den anderen Untergruppen. Jedoch konnten die Schüler:innen beim Post-Fragebogen dennoch im Durchschnitt mehr Punkte erreichen als die „FG Versuch 1,2“. Im Follow-up Fragebogen erreichten die Schüler:innen der „FG Versuch 3“ bei den Fragen zu den Versuchen im Durchschnitt einen Punkt mehr, dies zeigte sich aber nicht in den Ergebnissen zu den Fragen zu Versuch 3. Auch konnten 0 % der Schülerinnen der „FG Versuch 3“ sowohl im Post- als auch im Follow-up Fragebogen beide Fragen richtig beantworten. Zudem konnten nur 20 % der Untergruppen der „FG Versuch 1,2“ sowohl im Post- als auch im Follow-up Fragebogen beide Fragen richtig beantworten. Auch hier unterschieden sich die Stichprobenzahlen voneinander.

Items	FG Versuch 3 (N = 16)	FG Versuch 1,2 (N = 35)
Durchschnitt Punkte Versuch 3 Post-Fragebogen	1,4	1,1
Durchschnitt Punkte Versuch 3 Follow-up Fragebogen	1,3	1,6
Anzahl beide Fragen richtig beantwortet im Post- und Follow-up Fragebogen	0 %	20 %

Tabelle 8-32: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zum Versuch 3 in den Post- und Follow-up Fragebögen der Untergruppen und in beiden Fragebögen richtig beantworteten Fragen aus der Forschungsgruppe.

Zusammenfassung

Diese genauere Betrachtung der Ergebnisse bestärkt teilweise die Hinweise aus dem Kapitel 8.2.4.5. Jedoch können anhand der Datenlage nur sehr vorsichtige Schlüsse gezogen werden. Dieser Sachverhalt wurde in den kommenden beiden Interventionen weiter untersucht. Anhand der Ergebnisse wurde deutlich, dass die gleichbleibende Stichprobe für die Auswertung der Daten sehr entscheidend sein kann, was in den folgenden Interventionen berücksichtigt wurde.

8.2.6 Auswertung der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Wie in Kapitel 8.2.1.2 beschrieben wurden die Leitfadeninterviews nach der Transkription mit dem Ziel der Optimierung der Durchführung im Unterricht auf Hinweise zu negativen Erfahrungen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und die genannten Änderungswünsche zum Selbstlernbuch analysiert und die Ergebnisse nachfolgend dargestellt. Dabei nahmen die interviewten Lehrkräfte mit ihren Schüler:innen sowohl als Forschungs- als auch als Referenzgruppen an der Intervention teil.

8.2.6.1 Negative Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch

Nachfolgend wurden die Aussagen der Lehrkräfte ausgewertet, in denen diese von negativen Erfahrungen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch berichteten. Für die Auswertung der qualitativen Analyse der Leitfadeninterviews wurde die Vorgehensweise der inhaltlichen Strukturierung nach Mayring gewählt (Mayring, 2015). Dazu wurden zunächst durch eine Analyse der Lehrkräfteaussagen Unterkategorien abgeleitet (siehe Tabelle 8-33). Im Folgenden sind die gebildeten Unterkategorien der Äußerungen von negativen Erfahrungen dargestellt. Wo nötig, werden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert. Anhand dieser Auswertung wurden anschließend Optimierungsbedarfe abgeleitet.

Unterkategorie	Häufigkeit
Technische Probleme	5
Inhaltliche Schwierigkeiten	3
Schwierigkeiten bezüglich des Lernprozesses	2
Software	1

Tabelle 8-33: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der ersten Intervention.

Technische Probleme

Alle fünf Lehrkräfte berichteten von technischen Problemen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch. Drei Lehrkräfte berichteten, dass ihre Schüler:innen Probleme im Umgang mit den iPads hatten. In Beispiel 1.1 beschrieb eine Lehrkraft, dass die Schüler:innen teilweise die Selbstlernbücher nicht auf ihre iPads zu Hause heruntergeladen hatten und der Download in der Schule teilweise nicht erfolgreich verlief. Eine weitere Lehrkraft berichtete ebenfalls, dass die Schüler:innen Probleme hatten, sich Dateien über AirDrop zu versenden und führte das auf fehlende Kompetenzen diesbezüglich zurück (siehe Beispiel 1.2). Weiterhin gab eine Lehrkraft an, dass die Schüler:innen zu Beginn mit der Aufgabe der Erklärvideoproduktion überfordert waren

(Beispiel 1.3). Eine Lehrkraft beschrieb Internetprobleme an der Schule, zwei Lehrkräfte hatten Probleme beim Speichern der Dateien auf dem iPad.

- **Beispiel 1.1:** „Ja, Ich habe allen vorher gesagt, sie sollen die Lernbücher über Teams runterladen, wo ich sie zur Verfügung gestellt habe. Denen, die es noch nicht per AirDrop gekriegt haben. Aber das haben wir nicht vergessen. [...] Und das hat teilweise sehr lange gedauert und manchmal hat es gar nicht funktioniert und dann haben sie halt bei den anderen mit reingeguckt, bis ich es dann doch von zu Hause runtergeladen haben.“
- **Beispiel 1.2:** „Ab und zu also eine technische Hürde ist natürlich, wenn die Schüler mit den iPads nicht vertraut sind. Dann haben sie halt einfach ein Problem mit zum Beispiel AirDrop, dass sie das nicht wissen, wie das funktioniert.“
- **Beispiel 1.3:** „Und das andere war, dass sie am Anfang gedacht haben, ja, wir können ja keine Videos schneiden, haben wir noch nie gemacht.“

Schwierigkeiten beim Lernprozess

Drei der befragten Lehrkräfte gaben an, dass ihre Schüler:innen Schwierigkeiten beim Lernen mit dem Selbstlernbuch hatten. Beispielsweise beschrieb eine Lehrkraft, dass die Schüler:innen die Ergebnisse im Selbstlernbuch nicht ausreichend dokumentiert hatten und damit die Lernwirksamkeit eingeschränkt sein konnte (siehe Beispiel 1.4). Im Beispiel 1.5 beschrieb eine Lehrkraft, dass er/sie der Meinung war, dass im Selbstlernbuch zu viele Texte enthalten waren, die die Schüler:innen nicht aufmerksam gelesen hatten.

- **Beispiel 1.4:** „Negativ fand ich, dass die nicht gut gesichert haben. [...] Die hatten dann oft das Gefühl, wenn sie die Learning-App gemacht haben, dann haben sie es verstanden. Aber sie haben es ja auch gerade fünf Minuten vorher gelesen, aber danach war es weg. Also das war so nicht so ganz nachhaltig. Das finde ich einen negativen Aspekt.“
- **Beispiel 1.5:** „Ja, noch ein bisschen in die Richtung mit viel lesen. Also ich glaube zum Beispiel die Einführung haben die meisten nicht gelesen. Fand ich gut geschrieben und auch sinnvoll zur Einordnung so aber ja, die Schüler lesen es nicht, gucken vor allem wo dann Aufgabe steht und wo man eine Lücke hat und so, wo ich denke ja, jetzt also eigentlich eher sie gucken nach den Lücken und wenn sie dann merken, die kriege ich nicht hin, dann lesen Sie genauer drüber.“

Inhaltliche Schwierigkeiten

Von inhaltlichen Schwierigkeiten berichteten zwei der befragten Lehrkräfte, wobei eine Lehrkraft betonte, dass Inhalte zur dritten Leitfrage im Kapitel 3.2 für die leistungsschwächeren Schüler:innen zu komplex waren (siehe Beispiel 1.6). Die andere Lehrkraft berichtete, dass die Schüler:innen

Schwierigkeiten mit den Grundlagen zu den Wechselwirkungen zwischen Teilchen hatten und gab an, diese Inhalte nochmals im Plenum besprochen zu haben (siehe Beispiel 1.7).

- **Beispiel 1.6:** „Und jetzt muss ich mir noch mal überlegen. Gegen später ist natürlich das Thema sehr herausfordernd geworden, vor allem die letzten Versuche. Die fand ich cool, weil die eigentlich schon einen Zusammenhang haben, auch mit dem, was sie gelernt haben. Ich habe gemerkt, für die war es aber trotzdem irgendwie schwierig. Man musste nochmal sagen, zum Beispiel bei dem Dieselmotor und Benzinmotor, so was steht für was, dass sie das noch mal irgendwie klarer haben, obwohl es auch drin stand. Und da war natürlich das ganze Funktionieren vom Motor hat manche Schwächeren dann quasi erschlagen. Dass man da das Video guckt und es dann um was geht, wo die, also wenn die keine Technik hatten, gar nicht gecheckt haben und dass man aber im Endeffekt beim Versuch ja die Erkenntnis trotzdem rausziehen kann, auch wenn man den Motor nicht ganz checkt. Für die Fitten aber, die ist so was interessant finden, war das cool. Ich glaube, für die Schwachen ist es natürlich eher schwierig. Aber es ist ja auch beim Selbstlernbuch immer so genau, was die Schüler auch zurückgemeldet haben.“
- **Beispiel 1.7:** „Und was fachlich mich noch gestört hat, war, dass der Anfang war so angenehm und die Schüler haben sich da begeistert mit der Materie an sich organische Chemie befasst. Und dann ging es recht flott zur Sache mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen. Und da sind sie alle ins Straucheln geraten, was verständlich war, weil die hatten ja Klasse neun im Homeschooling, da ist nicht viel hängengeblieben. Und der, der Wiederholungsteil, über den haben sie einfach glaube ich über scrollt. Und dann haben wir dann am Anfang von der Stunde darauf, als mir das aufgefallen ist, den Wiederholungsteil noch mal gemeinsam gelesen und dann noch mal ins Beispiel überlegt, weil ich gedacht habe, das schaffen sie nicht alleine.“

Software

Weiterhin führte eine der befragten Lehrkräfte an, dass die Schüler:innen geäußert hatten, dass sie das Programm GoodNotes anstatt Pages bevorzugen würden, da sie es als besser handhabbar empfanden. Die Lehrkraft stimmte dieser Einschätzung aber nicht zu. Da die Schüler:innen nach Berichten der Lehrkraft vor der Intervention mit GoodNotes gearbeitet haben, könnte der Gewohnheitseffekt (siehe Kapitel 3.1.1) zu dieser Bevorzugung geführt haben.

- **Beispiel 1.8:** „Aber das ist bei uns auch, weil die viel mit GoodNotes arbeiten. Das finden sie wesentlich einfacher wie Pages. Also die haben einfach am Programm auch ein bisschen gemeckert. Finde ich persönlich aber nicht unbedingt gerechtfertigt, weil ja GoodNotes einfach ganz anders aufgebaut ist und da haben sie sich trotzdem einigermaßen gut reinfuchsen können, finde ich. Und klar kann ich dann nicht so schön reinschreiben wie manchmal in GoodNotes, aber eben durch dieses. Man kann aber ein Video auch öffnen oder Links noch viel leichter öffnen. Durch das fand ich das trotzdem gut.“

Zusammenfassung

Folgende Schlüsse für die Überarbeitung des Selbstlernbuchs können aus den Rückmeldungen von den Lehrkräften zu negativen Erfahrungen abgeleitet werden:

- Alternative für Videobereitstellung:
Die Größe der Dateien wurde von den Lehrkräften als signifikantes Problem identifiziert. Daher ist es erforderlich, eine Alternative für die Bereitstellung der Videos zu finden und die Dateigröße der eingefügten Bilder und Abbildungen zu überprüfen, um eine Verringerung der Dateigröße zu erreichen.
- Ergänzung einer Erklärung für den Speichervorgang der Dateien.
- Inhaltliche Überarbeitungen:
 - o Der dritte Versuch sollte hinsichtlich seiner inhaltlichen Gestaltung und methodischen Umsetzung überdacht werden, um sicherzustellen, dass er sowohl verständlich als auch didaktisch sinnvoll ist.
 - o Alle Texte im Material sollten auf Verständlichkeit und Umfang geprüft und gegebenenfalls sprachlich vereinfacht oder gekürzt werden, um die Lesbarkeit und den Zugang zu erleichtern.
- Erstellung eines Lehrkräftehandbuchs:
Das Lehrkräftehandbuch sollte wichtige Informationen und Hintergrundinformationen für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch enthalten. Außerdem sollte ein deutlicher Hinweis ergänzt werden, dass Sicherungen der Lernergebnisse sowie vertiefende Reflexionen im Plenum ausdrücklich erwünscht und pädagogisch sinnvoll sind.
- Vorstellung des Selbstlernbuchs:
Mit den teilnehmenden Lehrkräften sollten umfänglichere Einführungsgespräche vor der Intervention durchgeführt werden, das Selbstlernbuch und seine Bestandteile vorgestellt werden, sowie wichtige Informationen zum Lernprozess mit den Lehrkräften geführt werden. Dies erfolgte zwar auch bei dieser Intervention, jedoch in einem geringeren Umfang.

8.2.6.2 *Änderungswünsche bezüglich des Selbstlernbuchs*

In diesem Kapitel werden die Aussagen bezüglich Änderungswünsche zum Selbstlernbuchs der Lehrkräfte dargestellt, die sie in den Interviews nannten. Wie in Kapitel 8.2.6.2 wurde die

Vorgehensweise der inhaltlichen Strukturierung nach Mayring gewählt (Mayring, 2015) und Unterkategorien abgeleitet (siehe Tabelle 8-34).

Im Folgenden wurden die gebildeten Unterkategorien der Äußerungen von Änderungswünschen dargestellt. Wenn nötig, wurden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert. Anhand dieser Auswertung konnten anschließend Optimierungsbedarfe abgeleitet werden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Inhaltliche Veränderungen	3
Änderungswünsche Aufbau des Selbstlernbuch	3
Ergänzende Materialien/Aufgaben	2

Tabelle 8-34: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der ersten Intervention.

Inhaltliche Veränderungen

Drei der fünf befragten Lehrkräfte äußerten Wünsche zu inhaltlichen Veränderungen. Zwei Lehrkräfte nannten konkret den Wunsch, dass beim Kapitel 3.1 des Selbstlernbuchs weitere Vertiefungsaufgaben für die homologe Reihe hinzugefügt werden sollten (siehe Beispiel 2.1). Eine dieser beiden Lehrkräfte merkte weiterhin an, dass einige Inhalte für die Schulform Realschule im Selbstlernbuch zu ausführlich besprochen wurden, da zum Beispiel das molare Volumen normalerweise gar nicht behandelt wird. Weiterhin wünschte sich eine weitere Lehrkraft, dass Übungen zur Aktivierung des Vorwissens in das Selbstlernbuch eingebaut werden (siehe Beispiel 2.2). Diese Lehrkraft merkte zudem an, dass sie zukünftig zu Beginn der Unterrichtsstunde beim erneuten Einsatz eine kurze Wiederholungsphase im Plenum durchführen würde.

- **Beispiel 2.1:** „[...] vielleicht das auch noch als kleine Kritik, weil das eine Kapitel, wo die vielen Steckbriefe drin waren. Das war zwar eigentlich schon gut und auch toll, dass es so übersichtlich ist, aber die lesen sich das nicht durch. Die haben geguckt, wo sind die Lücken, wo macht man die Fotos, wo soll man die Summenformel einfügen Und dann war es das eigentlich? Und da wäre, glaube ich tatsächlich irgendwie noch cool, wenn da noch mal was ein Kapitel drangehängt ist oder Aufgaben, wo es eher um den Zusammenhang geht.“
- **Beispiel 2.2:** „Ja, ich glaube, ich würde mehr Übungen einbauen die halt auch auf das Vorausgegangene mehr zugreifen, weil die, die Apps war ja immer. Die Learning Apps waren ja immer direkt zu dem einen Kapitel und dann war es abgehakt. Aber die haben sich das halt nicht gemerkt.“

Aufbau des Selbstlernbuchs:

Änderungswünsche nannte eine der befragten Lehrkräfte hinsichtlich des Aufbaus und der Umsetzung des Selbstlernbuchs. Zum einen wurde von dieser Lehrkraft der Wunsch geäußert, dass die Videos nicht im Selbstlernbuch eingebettet, sondern anderweitig zur Verfügung gestellt werden sollten, um die Downloadzeit zu verringern. Zudem nannte die Lehrkraft den Wunsch nach einer unterschiedlichen farblichen Markierung der beiden Stränge im Selbstlernbuch (siehe Beispiel 2.3).

- **Beispiel 2.3:** „Es hat ja im Endeffekt für die Schüler auch zwei Ebenen. Es hatte die Ebene Inhalt mit den Experimenten usw. und es hatte die Ebene Lernvideo und manchmal waren die Schüler von der Abfolge her. Mit den Tipps vom Lernvideo haben sie den Zusammenhang jetzt gerade nicht so richtig verstanden und quasi den Schülern vielleicht farblich oder mit einem mit einer Anleitung am Anfang noch mal klar zu machen. Es gibt hier zwei Ebenen des Lernens: es gibt die inhaltliche und es gibt die Lernvideo Ebene, dass sie einfach sehen, wo sie switchen müssen. Also quasi Du hast ja dieses grün-blau/ türkise vielleicht in rot oder in orange dagegen dann das zu unterlegen, wenn es ums Lernvideo geht und eben sagen ‚Hey, Farbcode, das ist Fachinhalt, das ist Lernvideo/Inhalt.‘ Weil das ab und zu mal wirklich als Frage aufkam.“

Ergänzende Materialien/Aufgaben:

Zwei der befragten Lehrkräfte nannten den Wunsch nach weiteren Materialien und Aufgaben für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch. Eine Lehrkraft wünschte sich ausgedruckte Versuchsanleitungen (siehe Beispiel 2.4) und eine Veränderung der Versuchsanleitung für den Versuch in Kapitel 2.1. Eine weitere Lehrkraft wünschte sich als ergänzendes Lernprodukt die Erstellung einer ConceptMap (siehe Beispiel 2.5).

- **Beispiel 2.4:** „Manchmal glaube ich, wäre dann zu den Versuchen auch ein ausgedruckte Versuchsanleitungen oder laminierte oder so gut, weil die haben ihr iPad nicht nebandran oder sollen dann filmen und konnten dann gar nicht mehr so nachgucken. Und dann war irgendwie bei diesem Nachweis der Verbrennungsprodukte war irgendwie die Versuchsanleitungen ja in so über zwei Seiten und da kam es überhaupt nicht klar. Also da muss ich wirklich immer sagen lesen oder gucken um oder hab's dann erklärt, weil da war ja vorne irgendwie macht es und dann waren die vier Nachweis einzeln erklärt und das hatten sie gar nicht gesehen zum Beispiel. Also da muss man irgendwie gucken, dass die Versuche bei den Materialien sind.“
- **Beispiel 2.5:** „Ich würde eben wie gesagt, am Ende so eine Zusammenfassung Sache machen, wo sie einfach quasi wie eine Art. Ja, ich bin großer Fan von ConceptMaps, eine ConceptMap, ein Sketchnote oder irgendwas daraus machen müssen, damit sie deklarativ rauskriegen. Das habe ich heute gelernt. Ähm, ja, das ist Glaube. Das ist glaube ich das, was ich als dass ich auf jeden Fall machen würde.“

Zusammenfassung:

Folgende Schlüsse für die Überarbeitung des Selbstlernbuchs konnten aus den Rückmeldungen der Lehrkräften zu den Änderungswünschen abgeleitet werden:

- Inhaltliche Überarbeitungen:
 - Überarbeitung des Kapitels 3.1: Die Lehrkräfte nannten den Wunsch nach ergänzenden Übungen zur Thematik „homologe Reihe“ im Kapitel 3.1. Dahingehend wurde eine Überprüfung der Inhalte in diesem Kapitel durchgeführt und Übungen ergänzt.
 - Integration von weiteren Übungen zur Aktivierung von Vorwissen.
 - Die Anpassung des Selbstlernbuchs soll für andere Schulformen bei der Arbeit mit im Fokus stehen, bei den weiteren Interventionen im Blick behalten werden.
- Aufbau des Selbstlernbuchs:

Mit Hilfe von Symbolen wurde eine klarere Markierung der Filmaufgaben vorgenommen, jedoch wurde dem Wunsch einer Lehrkraft nach einer farblichen Markierung der beiden Stränge nicht entsprochen, da nicht angenommen wurde dass diese Änderung zielführend wäre und es zudem durch die zusätzlichen, nicht notwendigen Informationen zu einer Überforderung kommen könnte (siehe Kapitel 2.2).
- Ergänzende Materialien:
 - Für die einzelnen Versuche wurde zu Beginn der Interventionen eine Liste mit den benötigten Materialien und Chemikalien bereitgestellt. Zudem wurde ein Verzeichnis geführt, in dem die im Kasten enthaltenen Materialien, sowie die noch benötigten Materialien aufgeführt wurden. Die Versuchsanleitungen konnten von den Lehrkräften auf Anfrage ausgedruckt und bereitgestellt werden, jedoch würde durch die analoge Bereitstellung der Vorteile des nicht vorhandenen Medienbruchs verloren gehen (Kapitel 3.2.1). Da die Schüler:innen in der Regel in Teams arbeiteten und jedem Schüler/jeder Schülerin ein eigenes iPad für die Bearbeitung zur Verfügung stand, sollte zudem eine ausreichende Anzahl an Geräten für die Filmaufgaben sowie die Versuchsanleitung verfügbar gewesen sein.
 - Weiterhin sollte für die kommende Intervention auf die ergänzende Methode ConceptMap verzichtet werden, da diese weitere Methode ebenfalls zu einer Überforderung führen und die große Methodenvielfalt sogar eine lernhinderliche Wirkung haben könnte (siehe Kapitel 2.3.1 und 2.2).

8.2.7 Zusammenfassung der Erhebungsergebnisse und Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel werden die Überarbeitungen des Selbstlernbuchs und der Erhebungsinstrumente nach der ersten Intervention, auf Grundlage der Erhebungsergebnisse, vorgestellt. Der grundsätzliche Aufbau des Selbstlernbuchs der ersten Intervention wurde für die zweite Version beibehalten und die in Kapitel 8.2.6.1 und 8.2.6.2 vorgestellten Änderungen umgesetzt. Die Erklärvideos wurden nach kleineren Anpassungen auf der Videoplattform *YouTube* hochgeladen und in den Pages-Dokumenten verlinkt. Zudem wurde ein Einführungsfilm für die Schüler:innen erstellt, in dem die Arbeit mit dem Selbstlernbuch, die Forschung und das weitere Vorgehen, sowie technische Hinweise (beispielsweise Hinweise zur Speicherung) vorgestellt wurden. Dadurch musste die Einführung nicht mehr ausschließlich durch die Autorin vorgenommen werden und es konnten auch entfernter gelegene Schulen an der Forschung teilnehmen. In Kapitel 3.1 wurden, wie in Kapitel 8.2.6.2 bereits erläutert, weitere Übungsmöglichkeiten für die homologe Reihe eingefügt. Da die Lehrkräfte zurückmeldeten, dass sich die Schüler:innen mit den Inhalten zu den Wechselwirkungen zwischen Teilchen schwertaten, wurde als weitere Unterstützung das Schema in Kapitel 3.2 vertont, da die gleichzeitige Darstellung von Bild und Ton sich positiv auf die Lernwirksamkeit auswirken kann (siehe Kapitel 2.2). Weiterhin wurde das Forschungsdesign angepasst. Da es bei der ersten Intervention Hinweise darauf gab, dass sich die enthaltene Erklärvideoproduktion positiv auf die Motivation und damit auch auf die Lernwirksamkeit (siehe Kapitel 8.2.4.2) auswirken könnte, wurde in der zweiten Intervention bei allen teilnehmenden Klassen das Selbstlernbuch mit den integrierten Erklärvideoproduktionsaufgaben eingesetzt. Der Vergleich der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen, erfolgte dadurch in den beiden folgenden Interventionen ausschließlich zwischen den Untergruppen der Forschungsgruppe. Weiterhin wurde die Anzahl der Versuche im Kapitel 3.2 für die Erklärvideoproduktion um einen Versuch reduziert, da so mehr Daten für den Vergleich erhalten werden konnten. Aufgrund der Berichte der Lehrkräfte in den Interviews zur Komplexität des dritten Versuchs (siehe Kapitel 8.2.6.1) und den Fragebogenergebnissen zu den inhaltlichen Fragen zu Versuch 3 (siehe Kapitel 8.2.5.1) wurde entschieden, den Versuch 3 aus dem Kapitel 3.2 des Selbstlernbuchs zu entfernen und als Differenzierungsaufgabe zur Verfügung zu stellen.

Die Fragebögen wurden dahingehend verändert, dass mehr Fragen zu Motivation und zur Einschätzung der Schüler:innen bezüglich des Kompetenzerwerbs beim Lernprozess mit dem Selbstlernbuch gestellt wurden. Zudem wurden die offenen Fragen zu den Versuchen im Kapitel 3.2 des Selbstlernbuchs durch Multiple Choice Fragen ersetzt. Weiterhin wurden einige wenige Fragen hinsichtlich der sprachlichen Formulierung angepasst. Auch wurde ein Lehrkräftehandbuch erstellt,

das den Lehrkräften mit einem zeitlichen Puffer vor der Intervention zur Verfügung gestellt wurde, so dass sich diese mit den Inhalten und Empfehlung auseinandersetzen konnten. Digitale Einführungsveranstaltungen wurden angeboten, in welchen das Forschungskonzept, der Ablauf und das Selbstlernbuch, sowie mögliche Hürden vorgestellt wurden. Einige der im Schuljahr 22/23 teilnehmenden Lehrkräfte nahmen dieses optionale Angebot an und in diesem Rahmen bot sich ihnen auch die Möglichkeit des digitalen Austauschs mit anderen teilnehmenden Lehrkräften. Mit allen anderen Lehrkräften wurden gesonderte On-Boarding Gespräche telefonisch, digital oder in Präsenz geführt und die Vorstellung der oben genannten Inhalte vorgenommen. Sowohl bei den On-Boarding Gesprächen wie auch in den digitalen Einführungsveranstaltung wurde deutlich betont, dass Input- und Plenumsphasen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch flexibel durchgeführt werden könnten. Auch im Lehrkräftehandbuch wurde dies ausführlich thematisiert, da im Rahmen der ersten Intervention die Lehrkräfte häufig berichteten, keine Inputphasen, vor Sorge, die Forschungsergebnisse zu verfälschen, durchgeführt zu haben, dies aber für sinnvoll erachtet hätten.

9 Zweite Intervention, Evaluation und Ergebnisableitung

In diesem Kapitel werden das Vorgehen und die Ergebnisse der zweiten Intervention im Sinne des DBR-Ansatzes (siehe Kapitel 7.1.3) des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ vorgestellt. Im Rahmen dieser Intervention wurde die Wirksamkeit des optimierten Selbstlernbuchs überprüft. Dazu werden in Kapitel 9.1 zunächst die Intervention und die zweite Version des Selbstlernbuchs, sowie die Begleitmaterialien und das Lehrkräftehandbuch vorgestellt. Daran schließt sich die Darstellung der Erhebungsinstrumente an, die ebenfalls im Hinblick auf die Ergebnisse und weitere Schwerpunktsetzungen angepasst wurden (siehe Kapitel 9.1.2). Die erhobenen Daten dienen der Überprüfung, Untersuchung und anschließenden weiteren Optimierung des Selbstlernbuchs, sowie der Erhebungsinstrumente. Zudem konnten mit den in der zweiten Interventionsphase erhobenen, aufbauend auf die in der ersten Intervention erhobenen und ausgewerteten Daten vertiefende Hinweise bezüglich der Forschungshypothesen erörtert werden.

9.1 Interventionsbeschreibung

Abbildung 9-1 zeigt den Ablaufplan der zweiten Intervention im Schuljahr 22/23 mit den durchgeführten Fragebogenerhebungen.

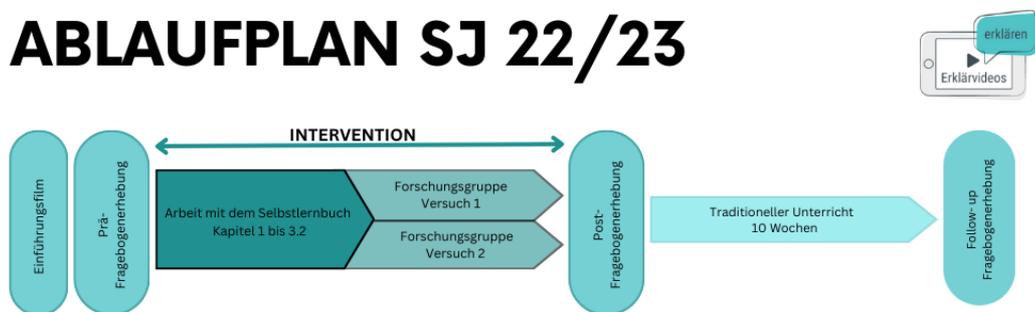


Abbildung 9-1: Ablaufplan der zweiten Intervention im Schuljahr 22/23.

Dieser Abbildung kann entnommen werden, dass in der zweiten Intervention keine Unterscheidung zwischen Forschungs- und Referenzgruppe vorgenommen wurde, sondern alle teilnehmenden Schüler:innen das Selbstlernbuch mit den Aufgaben zur Erklärvideoproduktion bearbeiteten.

Jedoch wurde die Stichprobe in die zwei Forschungsgruppen „Forschungsgruppe Versuch 1“, „Forschungsgruppe Versuch 2“ (siehe Abbildung 9-2), entsprechend der Erklärvideoproduktion während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch, eingeteilt.

UNTERTEILUNG DER FORSCHUNGSGRUPPE SJ 22/23

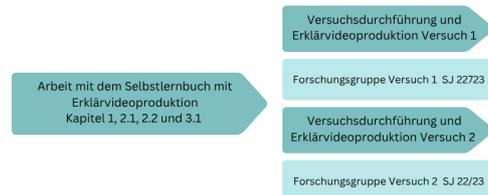


Abbildung 9-2: Unterteilung der Forschungsgruppe der ersten Intervention im Schuljahr 22/23.

9.1.1 Selbstlernbuch und Unterrichtsmaterialien - zweite Version

In diesem Kapitel werden die vorgenommenen Änderungen, für die zweite Version des Selbstlernbuchs (Kapitel 9.1.1.1) und des Lehrkräftehandbuchs (Kapitel 9.1.1.2) vorgestellt. Desweiteren werden in Kapitel 9.2 das Untersuchungsdesign mit den Erhebungsinstrumenten (Kapitel 9.2.1), sowie die Stichproben der Begleitforschung und die Auswertung der erhobenen Daten im Schuljahr 22/23 (Kapitel 9.2.2 bis 9.2.6) dargestellt.

9.1.1.1 Digitales und interaktives Selbstlernbuch - zweite Version

Der grundsätzliche Aufbau des Selbstlernbuchs konnte für die zweite Intervention grundsätzlich von der ersten Version übernommen werden. Die Entscheidung der Übernahme des Aufbaus wurden auf Grundlage der Fragebogenergebnisse von den Schüler:innen, sowie der Rückmeldungen und Einschätzungen der Lehrkräfte im Rahmen der Leitfadeninterviews in der ersten Intervention getroffen. Jedoch wurden aufgrund der Rückmeldungen einige Anpassungen vorgenommen, die im Kapitel 8.2.7 erläutert sind. Der angepasste Aufbau der zweiten Version des Selbstlernbuchs mit den enthaltenen Bestandteilen in den inhaltlich-experimentellen und den mediendidaktisch-methodischen Strängen ist in Abbildung 9-3 dargestellt.

Übersicht der beiden Stränge im Selbstlernbuch SJ 22/23

Legende



	KAPITEL 1 Einführung in die organische Chemie	KAPITEL 2.1 Der einfachste organische Stoff - Methan auf der Stoffebene	KAPITEL 2.2 Der einfachste organische Stoff - Methan auf Teilchenebene	KAPITEL 3.1 homologe Reihe	KAPITEL 3.2 Vertiefung und Anwendung zu den Eigenschaften der Familie der Alkane
inhaltlich-experimenteller Strang	<ul style="list-style-type: none"> Unterscheidung organische und anorganische Stoffe Kohlungsprobe 	<ul style="list-style-type: none"> Methan und seine Eigenschaften (Brennbarkeit, Aggregatzustand bei RT, Farbe, Dichtevergleich) 	<ul style="list-style-type: none"> Welche Atomarten sind in einem Methan-Molekül enthalten? Nachweisreaktionen Wiederholungsmöglichkeit mit Erklärvideos zu den Themen Stoffmenge und molares Volumen Berechnung der molaren Masse von Methan Strukturformel eines Methan-Moleküls Wiederholung EPA-Modell 	<ul style="list-style-type: none"> Steckbriefe der homologen Reihe von Methan bis Decan Allgemeine Summenformel Übungen zur homologen Reihe 	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung Wechselwirkung zwischen Teilchen als Grundlage für physikalische Stoffeigenschaften Eigenschaften der Alkane am Beispiel Löslichkeit und Viskosität
mediendidaktisch-methodischer Strang	<ul style="list-style-type: none"> Kriterien einer guten Versuchsaufnahme Versuchsaufnahme zur Kohlungsprobe erstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> Kriterien einer guten Tonaufnahme Skript schreiben und Tonaufnahme Tonspur und Video in iMovie schneiden 	<ul style="list-style-type: none"> Versuchsaufnahme einer Nachweisreaktion und anschließende Vertonung 		<ul style="list-style-type: none"> Erklärvideoproduktion zu einer der Leitfragen: <ul style="list-style-type: none"> Sollte man einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen? Was ist das bessere Schmieröl - Heptan oder Paraffinöl? Video- und Tonerstellung Optimierung des Erklärvideos auf Grundlagen der Rückmeldungen.

Abbildung 9-3: Inhaltlich-experimenteller und des mediendidaktisch- methodischer Strang des Selbstlernbuchs für die Intervention im Schuljahr 22/23.

9.1.1.2 Lehrkräftehandbuch

Wie in Kapitel 8.2.7 erläutert wurde für die zweite Intervention ein digitales Lehrkräftehandbuch erstellt, in dem wichtige Hinweise für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch thematisiert werden.

In Abbildung 9-4 ist das Inhaltsverzeichnis des Lehrkräftehandbuchs gezeigt. Das vollständige Lehrkräftehandbuch ist im digitalen Anhang einsehbar.

Inhaltsverzeichnis



- Warum Erklärvideos?**
 - Kompetenzen**
 - Inhalte**
 - Zeitplan**
 - Erklärvideo-Produktion**
 - Lehr-Lernsetting**
 - Erklärvideos besprechen und bewerten**
 - Versuchsmaterialien**
 - Einstieg in die Arbeit mit dem Selbstlernbuch**
 - Fragebogen**
- Anhang: Aufgabe für Schnelle (Gruppenarbeit)**

Abbildung 9-4: Screenshot des Inhaltsverzeichnisses des Lehrkräftehandbuchs im Schuljahr 22/23.

9.2 Untersuchungsdesign

Das Untersuchungsdesign für die zweite Intervention konnte grundsätzlich von der ersten Version übernommen werden. Allerdings wurde der Schwerpunkt der Fragebogenerhebung der Schüler:innen in der zweiten Erhebung verschoben und mehr motivationale Fragen im Pre- und

Post-Fragebogen gestellt. Damit wurde das Ziel verfolgt, mehr über die Einstellung und die Motivation hinsichtlich der Erklärvideoproduktion allgemein und beim Lernprozess mit dem Selbstlernbuch zu erfahren.

9.2.1 Erhebungsinstrumente

Aufgrund anderer Schwerpunktsetzungen für die Erhebung der zweiten Intervention wurden die Fragebogenerhebungen für die Schüler:innen überarbeitet. Wie auch in den vorangegangenen Durchgängen wurden zusätzlich die Lehrkräfte im Rahmen von Leitfadeninterviews zu ihren Einschätzungen und Erfahrungen befragt. In diesem Kapitel werden die Erhebungsinstrumente, die begleitend zur zweiten Intervention eingesetzt wurden, vorgestellt.

9.2.1.1 Fragebogenerhebung Schüler:innen

Die drei Fragebögen (Pre-, Post- und Follow-up-Fragebogen) wurden für die zweite Intervention angepasst. Einige Fragen wurden ersetzt, um auf den Ergebnissen der vorherigen Erhebungen aufbauen zu können, mehr über die motivationalen Effekte bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und die Produktion des Erklärvideos zu erfahren. Im Folgenden werden die drei Fragebögen für die Erhebung im Schuljahr 22/23 vorgestellt. Außerdem werden die Stichprobe und die Bereinigungsverfahren der erhobenen Daten erläutert.

Pre-Fragebogen Erhebung im Schuljahr 22/23

Tabelle 9-1 gibt einen Überblick über den Themenbereich der Items, der Anzahl der Fragen aus diesem Themenbereich und über die Art der Frage, die im Pre-Fragebogen gestellt wurden. Insgesamt wurden den Schüler:innen im Pre-Fragebogen 34 Fragen gestellt. Grundsätzlich wurden die Fragen aus dem Pre-Fragebogen des Schuljahres 21/22 zwar übernommen, jedoch teilweise von der Formulierung entsprechend den Erfahrungen aus der ersten Intervention angepasst und durch weitere acht Items ergänzt. Diese Items zielten vor allem darauf ab, mehr über die Motivation der Schüler:innen hinsichtlich der Erklärvideoproduktion (Themengebiet „Motivation und Erfahrungen Erklärvideoproduktion“) zu erfahren. Zudem wurden die Schüler:innen zu ihrem Interesse zum Fach Chemie und der Vorjahresnote (Themengebiet „Interesse und Vorjahresnote“) befragt. Drei inhaltliche Fragen im Bereich „Vorwissen-Grundlagen“ wurden ergänzt. Im Folgenden wird für den Pre-Fragebogen auch die Bezeichnung Fragebogen 1 verwendet.

Themengebiet	Anzahl	Art
Erfahrungen und Motivation rezeptive Erklärvideonutzung	6 (Item 1 bis 6, 12)	6 Likert-Typ, 1 Multiple-Choice Frage
Motivation und Erfahrungen Erklärvideoproduktion	6 (Item 8 bis 11, 13 bis 14, 21)	5 Likert-Typ, 2 Multiple-Choice Frage, 1 Freifeld
Vorerfahrungen medienbezogene Kompetenzen für das iPad	3 (Item 17 bis 19)	3 Likert-Typ
Interesse und Vorjahresnote	2 (Item 15 bis 16)	2 Likert-Typ
Motivation Lernen mit dem iPad	2 (Item 7, 20)	2 Likert-Typ
Erfahrungen selbstgesteuertes Lernen	1 (Item 22)	1 Freifeld
Fehlvorstellungen	4 (Item 23 bis 24, 31 bis 32)	4 Multiple-Choice Fragen
Vorwissen -Grundlagen	4 (Item 25 bis 28)	4 Multiple-Choice Frage
Vorwissen – Einführung organische Chemie	2 (Item 29 bis 30)	2 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	1 (Item 33)	1 Freifeld
Codegenerierung	1 (Item 34)	1 Freifeld

Tabelle 9-1: Erläuterung zu den Items des Pre-Fragebogens des ersten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 22/23.

Post-Fragebogen Erhebung im Schuljahr 22/23

Im Rahmen der Post-Befragung beantworteten die Schüler:innen 35 Items zu den in der Tabelle aufgeführten Themengebieten (siehe Tabelle 9-2). Auch im Post-Fragebogen wurden die Fragen, mit kleinen Anpassungen bezüglich der Formulierungen, aus dem Schuljahr 21/22 übernommen und durch weitere zehn Items ergänzt, um mehr über die persönlichen Einschätzungen bezüglich des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch und den enthaltenen Erklärvideos zu erhalten. So wurde in den Themengebieten „Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung“ ein Item, „Motivation und Erfahrungen“ zwei Items und „Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs“ vier Items ergänzt. Weiterhin wurden drei Items zum Themengebiet „Inhaltliche Fragen – Grundlagen“ hinzugefügt. Im Folgenden wird für den Post-Fragebogen auch als äquivalente Bezeichnung Fragebogen 2 verwendet.

Themengebiet	Anzahl	Art
Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung	3 (Item 1 bis 3)	3 Likert-Typ
Motivation und Erfahrungen	5 (Item 4 bis 7,10,	7 Likert-Typ
Erfahrungen selbstgesteuertes Lernen	2 (Item 20 bis 21)	2 Likert-Typ
Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs	13 (Item 8 bis 9, 11 bis 19, 22 bis 23)	13 Likert-Typ
Inhaltliche Fragen – Grundlagen	4 (Item 30 bis 33)	4 Multiple-Choice Fragen
Inhaltliche Fragen – organische Chemie	15 (Item 26 bis 29, 34 bis 44)	15 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	2 (Item 24 und 25)	1 Freifeld, 1 Multiple-Choice Frage
Codegenerierung	1 (Item 45)	1 Freifeld

Tabelle 9-2: Erläuterung zu den Items des Post-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 22/23.

Follow-up-Fragebogen Erhebung im Schuljahr 22/23

Im Follow-up Fragebogen wurden die inhaltlichen Fragen aus dem Post-Fragebogen übernommen (ab Item 12). Insgesamt bestand der Follow-up Fragebogen aus 19 Items (siehe Tabelle 9-3). Im Folgenden wird für den Follow-up-Fragebogen auch als äquivalente Bezeichnung Fragebogen 3 verwendet.

Themengebiet	Anzahl	Art
Inhaltliche Fragen – Grundlagen	1 (Item 6)	1 Multiple-Choice Frage
Inhaltliche Fragen – organische Chemie	15 (Item 2 bis 5, 7 bis 17)	15 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	1 (Item 1, 18)	1 Freifeld
Codegenerierung	1 (Item 19)	1 Freifeld

Tabelle 9-3: Erläuterung zu den Items des Follow-up-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.

Stichprobe Fragebogenerhebung im Schuljahr 22/23

Insgesamt füllten im Schuljahr 22/23 367 Schüler:innen den Pre-Fragebogen aus. Wie bereits in den vorangegangenen Schuljahren nahm die Zahl der Schüler:innen, die die Post- und Follow-up-Fragebögen ausfüllten, deutlich ab (siehe Tabelle 9-4). Tabelle 9-5 gibt einen Überblick über die teilnehmenden Klassen. Insgesamt hatten fünfzehn Klassen, unterrichtet von 12 Lehrkräften aus acht Schulen, an der Intervention im Schuljahr 22/23 teilgenommen. Die Klassen 16 und 17 nahmen im Rahmen eines Schulprojektes, betreut von zwei kooperierenden Lehrkräften, teil. An dieser Schule wurde ein Teil des Chemieunterrichts, anstatt über das Schulhalbjahr verteilt, kompakt in einer Woche im Rahmen eines selbstgesteuerten Lernsettings unterrichtet. Die Schüler:innen arbeiteten im Rahmen der Kompaktwoche an zwei aufeinanderfolgenden Schultagen von 8 bis 16 Uhr mit dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ und produzierten die Erklärvideos.

Wie auch in der ersten Intervention füllten deutlich weniger Schüler:innen die Post- bzw. Follow-up Fragebögen aus, trotz mehrmaliger Kontaktaufnahme und Erinnerung durch die Forschungsleitung (siehe Abbildung 9-5). Die Ursache dafür konnte nicht vollständig geklärt werden. Die Lehrkräfte der Klassen 7 und 8, sowie die der Klasse 9 gaben im nachfolgenden Gespräch an, dass die Schüler:innen den Link zu den Fragebögen erhalten hätten. Trotz der Bitte, die Fragebögen im Unterricht von den Schüler:innen ausfüllen zu lassen, entschieden diese Lehrkräfte, dies als Hausaufgaben aufzugeben. Die fehlende Kontrollmöglichkeit durch die Lehrkraft, sowie die Voraussetzung der freiwilligen Teilnahme am Fragebogen könnte die Ursache für die fehlenden Daten sein. Die Lehrkraft der Klasse 1 berichtete von technischen Problemen beim Ausfüllen des Follow-up Fragebogens im Unterricht und die Lehrkraft der Klasse 6 teilte den Post-Fragebogen nicht an die Schüler:innen aus. Die Lehrkraft 10 brach die Intervention ohne Angabe

von Gründen ab. Diese über die drei Fragebögen veränderte Stichprobenzahl und -gruppe musste bei der weiteren Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Klassenbezeichnung	Pre- Fragebogenerhebung	Post- Fragebogenerhebung	Follow- up Fragebogenerhebung
Klasse 1	N = 21	N = 19	N = 0 ³
Klasse 2	N = 23	N = 23	N = 20
Klasse 3	N = 25	N = 23	N = 10
Klasse 4	N = 17	N = 16	N = 18
Klasse 5	N = 25	N = 22	N = 21
Klasse 6	N = 23	N = 0 ⁴	N = 12
Klasse 7	N = 25	N = 21	N = 0
Klasse 8	N = 13	N = 13	N = 0
Klasse 9	N = 22	N = 19	N = 0
Klasse 10	N = 15	N = 14	N = 14
Klasse 11	N = 15	N = 0	N = 4
Klasse 12	N = 23	N = 21	N = 19
Klasse 13	N = 22	N = 18	N = 12
Klasse 14	N = 22	N = 0	N = 12
Klasse 15	N = 25	N = 0	N = 0
Klasse 16 und 17	N = 51	N = 41	N = 20
Summe	N = 367	N = 250	N = 162

Tabelle 9-4: Auflistung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen im Schuljahr 22/23 sortiert nach Klassen.

Schule	Klasse	Lehrkraft	Schulart	Hinweis
Schule 1	Klasse 1	Lehrkraft 1	Gymnasium	
	Klasse 2			
	Klasse 3			
Schule 2	Klasse 4	Lehrkraft 2	Gymnasium	
Schule 3	Klasse 5	Lehrkraft 3	Gymnasium	
	Klasse 6			
	Klasse 7	Lehrkraft 4		
Schule 4	Klasse 8	Lehrkraft 5	Gymnasium	
	Klasse 9			
Schule 5	Klasse 10	Lehrkraft 6	Gymnasium	
Schule 6	Klasse 11	Lehrkraft 7	Gesamtschule	
Schule 7	Klasse 12	Lehrkraft 8	Gymnasium	
	Klasse 13			
	Klasse 14	Lehrkraft 9		
	Klasse 15	Lehrkraft 10		
Schule 8	Klasse 16 und Klasse 17	Lehrkraft 11 und 12	Gymnasium	Schulprojekt

Tabelle 9-5: Auflistung der teilnehmenden Schulen, Lehrkräfte und Klassen an der Intervention im Schuljahr 22/23.

³ Technische Probleme beim Ausfüllen der Fragebögen

⁴ Die Lehrkraft hat den Fragebogen nicht an die Schüler:innen ausgeteilt.

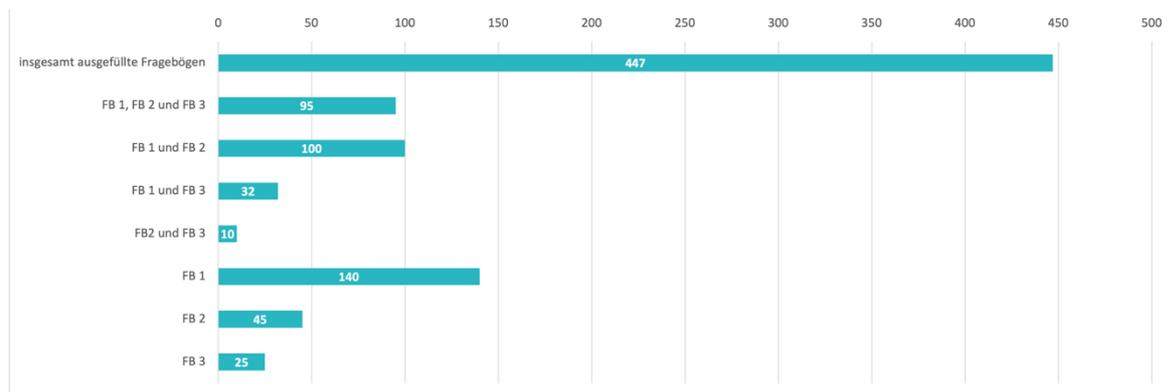


Abbildung 9-5: Darstellung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen im Schuljahr 22/23.

Auswertung der qualitativen Daten mit KNIME

Die Erfassung und die Auswertung der Daten erfolgte äquivalent zu der ersten Intervention mit „Google Forms“ und der freien Software für die interaktive Datenanalyse „KNIME“, (siehe Kapitel 8.2.2).

9.2.1.2 Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Im Schuljahr 2022/23 wurden mit acht der Lehrkräfte, die das Selbstlernbuch in ihrem Chemieunterricht eingesetzt hatten, Leitfadeninterviews durchgeführt. Für die Interviews wurde derselbe Leitfaden wie in der ersten Intervention verwendet und äquivalent zur ersten Intervention vorgegangen (siehe Kapitel 8.2.1.2). Vorbereitend wurden alle Lehrkräfte über das Vorhaben der Leitfadeninterviews informiert und das Einverständnis für die Aufnahme des Interviews eingeholt. Mit allen Lehrkräften, die der Aufnahme eines Interviews zustimmten, wurden diese in Präsenz durchgeführt.

9.2.1.3 Fragebogenerhebung mit den Lehrkräften

Um mehr über die Vorerfahrungen mit digitalen Medien und deren Einsatz im Unterricht der teilnehmenden Lehrkräfte zu erfahren, wurden diese im Rahmen einer Fragebogenerhebung dazu befragt. Die Formulierung einiger Items wurde dafür orientiert am DigCompEdu Selfi (European Commission, 2024) vorgenommen (siehe Kapitel 2.1.4.1). Der Fragebogen wird im digitalen Anhang zur Verfügung gestellt. Im Schuljahr 22/23 füllten fünf der elf teilnehmenden Lehrkräfte nach der Intervention den Fragebogen aus. Unter anderem wurden die Lehrkräfte dazu befragt, wie sie ihre digitalen Kompetenzen als Lehrkraft einschätzen und zu welchen der folgenden Beschreibungen sie sich zuordnen würden: Newcomer (A1), Explorer (A2), Integrator (B1), Experte (B2), Leader (C1) und Pionier (C2). Drei der Lehrkräfte schätzten sich als Integrator:innen, eine als Expert:in und eine

Lehrkraft als Leader:in ein. Damit verorteten sich alle fünf befragten Lehrkräfte im Mittelfeld bzw. im sehr erfahrenen Bereich. Die Tabelle 9-6 zeigt weitere Ergebnisse des Fragebogens.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 2: Die aktive Weiterbildung meiner digitalen Lehrfähigkeit ist mir wichtig.	40 % N = 2	60 % N = 3		
Item 3: Für meinen Unterricht nutze ich digitale Lernmaterialien. (z.B. digitale Arbeitsblätter, Präsentationen, Apps...).	80 % N = 4	20 % N = 1		
Item 5: Für meinen Unterricht erstelle ich digitale Lernmaterialien. (z.B. digitale Arbeitsblätter, Präsentationen, VR/AR...).	80 % N = 4	20 % N = 1		
Item 7: In meinem Unterricht setze ich digitale Werkzeuge ein, mit denen die SchülerInnen selbstständig arbeiten. (interaktive Übungen, Quizzen...).	40 % N = 2	60 % N = 3		
Item 9: Ich nutze im Unterricht digitale Medien, damit die SchülerInnen ihr Lernen selbstständig planen, dokumentieren und überwachen können? (z.B. Laptops, Tablets, PCs, Handys...).	40 % N = 2	20 % N = 1	40 % N = 2	
Item 12: In meinem Unterricht erstellen die SchülerInnen selbstständig digitale Inhalte. (z.B. Videos, Audios, digitale Präsentationen...).	80 % N = 4		20 % N = 1	

Tabelle 9-6: Ergebnisdarstellung von sechs Items zur Erfahrung zum Einsatz von digitalen Medien der Lehrkräfte im Unterricht (N = 4) im Schuljahr 22/23.

Es wird deutlich, dass allen befragten Lehrkräften die Weiterbildung hinsichtlich der digitalen Medien wichtig war. Der Großteil der Lehrkräfte setzte die digitalen Medien, auch für produktive Aufgaben, im eigenen Unterricht ein. Beispielsweise gaben 80 % zum Item 12 ihre Zustimmung. Vier der fünf befragten Lehrkräfte gaben beim Item 13 „Folgende digitalen Inhalte haben meine SchülerInnen bereits selbstständig in meinem Unterricht erstellt.“ an, dass ihre SchülerInnen bereits Erklärvideos oder allgemein Videos produziert haben. Da die Fragebogenerhebung aber nach der Intervention durchgeführt wurde, könnte diese Angabe sich auch auf die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch beziehen. Insgesamt zeigte sich anhand dieser Auswertung, dass die teilnehmenden Lehrkräfte unterschiedlich ausgeprägte Erfahrungen mit dem

Einsatz von digitalen Medien im Unterricht hatten. Diese unterschiedlichen Erfahrungen und der damit ggf. einhergehende unterschiedliche Kompetenzstand könnte sich auch auf die Lernwirksamkeit auswirken (siehe Kapitel 2.1.4.1).

Aufbereitung der Interviewaufnahmen

Für die Auswertung wurden die Aufnahmen mit dem Programm *f4x.audiotranskription* transkribiert. Die Analyse der Interviews erfolgte, wie in der ersten Intervention, nicht detailliert und es wurden lediglich Aspekte aus den Leitfadeninterviews analysiert, in denen die Lehrkräfte negative Erfahrungen und Änderungsvorschläge nannten. Auf Grundlage dieser Erfahrungsberichte wurde geprüft, welche Änderungen und Optimierungen für das Selbstlernbuch und das Lernsetting für die dritte Intervention vorgenommen werden mussten.

9.2.2 Auswertung der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen im Schuljahr 22/23

In den folgenden Kapiteln wird die Auswertung der Pre-, Post und Follow-up Fragebögen, die die Schüler:innen im Schuljahr 22/23 ausfüllten, dargestellt. Die Abbildung 9-6 zeigt die Anzahl der ausgefüllten Fragebögen unterteilt in die beiden Forschungsgruppen. Es ist zu beachten, dass nicht alle Schüler:innen einer Forschungsgruppe zugeordnet werden konnten, da manche der befragten Personen kein Erklärvideo produziert hatten.

Im Rahmen der folgenden Auswertung der Fragen im Likert-Typ wurden die Antworten der befragten Schüler:innen immer dann als Zustimmung gewertet, wenn sie auf ein Item mit „trifft zu“ oder „trifft eher zu“ antworteten. Wählten sie die Antwortmöglichkeiten „trifft eher nicht zu“, „trifft nicht zu“, so wurde dies als Verneinung/Ablehnung der Aussage gewertet.

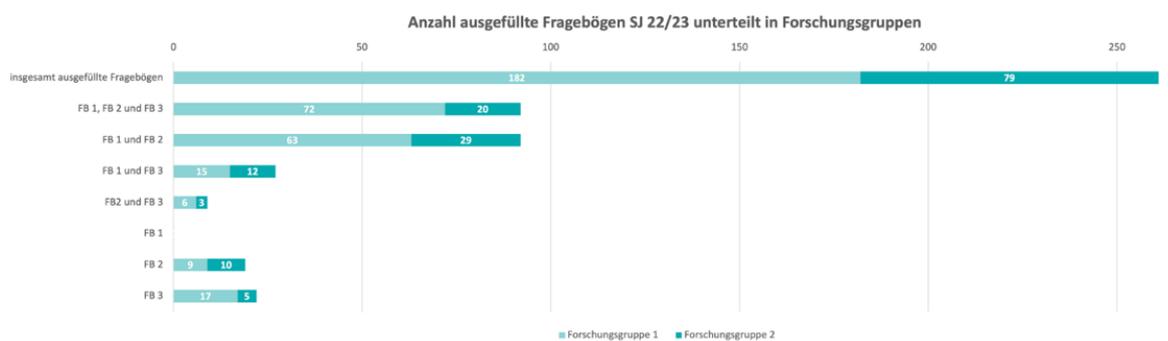


Abbildung 9-6: Darstellung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up-Fragebögen im Schuljahr 22/23 unterteilt in die beiden Forschungsgruppen.

9.2.3 Ergebnisse aus dem Pre-Fragebogen der Schüler:innen

Den Pre-Fragebogen hatten im Schuljahr 22/23 insgesamt 367 Schüler:innen ausgefüllt. Die erhaltenen Fragebogenergebnisse wurden entsprechend der in Tabelle 9-1 aufgeführten Themengebiete und den zugeordneten Items ausgewertet.

9.2.3.1 *Erfahrungen und Motivation zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz*

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Pre-Fragebogenergebnisse zu den sechs Items (Item 1 bis 6) vorgestellt und diskutiert (siehe Tabelle 9-8). Die Ergebnisse zu den Items 1 bis 3 unterschieden sich nur um wenige Prozentpunkte zu dem im Schuljahr 21/22 erhobenen Daten (siehe Kapitel 8.2.3.1). Jedoch gaben beim Item 4 im Schuljahr 21/22 93 % der befragten Schüler:innen an, sich darauf zu freuen, mit Hilfe von Erklärvideos in der kommenden Einheit lernen zu dürfen. Im Schuljahr 22/23 stimmten dieser Aussage 85 % zu. Ein Grund für die unterschiedliche Aussagen in der ersten und zweiten Intervention könnte beispielsweise die unterschiedliche Vorerfahrungen mit der rezeptiven Erklärvideonutzung im Unterricht sein. Im Rahmen der zweiten Intervention wurde ergänzend zum Item 4 mit dem Item 5 die motivationale Auswirkung des Rezipierens der Erklärvideos erfragt, um Einblicke darin zu erhalten, ob die Schüler:innen Freude und Motivation in diesem Kontext gleichermaßen einschätzten. Es zeigte sich, dass beim Item 5 jedoch 13 % weniger zustimmten, als beim Item 4 und zudem sank die Zahl der Schüler:innen, die der Aussage voll zustimmten, deutlich. Eine Ursache dafür könnte sein, dass die Schüler:innen Freude und Motivation unterschiedlich bewerteten. Wie auch im Schuljahr 21/22 (siehe Kapitel 8.2.3.1) sind die Ergebnisse zum Item 8 zur Sinnlosigkeit bezüglich des Rezipierens von Erklärvideos zum Lernen von chemischen Inhalten auffällig. 17 % gaben zu dieser Aussage ihre Zustimmung, jedoch gaben beispielsweise beim Item 3 „Erklärvideos helfen mir das Unterrichtsthema besser zu verstehen.“ 91 % ihre Zustimmung. Diese unterschiedliche Einschätzung könnte damit zu tun haben, dass die Schüler:innen einen Unterschied in Bezug auf den Mehrwert durch das Rezipieren von Erklärvideo zwischen anderen Unterrichtsthemen/-inhalten und chemischen Inhalten sahen. Andererseits könnten die unterschiedlichen Aussagen auch damit zusammenhängen, dass die Schüler:innen die Items nicht aufmerksam genug gelesen hatten. Da jedoch in dieser Intervention keine Kontrollfragen für die Bereinigung gestellt wurde, konnte dies nicht eindeutig interpretiert werden.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 1 Ich schaue gerne Erklärvideos im Unterricht an.	56 % N = 206	35 % N = 130	7 % N = 25	2 % N = 6
Item 2 Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.	36 % N = 132	53 % N = 196	10 % N = 35	1 % N = 4
Item 3 Erklärvideos helfen mir das Unterrichtsthema besser zu verstehen.	50 % N = 184	41 % N = 150	7 % N = 25	2 % N = 8
Item 4 Ich freue mich darauf in dieser Einheit mit Hilfe von Erklärvideos Inhalte zu lernen.	43 % N = 158	42 % N = 153	11 % N = 142	4 % N = 14
Item 5 Dass ich in der folgenden Einheit mit Erklärvideos lernen darf, motiviert mich.	25 % N = 91	47 % N = 171	22 % N = 82	6 % N = 23
Item 6 Das Anschauen von Erklärvideos für das Lernen von chemischen Inhalten finde ich sinnlos.	6 % N = 23	11 % N = 41	38 % N = 138	45 % N = 165

Tabelle 9-7: Fragebogenergebnisse zu den sechs Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen und Motivation rezeptiver Erklärvideoeinsatz im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

39 % der Forschungsgruppe gaben an gar keine, 59 % 1-3 mal und 2 % 4-10 mal pro Woche im Unterricht Erklärvideos zu rezipieren. Die Erfahrung der Schüler:innen mit dem rezeptiven Einsatz von Erklärvideos vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch aus der zweiten Intervention war damit vergleichbar mit der Forschungsgruppe im Schuljahr 22/23. Anknüpfend an die Ergebnisse der ersten Intervention zum Zusammenhang zwischen der Nutzung und der Einschätzung bezüglich des Mehrwertes des rezeptiven Einsatzes von Erklärvideos (siehe Kapitel 8.2.3.1) erfolgte die vergleichende Auswertung von Item 12 zu Item 1 bis 5 (siehe Abbildung 9-7). Da die Hinweise aus der ersten Intervention, die auf einen Zusammenhang zwischen dem rezeptiven Nutzen von Erklärvideos im Unterricht und den Einschätzungen zum Mehrwert des rezeptiven Nutzens auch anhand der Erhebung im Rahmen der zweiten Intervention bestätigten, konnte von einem gewissen Zusammenhang ausgegangen

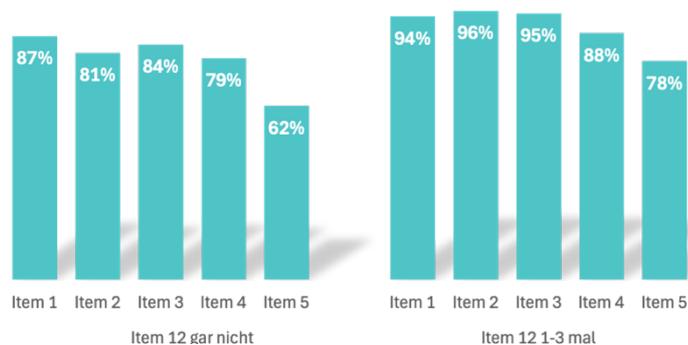


Abbildung 9-7: Darstellung des Zusammenhangs der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe von den Items 1 bis 5 und dem Item 12 im Schuljahr 22/23 (N=367; Pre-Fragebogen).

werden. Um diesen Sachverhalt verifizieren zu können, sollten weitere Forschungen, beispielsweise mit anderen Klassenstufen, durchgeführt werden.

9.2.3.2 Erfahrungen und Motivation zum produktiven Erklärvideoeinsatz

Insgesamt sechs Items wurden den Schüler:innen in der zweiten Intervention im Pre-Fragebogen zur Motivation und zu den bereits gemachten Erfahrungen mit Erklärvideoproduktionen im Unterricht gestellt. Die Ergebnisse der vier Items im Likert-Typ sind in der Tabelle 9-9 dargestellt. Wie auch in der vorangegangenen Intervention zeigte sich, dass nicht alle Schüler:innen sich auf die Aufgabe zur Erklärvideoproduktion freuten. Mit 55 % gaben 5 % weniger als in der ersten Intervention ihre Zustimmung zum Item 8. Da die Ergebnisse der Intervention Hinweise darauf gaben, dass die Schüler:innen die Frage nach der Freude und der Motivation nicht gleichermaßen bewerteten, wurde das Item 9, in dem die Motivation bezüglich der Erklärvideoproduktion erfragt wurde, ergänzt. Auch gaben 50 % ihre Zustimmung für die eigene Erklärvideoproduktion motiviert gewesen zu sein, was 5 % weniger waren als für das Item 8. Dass ihnen die Produktion von Erklärvideos keinen Spaß machte gaben 39 % der Schüler:innen an, was mit dem Ergebnis des Schuljahrs 21/22 vergleichbar war. Mit 21 % Unterschied zur ersten Intervention gaben 27 % der befragten Schüler:innen an, dass sie in der Schule gelernt hatten, wie ein Erklärvideo mit dem iPad erstellt werden kann. Gleichzeitig gaben im Item 13 „So oft habe ich bereits Erklärvideos im Unterricht erstellt“ 75 % (2 % 6-10 mal; 19 % 3-5 mal; 54 % 1-2 mal; 25 % gar nicht) der befragten Schüler:innen an, bereits mindestens ein Erklärvideo im Unterricht produziert zu haben, was im Vergleich zum SJ 21/22 40 % mehr bedeuteten. Auch für die zweite Intervention zeigte sich, wie bei der ersten Intervention, dass eine deutliche Schnittmenge der Schüler:innen, die bereits ein Erklärvideo im Unterricht produziert hatten, wie diese mit dem iPad produziert werden können.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 8 Ich freue mich darauf in dieser Einheit selbst Erklärvideos zu produzieren.	19 % N = 70	36 % N = 133	23 % N = 85	22 % N = 79
Item 9 Ich bin motiviert in dieser Einheit selbst Erklärvideos zu produzieren.	17 % N = 64	33 % N = 121	31 % N = 113	19 % N = 68

Item 11 Das Erstellen von Erklärvideos macht mir keinen Spaß.	13 % N = 46	26 % N = 95	42 % N = 154	19 % N = 70
Item 21 Ich habe in der Schule beigebracht bekommen, wie ein Erklärvideo mit einem iPad erstellt wird.	9 % N = 34	18 % N = 67	35 % N = 126	38 % N = 140

Tabelle 9-8: Fragebogenergebnisse zu den vier Items aus dem Themengebiet „Motivation und Erfahrung mit der Erklärvideoproduktion“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

Weiterhin wurden die Schüler:innen gefragt, in welchem Fach sie bereits ein Erklärvideo produziert hatten (Item 13). Es wurde eine große Bandbreite an unterschiedlichen Fächern genannt. Jedoch gaben nur 8 % der befragten Schüler:innen an, bereits im Chemieunterricht ein Erklärvideo produziert zu haben.

Zudem wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der bisherigen Erklärvideoproduktionen (Item 13) und der Motivation für die Erklärvideoproduktion (Item 9) vorlag (siehe Abbildung 9-8). Anhand der Daten konnte jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden. Die Daten der vierten und fünften Spalte waren aufgrund der geringen Stichprobenzahlen nicht aussagekräftig.

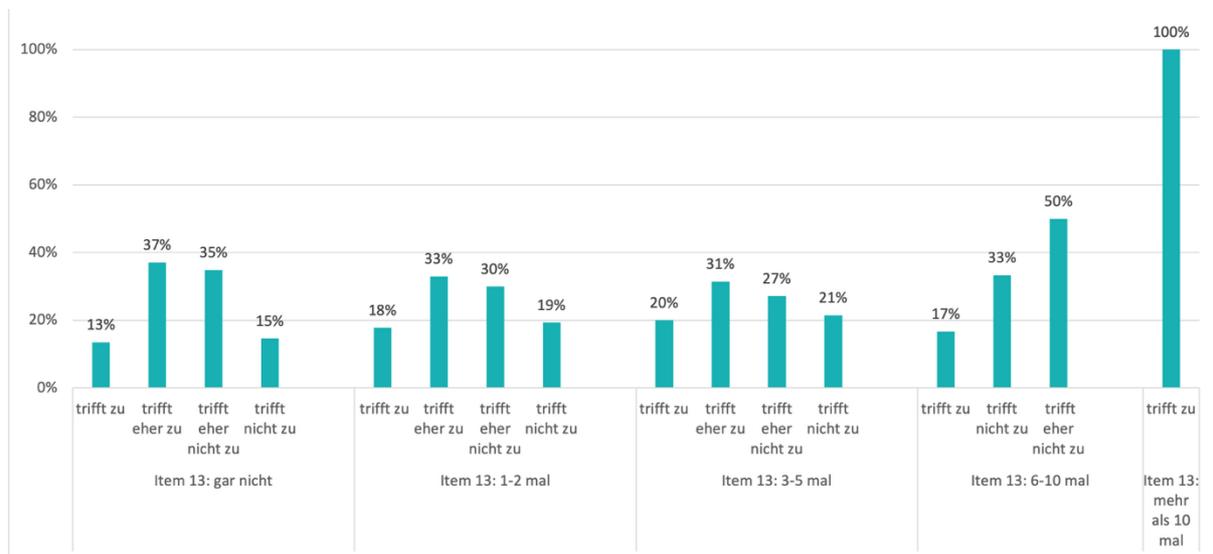


Abbildung 9-8: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 13 und dem Item 9 im Schuljahr 22/23 (N=367; Pre-Fragebogen).

Weiterhin wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Item 21 und dem Item 9 vorlag (siehe Abbildung 9-9). Auch hier ließ sich kein Zusammenhang zwischen dem Kompetenzerwerb im Unterricht und der Erklärvideoproduktion erkennen. Jedoch war zu beachten, dass die Stichproben der beiden ersten und zweiten Spalte deutlich geringer als die der Spalte 3 und 4 waren.

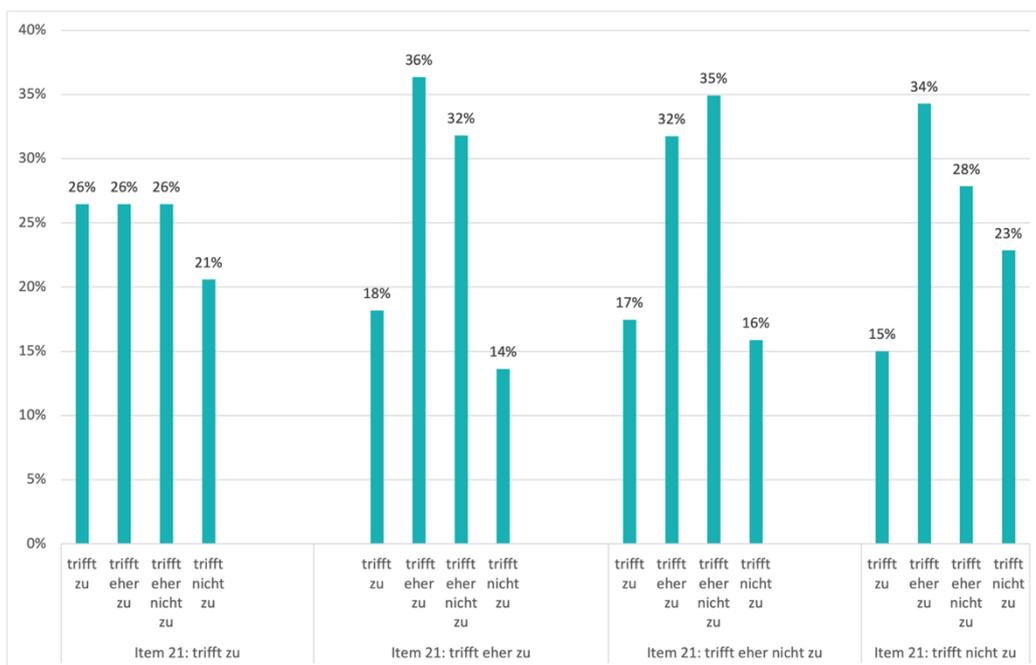


Abbildung 9-9: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 21 und dem Item 9 im Schuljahr 22/23 (N =367; Pre-Fragebogen).

9.2.3.3 Vorerfahrungen hinsichtlich medienbezogener Kompetenzen

Um einen Eindruck in die Vorerfahrungen hinsichtlich der medienbezogenen Kompetenzen im Umgang mit dem iPad zu erhalten und nach der Intervention im Vergleich zum Post-Fragebogen herauszufinden, inwiefern die Schüler:innen von einem medienbezogenen Kompetenzzuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ausgingen, wurden zu diesem Themenfeld im Pre-Fragebogen drei Items abgefragt (siehe Tabelle 9-9). Wie auch in der ersten Intervention gaben 85 % der befragten Schüler:innen an, sich gut mit der Bedienung von iPads auszukennen. Mit jeweils 46 % Zustimmung zur Kenntnis der Programme „Pages“ und „iMovie“ ist hierzu von einem etwas höheren Kenntnisstand als in der ersten Intervention auszugehen, was bei der Auswertung der Ergebnisse des Post-Fragebogens hinsichtlich der Einschätzungen zum mediendidaktischen Kompetenzerwerb durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch von Interesse war.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 17 Ich kenne mich mit der Bedienung von iPads gut aus.	52 % N = 189	33 % N = 120	10 % N = 38	5 % N = 20
Item 18 Ich kenne mich mit dem Apple Programm "Pages" gut aus.	19 % N = 69	27 % N = 101	26 % N = 95	101 % N = 28
Item 19 Ich kenne mich mit dem Apple Programm "iMovie" gut aus.	20 % N = 74	26 % N = 94	29 % N = 106	93 % N = 93

Tabelle 9-9: Fragebogenergebnisse zu den drei Items aus dem Themengebiet „Vorerfahrungen medienbezogene Kompetenzen iPad“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

9.2.3.4 Vorjahresnote und Interesse

Im Pre-Fragebogen der zweiten Intervention wurden die beiden Items zum eigenen Interesse am Unterrichtsfach Chemie und der Vorjahresnote ergänzt, um mehr über den Einfluss der Note auf die Lernwirksamkeit und die Motivation bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch zu erfahren. Die Ergebnisse für das Item 15 zum Interesse sind in der Tabelle 9-10 dargestellt, wobei 60 % der befragten Schüler:innen zustimmten, sehr interessiert an dem Unterrichtsfach Chemie zu sein.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 15 Ich bin sehr interessiert am Unterrichtsfach Chemie.	21 % N = 78	39 % N = 144	26 % N = 94	14 % N = 51

Tabelle 9-10: Fragebogenergebnisse zum Item aus dem Themengebiet „Interesse Chemieunterricht und Vorjahresnote“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

Der Durchschnitt der Vorjahresnote im Fach Chemie der befragten Schüler:innen betrug 2,65. Die Notenverteilung ist in der Abbildung 9-10 dargestellt, wobei diese eine nach links verschobene Normalverteilungskurve wiedergibt.

Um die Vergleichbarkeit der Stichproben der „Forschungsgruppe Versuch 1“ und „Forschungsgruppe Versuch 2“ zu überprüfen, wurde der Notendurchschnitt der Vorjahresnote beider Gruppen berechnet, die einen deutlichen Unterschied aufwies

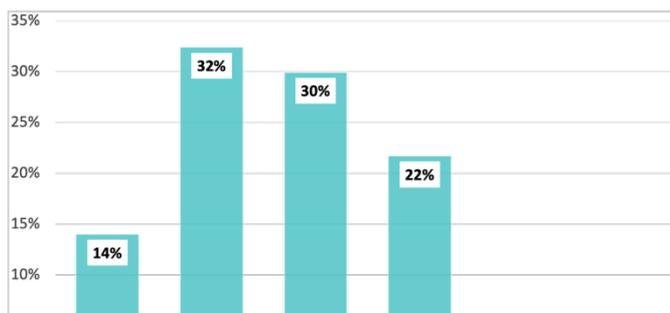


Abbildung 9-10: Darstellung der Verteilung der von den Schüler:innen im Pre-Fragebogen SJ 22/23 angegebenen Vorjahresnoten in Chemie (Item 16; N = 367; Pre-Fragebogen).

(„Forschungsgruppe Versuch 1“: 2,4; „Forschungsgruppe Versuch 2“: 2,9). Da anzunehmen war, dass es Korrelationen zwischen der Vorjahresnote und dem Vorwissen aus dem vorangegangenen Schuljahr gab und sich dies wiederum auch auf die Lernwirksamkeit der Intervention auswirken konnte, musste dieser Unterschied der beiden Forschungsgruppen bei den weiteren Auswertungen berücksichtigt werden.

Weiterhin wurde ein Diagramm zum Zusammenhang von Item 15 und 16 erstellt (siehe Abbildung 9-11), um Zusammenhänge zwischen der Note und dem Interesse zu überprüfen. Es wurde deutlich, dass der Großteil der Schüler:innen, die angaben ein großes Interesse am Chemieunterricht zu haben, die Vorjahresnote 1 oder 2 hatten. Umgekehrt gaben deutlich mehr als die Hälfte der Schüler:innen, die angaben, kein Interesse am Chemieunterricht zu haben, als Vorjahresnote ein 3, 4 oder 5 an.

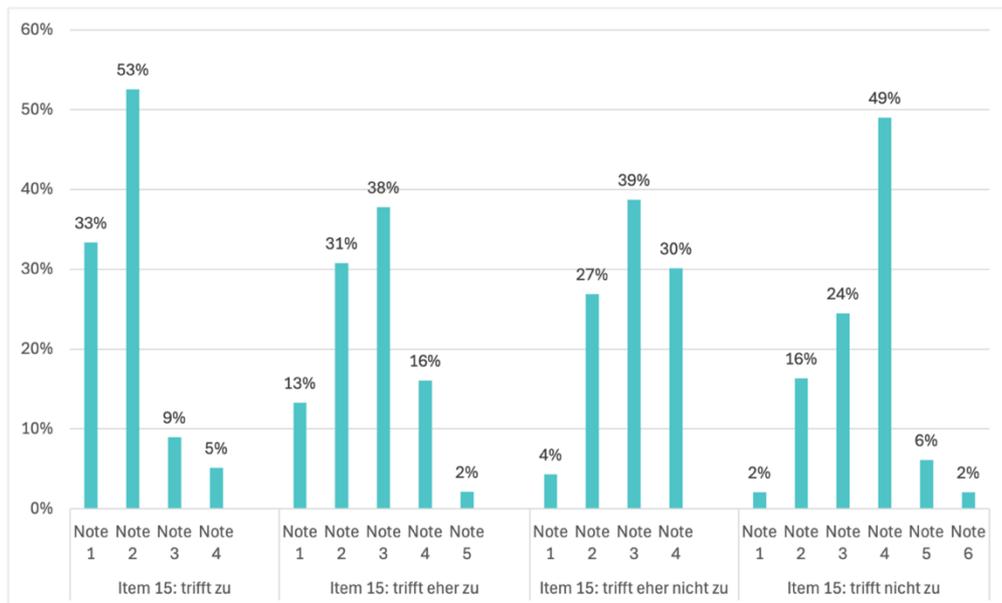


Abbildung 9-11: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 15 und dem Item 16 im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

Auch wurde die Abhängigkeit des Interesses am Fach Chemie und der Motivation für die Erklärvideoproduktion im Rahmen der Intervention untersucht (siehe Abbildung 9-12), wobei keine signifikanten Zusammenhänge erkannt werden konnten.

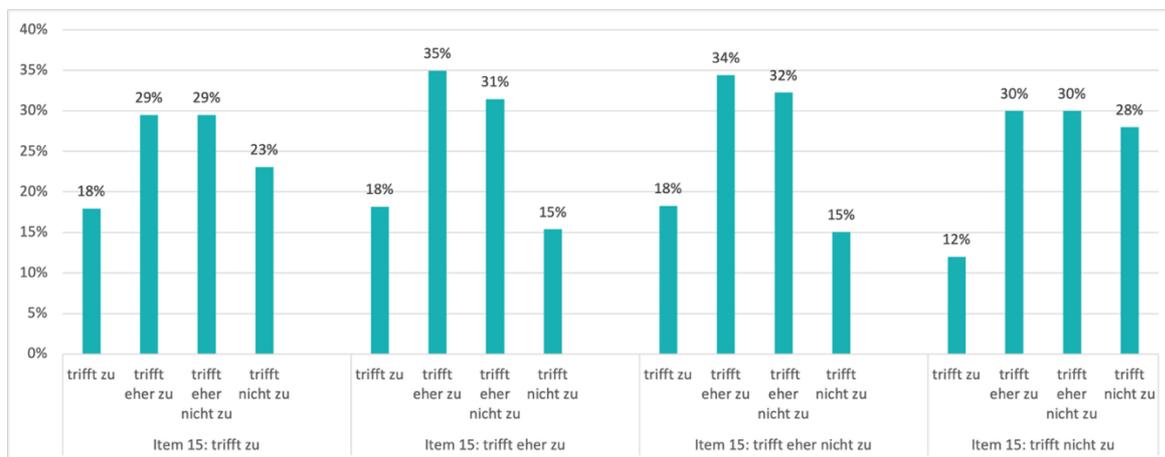


Abbildung 9-12: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 15 und dem Item 9 im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

9.2.3.5 Motivation zum Lernen mit dem iPad

Mit den Items 7 und 20 wurden die Schüler:innen zu ihrer Motivation bezüglich der folgenden Arbeit mit dem digitalen Selbstlernbuch mit dem iPad befragt (siehe Tabelle 9-11). Insgesamt gaben 86 % der befragten Schüler:innen an, dass sie sich auf die Arbeit mit dem iPad freuten. Dies waren 8 % weniger als im SJ21/22. Der Aussage „Ich freue mich darauf in dieser Einheit meine medientechnischen Kompetenzen zu erweitern.“ stimmten 75 % und damit 19 % weniger als im vorangegangenen Schuljahr der befragten Schüler:innen aus der Forschungsgruppe zu. Diese Unterschiede der Erhebungsergebnisse vom Schuljahr 21/22 und 22/23 mussten beim weiteren Vergleich der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 7 Ich freue mich darauf in dieser Einheit meine medientechnischen Kompetenzen zu erweitern.	37 % N = 135	38 % N = 142	15 % N = 54	10 % N = 36
Item 20 Ich freue mich auf die Arbeit mit den iPads im folgenden Chemie-Unterricht.	49 % N = 178	37 % N = 135	8 % N = 31	6 % N = 23

Tabelle 9-11: Fragebogenergebnisse zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Motivation Lernen mit dem iPad“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).

9.2.3.6 *Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen*

Im Item 22 wurde die Schüler:innen zu ihren Vorerfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen im Unterricht befragt. In einem Freifeld konnten sie notieren, ob dies der Fall war und wenn ja, anhand welcher Medien/Lernbegleiter. Als Erläuterung wurden ihnen Beispiele für das selbstgesteuerte Lernen förderliche Elemente genannt. (z.B. Wochenplan, Lerntagebuch, Selbstlernbuch). Die Antworten der Schüler:innen wurden dahingehend gruppiert, ob die Lernenden angaben, bereits Erfahrung mit selbstgesteuerten Lernen gemacht zu haben, bzw. keine Erfahrung hatten. 26 % der befragten Schüler:innen stimmten zu und nannten das Führen von Lerntagebüchern, die Erstellung von Baumtagebüchern und Wochenplänen als Beispiele.

Zudem nannten 3% der befragten Schüler:innen als Beispiel, dass sie während der Homeschooling Phase in der Corona-Pandemie selbstgesteuert gelernt hatten. 71 % gaben an, dass sie keine Erfahrungen mit selbstgesteuertem Lernen im bisherigen Unterricht sammeln konnten.

9.2.3.7 *Schülervorstellungen*

Äquivalent wie in der ersten Intervention (siehe Kapitel 8.2.3.6) wurden den Schüler:innen vier Multiple Choice Fragen, orientiert am „The Chemical Concepts Inventory (CCI) Test (Mulford & Robinson, 2002) gestellt, um einen Eindruck über das Ausmaß der chemiebezogenen Schülervorstellungen zu erhalten und einen Einblick in die Vergleichbarkeit der in der zweiten Intervention mit den in der ersten Intervention erhobenen Daten zu erhalten.

Die Ergebnisse (siehe Abbildung 9-13) zeigten, dass bei einigen Schüler:innen Fehlvorstellungen vorlagen, was in der weiteren Auswertung berücksichtigt werden musste. Im Vergleich zu den in der ersten Intervention (siehe Kapitel 8.2.3.6) erhobenen Daten konnten in der zweiten Intervention weniger Schüler:innen die vier Items richtig beantworten. Für die weitere Auswertung wurde, wie in der ersten Intervention, für jede richtige Antwort 1 Punkt vergeben, so dass insgesamt 4 Punkte erreicht werden konnten. Der Durchschnitt betrug 2,4 Punkte, wobei 8 % der befragten Schüler:innen keine der gestellten Fragen zu den Schülervorstellungen richtig beantworteten. 19 % der Schüler:innen konnten alle vier Fragen richtig beantworten. Diese Ergebnisse machten deutlich, dass sich die Forschungsgruppe der beiden Intervention hinsichtlich der Fehlkonzepte unterschieden. Dies musste bei der weiteren Auswertung und dem Vergleich der Daten aus den beiden Interventionen berücksichtigt werden. Im Vergleich zur ersten Intervention war davon auszugehen, dass in Bezug auf die erfragten Schülervorstellungen mehr unzureichende bzw. falsche naturwissenschaftliche Konzepte bei der Stichprobe der zweiten Intervention vorlagen.

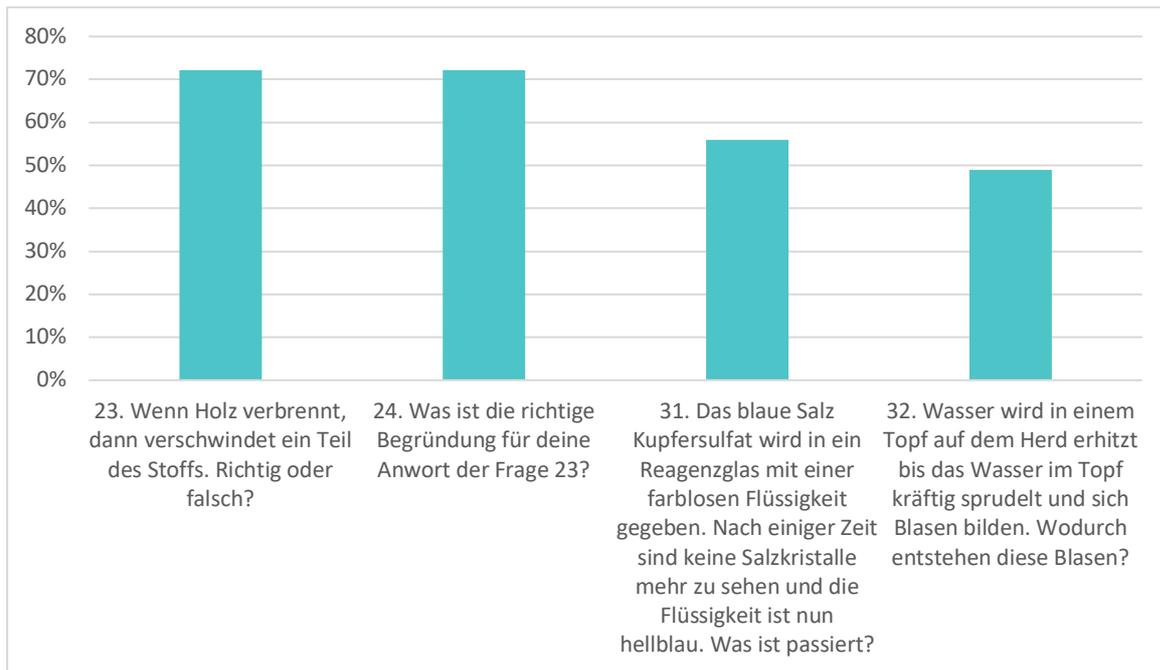


Abbildung 9-13: Darstellung der Anzahl der befragten Schüler:innen, die die Items zu den Schülervorstellungen im Schuljahr 22/23 richtig beantworten konnten (N = 367; Pre-Fragebogen).

9.2.3.8 Vorwissen

Den Schüler:innen wurden im Pre-Fragebogen sechs Fragen zu gestellt, um mehr über das Vorwissen zu allgemeinen Grundlagen der Chemie und zur organischen Chemie zu erfahren und mit den Antworten im Post-Fragebogen zu vergleichen.

In Abbildung 9-14 ist gezeigt, wie viel Prozent die richtige Antwort der sechs Items auswählten. Für die Auswertung wurde für jede richtige Antwort 1 Punkt vergeben, so dass insgesamt 6 Punkte erreicht werden konnten. Im Durchschnitt konnten die Schüler:innen 3,4 von 6 Punkten erreichen. 3 % der befragten Schüler:innen konnten keine der gestellten Fragen zum Vorwissen richtig beantworten und 7 % konnten alle sechs Fragen zu diesem Themengebiet richtig beantworten. Ein direkter Vergleich der Ergebnisse der zweiten Intervention und der ersten Intervention war aufgrund der Item-Anzahl nicht möglich.

9.2.3.9 Zusammenfassung

Wie auch bei der ersten Intervention schätzten die deutliche Mehrheit der Schüler:innen den rezeptiven Einsatz von Erklärvideos als sinnvoll und gewinnbringend für den eigenen Lernprozess ein. Es zeigten sich sowohl in der ersten als auch in der zweiten Intervention Hinweise auf einen möglichen Zusammenhang zwischen dem regelmäßigen rezeptiven Einsatz von Erklärvideos im Unterricht und der Einschätzung gegenüber dem Mehrwert von diesem. Die Hälfte der befragten

Schüler:innen fühlten sich für die eigene Erklärvideoproduktion im Rahmen der Intervention motiviert und $\frac{3}{4}$ der befragten Schüler:innen freuten sich auf den Lernprozess mit den iPads. Die Erhebungsergebnisse zeigten auf, dass bei einigen Schüler:innen falsche Konzeptverständnisse vorlagen, was sich auf die Wirksamkeit des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch negativ auswirken könnte.

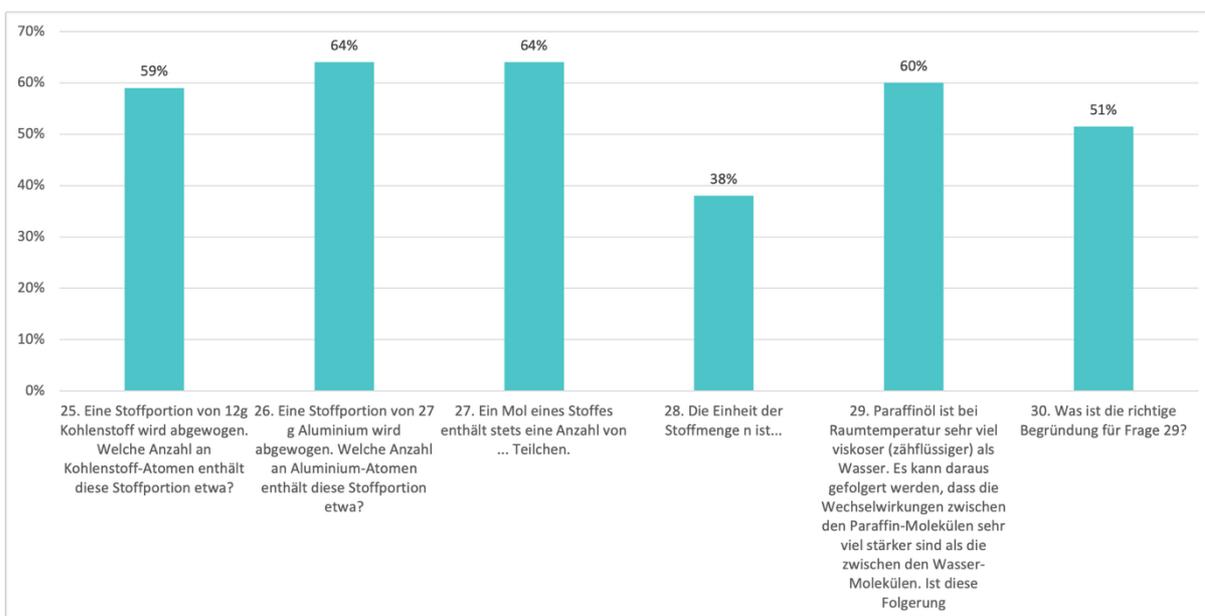


Abbildung 9-14: Darstellung der Anzahl der befragten Schüler:innen, die die Items zum Vorwissen im Schuljahr 22/23 richtig beantworten konnten (N = 367; Pre-Fragebogen).

9.2.4 Ergebnisse aus dem Post-Fragebogen Schüler:innen

Im Schuljahr 22/23 haben während der Intervention 255 Schüler:innen den Post-Fragebogen ausgefüllt. Die erhobenen Daten wurden entsprechend der in Tabelle 9-12 aufgeführten Themengebiete und den dazu zugeordneten Items ausgewertet. Das Ziel dieser Auswertung war es, mehr über die Erfahrungen beim Lernprozess der Schüler:innen mit dem Selbstlernbuch, die motivationalen Effekte während des Lernprozesses und die Einschätzungen der Schüler:innen zum Kompetenz- und Wissenszuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zu erfahren.

9.2.4.1 Erfahrungen zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Post-Fragebogens der drei Items (Item 1 bis 3) vorgestellt und diskutiert (siehe Tabelle 9-2). Beim Vergleich der Ergebnisse vom Pre- und Post-Fragebogen zu diesem Themengebiet fiel auf, dass, wie bereits in der ersten Intervention, sich die Einschätzung bezüglich des Items 1 veränderte. So gaben im Pre-Fragebogen 89 % an, dass sie das

Anschauen von Erklärvideos für ihren Lernerfolg als sinnvoll empfanden, im Post-Fragebogen waren es 77 %. In der zweiten Intervention wurde das Item 2 ergänzt und es zeigte sich, dass im Post-Fragebogen etwa 2/3 der befragten Schüler:innen angaben, es zu bevorzugen, Erklärvideos lieber zu Hause anzuschauen. Die Zustimmung zu Item 3 sank im Vergleich zum Pre-Fragebogen um 4 %. Die Ursache für diese Veränderung konnte anhand der erhobenen Daten nicht erörtert werden. Aufgrund des teilweise sehr seltenen rezeptiven Einsatzes von Erklärvideos im Unterricht vor der Intervention (siehe Kapitel 9.2.3.1) könnte dies einen Einfluss auf veränderte Annahmen gehabt haben. Eventuell überschätzten einige Schüler:innen vor der Intervention die Nutzung von Erklärvideos für ihren eigenen Lernerfolg. Weiterhin könnte auch die geringere Stichprobenzahl bzw. veränderte Stichprobe im Pre- und Post-Fragebogen einen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 1 Das Anschauen von Erklärvideos im Unterricht ist für meinen Lernerfolg sinnvoll.	28 % N = 71	49 % N = 123	18 % N = 44	15 % N = 12
Item 2 Ich schaue Erklärvideos lieber zu Hause als im Unterricht.	28 % N = 71	34 % N = 84	23 % N = 57	15 % N = 38
Item 3 Erklärvideos helfen mir, das Unterrichtsthema besser zu verstehen.	42 % N = 105	45 % N = 112	9 % N = 24	4 % N = 9

Tabelle 9-12: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung im Selbstlernbuch“ (N = 250; Post-Fragebogen).

9.2.4.2 Erfahrungen zum produktiven Erklärvideoeinsatz im Selbstlernbuch

Den Schüler:innen wurden im Post-Fragebogen fünf Items zu ihren Erfahrungen bezüglich der Erklärvideoproduktion im Rahmen der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gestellt (siehe Tabelle 9-13). Nach der Intervention gaben 56 % der befragten Schüler:innen an, dass sie das Lernen mit dem Selbstlernbuch und 55 % das Lernen mit den darin enthaltenen Erklärvideos motiviert hat. Damit sank die Einschätzung zu der Motivation beim Lernprozess mit Erklärvideo im Vergleich zum Pre-Fragebogen um 17 %. Weiterhin gaben 57 % der befragten Schüler:innen an, dass sie im Rahmen der Intervention motiviert waren, das Erklärvideo zu produzieren. Im Pre-Fragebogen gaben dagegen 50 % der befragten Schüler:innen an, dass sie motiviert waren, das Erklärvideo in der folgenden Einheit zu produzieren. Die Einschätzung nach der Intervention fiel also geringfügig

positiver aus als vor der Intervention, wobei die veränderte Stichprobenzahl berücksichtigt werden musste. Vor der Intervention gaben 39 % der Schüler:innen an, dass sie keinen Spaß an der Erklärvideoproduktion hatten. Diese Einschätzung verändert sich geringfügig bei der Einschätzung nach der Intervention. Jedoch konnte nicht wie in der ersten Intervention festgestellt werden, dass sich die Einschätzung der Sinnhaftigkeit einer Erklärvideoproduktion im Chemieunterricht durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch positiv veränderte (siehe Kapitel 8.2.4.2). 41 % der Schüler:innen gaben im Post-Fragebogen an, dass sie die Erklärvideoproduktion im Chemie-Unterricht als sinnlos empfanden, im Pre-Fragebogen waren es nur 17 %, die dem Item 10 zustimmten.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
<u>Item 4</u> Das Lernen mit dem Selbstlernbuch hat mich motiviert.	19 % N = 47	37 % N = 93	30 % N = 74	14 % N = 36
<u>Item 5</u> Das Lernen mit den Erklärvideos im Selbstlernbuch hat mich motiviert.	17 % N = 42	38 % N = 94	30 % N = 75	15 % N = 39
<u>Item 6</u> Ich war motiviert, die Erklärvideos zu der Einheit "Einführung in die Organische Chemie" zu produzieren.	22 % N = 56	35 % N = 88	24 % N = 59	19 % N = 47
<u>Item 7</u> Es hat mir keinen Spaß gemacht, die Erklärvideos in Kapitel 3.2 zu produzieren.	16 % N = 40	27 % N = 67	36 % N = 90	21 % N = 53
<u>Item 10</u> Die Produktion von Erklärvideos im Chemie-Unterricht finde ich sinnlos.	14 % N = 36	27 % N = 68	39 % N = 97	20 % N = 49

Tabelle 9-13: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den fünf Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch“ (N = 250; Post-Fragebogen).

Um Einblicke zu erhalten, wie sich die Motivation vor und nach der Intervention veränderte, wurden die Fragebogenergebnisse aller Schüler:innen, die den Pre- und Post-Fragebogen ausfüllten (N = 198), zum Item 8 des Pre-Fragebogens „Ich freue mich darauf in dieser Einheit selbst Erklärvideos zu produzieren.“ mit den Ergebnissen des Post-Fragebogens des Items 6 verglichen. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 9-15 dargestellt. Es wurde deutlich, dass es große Schwankungen hinsichtlich der Einschätzung zur Motivation bei der Erklärvideoproduktion gab. Da die Ursache auf Grundlage der erhobenen Daten nicht herausgefunden werden konnte, wurde dieser Sachverhalt im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen in der dritten Intervention näher untersucht.

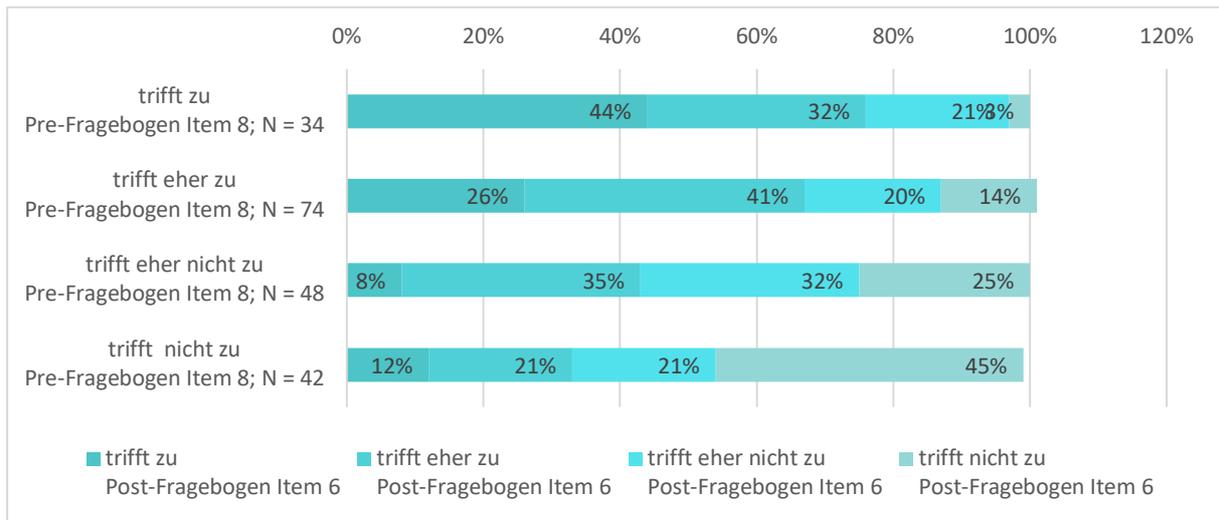


Abbildung 9-15: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 8 und dem Item 6 im Schuljahr 22/23 (N = 250; Post-Fragebogen).

9.2.4.3 Erfahrungen zum selbstgesteuerten Lernen mit dem Selbstlernbuch

Mit den Items 20 und 21 wurden die Schüler:innen zu ihren Erfahrungen mit dem selbstgesteuerten Lernen im Rahmen der Intervention befragt (siehe Tabelle 9-14). Im Rahmen der zweiten Intervention stimmten 71 % der befragten Schüler:innen der Aussage des Item 20 zu. Damit war die Zustimmung zu diesem Item in der zweiten Intervention deutlich geringer als in der ersten (siehe Kapitel 8.2.4.3). Gleichzeitig gaben 61 % der Schüler:innen der Forschungsgruppe an, dass sie anstelle der Arbeit mit dem Selbstlernbuch Frontalunterricht bevorzugen würden. Es lässt sich anhand dieser Ergebnisse ableiten, dass ein Teil der Schüler:innen zwar die Möglichkeit im eigenen Tempo arbeiten zu können als positiv während der Arbeit empfand, aber dennoch den Frontalunterricht bevorzugten. Dies stellte einen gewissen Widerspruch dar, der auf dem im Kapitel 3.1.1 beschriebenen Gewohnheitseffekt basieren könnte.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 20 Ich habe die Möglichkeit mit dem Selbstlernbuch in meinem Tempo arbeiten zu können, als angenehm empfunden.	40 % N = 100	31 % N = 78	20 % N = 51	9 % N = 21
Item 21 Anstelle der Arbeit mit dem Selbstlernbuch bevorzuge ich Frontalunterricht.	26 % N = 65	35 % N = 88	25 % N = 63	14 % N = 34

Tabelle 9-14: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen selbstgesteuertes Lernen“ (N = 250; Post-Fragebogen).

9.2.4.4 *Einschätzung des Wissens- und Kompetenzzuwachs*

Um mehr über die Einschätzung der Schüler:innen bezüglich des Wissens- und Kompetenzerwerbs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und der darin enthaltenen Erklärvideoproduktion zu erfahren, wurden dazu im Post-Fragebogen dreizehn Items gestellt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 9-15 gezeigt. 65 % der befragten Schüler:innen gaben an, dass die Arbeit mit dem Selbstlernbuch für sie gewinnbringend war. Damit fiel die Zustimmung zu diesem Item im Vergleich zu der in der zweiten Intervention befragten Schüler:innen geringer aus als von der Forschungsgruppe in der ersten Intervention, die mit 76 % zustimmten (siehe Kapitel 8.2.4.4). 40 % gaben an, dass es ihnen mit dem Selbstlernbuch schwerer fiel Inhalte zu lernen als im normalen Unterricht. Die Frage nach dem Wissenszuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch schätzten 62 % als positiv ein und ebenfalls stimmten 59 % zu, dass sie davon ausgingen bei der Produktion der Erklärvideos fachlich viel gelernt zu haben. Zudem machen die Ergebnisse von Item 9 deutlich, dass etwa die Hälfte der befragten Schüler:innen der Forschungsgruppe einen Kompetenzzuwachs vermuteten. So stimmten 46 % der Aussage „Ich habe bei der Produktion der Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.“ zu.

Weiterhin gaben 65 % der Forschungsgruppe an, dass sie mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt hatten, wie ein Erklärvideo mit dem iPad erstellt wird. Im Vergleich zu erster Intervention gaben somit 19 % weniger ihre Zustimmung zum Item 11. Diese veränderte Einschätzung könnte damit zusammenhängen, dass die Schüler:innen der ersten Intervention deutlich seltener vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch bereits ein Erklärvideo im Unterricht produziert hatten. 54 % gaben an, dass sie durch das Vertonen von gegebenen Videos ihr Fachwissen vertiefen konnten und sie zum Nachdenken über Fachsprache anregte. Ebenfalls gingen mehr als die Hälfte der befragten Schüler:innen von einem Kompetenzzuwachs hinsichtlich der Handhabung von „Pages“ und „iMovie“ aus.

Um mehr über die Einschätzung der Schüler:innen hinsichtlich der im Selbstlernbuch enthaltenen Bestandteile und Rückmeldungen bezüglich des Überarbeitungspotentials zu erfahren, wurden die Schüler:innen befragt, wie gewinnbringend sie die im Selbstlernbuch enthaltenen Erklärvideos, Lern-Apps und Übungen empfanden. Beispielsweise wurden die Übungen mit 74 % Zustimmung von den meisten Schüler:innen als gewinnbringend empfunden. In der dritten Intervention wurden diese Einschätzungen in den Leitfadeninterviews noch detaillierter beleuchtet.

Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
<u>Item 8</u> Ich habe bei der Produktion der Erklärvideos, fachlich gesehen, viel gelernt.	13 % N = 32	46 % N = 115	32 % N = 81	9 % N = 22
<u>Item 9</u> Ich habe bei der Produktion der Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.	10 % N = 26	36 % N = 89	32 % N = 79	22 % N = 56
<u>Item 11</u> Mit Hilfe des Selbstlernbuchs habe ich gelernt, wie ein Erklärvideo mit dem iPad erstellt wird.	35 % N = 88	30 % N = 75	18 % N = 44	17 % N = 43
<u>Item 12</u> Mit Hilfe des Selbstlernbuchs habe ich gelernt, mit dem Apple Programm "Pages" zu arbeiten.	29 % N = 73	27 % N = 68	19 % N = 46	25 % N = 63
<u>Item 13</u> Mit Hilfe des Selbstlernbuchs habe ich gelernt mit dem Apple Programm "iMovie" zu arbeiten.	28 % N = 71	32 % N = 79	18 % N = 45	22 % N = 55
<u>Item 14</u> Bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch habe ich, mit Blick auf meine fachlich-inhaltsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.	13 % N = 33	49 % N = 123	27 % N = 66	11 % N = 28
<u>Item 15</u> Die Arbeit mit dem Selbstlernbuch allgemein war für mich gewinnbringend.	21 % N = 53	44 % N = 110	24 % N = 61	11 % N = 26
<u>Item 16</u> Die im Selbstlernbuch enthaltenen Erklärvideos waren für meinen Lernprozess gewinnbringend.	17 % N = 42	40 % N = 101	32 % N = 80	11 % N = 27
<u>Item 17</u> Die im Selbstlernbuch enthaltenen Learning-Apps waren für meinen Lernprozess gewinnbringend.	24 % N = 60	43 % N = 108	20 % N = 51	13 % N = 31
<u>Item 18</u> Die im Selbstlernbuch enthaltenen Übungen waren für meinen Lernprozess gewinnbringend.	23 % N = 57	51 % N = 127	16 % N = 41	10 % N = 25
<u>Item 19</u> Durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch fiel es mir schwerer, Inhalte zu erlernen, als im normalen Unterricht.	15 % N = 37	25 % N = 64	35 % N = 87	25 % N = 62
<u>Item 22</u> Durch das Vertonen von vorgegebenen Videos konnte ich mein Fachwissen vertiefen.	17 % N = 44	37 % N = 92	30 % N = 74	16 % N = 40
<u>Item 23</u> Das Vertonen von Videos regt mich zum Nachdenken über die Fachsprache an.	21 % N = 52	33 % N = 82	27 % N = 69	19 % N = 47

Tabelle 9-15: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den dreizehn Items aus dem Themengebiet „Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs“ (N = 250; Post-Fragebogen).

Weiterhin wurde ein Vergleich der beiden Forschungsgruppen hinsichtlich der Einschätzungen zu den Items 8, 14, 22 und 23 vorgenommen (siehe Abbildung 9-16). Es zeigte sich, dass die „Forschungsgruppe Versuch 2“ tendenziell den Fachwissenszuwachs, vorallem durch die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion, etwas höher einschätzte als die „Forschungsgruppe Versuch 1“.

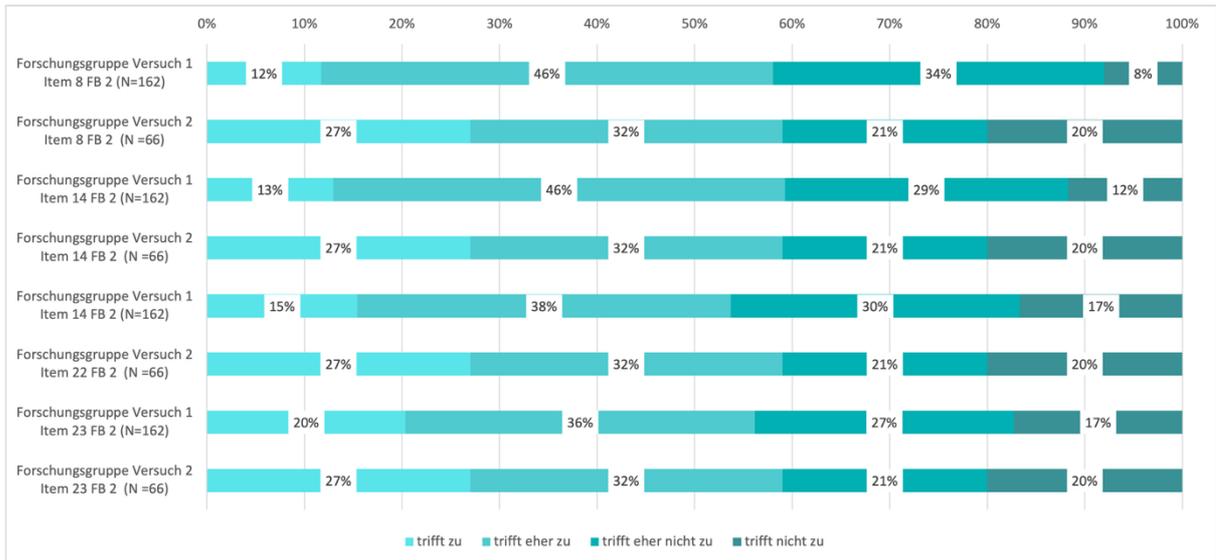


Abbildung 9-16: Darstellung der Einschätzungen der beiden Forschungsgruppen zu den Items 8, 14, 22, 23 im SJ 22/23 (Post-Fragebogen).

9.2.4.5 Auswertung der inhaltlichen Fragen

Mit der Auswertung der inhaltlichen Fragen im Post-Fragebogen wurde das Ziel verfolgt zu untersuchen, ob es Hinweise auf einen Lernzuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den darin enthaltenen Aufgaben zur Erklärvideoproduktion gab. Insgesamt wurden zu den Inhalten im Selbstlernbuch 15 Fragen (Item 26 bis 29 und 34 bis 44) gestellt.

Für die Auswertung der Fragen zu den Versuchen in Kapitel 3.2, zu denen die Schüler:innen die Erklärvideos produzierten, wurden zwei Untergruppen gebildet (siehe Tabelle 9-16). Das Ziel der folgenden dargestellten Auswertung war es, einen

Gruppenbenennung	Anzahl der Schüler:innen
FG Versuch 1	150
FG Versuch 2	62

Tabelle 9-16: Anzahl der Schüler:innen der beiden Forschungsgruppen, die den Post-Fragebogen im SJ 22/23 ausfüllten.

Einblick darin zu erhalten, ob die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu einem Versuch produzierten, mehr inhaltliche Fragen zu dem im Erklärvideo thematisierten Inhalt richtig beantworten konnten als die restlichen Schüler:innen. Alle Schüler:innen, die das Erklärvideo zum Versuch 1 produzierten, wurden der Forschungsgruppe (FG) Versuch 1 zugeordnet. Diese wurden nach dem Schema „FG Versuch 1“ benannt. Alle Schüler:innen, die angaben kein Erklärvideo oder nur eine vertonte

Versuchsaufnahme erstellt zu haben, wurden für die weitere Auswertung nicht berücksichtigt, wodurch sich die Stichprobenzahl auf N = 212 verringerte.

Für die Auswertung der Ergebnisse der 15 inhaltlichen Items wurde für jede vollständig richtig beantwortete Frage 1 Punkt vergeben. Bei maximal 15 Punkten erreicht die „FG Versuch 1“ im Mittel 9,9 Punkte und die „FG Versuch 2“ 8,6 Punkte. Eventuell könnte ein Zusammenhang zur angegebenen Vorjahresnote bestehen. Um diesen Zusammenhang zu klären, müssten aber weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Eine Übersicht der Gegenüberstellung der Prozentzahl der Schüler:innen der beiden Forschungsgruppen zu den einzelnen Items ist in Abbildung 9-17 gezeigt. Mit dieser Auswertung konnten die beiden Forschungsgruppen hinsichtlich der Ergebnisse zu den inhaltlichen Fragen verglichen werden, um so mehr über die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen zu erfahren.

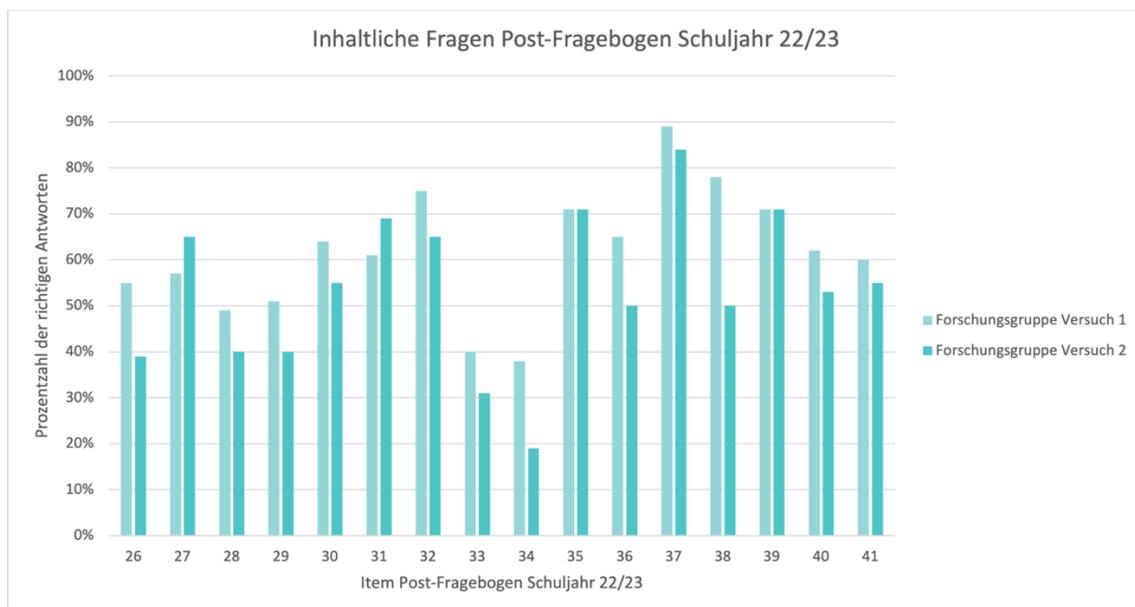


Abbildung 9-17: Darstellung der Antworten der Schüler:innen bezüglich der inhaltlichen Fragen im Post-Fragebogen im Schuljahr 22/23.

Es unterschieden sich die beiden Forschungsgruppe bei einigen Items signifikant, wobei die „FG Versuch 1“ bei elf Items besser abschnitt als die „FG Versuch 2“. Die „FG Versuch 2“ dagegen schnitt nur bei zwei Items besser ab als die „FG Versuch 1“. Die Items 36 bis 38 waren inhaltliche Fragen für den Versuch 1 zu dem die „FG Versuch 1“ ein Erklärvideo produzierte. Auch hier zeigte sich, dass die „FG Versuch 1“ bei allen drei Item diese Schüler:innen mehr Fragen richtig beantworten konnten. Dagegen konnten bei den inhaltlichen Items zum Versuch 2 (Item 39 bis 41) ebenfalls bei zwei Items die „FG Versuch 1“ mehr Schüler:innen diese richtig beantworten als aus der „FG Versuch 2“. Dies gab erneut Hinweise darauf, dass das Vorwissen einen Einfluss auf die Ergebnisse haben könnte.

Für die detailliertere Auswertung der Ergebnisse der beiden Forschungsgruppen wurde ausgewertet, wieviel Prozent der Schüler:innen der „FG Versuch 1“ und der anderen Schüler:innen die Items zum Versuch 1 richtig beantworten konnten (siehe Tabelle 9-17). Daraus wurde ersichtlich, dass die „FG Versuch 1“ bei allen drei Items besser abschnitt als die „FG Versuch 2“.

Items	FG Versuch 1 (N = 150)	FG Versuch 2 (N = 62)
Richtige Antwort Item 36	64 %	50 %
Richtige Antwort Item 37	87 %	79 %
Richtige Antwort Item 38	76 %	48 %

Tabelle 9-17: Prozentzahl der im Post-Fragebogen richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen im SJ 22/23.

In der Abbildung 9-18 ist gezeigt, wieviel Prozent der beiden Forschungsgruppen wie viele Fragen zum Versuch 1 richtig beantworten konnten. Im Vergleich zeigte sich, dass 35 % der Schüler:innen der Gruppe „FG Versuch 1“ mehr alle drei Fragen zu Versuch 1 richtig beantworten konnten als aus der „FG Versuch 2“, was einen sehr signifikanten Unterschied war. Jedoch musste bei der

Interpretation dieses Ergebnisses die unterschiedliche Stichprobenzahl, sowie die Chemienote des vorangegangenen Schuljahres beachtet werden. Dennoch könnten diese Daten Hinweise darauf geben, dass die Erklärvideoproduktion

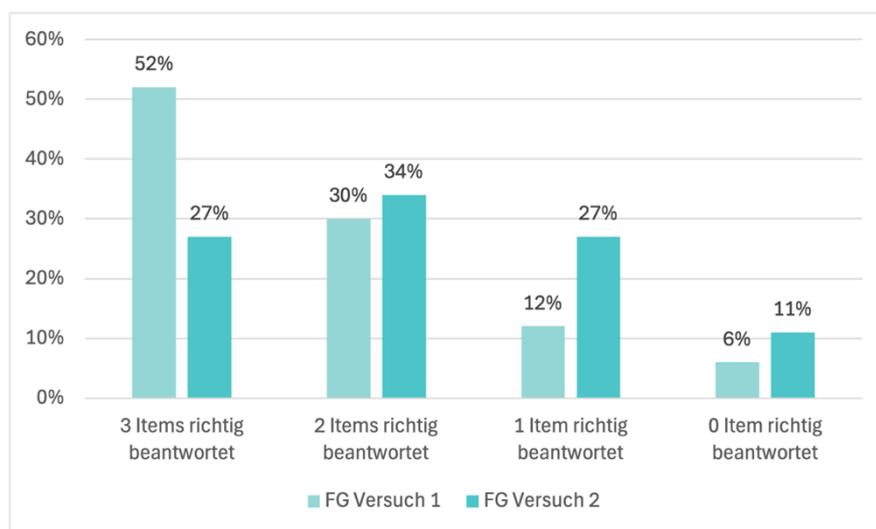


Abbildung 9-18: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Post-Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 1.

eine positive Auswirkung auf die Lernwirksamkeit haben könnte. Die Ergebnisse zum Versuch 2 unterstützen diesen Hinweis jedoch nicht hinreichend. In der Tabelle 9-18 sind die Unterschiede der beiden Gruppen „FG Versuch 1“ und „FG Versuch 2“ zu den drei inhaltlichen Fragen zu Versuch 2 dargestellt. Sie zeigten, dass auch bei Versuch 2 mehr Schüler:innen der „FG Versuch 1“ die einzelnen Items zum Versuch 2 richtig beantworten konnten, als die „FG Versuch 2“.

Items	FG Versuch 1 (N = 150)	FG Versuch 2 (N = 62)
Richtige Antwort Item 39	71 %	66 %
Richtige Antwort Item 40	61 %	53 %
Richtige Antwort Item 41	59 %	53 %

Tabelle 9-18: Prozentzahl der im Post-Fragebogen richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen im SJ 22/23.

In der Abbildung 9-19 ist gezeigt, wieviel Prozent der beiden Forschungsgruppen wie viele Fragen zum Versuch 2 richtig beantworten konnten. Obwohl die Schüler:innen der „FG Versuch 1“ bei der Betrachtung der einzelnen Items diese häufiger richtig beantworten konnten, konnten die Schüler:innen der „FG Versuch 2“ insgesamt häufiger alle Items zu Versuch 2 richtig beantworten, als die „FG Versuch 1“. Jedoch ist der Unterschied der beiden Forschungsgruppen nicht signifikant.

Um zu überprüfen, ob es einen Zusammenhang gab, dass die Schüler:innen, die alle Items von beiden Versuchen richtig beantworten konnten, wurden die Daten dahingehend ausgewertet. Es zeigte sich, dass 41 % der

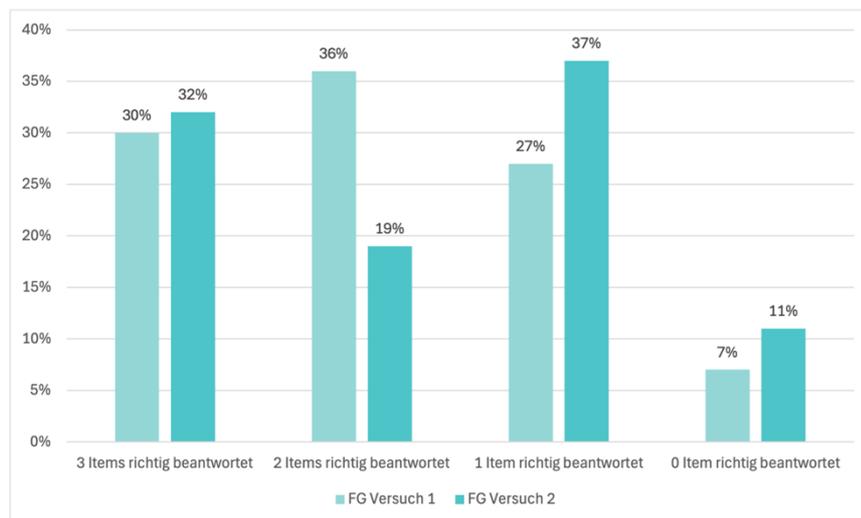


Abbildung 9-19: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Post-Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 2.

Schüler:innen aus der „FG Versuch 1“, die alle Items zu Versuch 1 richtig beantworteten, auch alle Items von Versuch 2 richtig beantworten konnten. Auch konnten 40 % der Schüler:innen aus der „FG Versuch 2“, die alle Items zu Versuch 2 richtig beantworten, alle Fragen von Versuch 1 richtig beantworten. Diese Ergebnisse könnten weitere Hinweise auf den Einfluss des Vorwissens bzw. des Leistungsniveaus der Schüler:innen auf den inhaltlichen Lernzuwachs sein. Auch die unterschiedliche Stichprobengröße könnte einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben.

Zusammenfassung

Anhand dieser Ergebnisse konnte erneut, entsprechend den erhobenen Daten in der ersten Intervention, eine teilweise veränderte Einschätzung bezüglich des Mehrwertes der rezeptiven Nutzung von Erklärvideos vor und nach der Intervention festgestellt werden. Beispielsweise gaben

12 % weniger im Post-Fragebogen an, dass sie das Anschauen von Erklärvideos für ihren Unterricht sinnvoll empfanden, als im Pre-Fragebogen (89 %). Da die Ursache anhand der vorliegenden Daten nicht herausgefunden werden konnte, wurde dieser Sachverhalt im Rahmen der Leitfadenterviews mit den Schüler:innen in der dritten Intervention erneut aufgegriffen. Auch in Bezug auf die Motivation zur eigenständigen Erklärvideoproduktion veränderte sich nach der Intervention im Vergleich zu den Ergebnissen vor der Intervention. Diese leicht positivere Einschätzung hinsichtlich der Motivation bezüglich der Erklärvideoproduktion wurde ebenfalls im Rahmen der Leitfadenterviews mit den Schüler:innen in der dritten Intervention thematisiert. Ebenfalls wirft der Widerspruch, dass einige Schüler:innen es bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch als positiv empfanden in ihrem eigenen Tempo arbeiten zu können, aber dennoch angaben, die direkte Instruktion zu bevorzugen, Fragen auf, die im folgenden Schuljahr untersucht wurden. Für den ersten Versuch bestätigten sich die vorsichtig zu interpretierenden Hinweise der ersten Intervention (siehe Kapitel 8.2.4.5), dass die Erklärvideoproduktion einen positiven Einfluss auf die Verarbeitung bzw. das tiefere Verständnis von Inhalten haben könnte. Einfluss darauf könnte aber auch die Tatsache gehabt haben, dass die Schüler:innen in der zweiten Intervention nur einen der beiden Versuche selbst praktisch durchgeführt hatten. Jedoch konnten diese Hinweise auf Grundlage der Ergebnisse der Teilgruppe, die Versuch 2 durchgeführt hat nicht bestätigt werden, wobei die unterschiedliche Vorjahresnote bzw. das damit einhergehende Interesse und anzunehmende Vorwissen in Chemie der beiden Forschungsgruppen Einfluss genommen haben könnte. Interessant war dabei, dass die Einschätzung der „Forschungsgruppe Versuch 2“ zum fachlichen Lernzuwachs tendenziell etwas höher war als bei der „Forschungsgruppe Versuch 1“. Weitere Untersuchungen zu der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen in Abhängigkeit von der Erklärvideoproduktion dazu wurden ebenfalls im Schuljahr 23/24 durchgeführt.

9.2.5 Ergebnisse aus dem Follow-up Fragebogen Schüler:innen

Der Follow-up Fragebogen wurde von 162 Schüler:innen zehn Wochen nach der Intervention ausgefüllt. Die erhaltenen Ergebnisse zu den im Fragebogen enthaltenen Items wurden entsprechend der Tabelle 9-3 angeführten Themengebieten ausgewertet. Ziel war es dabei, Hinweise zu möglichen Langzeiteffekten hinsichtlich des Wissenserwerbs durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch und der darin enthaltenen Aufgaben zur Erklärvideoproduktion zu erhalten. Bei der Auswertung der Ergebnisse des Follow-up Fragebogens musste jedoch berücksichtigt werden, dass ggf. im folgenden Unterricht die Inhalte, die im Selbstlernbuch behandelt wurden, erneut aufgegriffen wurden. Im Rahmen der Leitfadenterviews mit den

Lehrkräften berichtete einige davon Klassenarbeiten oder Tests zu diesen Inhalten gestellt zu haben. Weiterhin bauen die nachfolgenden Inhalte der Bildungs- bzw. Lehrpläne auf der Einführung in die organische Chemie auf, weshalb weitere Vertiefungen der Inhalte erfolgt sein könnte.

9.2.5.1 Auswertung der inhaltlichen Fragen

Äquivalent zu den Untergruppen für die Auswertung des Post-Fragebogens wurde die Gruppenbildung für den Follow-up Fragebogen vorgenommen und ausgewertet.

Das Ziel der folgend dargestellten Auswertung war es, einen Einblick darin zu erhalten, ob die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu einem Versuch produzierten, mehr inhaltliche Fragen im Follow-up Fragebogen richtig beantworten konnten, als die anderen Schüler:innen. Alle Schüler:innen, die das Erklärvideo zum Versuch 1 produziert hatten, wurden der Forschungsgruppe (FG) Versuch 1 zugeordnet. Diese wurden nach dem Schema „FG Versuch 1“ benannt.

In der Tabelle 9-19 sind die Anzahl der Schüler:innen der einzelnen Untergruppen dargestellt. Wie für die Auswertung des Post-Fragebogens wurde auch für den Follow-up Fragebogen eine detailliertere

Gruppenbenennung	Anzahl der Schüler:innen
FG Versuch 1 FB 3	110
FG Versuch 2 FB 3	40

Tabelle 9-19: Anzahl der Schüler:innen der beiden Forschungsgruppen, die den Post-Fragebogen im SJ 22/23 ausfüllten.

Auswertung der Ergebnisse der beiden Forschungsgruppen vorgenommen. Dafür wurde ausgewertet, wieviel Prozent der Schüler:innen der „FG Versuch 1“ und wie viel Prozent der anderen Schüler:innen aus der „FG Versuch 2“ die Items zum Versuch 1 richtig beantworten konnten (siehe Tabelle 9-20). Daraus wurde ersichtlich, dass die „FG Versuch 1“ bei allen drei Items besser abschnitt als die „FG Versuch 2“.

Items	FG Versuch 1 (N = 110)	FG Versuch 2 (N = 40)
Richtige Antwort Item 12	61 %	40 %
Richtige Antwort Item 13	87 %	73 %
Richtige Antwort Item 14	72 %	40 %

Tabelle 9-20: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen im Follow-up Fragebogen.

In der Abbildung 9-20 ist gezeigt, wie viel Prozent der beiden Forschungsgruppen wie viele Fragen zum Versuch 1 richtig beantworten konnte. Im Vergleich zeigte sich, dass 30 % der Schüler:innen der Gruppe „FG Versuch 1“ mehr alle drei Fragen zu Versuch 1 richtig beantworten konnten als Schüler:innen der Gruppe „FG Versuch 2“, was einen sehr signifikanten Unterschied darstellt. Jedoch musste bei der Interpretation dieses Ergebnisses die unterschiedliche Stichprobenzahl,

sowie die Chemienote des vorangegangenen Schuljahres beachtet werden. Dennoch könnten diese Daten Hinweise darauf geben, dass die Erklärvideoproduktion eine positive Auswirkung auf die Lernwirksamkeit haben könnte. Auffällig war, dass beim Follow-up Fragebogen deutlich weniger

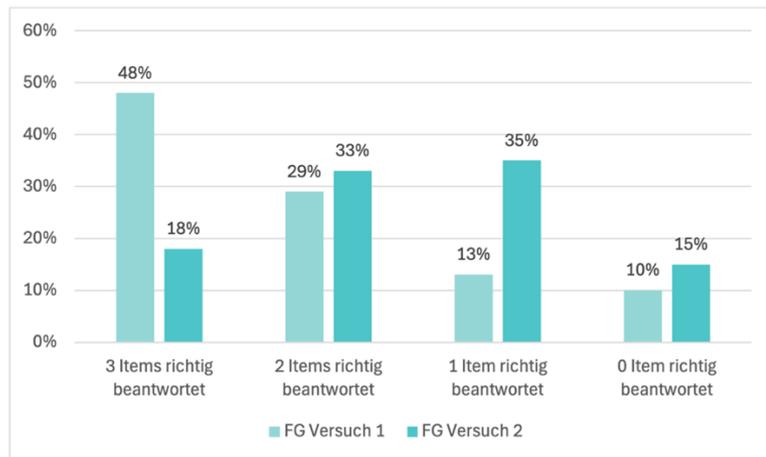


Abbildung 9-20: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Follow-up-Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 1.

Schüler:innen der „FG Versuch 2“ alle Fragen richtig beantworten konnten als im Post-Fragebogen. Eine Ursache könnte auch die veränderte Stichprobe sein. Die Ergebnisse zum Versuch 2 unterstützten, wie auch im Post-Fragebogen, diesen Hinweis jedoch nicht hinreichend. In der Tabelle 9-21 sind die Unterschiede der beiden Gruppen „FG Versuch 1“ und „FG Versuch 2“ zu den drei inhaltlichen Fragen zu Versuch 2 dargestellt. Sie zeigen, dass auch bei Versuch 2 mehr Schüler:innen der „FG Versuch 1“ die Items 16 und 17 zum Versuch 2 richtig beantworten konnten, als der „FG Versuch 2“. Nur beim Item 15 konnten die Schüler:innen der „FG Versuch 2“ häufiger die volle Punktzahl erreichen.

Items	FG Versuch 1 (N = 110)	FG Versuch 2 (N = 40)
Richtige Antwort Item 15	72 %	78 %
Richtige Antwort Item 16	73 %	65 %
Richtige Antwort Item 17	74 %	63 %

Tabelle 9-21: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen im Follow-up Fragebogen.

In der Abbildung 9-21 ist gezeigt, wieviel Prozent der beiden Forschungsgruppen wie viele Fragen zum Versuch 2 richtig beantworten konnten. Auch hier konnten 7% mehr der Schüler:innen der „FG Versuch 1“ alle Items zum Versuch 2 richtig beantworten, als die der „FG Versuch 2“. Insgesamt konnten in beiden Forschungsgruppen beim Follow-up Fragebogen mehr Schüler:innen alle drei Items zu Versuch 2 richtig beantworten als im Post-Fragebogen.

Eine Ursache für die veränderten Ergebnisse könnte die weitere Thematisierung der zu den Versuchen abgefragten Inhalten im Unterricht sein.

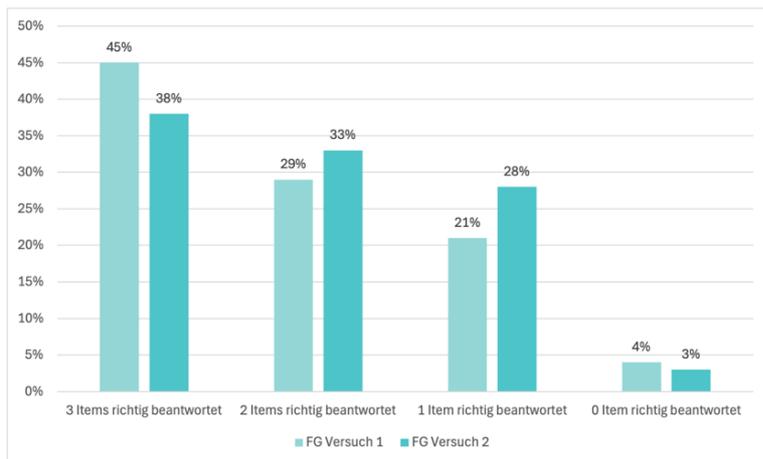


Abbildung 9-21: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Follow-up Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 2.

Anhand dieser Ergebnisse konnten die Ergebnisse, die aus dem Post-Fragebogen abgeleitet werden konnten, zwar für die „FG Versuch 1“ bestätigt werden. Jedoch konnte für die „FG Versuch 2“ kein eindeutiges Ergebnis abgeleitet werden. Aufgrund der unterschiedlichen Stichprobenzahlen und der veränderten Stichprobe sind die

Ergebnisse jedoch sehr vorsichtig zu interpretieren. Daher wurde eine weitere Auswertung nur mit den Schüler:innen-Ergebnissen vorgenommen, die alle drei Fragebögen ausfüllten. Dies ermöglichte den direkten Vergleich der Ergebnisse im Post- und Follow-up Fragebogen, sowie die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen den erreichten Punktzahlen und der angegebenen Vorjahresnote in Chemie. Jedoch reduzierte sich die Stichprobenzahl für die „FG Versuch 1“ auf $N = 72$ und für die „FG Versuch 2“ auf $N = 20$.

Für den Vergleich der Ergebnisse des Post- und Follow-up Fragebogens wurde die Abbildung 9-22 erstellt. Die Grafik zeigt, wie viele Fragen die Schüler:innen im Post- und Follow-up Fragebogen zum Versuch 1 richtig beantworten konnten. Die Legendenbezeichnung entspricht der Anzahl der richtigen Antworten im Post- und Follow-up Fragebogen. Beantwortet beispielsweise ein/e Schüler:in im Post-Fragebogen drei Fragen richtig und im Follow-up Fragebogen zwei Fragen richtig, so wurde dies in der Legende mit „03_02“ vermerkt. Die Daten zeigen, dass deutlich mehr Schüler:innen der „FG Versuch 1“ drei Punkte für die Items zum Versuch 1 erhielten, als die Schüler:innen der „FG Versuch 2“. Jedoch sind diese Ergebnisse erneut aufgrund der unterschiedlich großen Stichprobenzahl vorsichtig zu bewerten.

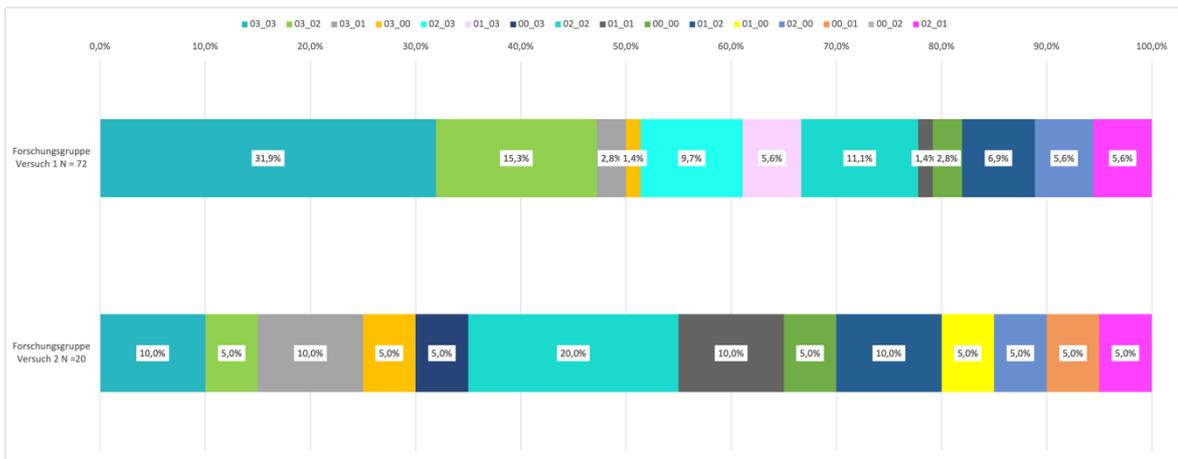


Abbildung 9-22: Darstellung der Ergebnisse der Schüler:innen im SJ 22/23 zu der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen zu Versuch 1 in den Post- und Follow-up Fragebögen.

In der Abbildung 9-23 wurde dieser Vergleich ebenfalls für die Items zum Versuch 2 vorgenommen. Die Legende ist entsprechend der Abbildung 9-22 erstellt worden. Die Daten zeigen, dass deutlich mehr Schüler:innen der „FG Versuch 2“ drei Punkte für die Items zum Versuch 2 erhielten, als die Schüler:innen der „FG Versuch 1“.

Aufgrund der geringen Stichprobenzahl der „Forschungsgruppe Versuch 2“ (N = 20) sind diese Ergebnisse jedoch sehr vorsichtig zu interpretieren.

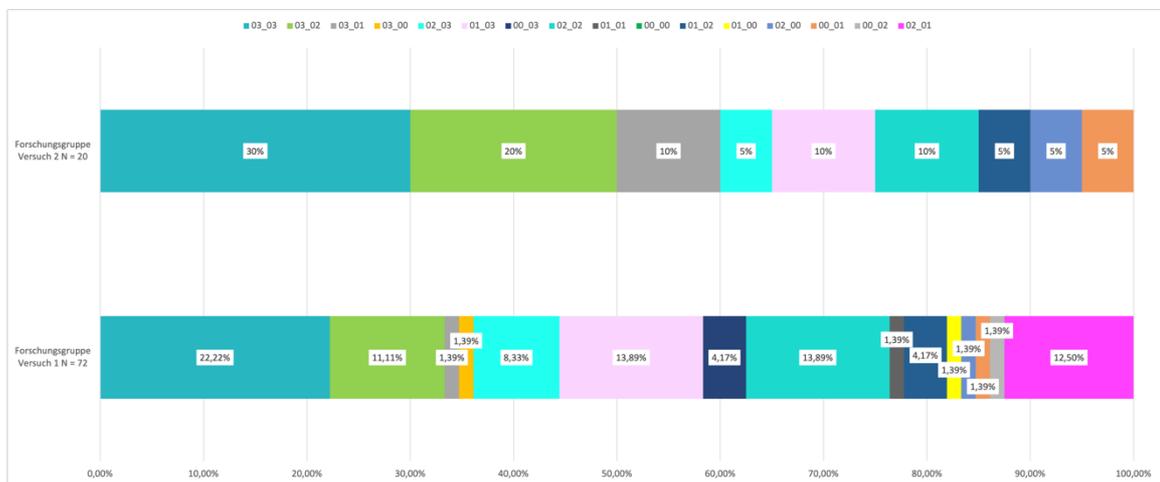


Abbildung 9-23: Darstellung der Ergebnisse der Schüler:innen im SJ 22/23 zu der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen zu Versuch 2 in den Post- und Follow-up Fragebögen.

Auf Grundlage der in den Abbildung 9-22 und 9-23 gezeigten Daten wurde anschließend ein Vergleich mit der angegebenen Vorjahresnote im Chemie-Unterricht vorgenommen. In den folgenden Abbildungen sind einige Ergebnisse der Post- und Follow-up Fragebögen zu den Items zum Versuch 1 aller Schüler:innen der „FG Versuch 1“ (siehe Abbildung 9-24) und der „FG Versuch 2“ in Abhängigkeit von der Note gezeigt. Die Ergebnisse der „FG Versuch 1“ gaben erneut Hinweise dahingehend, dass die Vorjahresnote einen Einfluss auf die Ergebnisse haben könnte. Auf

Grundlage weiterer Auswertungen wurde ersichtlich, dass 90 % der Schüler:innen, die als Vorjahresnote eine 1 angaben, die Kombinationen 03_03 (58 %) 03_02 (16 %) oder 02_03 (16 %) als Punktzahlen zu den Items zu Versuch 1 im Post- und Follow-up Fragebogen erreichten. Die Stichprobengröße der „FG Versuch 2“ war jedoch zu gering, um Aussagen aus diesen Ergebnissen ableiten zu können.

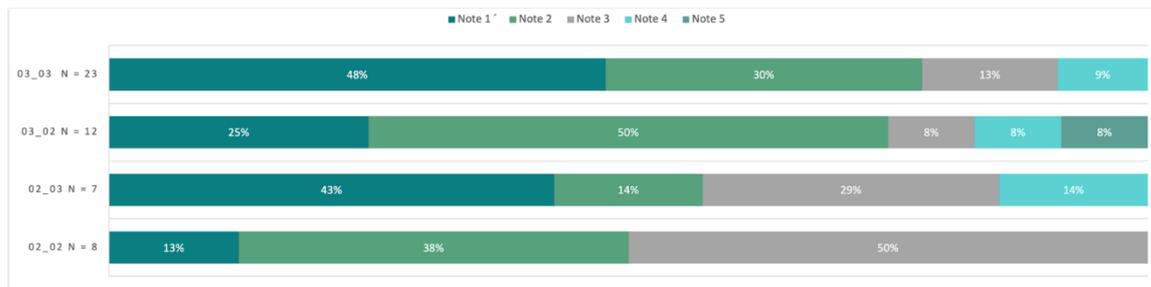


Abbildung 9-24: Darstellung einer Auswahl der Ergebnisse zum Zusammenhang der Noten von der Anzahl der richtig beantworteten Items zu Versuch 1 der „FG Versuch 1“ in den Post- und Follow-up Fragebögen im SJ 22/23.

Ebenfalls wurde diese Auswertung für die drei Items zum Versuch 2 vorgenommen und sind in den Abbildungen 9-25 und 9-26 dargestellt. Die Ergebnisse zeigten ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Note und der erreichten Punktzahl für die „FG Versuch 1“, auch wenn der Zusammenhang geringer war (siehe Abbildung 9-25). Für die Items zum Versuch 1 erreichten 59 % der Schüler:innen der „FG Versuch 1“, die als Vorjahresnote eine 1 angaben, die Kombinationen 03_03 (32 %) 03_02 (11 %) oder 02_03 (16 %) als Punktzahlen zu den Items zu Versuch 1 im Post- und Follow-up Fragebogen. Diese Ergebnisse könnten Hinweise darauf geben, dass das Vorwissen bzw. die Vorjahresnote einen positiven Einfluss auf die Lernwirksamkeit durch die Erklärvideoproduktion haben könnte, was auch anderen Forschungsergebnissen (siehe Kapitel 2.1.4.1) entsprechen würde. Die Stichprobengröße der „FG Versuch 2“ war erneut zu gering, um Aussagen aus diesen Ergebnissen ableiten zu können.

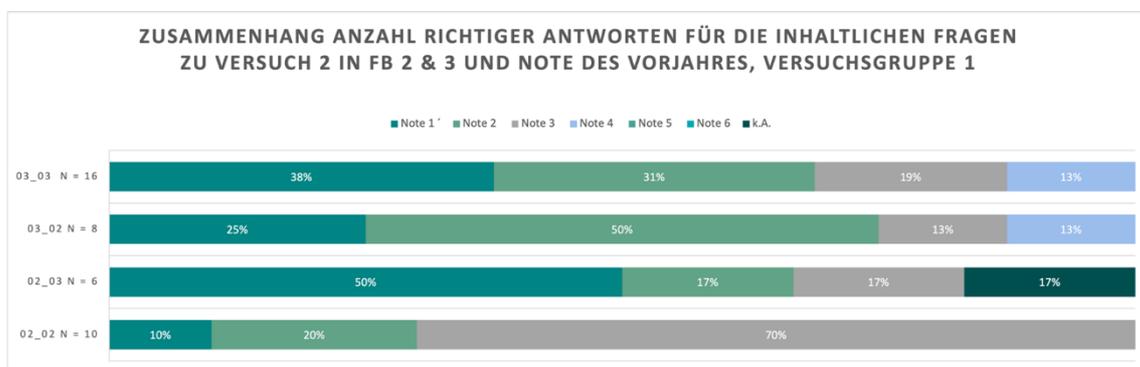


Abbildung 9-25: Darstellung einer Auswahl der Ergebnisse zum Zusammenhang der Noten von der Anzahl der richtig beantworteten Items zu Versuch 1 der „FG Versuch 1“ in den Post- und Follow-up Fragebögen im SJ 22/23.

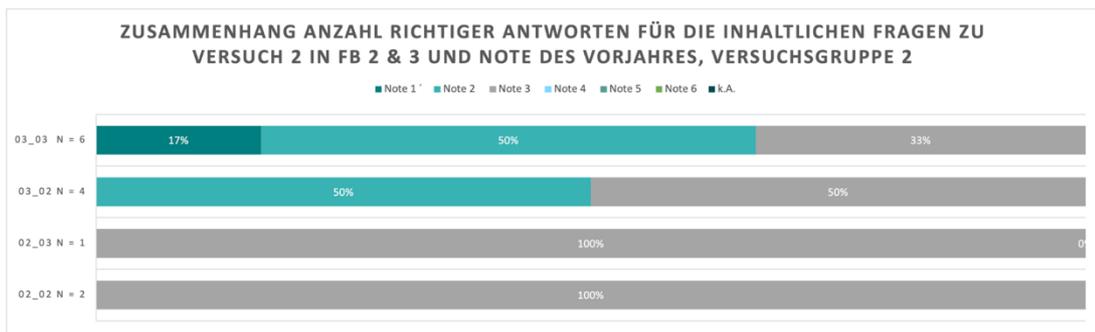


Abbildung 9-26: Darstellung einer Auswahl der Ergebnisse zum Zusammenhang der Noten von der Anzahl der richtig beantworteten Items zu Versuch 2 der „FG Versuch 2“ in den Post- und Follow-up Fragebögen im SJ 22/23.

Zusammenfassung

Wie auch im Post-Fragebogen konnten für den ersten Versuch die vorsichtig zu interpretierenden Hinweise bestätigt werden, dass die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu Versuch 1 produzierten mehr inhaltliche Fragen richtig beantworten konnten als die anderen Schüler:innen. Jedoch konnten diese Hinweise auf Grundlage der Ergebnisse zum Versuch 2 nur eingeschränkt bestätigt werden. Es zeigte sich dennoch beim Vergleich der Schüler:innen der „Forschungsgruppe Versuch 2“, die alle drei Fragebögen ausfüllten, dass sie häufiger alle drei Fragen im Post- und Follow-up Fragebogen zum Versuch 2 richtig beantworten konnten als die „Forschungsgruppe Versuch 1“. Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Erklärvideoproduktion einen positiven Einfluss auf die Verarbeitung bzw. das tiefere Verständnis von Inhalten haben könnte. Weitere Untersuchungen zu der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen in Abhängigkeit von der Erklärvideoproduktion wurden im Schuljahr 23/24 durchgeführt.

9.2.6 Auswertung der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Äquivalent zur ersten Intervention (siehe Kapitel 8.2.6) wurden die Leitfadeninterviews, die mit acht Lehrkräften geführt wurden, nach der Transkription auf Hinweise zu den negativen Erfahrungen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und genannten Änderungswünschen analysiert. Die Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt.

9.2.6.1 Negative Erfahrungen

In diesem Kapitel wurden die Aussagen der Lehrkräfte dargestellt, in denen diese von negativen Erfahrungen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch berichteten. Für die Auswertung der qualitativen Analyse der Leitfadeninterviews wurde die Vorgehensweise der inhaltlichen Strukturierung nach Mayring gewählt (Mayring, 2015). Dazu wurden zunächst durch eine Analyse der Lehrkräfteaussagen Unterkategorien abgeleitet (siehe Tabelle 9-22). Im Folgenden sind die gebildeten Unterkategorien der Äußerungen von negativen Erfahrungen dargestellt. Wo nötig, werden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert. Anhand dieser Auswertung wurden anschließend Optimierungsbedarfe abgeleitet.

Unterkategorie	Häufigkeit
Technische Probleme	7
Inhaltliche Schwierigkeiten	5
Schwierigkeiten bezüglich des Lernprozesses	4

Tabelle 9-22: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der zweiten Intervention.

Technische Probleme:

Sieben der acht befragten Lehrkräfte berichteten von technischen Problemen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch. Fünf Lehrkräfte berichteten, dass ihre Schüler:innen Probleme im Umgang mit den Pages-Dateien hatten. Drei Lehrkräfte beschrieben, dass die Schüler:innen andere Programme wie OneNote und PDF (siehe Beispiel 1.1) oder andere Betriebssysteme bevorzugen würden und dass der Übertrag auf die anderen Programme nicht problemlos möglich war. Weiterhin berichteten fünf Lehrkräfte davon, dass die Schüler:innen Probleme mit der Speicherung bzw. der Verfügungsstellung der Dateien auf den iPads hatten (siehe Beispiel 1.2). Auch gaben drei Lehrkräfte an, dass sie immer wieder Probleme durch das Ausfallen der WLAN-Verbindung in der Schule hatten (siehe Beispiel 1.3). Im Beispiel 1.4 berichtet eine Lehrkraft davon, dass nicht alle für die Erklärvideoproduktion benötigten Funktionen auf den iPads freigeschaltet waren, was zu Frust bei den Schüler:innen führte. Eine weitere Lehrkraft zeigte sich erstaunt darüber, dass einige Schüler:innen im Umgang mit dem iPad ihrer Meinung nach über keine ausreichenden Kompetenzen verfügten (siehe Beispiel 1.5).

- **Beispiel 1.1:** „[...] da wir nicht mit Pages eigentlich arbeiten, sondern mit OneNote arbeiten. Da habe ich jetzt die ganzen Pages Selbstlernbuch Sachen umgewandelt in PDFs für die das sie das in ihren normales OneNote-Arbeitsheft mit einfügen können und da war ein bisschen schwierig oder nicht ganz so praktisch, dass die Videos natürlich dann nicht mitgenommen wurden und da musste ich

dann immer gucken, dass sie auf die Videos richtig zugreifen können. Das war für mich einfach ein bisschen Aufwand dann.“

- **Beispiel 1.2:** „Also einerseits natürlich die, die Arbeit mit den digitalen Dateien, die natürlich sehr groß sind, war ein bisschen schwierig, Das heißt immer auch die richtigen Dateien zur Verfügung zu stellen und dass alle da arbeiten konnten.“
- **Beispiel 1.3:** „Also das hat uns oft einen Strich durch die Rechnung gemacht und da war ich auch einfach gar nicht in der Lage, das dann selbst zu lösen. Also das hat mich dann schon sehr genervt, weil die iPads funktionieren, ja, da war ja nicht das Problem, sondern nur, wenn das Internet dann ganz ausgefallen war an der Schule und dann der Hotspot auch nicht ausgereicht hat, einfach für das Datenvolumen. Also da waren wir mit einer Klasse am Montagmorgen, wenn es halt noch keiner gemerkt hat, dass es nicht gegen das war, für die dann richtig blöd [...]“
- **Beispiel 1.4:** „Und am Anfang war auf den iPads zum Teil kein die Aufnahmefunktion nicht drauf. Die musste dann erst wieder freigeschaltet werden. Da waren die Schüler natürlich gefrustet.“
- **Beispiel 1.5:** „Ich war erstaunt darüber, wie unterschiedlich gut die Schüler mit dem Gerät umgehen können. Also ich habe eine Gruppe, die hat tatsächlich mit dem iPad Bilder vom Computer abgefilmt und die eingebunden und das sind gute Schüler.“

Inhaltliche Schwierigkeiten:

Von inhaltlichen Schwierigkeiten berichteten fünf der befragten Lehrkräfte. Drei Lehrkräfte betonten, dass die Schüler:innen fachlich nicht genug in die Tiefe gegangen waren (siehe Beispiel 1.6), und weitere Hilfestellungen durch die Lehrkraft benötigten, um die Inhalte tiefer zu durchdenken und verstehen zu können. Eine andere Lehrkraft berichtete, dass die Schüler:innen Schwierigkeiten mit den Grundlagen zu den Wechselwirkungen zwischen Teilchen hatten und führte an, diese Inhalte nochmals im Plenum besprochen zu haben (siehe Beispiel 1.7). Weiterhin beschrieb eine Lehrkraft den Einfluss des Vorwissens auf die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und dass die Schüler:innen für den Lernprozess sehr viel Zeit benötigten (siehe Beispiel 1.8).

- **Beispiel 1.6:** „Was ich ein bisschen fand, ist das vor allem meine Schüler [...] manchmal ein bisschen zu oberflächlich gearbeitet haben dann auch gerade beim letzten Erklärvideo, wo wir vorher extra noch mal gesagt haben, ihr sollt Legetechnik oder könnt Legetechnik machen oder könnt ihr irgendwie, ihr sollt irgendwie auf die Teilchenebene kommen, hatte ich zwei Gruppen dabei, die haben gar nichts gemacht mit Teilchenebene, die haben wirklich nur einen Versuch abgefilmt sozusagen.“
- **Beispiel 1.7:** „[...] bei der einen Klasse, die generell so ein bisschen schwächer ist, war es zwar so, dass die, die sonst gar nichts im Unterricht machen, natürlich auch gezwungen waren, was zu machen, aber da die so wenig Vorwissen hatten, waren die sehr, sehr, sehr langsam, also wirklich sehr, sehr langsam.“

- **Beispiel 1.8:** „Ähm, schwierig fand ich es manchmal, was Fachsprache angeht. Also da zeigte sich dann doch, dass dieses eigenständige Lernen, weil sie dann vor allem sich auch teilweise Quellen aus dem Internet selbst suchen oder so und gar nicht immer nur an dem Selbstlernbuch selbst bleiben, sondern sich sonst wo her Sachen holen. Und da ist die Fachsprache oft echt grausig. Und da war es dann schon nötig, dass man immer mal wieder so eine Plenumsphase macht, wo man dann spezielle Sachen bespricht. Einfach das, dass Begrifflichkeiten richtig verwendet werden. Das fand ich da schwieriger als im normalen Unterricht.“

Schwierigkeiten beim Lernprozess

Vier der befragten Lehrkräfte gaben an, dass ihre Schüler:innen Schwierigkeiten beim Lernen mit dem Selbstlernbuch hatten. Beispielsweise beschrieb eine Lehrkraft, dass die Schüler:innen teilweise die Texte nicht aufmerksam genug gelesen hatten (siehe Beispiel 1.9). Im Beispiel 2.0 beschrieb eine Lehrkraft, dass er/sie der Meinung war keinen ausreichenden Überblick über den Lernstand der Schüler:innen gehabt zu haben. Weiterhin berichtete diese Lehrkraft aufgrund der Dateigröße von Problemen Einsicht in die Selbstlernbücher der Schüler:innen zu bekommen. Weiterhin störte sich eine Lehrkraft daran, dass sie aufgrund von Verständnisproblemen Einzelgespräche während des selbstgesteuerten Lernprozesses führen musste (siehe Beispiel 2.1). Eine weitere Lehrkraft berichtete von organisatorischen Problemen durch die Teamarbeit für die Erklärvideoproduktion, aufgrund von häufigem Krankheitssein der Schüler:innen.

- **Beispiel 1.9:** „Die Schüler sind motiviert an die Sache herangegangen, das heißt, sie konnten dem Zeug schon gut folgen, haben aber dazu immer wieder geneigt, dass sie Dinge überlesen haben.“
- **Beispiel 2.0:** „Und das war so einer der größten Kritikpunkte für mich. Ich hatte keinen Überblick, okay oder weniger. Also ich musste immer wieder schauen, wer ist wo und wer hat wie viel. Und das Thema Sicherung war sozusagen für mich so eine Sache, wo es Probleme gab.“
- **Beispiel 2.1:** „Negativ war, dass man auch viele Einzelgespräche machen musste, weil an vielen Stellen ja auch Verständnisschwierigkeiten waren.“

Zusammenfassung:

Folgende Folgerungen für die Überarbeitung des Selbstlernbuchs konnten aus den Rückmeldungen von den Lehrkräften zu negativen Erfahrungen abgeleitet werden:

- Es erfolgte eine Prüfung der Dateigrößen und der Möglichkeiten, diese weiter zu verringern. Eine Vereinigung aller fünf Kapitel könnte die Handhabung erleichtern. Jedoch musste dabei auf die Dateigröße geachtet werden.
- Weitere mobile HotSpot-Geräte wurden für den Fall eines WLAN-Ausfalls in den Schulen bereitgestellt.

- Inhaltliche Überarbeitung: Alle Texte im Material wurden erneut auf Verständlichkeit und Umfang geprüft und gegebenenfalls sprachlich vereinfacht oder gekürzt, um die Lesbarkeit und den Zugang zu erleichtern.
- Zudem erfolgte die Erstellung von begleitenden Materialien, mit denen die Lehrkräfte den Arbeitsfortschritt der Schüler:innen einsehen konnten.

9.2.6.2 Änderungswünsche der Lehrkräfte

In diesem Kapitel wurden die Aussagen der Lehrkräfte aufgezeigt, in denen diese im Interview Änderungswünsche zum Selbstlernbuch nannten. Im Folgenden sind die gebildeten Unterkategorien der Äußerungen von Änderungswünschen dargestellt (siehe Tabelle 9-23). Wenn nötig, werden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert. Anhand dieser Auswertung wurden anschließend Optimierungsbedarfe abgeleitet.

Unterkategorie	Häufigkeit
Inhaltliche Veränderungen	5
Änderungswünsche Aufbau des Selbstlernbuch	2
Ergänzende Materialien/Aufgaben	5

Tabelle 9-23: Unterkategorien zur Kategorie "Änderungswünsche" des Leitfadeninterviews in der zweiten Intervention.

Inhaltliche Veränderungen:

Fünf von den acht befragten Lehrkräften äußerten Wünsche zu inhaltlichen Veränderungen. Zum Versuch der Elementaranalyse in Kapitel 2.2 nannten drei Lehrkräfte Änderungswünsche. Eine dieser Lehrkräfte wünschte sich bei der Ableitung der Summenformel von den Ergebnissen der Elementaranalyse mehr Unterstützung (siehe Beispiel 2.1). Eine Lehrkraft nannte konkret den Wunsch, dass bei der Versuchsdurchführung im Kapitel 2.2 die Nachweisreaktionen, die bei der Elementaranalyse von Methan nicht positiv ausfallen, entfernt werden. Eine dritte Lehrkraft wünschte sich für diesen Versuch eine stärker problemorientierte Hinführung zu diesem Versuch (siehe Beispiel 2.1). Auch wurde der Wunsch geäußert, dass die verzweigten Alkane und die Nomenklatur im Selbstlernbuch ergänzt werden.

- **Beispiel 2.1:** „[...] Und ich hatte das Gefühl, dass einige den Sprung von der Elementaranalyse zum tatsächlichen Summenformel von Methan recht schwierig fanden. Da wäre vielleicht irgendwie, wenn man den Versuch ein bisschen mehr gelenkt hätte. Vielleicht, wenn da jemand dagestanden wäre, der ihnen auch erklärt hätte, was sie da gerade machen oder sie bisschen ausgequetscht hätte.“

- **Beispiel 2.2:** „Ja, also ich würde zum Beispiel bei den qualitativen Nachweisen eine stärkere Problemorientierung versuchen einzubauen, also die die Hinführung zu den qualitativen Nachweisen interaktiver gestalten mit mehr. Also nicht vorgeben, wie es ist auf atomarer Ebene aufgebaut sondern sie selber diese Frage irgendwie ausgesetzt sind. Aber das ist natürlich schwer, wenn man nicht im Dialog ist, sondern wenn man das in Textform irgendwie aufbereitet. Insofern ja.“

Aufbau des Selbstlernbuchs:

Ebenso nannten zwei der befragten Lehrkräfte Änderungswünsche hinsichtlich des Aufbaus und der Umsetzung des Selbstlernbuchs. Eine Lehrkraft wünschte sich, dass für die einfachere Kontrollmöglichkeit die Schüler:innen deren Ergebnisse nicht im digitalen Selbstlernbuch, sondern auf Zusatzblättern. Eine weitere Lehrkraft berichtete, dass im Selbstlernbuch nicht immer Felder für die notwendigen Notizen verfügbar waren und dies zu Verwirrung bei den Schüler:innen führte (siehe Beispiel 2.3). Auf Nachfrage konnte die Lehrkraft aber keine Seite nennen bzw. während des Interviews finden auf der dieses Problem vorlag.

- **Beispiel 2.3:** „Was so allgemein für die Schüler ein bisschen schwierig war, ist, dass manche Sachen hier reingeschrieben werden sollten und für manche Sachen, die sie aufschreiben sollten, hier aber kein Feld war. Und dann waren sie so ein bisschen, wo soll ich das jetzt aufschreiben? Da hab ich gesagt, in deinem Heft, aber dann ist es halt irgendwie drei Sachen im Heft und der Rest in dem Selbstlernbuch und dann.“

Ergänzende Materialien/Aufgaben:

Fünf der befragten Lehrkräfte nannten den Wunsch nach weiteren Materialien und Aufgaben für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch. Eine Lehrkraft berichtete, dass es für sie und ihre Schüler:innen gut gewesen wäre, einen Leitfaden für die Erstellung des Erklärvideos zu haben (siehe Beispiel 2.6). Darin sollte thematisiert werden, was im Erklärvideo fachlich enthalten sein sollte und wie das empfohlene Vorgehen bei der Erklärvideoproduktion war. Eine weitere Lehrkraft wünschte sich einen visualisierten Ablaufplan als Übersicht, sowie Tipps für Plenumsphasen als unterstützendes Material für die Lehrkräfte (siehe Beispiel 2.7). Eine Übersicht zu den einzelnen Bausteinen des Lernprozesses wünschte sich eine weitere Lehrkraft. Auch nannte eine Lehrkraft den Wunsch für eine Plattform, auf der sie/er nach jeder Stunde den Lernfortschritt überprüfen und den Schüler:innen dazu Rückmeldung geben könnte (siehe Beispiel 2.8).

- **Beispiel 2.4:** „Okay, hier muss ich wirklich gucken, wie wissen die Schülerinnen und Schüler, was da in dem Video alles drin sein muss? Schreibe ich da vorher im Skript, lese ich das nochmal Korrektur oder lasse ich das nochmal durch den Lehrer dann Korrekturlesen [...].“

- **Beispiel 2.5:** „Das ist noch ein ganz bisschen mehr Struktur rein gegeben wird, an welchen Stellen es sinnvoll wäre, noch mal eine Plenumsphase einzubauen. Vielleicht. Vielleicht auch da eine Art Storyboard, nochmal ne schöne Visualisierung, wann was und was drankommt. Vielleicht habe ich es aber auch einfach noch nicht gut genug durchgearbeitet, die Dokumente und ich habe es mir schon irgendwie versucht, so ein bisschen selber zusammen zu suchen und hat glaube ich auch geklappt. Und ich hab mir noch der Reihenfolge nach richtig vorgegangen. Aber das ist einfach so eine. So eine Übersicht geht vielleicht auch ein verlinktes Dokument, dass man einfach weiß okay, da, jetzt bin ich da, da muss ich genau das machen und so. Da wäre es, glaube ich für den Lehrer ein bisschen einfacher gewesen.“
- **Beispiel 2.6:** „Das heißt eigentlich, wenn ich diese Moodle Rückmeldung hätte oder so nach jeder Stunde überblicken könnte, was wir gemacht haben und denen dann rückmelden kann `Hey, das ist ein bisschen Quatsch.` Also das klingt jetzt alles kontrollierend, aber wenn ich quasi mehr Kontrollinstanz hätte, dann könnte ich die quasi ein bisschen anders motivieren und dann wäre es wahrscheinlich effektiver wie der klassische Unterricht.“

Zusammenfassung

Folgende Schlüsse für die Überarbeitung des Selbstlernbuchs können aus den Rückmeldungen von den Lehrkräften zu den Änderungswünschen abgeleitet werden:

- Inhaltliche Überarbeitung:
 - Prüfung und Überarbeitung des Kapitels 2.2: Die Lehrkräfte wünschten sich eine Hinführung von den Versuchsergebnissen der Elementaranalyse zu der Summenformel von Methan. Weiterhin wurde von einer anderen Lehrkraft eine problemorientiertere Vorgehensweise zu diesem Sachverhalt thematisiert. Ob und inwiefern diese Wünsche sinnvoll umgesetzt werden können, musste geprüft werden.
 - Dem Wunsch nach der Entfernung der negativ ausfallenden Nachweisversuche wurde nicht entsprochen, da damit die Fokussierung für das Interesse an experimentellen Effekten (siehe Kapitel 5.2.2) gefördert werden könnte.
 - Auch konnte dem Wunsch nach der Integration von Inhalten zur Nomenklatur nicht entsprochen werden, da sich dadurch die Bearbeitungszeit des Selbstlernbuchs weiter verlängern würde.
 - Begleitende Materialien in Form von Plakaten zum Aushängen in der Klasse, mit denen die Lehrkräfte den Arbeitsfortschritt der Schüler:innen einsehen konnten, wurden erstellt.

- Dem Wunsch von Zusatzblättern für die Notizen der Schüler:innen wurde, aufgrund des dadurch herbeigeführten Medienbruchs, nicht entsprochen.
- Weiterhin wurde die Integration von visualisierten Übersichten mit Verlinkungen in das Selbstlernbuch integriert, um den Schüler:innen die Strukturierung und Orientierung zu erleichtern.
- Für die Erklärvideoproduktion wurde geprüft, inwiefern weitere Unterstützungsmöglichkeiten für die Erklärvideoproduktion gegeben werden konnten.
- Zudem wurde geprüft, ob Empfehlungen für Inputphasen als sinnvoll zu erachten waren. Im Rahmen der Einführungsgesprächen für die Lehrkräfte wurde intensiv die Möglichkeit der Integration von Inputphasen im Plenum, sowie auch in Kleingruppen thematisiert und Möglichkeiten und Tipps für die Durchführung gegeben. Aufgrund der heterogenen Ausgangslage der Schülerschaft und der Möglichkeit, dass die Lehrkräfte sich verpflichtet fühlen könnten diese Inputphasen durchzuführen, wurde auf eine Auflistung von Inhalten von konkreten Vorschlägen verzichtet.
- Die Bereitstellung einer Plattform zur Darstellung des Lernfortschrittes der Schülerinnen konnte aus strukturellen und zeitlichen Gründen im Rahmen dieser Forschung nicht ermöglicht werden.

10 Dritte Intervention, Evaluation und Ergebnisableitung

In diesem Kapitel wird die dritte Intervention der Forschung im Sinne des Design-Based Research Ansatzes mit dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ vorgestellt, die dazu diente, die Wirksamkeit des aufgrund der Ergebnisse der zweiten Intervention optimierten Selbstlernbuches zu überprüfen. Dazu werden in Kapitel 10.1 zunächst die Intervention und die dritte Version des Selbstlernbuches (siehe Kapitel 10.1.1), sowie die Begleitmaterialien und das Lehrerhandbuchs vorgestellt. Daran schließt sich die Darstellung der Erhebungsinstrumente an, die ebenfalls im Hinblick auf die Ergebnisse und weitere Schwerpunktsetzungen angepasst wurden (siehe Kapitel 10.1.2).

10.1 Interventionsbeschreibung

Abbildung 10-1 zeigt den Ablaufplan der dritten Intervention im Schuljahr 23/24 mit den Erhebungen, der weitgehend dem des Schuljahres 22/23 entspricht. Die Intervention wurde dahingehend angepasst, dass die Inhalte des Selbstlernbuches leicht überarbeitet und die Zeitangaben entsprechend angepasst wurden (siehe Kapitel 10.1.1). Alle Schüler:innen absolvierten in diesem Durchgang zunächst beide Versuche des Kapitels 3.2, bevor sie das Erklärvideo produzierten. Ziel war es, die Effektivität der Erklärvideoproduktion isoliert betrachten zu können, ohne dass mögliche Einflüsse der Versuchsdurchführung die Ergebnisse verfälschten.

ABLAUFPLAN SJ 23/24

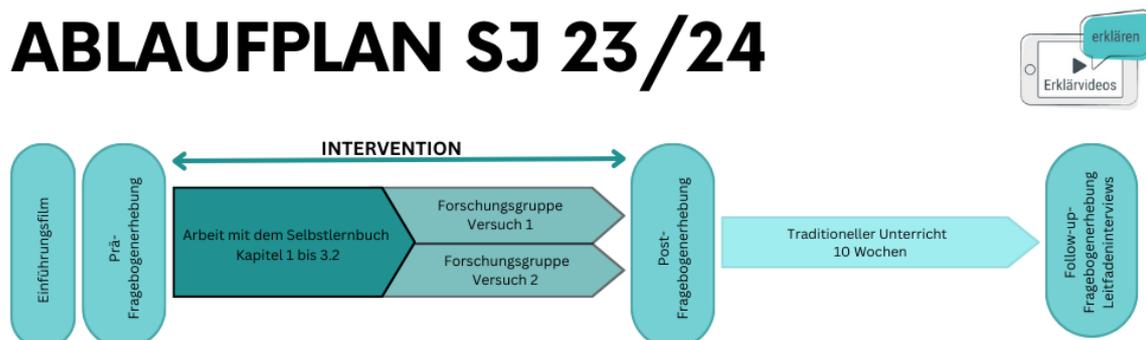


Abbildung 10-1: Ablaufplan der dritten Intervention im Schuljahr 23/24.

10.1.1 Selbstlernbuch und Unterrichtsmaterialien – dritte Version

In diesem Kapitel werden die Änderungen, die für die dritte Version des Selbstlernbuches (Kapitel 10.1.1.1), des Lehrkräftehandbuchs (Kapitel 10.1.1.2) und der begleitenden Materialien (Kapitel 10.1.1.3) vorgestellt. Desweiteren wird in Kapitel 10.2 das Untersuchungsdesign mit den Erhebungsinstrumenten (Kapitel 10.2.1) dargestellt.

10.1.1.1 Digitales und interaktives Selbstlernbuch - dritte Version

Das Selbstlernbuch konnte in großen Teilen von der zweiten Intervention übernommen werden. Jedoch wurde das Design grundlegend überarbeitet und das Selbstlernbuch moderner gestaltet. Desweiteren wurde für das Selbstlernbuch eine barrierefreie Gestaltung anvisiert. Dafür wurde beispielsweise eine Schriftart ohne Serifen gewählt, die Textmenge weiter auf das Wesentliche reduziert, Checklisten erstellt und weitere Visualisierungen eingefügt (Breuer-Küppers & Bach, 2016). Der grundsätzliche Aufbau mit den Bestandteilen des inhaltlichen-experimentellen und des mediendidaktisch-methodischen Strangs der Version des Selbstlernbuchs für die dritte Intervention ist in Abbildung 10-2 gezeigt.



Abbildung 10-2: Inhaltlich-experimenteller und mediendidaktisch-methodischer Strang des Selbstlernbuchs für die Intervention im Schuljahr 23/24

Die Änderungen, die sich aus den Forschungsergebnissen im Schuljahr 22 /23 ergeben haben (siehe Kapitel 9.2.1), wurden in der dritten Version umgesetzt. So wurden in der dritten Version die Kapitel nicht mehr wie bisher als Einzelkapitel, sondern alle Kapitel in einer Datei zusammengefasst zur Verfügung gestellt. Die Einleitung wurde gekürzt und Symbole und deren Erklärung, die zur besseren Orientierung und



Abbildung 10-3: Screenshot der Einleitungsseite aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“.

Strukturierung im Buch dienen, wurden eingefügt (siehe Abbildung 10-3). Zusätzlich wurde eine Orientierungsseite (siehe Abbildung 10-4) hinzugefügt, die einen Überblick über alle Kapitel gab und Links zu den Einstiegsseiten der Kapitel enthielt.



Diese Seite konnten die Schüler:innen auch zum Abhaken der fertig

Abbildung 10-4: Screenshot der Orientierungsseite aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“.

bearbeiteten Kapitel nutzen, um den eigenen Bearbeitungsfortschritt zu dokumentieren und den Bearbeitungsstand für sich selbst, aber auch für die Lehrkraft, visualisieren zu können. Entsprechend dem Wunsch der Schüler:innen und Lehrkräfte wurden weitere LernApps zur Überprüfung und Vertiefung im Anschluss an die im Selbstlernbuch enthaltenen Aufgaben eingefügt. Dabei wurden nicht wie bisher alle Apps mit der Plattform *LearningApps* erstellt, sondern auch mit der Plattform *Genially*, da diese noch mehr Gestaltungsmöglichkeiten und ein zeitgemäßes Design bot. Zudem wurden die Grundlagen für die Wiederholung wie Stoffmenge, Rechnen mit der Stoffmenge und Molvolumen als freiwillig gekennzeichnet, da einige Schüler:innen im Schuljahr 22/23 anmerkten, dass sie eine Wiederholung nicht gebraucht hätten. Auf Grund der Erfahrungen bezüglich des Zeitbedarfs im Schuljahr 22/23, sowie der Überarbeitung und Ausgliederung einiger Inhalte zur freiwilligen Wiederholung und/oder Vertiefung in der dritten Version des Selbstlernbuchs, wurde die empfohlene Zeitdauer für die Kapitel 1 bis 3.1 angepasst und auf vier Doppelstunden gekürzt.

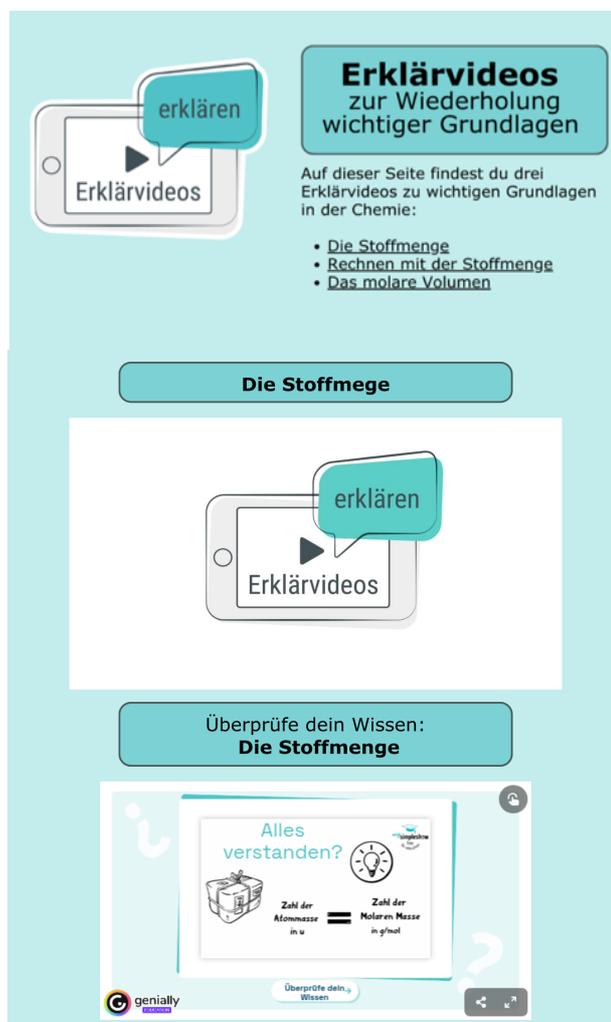


Abbildung 10-5: Screenshots der Webseite, erstellt mit Canva, zur Wiederholung von Inhalten, welche im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ verlinkt wurden.

Dadurch stand bei einem Gesamtbedarf von sieben Doppelstunden mehr Zeit für die Aufgabe der Erklärvideoproduktion zur Verfügung, was einerseits zu einer Entlastung der Schüler:innen führen sollte, da der zeitliche Druck geringer war und andererseits die Möglichkeit bot, die von den Schüler:innen produzierten, Erklärvideos zu optimieren. Auch wurden einige Aufgaben und unklare Stellen im Buch aufgrund der Rückmeldungen der Lehrkräfte und der Schüler:innen angepasst und die Texte und Aufgabentexte teilweise überarbeitet.

Aufgrund der Dateigröße wurden die Erklärvideos und Tutorials im Rahmen der zweiten Intervention im Schuljahr 22/23 auf YouTube zur Verfügung gestellt und im Selbstlernbuch verlinkt (siehe Kapitel 9.1.1). Jedoch wurde von der Plattform YouTube aufgrund häufigerer Aufrufe der Videos Werbung vor den Videos eingeblendet, was ggf. durch den höheren cognitive load zu einer negativen Auswirkung auf die Lernwirksamkeit haben konnte (siehe Kapitel 2.1). Die externe Bereitstellung der Videos hat sich aber für einen Großteil der enthaltenen Erklärvideos bewährt, weshalb eine andere Möglichkeit gesucht wurde, die Videos auf einer externen Plattform bereit zu stellen. Für die dritte Version des Selbstlernbuches wurden daher die Videos überwiegend auf mit *Canva* selbst erstellten Webseiten zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 10-5).

Diese Art der Bereitstellung ermöglichte die externe Verfügbarkeit, ohne dass Werbung angezeigt wurde, oder dass die Schüler:innen verleitet wurden andere Videos auf der Plattform anzuschauen. Zudem konnten auf der Webseite LernApps, die mit *Genially* erstellt wurden, und weitere Informationen direkt integriert werden, ohne dass die Schüler:innen dafür weitere Dokument oder Links aufrufen mussten. Auch die Informationen zur homologen Reihe wurden ausgegliedert, um

das Selbstlernbuch inhaltlich nicht zu überfrachten, den interessierten Schüler:innen aber dennoch die Möglichkeit zu bieten, mehr Informationen zu erhalten (siehe Abbildung 10-6). In der Abbildung 10-7

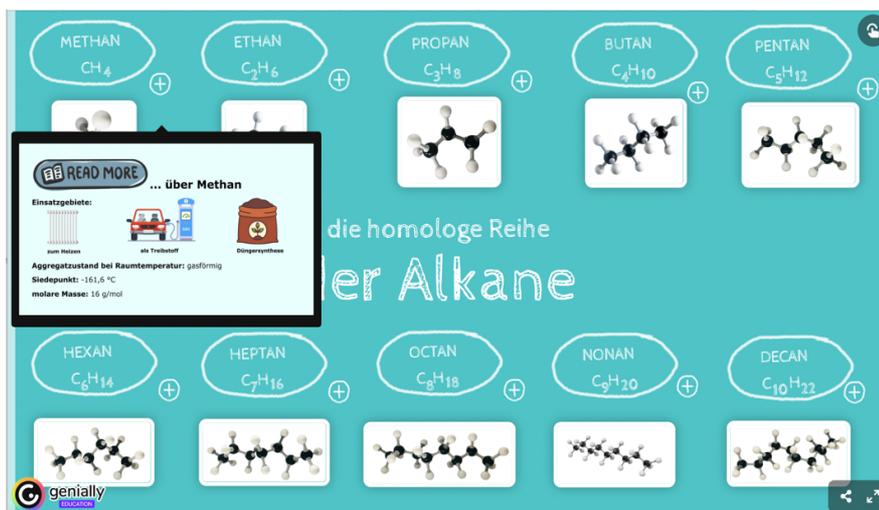


Abbildung 10-6: Screenshots der App zur homologen Reihe, erstellt mit Genially, welche im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ verlinkt wurde.

der verlinkten Erklärvideos, LernApps und Webseiten mit optionalen Inhalten, die den Schüler:innen als Hilfestellung bzw. als Vertiefungsmöglichkeit zur Verfügung standen.

Übersicht Materialverlinkungen

Legende



Webseite (optionale Nutzung)

Kapitel im Selbstlernbuch	Kapitel 1 Einführung in die organische Chemie Seite 4 bis 14	Kapitel 2.1 Der einfachste organische Stoff - Methan auf der Stoffebene Seite 17 bis 22	Kapitel 2.2 Der einfachste organische Stoff - Methan auf der Teilchenebene Seite 23 bis 36	Kapitel 3.1 Homologe Reihe Seite 40 bis 43
	 Beispiel Versuchsaufnahme Verbrennung von Kunststoff	 Versuchsaufnahmen Dichte und Eigenschaften von Methan	 Erklärvideo zur Berechnung der molaren Masse eines Gases	
	 Lern-App zur Überprüfung der Ergebnisse der Kohlungprobe	 Lern-App zu den Eigenschaften von Methan	 Wiederholung einiger Nachweisreaktionen Hilfe Ermittlung Molekülformel Überprüfung der Ergebnisse und Folgerungen des Versuchs Überprüfung Lewis-Formel von Methan	 Übungen zur homologen Reihe vertiefende Übungen homologe Reihe
	 Webseite mit Tutorial zur Aufnahme eines Videos	 Webseite mit Tutorial zur Vertonung eines Videos	 Webseite mit Tutorial zum Schneiden eines Videos Webseite mit Erklärvideos und LernApp zur Wiederholung	 Webseite mit Informationen zu den Alkanen und deren Einsatzgebieten

Abbildung 10-7: Übersicht der Materialverlinkungen im Selbstlernbuch für die dritte Intervention im Schuljahr 23/24.

Das Kapitel 3.2 enthielt keine Erklärvideos, LernApps oder verlinkte Webseiten, da die Schüler:innen in diesem Teilkapitel ein eigenes Erklärvideo zu einer der beiden gegebenen Leitfragen produzierten. Um mögliche Auswirkungen auf die Lerneffektivität durch die Durchführung der Versuche zu verringern, was Einfluss auf die erhobenen Daten haben könnte, führten alle Schüler:innen den Versuch 1 „Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?“ und 2 „Was ist das bessere Schmiermittel - Heptan oder Paraffinöl?“ im Schuljahr 23/24 durch. Erst im Anschluss an die Versuchsphase entschieden sich die Schüler:innen, über welchen Versuch, dessen Ergebnisse und Erklärungen sie ein Erklärvideo produzierten.

Um den Zeitbedarf für die Erklärvideoproduktion in Kapitel 3.2 zu reduzieren und den Schüler:innen, die noch wenig oder keine Erfahrung in der Erklärvideoproduktion hatten, mehr Hilfestellung zu bieten, wurden die Storyboard noch kleinschrittiger als in der vorangegangenen Version ausgearbeitet. Zudem erhielten die Schüler:innen eine Einleitung und das dazugehörige, vorstrukturierte Storyboard. Die Schüler:innen wurden dazu angehalten zunächst den Hauptteil und den Schluss zu produzieren. Anschließend wurde den Schüler:innen, wenn die Zeit ausreichte, die Möglichkeit gegeben die Einleitung zu verändern oder neu zu produzieren. Damit sollte zum einen der Einstieg in die Erklärvideoproduktion erleichtert werden, zum anderen aber auch vorgebeugt werden, dass sie sich zu lange mit der Erstellung einer möglichst ansprechenden Einleitung, wie sie beispielsweise in professionellen YouTube-Videos zu sehen sind, beschäftigen.

Die für die Erklärvideoproduktion benötigten Dokumente und Filme wurden gesondert auf der Plattform *Sciebo* zum Download bereitgestellt. In Abbildung 10-8 ist beispielhaft die Auflistung der Dateien für den Versuch 1 gezeigt. Im Selbstlernbuch war zudem eine empfohlene Schrittfolge für die Erklärvideoproduktion enthalten, welche in Abbildung 10-9 zu sehen ist. In dieser Abbildung sind ergänzend in den türkis umrandeten Kästen die Screenshots der in Abbildung 10-8 gelisteten Dateien mit der Schrittfolge verknüpft dargestellt. Das Feedbackblatt unter 4. in der Abbildung 10-9 war nicht im Buch enthalten, wurde aber den Lehrkräften zur optionalen Nutzung zur Verfügung gestellt.

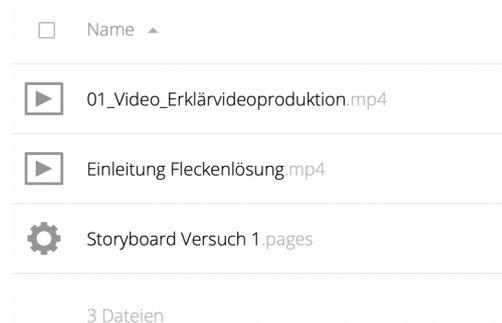


Abbildung 10-8: Screenshot der Übersicht der Dateien, die auf der Sciebo-Plattform für die Produktion von Erklärvideos für Experiment 1 zur Verfügung gestellt wurden.

Übersicht Materialien Erklärvideoproduktion im Kapitel 3.2

Seite 44 bis 61

am Beispiel des Versuchs Löslichkeit

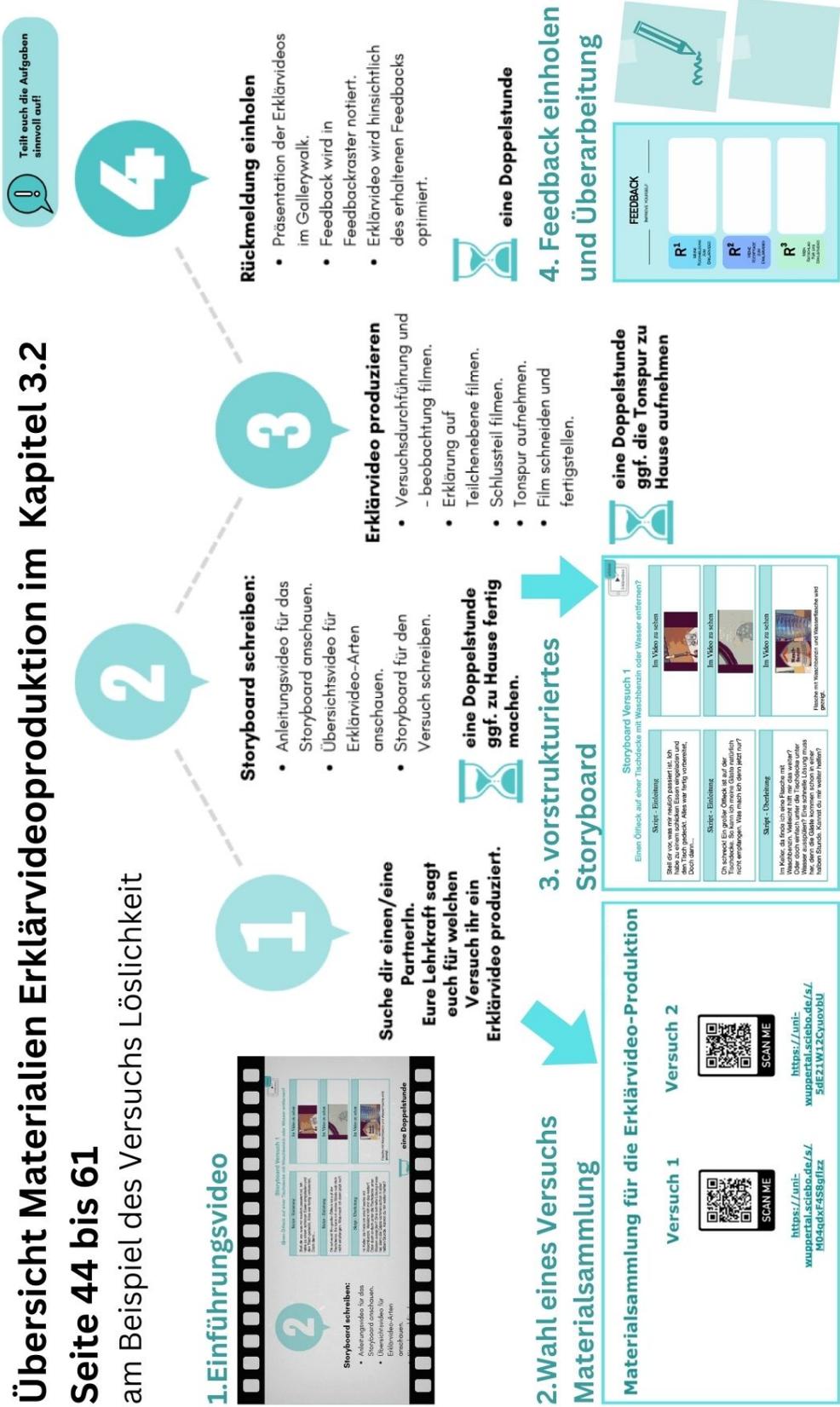


Abbildung 10-9: Übersicht der Materialien, die den Schüler:innen im Schuljahr 23/24 begleitend zur Aufgabe der Erklärvideoproduktion zur Verfügung gestellt wurden (am Beispiel für den Versuch 1).

10.1.1.2 Lehrkräftehandbuch

Das Lehrkräftehandbuch wurde hinsichtlich der Änderung im Selbstlernbuch angepasst und die neuen Materialien vorgestellt (Beispiel Abbildung 10-10). Die Lehrkräfte erhielten im SJ23/24 zudem eine kleine Broschüre mit allen Links und QR-Codes für die Fragebogenerhebungen, sowie den Links zu den Materialien und dem Lehrkräftehandbuch vorab (siehe Abbildung 10-11), so dass sie alle Materialien gebündelt zum Download vorliegen hatten. Das Ziel war es, damit den Arbeitsaufwand zu verringern, sowie die Transparenz für die Lehrkräfte zu erhöhen.

Lehrerhandbuch zum Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“



Inhaltsverzeichnis



1. **Warum Erklärvideos?**
2. **Kompetenzen**
3. **Inhalte**
4. **Zeitplan**
5. **Erklärvideo-Produktion**
6. **Lehr-Lernsetting**
7. **Erklärvideos besprechen und bewerten**
8. **Versuchsmaterialien**
9. **Einstieg in die Arbeit mit dem Selbstlernbuch**
10. **Fragebogen**

Anhang: **Aufgabe für Schnelle (Gruppenarbeit)**

KAPITEL 4: ZEITPLAN

Die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und die darin enthaltenen Aufgaben zur Erklärvideo-Produktion benötigt etwa 7 Doppelstunden. Anbei finden Sie einen groben Zeitplan, der aber keinesfalls exakt so eingehalten werden muss, denn den SchülerInnen soll die Möglichkeit gegeben werden, dass sie in ihrem eigenen Tempo arbeiten können. In der gezeigten Tabelle können die SchülerInnen ihren Lernstand entweder digital oder analog (siehe beigelegte Tabelle auf DIN A3) dokumentieren.

ABLAUFPLAN

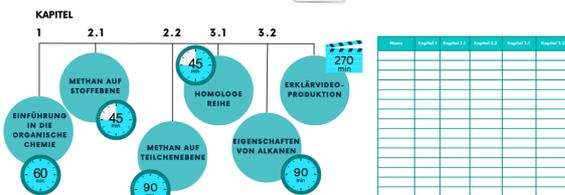


Abbildung 4: Ablaufplan und Tabelle zur Dokumentation des Arbeitsstandes.

KAPITEL 6: ERKLÄRVIDEOS BESPRECHEN UND BEWERTEN

Wie bei jedem kreativen Prozess, ist auch bei der Erklärvideo-Produktion eine positive Feedbackkultur sehr förderlich.

Daher bietet es sich an, während der Produktion des Erklärvideos bzw. nach der Fertigstellung der ersten Version des Erklärvideos, Feedback-Methode durchzuführen.

Eine Möglichkeit für die Dokumentation der Rückmeldung ist das rechts zu sehende Feedbackraster. Dafür können die Erklärvideos oder auch Storyboards in einem Gallery Walk gezeigt werden und die Rückmeldungen in den Feldern (z.B. auf Klebezetteln) notiert werden. Das Feedback wird dann als Grundlage zur Überarbeitung des Erklärvideos oder des Storyboards genutzt.

Zudem ist es zu empfehlen, dass Sie sich von den SchülerInnen die Storyboards (Kapitel 2.1, Kapitel 3.2), die Vertonungen (Kapitel 2.1, Kapitel 3.2) und Notizen der SchülerInnen im Selbstlernbuch zeigen zu lassen und gemeinsam die fachliche Richtigkeit zu überprüfen.

FEEDBACK

IMPROVE YOURSELF

R¹

MEINE RÜCKMELDUNG ZUM ERKLÄRVIDEO

R²

MEINE RÜCKMELDUNG ZUM ERKLÄRVIDEO

R³

MEINE RÜCKMELDUNG ZUM ERKLÄRVIDEO

Abbildung 10-10: Screenshots aus dem Lehrkräftehandbuch SJ 23/24.

MATERIALIEN FÜR DIE ARBEIT MIT DEM SELBSTLERNBUCH CHECK LIST

- EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG
- SELBSTLERNBUCH ALS DOWNLOAD
- LEHRKRÄFTEHANDBUCH ALS DOWNLOAD UND ANALOG
- EXPERIMENTIERSETS
- ABLAUFPLAN DIN A3
- TABELLE ARBEITSSTAND DIN A3
- TABELLE ZUTEILUNG VERSUCHE DIN A4
- STICK MIT ALLEN DATEIEN UND VIDEOS
- GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNGEN
- QR-CODE UND LINK FRAGEBOGEN 1/2 & 3

ALLE DATEIEN

SCAN ME

<https://uni-wuppertal.sciebo.de/s/2TjW9s1cDwD11dc>

LEHRKRÄFTEHANDBUCH ALS DOWNLOAD

SCAN ME

<https://uni-wuppertal.sciebo.de/s/VEKs0nW1VuNnPSf>

FRAGEBOGEN 1

Gesamtschule Gescher Vogel

SCAN ME

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc-focJTMH9VUx3P1RYVmd4nB2rxwg0TZu0k7zhhyTM93nYA/viewform?usp=sf_link

Abbildung 10-11: Screenshot aus der Broschüre zu den ergänzenden Materialien für die Lehrkräfte.

10.1.1.3 Ergänzende Materialien

Den Lehrkräften wurden neben den in Kapitel 10.1.1.2 vorgestellten Materialien weitere Materialien über einen Sciebo-Ordner zur Verfügung gestellt, die bei der Umsetzung des Unterrichts mit dem Selbstlernbuch unterstützen sollen. Neben dem Fahrplan zur Erklärvideoproduktion (siehe Abbildung 10-12) und dem Feedbackbogen, erhielten die Lehrkräfte den Ablaufplan (siehe Abbildung 10-13) digital und ausgedruckt auf DIN A3 zum Aushängen im Klassenzimmer, einen Vorschlag für einen Bewertungsbogen der Erklärvideos (siehe Abbildung 10-14), sowie eine Tabelle für die Zuteilung der Schüler:innen, zu welchem Versuch diese ein Erklärvideo in Kapitel 3.2 produzieren (siehe Abbildung 10-15).

 Ablaufplan DIN A3 (420 x 297 mm).pdf

 Bewertung Erklärvideo.pdf

 Fahrplan Erklärvideoproduktion.png

 Feedback Erklärvideos.pdf

 Zuteilung.pdf

Abbildung 10-12: Screenshot der über einen Sciebo-Ordner zur Verfügung gestellten zusätzlichen Materialien im SJ 23/24.

BEWERTUNG ERKLÄRVIDEO

Thema: _____ Produzenten: _____

AUFBAU ERKLÄRVIDEO

<p><input type="checkbox"/> Einleitung ★★★★★ langweilig & nicht zielführend / motivierend & zielführend</p> <p><input type="checkbox"/> Hauptteil ★★★★★ verwirrend & irrelevant / strukturiert & interessant</p>	<p><input type="checkbox"/> Hauptteil ★★★★★ Schnittstelle nicht umgesetzt / Spannungsbogen wird gehalten</p> <p><input type="checkbox"/> Schluss ★★★★★ Eingangsfrage wird nicht aufgegriffen / zusammenfassend & Ausblick wird gegeben</p>
--	--

QUALITÄT ERKLÄRVIDEO

<p><input type="checkbox"/> Videoaufnahme ★★★★★ Kriterien werden nicht umgesetzt / Kriterien werden umgesetzt</p> <p><input type="checkbox"/> Tonaufnahme ★★★★★ Kriterien werden nicht umgesetzt / Kriterien werden umgesetzt</p>	<p><input type="checkbox"/> Video-Art ★★★★★ nicht sinnvoll gewählt / sinnvoll gewählt</p> <p><input type="checkbox"/> Schnitt ★★★★★ Bild und Ton nicht gut abgestimmt / gutes Zusammenspiel von Ton und Bild</p>
---	--

INHALT ERKLÄRVIDEO

<p><input type="checkbox"/> fachliche Richtigkeit ★★★★★ x2 falsche Erklärungen / alles richtig erklärt</p> <p><input type="checkbox"/> Erklärung ★★★★★ unverständlich & ziellos / verständlich & zielführend</p> <p><input type="checkbox"/> Zielgruppe ★★★★★ unpassend für Zielgruppe / zielgruppenorientiert</p>	<p><input type="checkbox"/> Visualisierung ★★★★★ unpassend & verwirrend / unterstützend & sinnvoll</p> <p><input type="checkbox"/> Umsetzung ★★★★★ langweilig und demotivierend / kreativ & motivierend</p>
---	---

Abbildung 10-14: Ausschnitt aus dem zur Verfügung gestellten Bewertungsbogen für Erklärvideos.

ABLAUFPLAN

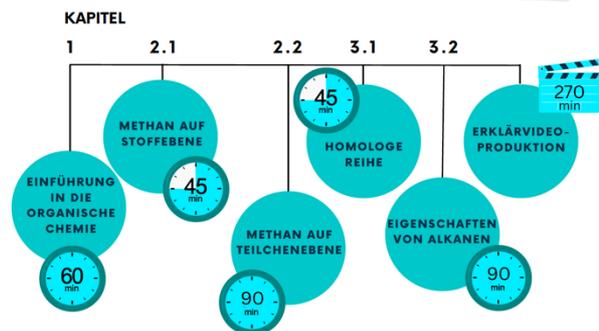


Abbildung 10-13: Ablaufplan für die Intervention im SJ 23/24.

Zuteilung Versuche Erklärvideo-Produktion

Versuch 1	Versuch 2

Materialsammlung für die Erklärvideo-Produktion

Versuch 1



<https://uni-wuppertal.sciebo.de/s/M04gdxF4S8gflzz>

Versuch 2



<https://uni-wuppertal.sciebo.de/s/5dE21W12CyuovbU>

Abbildung 10-15: Poster für die Zuteilung der Schüler:innen für die Erklärvideoproduktion zu Versuch 1 bzw. 2 im SJ 23/24.

10.2 Untersuchungsdesign

Das Untersuchungsdesign für die dritte Erhebung konnte grundsätzlich von der zweiten Version übernommen werden. Allerdings wurde der Schwerpunkt der Fragebogenerhebung der Schüler:innen in der Erhebung 3 verschoben und mehr inhaltliche Fragen in den Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen gestellt. Damit wurde das Ziel verfolgt mehr über den Wissenszuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zu erfahren.

10.2.1 Erhebungsinstrumente

Aufgrund anderer Schwerpunktsetzungen für die Erhebung der dritten Intervention wurden die Fragebogenerhebungen für die Schüler:innen überarbeitet. Zudem wurden in diesem Schuljahr mit den Schüler:innen Leitfadeninterviews durchgeführt, um mehr Informationen über die Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch und der darin enthaltenen Erklärvideoproduktion zu erhalten. Wie auch in den vorangegangenen Durchgängen wurden zusätzlich die Lehrkräfte im Rahmen von Leitfadeninterviews zu ihren Einschätzungen und Erfahrungen befragt. In diesem Kapitel werden die Erhebungsinstrumente, die begleitend zur dritten Intervention eingesetzt wurden, vorgestellt.

10.2.1.1 Fragebogenerhebung Schüler:innen

Die drei Fragebögen (Pre-, Post- und Follow-up-Fragebogen) wurden für die dritte Intervention erneut angepasst. Einige Fragen wurden ersetzt, um auf den Ergebnissen der vorherigen Erhebungen aufzubauen und noch mehr über den Wissenszuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und die Produktion des Erklärvideos zu erfahren. Im Folgenden werden die drei Fragebögen für die Erhebung im Schuljahr 23/24 vorgestellt. Außerdem werden die Stichprobe und die Bereinigungs Schritte der erhobenen Daten näher vorgestellt.

Pre-Fragebogen Erhebung Schuljahr 23/24

Tabelle 10-1 gibt einen Überblick über den Themenbereich der Items, die Anzahl der Fragen aus diesem Themenbereich und die Art der Frage, die im Pre-Fragebogen gestellt wurden. Insgesamt wurden den Schüler:innen im Pre-Fragebogen 36 Fragen gestellt. Die Fragen aus den Themengebieten „Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung“, „Motivation und Erfahrungen Erklärvideoproduktion“, „Interesse und Vorjahresnote“ und „Fehlvorstellungen“ wurden als Auswahl dem Fragebogen des Erhebungsdurchgangs des Schuljahr 22/23 entnommen. Auch im Bereich „Vorwissen-Grundlagen“ konnten vier Fragen aus dem vorangegangenen Jahr übernommen werden, wobei zwei weitere Fragen hinzugefügt wurden. Für das Themengebiet

„Vorwissen – Einführung in die organische Chemie“ wurden dagegen einige Fragen aus dem Post-Fragebogen des vorangegangenen Durchgangs übernommen und durch weitere fachliche Fragen ergänzt. Dabei werden sechs der Fragen zum Versuch 1 im Kapitel 3.2 und sechs zum Versuch 2 gestellt. Mit der Einfügung der Fragen des Post-Fragebogens in den Pre-Fragebogen wurde das Ziel verfolgt, genauere Aussagen über den Wissenszuwachs der einzelnen Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den darin enthaltenen Erklärvideos zu erhalten. Im Folgenden wird für den Pre-Fragebogen auch die Bezeichnung Fragebogen 1 verwendet.

Themengebiet	Anzahl	Art
Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung	5 (Item 1 bis 4, 9)	4 Likert- Typ, 1 Multiple-Choice Frage
Motivation und Erfahrungen Erklärvideoproduktion	5 (Item 5 bis 8, 10)	3 Likert- Typ, 2 Freifelder
Interesse und Vorjahresnote	2 (Item 11, 12)	2 Likert- Typ
Schülervorstellungen	4 (Item 13 bis 16)	4 Multiple-Choice Fragen
Vorwissen -Grundlagen	6 (Item 17 bis 22)	6 Multiple-Choice Fragen
Vorwissen – Einführung organische Chemie	12 (Item 23 bis 34)	12 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	1 (Item 35)	1 Freifeld
Codegenerierung	1 (Item 36)	1 Freifeld

Tabelle 10-1: Erläuterung zu den Items des Pre-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 23/24.

Post-Fragebogen Erhebung Schuljahr 23/24

Im Rahmen der Post-Befragung beantworteten die Schüler:innen 40 Fragen zu den in der Tabelle aufgeführten Themengebieten (siehe Tabelle 10-2). Die Items 1 bis 13 waren identisch wie die im Post-Fragebogen der Erhebung im Schuljahr 22/23. Die Fragen des Pre-Fragebogens aus dem Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“, sowie „Vorwissen-Einführung organische Chemie“ wurden für den Post-Fragebogen vollständig übernommen (in der 10-2 als „Inhaltliche Fragen – Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ benannt) und durch weitere sieben inhaltliche Fragen ergänzt. Im Folgenden wird für den Post-Fragebogen auch als äquivalente Bezeichnung Fragebogen 2 verwendet.

Themengebiet	Anzahl	Art
Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung	3 (Item 1 bis 3)	3 Likert- Typ
Motivation und Erfahrungen	5 (Item 4 bis 7,10)	5 Likert- Typ
Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs	4 (Item 8, 9, 38, 39)	2 Likert- Typ. 2 Freifelder
Inhaltliche Fragen – Grundlagen (wie in Pre-Fragebogen)	6 (Item 17 bis 20, 23, 24)	6 Multiple-Choice Fragen
Inhaltliche Fragen – organische Chemie	18 (Item 13 bis 16, 21, 22, 25 bis 36)	19 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	2 (Item 11, 12 und 37)	2 Freifelder und 1 Multiple-Choice Fragen
Codegenerierung	1 (Item 40)	1 Freifeld

Tabelle 10-2: Erläuterung zu den Items des Post-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 23/24.

Follow-up-Fragebogen Erhebung Schuljahr 23/24

Für den Follow-up Fragebogen wurden alle Fragen ab Item 12 aus dem Post-Fragebogen übernommen (siehe Tabelle 10-3). Im Folgenden wird für den Follow-up-Fragebogen auch als äquivalente Bezeichnung Fragebogen 3 verwendet.

Themengebiet	Anzahl	Art
Inhaltliche Fragen – Grundlagen (wie in Pre-Fragebogen)	6 (Item 6 bis 9, 12, 13)	6 Multiple-Choice Fragen
Inhaltliche Fragen – organische Chemie	18 (Item 2 bis 5, 10, 11, 14 bis 25)	18 Multiple-Choice Fragen
Weitere Rückmeldungen	2 (Item 1, 26)	1 Freifeld
Codegenerierung	1 (Item 27)	1 Freifeld

Tabelle 10-3: Erläuterung zu den Items des Follow-up Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 23/24.

Stichprobe Fragebogenerhebung im Schuljahr 23/24

Insgesamt füllten im Schuljahr 23/24 134 Schüler:innen den Pre-Fragebogen aus. Wie bereits in den vorangegangenen Schuljahren nahm die Zahl der Schüler:innen, die die Post- und Follow-up-Fragebögen ausfüllten, deutlich ab (siehe Tabelle 10-4). Tabelle 10-5 gibt einen Überblick über die Klassen, die in der dritten Intervention teilnahmen. Es haben insgesamt sechs Klassen von fünf Lehrkräften aus drei Schulen an der Intervention im Schuljahr 23/24 teilgenommen. Die Lehrkraft der Klasse 2 brach aufgrund von Krankheit und Personalmangel die Intervention ab. Desweiteren wurden trotz mehrmaliger Kontaktaufnahme und Erinnerung durch die Forschungsleitung teilweise die Fragebögen nicht vollständig ausgefüllt. Dies betraf vor allem die Post-Befragung. Die Ursache dafür konnte nicht vollständig geklärt werden. Die Lehrkraft der Klassen 3 und 4 gab im

nachfolgenden Gespräch an, dass die Schüler:innen im Unterricht gleichermaßen die Fragebögen ausgefüllt hätten. Jedoch wurden keine Ergebnisse der Klasse 3 gespeichert. Weiterhin berichtete die Lehrkraft von schlechten Internetverbindungen, weshalb sie vermutet, dass die Internetverbindung unterbrochen wurde, als die Schüler:innen die Fragebögen abschickten und deshalb von der Klasse 3 keine Fragebögen vorliegen. Mit acht Schüler:innen dieser Klasse konnten aber nachfolgend Leitfadeninterviews durchgeführt werden und dadurch Rückmeldungen zur Arbeit mit dem Selbstlernbuch eingeholt werden. Ebenfalls lagen von der Klasse 6 keine Daten für den Post-Fragebogen vor, da die Lehrkraft vergessen hat, den Schüler:innen den Code für den Fragebogen zur Verfügung zu stellen.

Bezeichnung	Pre-Fragebogen	Post Fragebogen	Follow-up Fragebogen	Hinweise
Klasse 1	N = 25	N = 18	N = 20	
Klasse 2	N = 23	N = 0	N = 0	Intervention abgebrochen
Klasse 3	N = 17	N = 0	N = 0	vermutlich Fehler bei Datenübertragung
Klasse 4	N = 26	N = 14	N = 13	
Klasse 5	N = 21	N = 13	N = 24	
Klasse 6	N = 22	N = 0	N = 9	Fragebogen vergessen auszuteilen
Summe	N = 134	N = 45	N = 66	
bereinigt	N = 129	N = 26	N = 66	

Tabelle 10-4: Auflistung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen im Schuljahr 23/24 sortiert nach Klassen.

Schule	Lehrkraft	Klasse	Schulart	Hinweis
Schule 1	Lehrkraft 1	Klasse 1	Gymnasium	Intervention abgebrochen
	Lehrkraft 2	Klasse 2		
Schule 2	Lehrkraft 3	Klasse 3	Gymnasium	
		Klasse 4		
Schule 3	Lehrkraft 4	Klasse 5	Gesamtschule	11. Klasse
	Lehrkraft 5	Klasse 6		11. Klasse

Tabelle 10-5: Auflistung der Schulen, Lehrkräfte und Klassen, die an der Intervention im Schuljahr 23/24 teilnahmen.

Bereinigung Pre-Fragebogen:

Die Fragebogenergebnisse wurden dahingehend bereinigt, dass die Antworten auf das Item 2 „Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.“ und das Item 4 „Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnlos.“ verglichen wurden. Widersprachen sich die Schüler:innen bei der Beantwortung der beiden Fragen (z.B. Antwort Frage 2: „trifft zu“ und Antwort Frage 4: „trifft zu“), so wurden die Ergebnisse dieses

Schülers/dieser Schülerin nicht in die weitere Auswertung einbezogen, da davon ausgehen war, dass der Schüler/die Schülerin die Fragen nicht richtig gelesen hat. Auf Grundlage dieser Überprüfung mussten fünf Fragebogenergebnisse entfernt werden.

Bereinigung Post-Fragebogen:

Die Fragebogenergebnisse wurden dahingehend bereinigt, dass die Ergebnisse des Item 7 „Es hat mir Spaß gemacht, das Erklärvideo in Kapitel 3.2 zu produzieren.“ und des Item 10 „Es hat mir keinen Spaß gemacht, die Erklärvideos in Kapitel 3.2 zu produzieren.“ verglichen wurden. Widersprachen sich die Schüler:innen bei der Beantwortung der beiden Fragen (z.B. Antwort Frage 7: „trifft zu“ und Antwort Frage 10: „trifft zu“), so wurden die Ergebnisse dieses Schülers/dieser Schülerin nicht in die weitere Auswertung einbezogen, da davon ausgehen war, dass der Schüler/die Schülerin die Fragen nicht richtig gelesen hat. Durch die Kontrollaufgabe zeigte sich, dass 15 Schüler:innen die Aufgabenstellung offensichtlich nicht aufmerksam gelesen hatten und die Ergebnisse dieser Schüler:innen daher nicht zur Auswertung herangezogen werden konnten.

Im Follow-up Fragebogen wurden keine Kontrollfragen eingefügt, da hier nur fachliche Fragen gestellt wurden und daher die Formulierung von Kontrollfragen gesondert erfolgen müsste. Da die Ergebnisse des Nachbefragungsbogens lediglich dazu dienen, Hinweise bezüglich des Wissensstands zehn Wochen nach der Intervention zu erhalten, konnte auf eine Bereinigung der Fragebogenerhebung verzichtet werden.

Für die Interpretation des Wissenszuwachses und die Betrachtung der Veränderung der motivationalen Aspekte während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch war es sinnvoll, die Antworten des Pre-, Post- und Follow-up Fragebogens der einzelnen Schüler:innen zu vergleichen. Mit Hilfe des Zuordnungscode, den die Schüler:innen anhand einer Anleitung am Ende jedes Fragebogens erstellten, konnten die Antworten der Schüler:innen identifiziert und geordnet werden. Aufgrund des geringen Rücklaufs der Post-Befragung standen hierfür nur 19 ausgefüllte Fragebögen zur Verfügung. Davon gaben 14 Schüler:innen an, ein Erklärvideo produziert zu haben.

Auswertung der qualitativen Daten mit SPSS

Die Erfassung der Antworten zu den Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen erfolgte im Schuljahr 23/24, wie auch in den beiden vorangegangenen Interventionen, mit der Umfrageverwaltungssoftware „Google Forms“. Die Ergebnisse wurden nach der Intervention als „CSV-Datei“ heruntergeladen und in einer Excel-Datei zusammengefasst. Anschließend wurde die

Auswertung der Daten mit der statistischen Softwareplattform „IBM SPSS Statistics“ in der Version 29.0.2.0 (20) durchgeführt.

10.2.1.2 Leitfadeninterview Schüler:innen

Mit Hilfe der Leitfadeninterviews, die mit den Schüler:innen geführt wurden, konnten detailliertere Erfahrungsberichte erhalten und ausgewertet werden. Der vorbereitete Interviewleitfaden bestand aus fünf offenen Fragen (siehe Abbildung 10-16), mit denen z.B. motivationale Aspekte, Einschätzungen zum Wissens- und Kompetenzzuwachs und allgemeine Erfahrungen beim Lernen mit dem Selbstlernbuch abgefragt wurden. Für jede dieser fünf Fragen wurden mehrere Vertiefungsfragen notiert. Mit Hilfe dieses Leitfadens sollte sichergestellt werden, dass keine entscheidenden Aspekte und Fragen übersehen wurden, wenngleich die Reihenfolge der Fragen während des Interviews flexibel gehandhabt wurde (Mayer, 2012). Diese Art der Vorbereitung und Durchführung eines Leitfadeninterviews wird in der Fachliteratur als semistrukturierter Leitfaden bezeichnet (Schneijderberg et al., 2022).

Interviewsetting

Im Schuljahr 2023/24 wurde mit 14 Schüler:innen aus zwei 10. Klassen von allgemeinbildenden Gymnasien in Baden-Württemberg (Klasse 1: 6 Schüler:innen; Klasse 3: 8 Schüler:innen) durchgeführt. In der Planungsphase für die Interviews wurde die Lehrkraft über das Vorhaben informiert und das Einverständnis eingeholt, dass diese Interviews während des regulären Unterrichts stattfinden konnten. Dadurch konnte verhindert werden, dass die Schüler:innen aufgrund des zusätzlichen Zeitaufwands von der Teilnahme am Interview abgeschreckt wurden. Anschließend haben die beiden Lehrkräfte die Schüler:innen nach der Bereitschaft zur Teilnahme an dem Interview befragt und den Schüler:innen, die sich die Teilnahme vorstellen konnten, den vorbereiteten Elternbrief und die Einverständniserklärung ausgeteilt. Am Tag der Interviews konnten die Schüler:innen selbst entscheiden, ob sie das Interview allein oder im Tandem durchführen wollten. Für das Interview selbst wurde ein Raum vorbereitet, der die Interviewdurchführung in ungezwungener Atmosphäre ermöglichte. Die Interviewführung erfolgte durch die Autorin selbst. Da das Interview zwischen den Schüler:innen und der Autorin der erste Kontaktpunkt war, kann davon ausgegangen werden, dass es zu keiner Überlagerung durch Beziehungseffekte kam. Vor dem Interview wurde ausdrücklich betont, dass bei dem Interview keine fachlichen Fragen gestellt werden, sondern lediglich die persönlichen Erfahrungen und Rückmeldungen zur der Unterrichtsphase mit dem Selbstlernbuch erfragt werden und die Aussagen

keinesfalls zur Leistungsbeurteilung herangezogen werden. Zudem wurde mitgeteilt, dass die Daten anonymisiert werden, um somit eine ungezwungene Interviewatmosphäre zu schaffen (Mayer, 2012). Nach der Begrüßung wurde das Vorgehen kurz vorgestellt, damit die Schüler:innen wussten, was sie in dem Interview erwartete. Anschließend wurde die Aufnahme mit der App *Sprachmemo* (Dateiformat *m4a*) auf einem dafür bereitgestellten iPad und zur zusätzlichen Sicherung auf einem Aufnahmegerät (mp3) gestartet und eine allgemeine Einleitung genannt. Anschließend wurde die Einleitungsfrage mit der offenen Erzählaufforderung gestellt und ausreichend Zeit zum Überlegen und Antworten gegeben. Die Vertiefung erfolgte dann anhand der notierten Hilfsfragen insofern diese nicht von den Schüler:innen bereits beantwortet wurden bzw. eine Vertiefung notwendig war, um den Sachverhalt tiefer erfassen zu können. Dem Leitfaden folgend wurde das Interview weitergeführt. Die Interviewlänge lag zwischen 23 Minuten 20 Sekunden und 9 Minuten 29 Sekunden. Damit lag eine große Varianz vor, was zum einen von der Ausführlichkeit der Antworten aber auch von dem Interviewsetting (Einzel- oder Tandeminterview) abhing.

Einleitung:

In den vergangenen Wochen hast du mit dem interaktiven Selbstlernbuch zum Thema „Einführung in die organische Chemie“ auf den iPads gearbeitet. Ich interessiere mich für deine Erfahrungen und Einschätzungen diesbezüglich sehr und freue mich über Ihre Rückmeldungen.

Leitfrage/ Erzählaufforderung	Inhaltliche Aspekte Stichworte – nur erfragen, wenn nicht von allein thematisiert
Einstiegsfrage Erzählaufforderung	<p>Wie hat dir die Arbeit mit dem interaktiven Selbstlernbuch gefallen? <u>Stichworte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Wie hast du die Lernatmosphäre während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch empfunden? - Gibt es positive und negative Erfahrungen, die du während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gemacht hast? - Gab es während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch technische Hürden und Probleme? - Wie hast du dich während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch selbst erlebt? → Gab es Unterschiede zum traditionellen Unterricht? - Welche Aspekte (z.B. Apps, Aufgaben, Texte, Erklärvideos) des Selbstlernbuchs haben dich beim Lernen positiv unterstützt? - Welche Aspekte im Selbstlernbuch waren für dich wenig gewinnbringend?
Erzählaufforderung	<p>Wie schätzt du deinen eigenen Lernzuwachs (Fachwissen) durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein? <u>Stichworte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hast du die Inhalte, die im Selbstlernbuch behandelt wurden, gut verstanden? - War das Setting des selbstorganisierten Lernens für dich gewinnbringend? - Gab es hinsichtlich des Lernzuwachses für dich eine Differenz zum traditionellen Unterricht? - Warst du bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert? - Hättest du dir während der Arbeit dem Selbstlernbuch weitere Unterstützungen oder Hilfestellungen gewünscht? Und wenn ja welche? - Wie erging es dir bei dem selbstorganisierten Experimentieren? - Konntest du deine experimentellen Kompetenzen durch die Videoproduktion vertiefen? - Wie hoch war deine Motivation vor und nach der Erklärvideoproduktion?
Erzählaufforderung	<p>Wie schätzt du deinen eigenen Kompetenzzuwachs (Medienkompetenz) durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein? <u>Stichworte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Wie schätzt du deinen Kompetenzzuwachs (Umgang mit iPads (Pages, iMovie)) durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein? - Gab es hinsichtlich des Kompetenzzuwachses der Medienkompetenz für dich eine Differenz zum traditionellen Unterricht? - Hast du vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch bereits im Unterricht beigebracht bekommen, wie du ein Erklärvideo im Unterricht produzieren kannst? - Hast du mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt, wie du ein Erklärvideo mit dem iPad produzieren kannst? - Findest du, dass sich der Zeitaufwand für die Erklärvideoproduktion gelohnt hat? (Zeitaufwand vs. Nutzen)
Bilanzierungsfragen	<p>Würdest du in der Zukunft gerne nochmals mit einem Selbstlernbuch arbeiten wollen? <u>Stichworte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Welche Aspekte des Selbstlernbuchs würdest du beibehalten wollen? - Welche Aspekte des Selbstlernbuchs würdest du verändern wollen? - Bist du motiviert erneut ein Erklärvideo im Unterricht zu produzieren?
Abschlussfrage	Hast du noch Anmerkungen, Rückmeldungen und Erfahrungsberichte zu der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den Erklärvideos?

Abbildung 10-16: Leitfaden für die Interviews mit den Schüler:innen im Schuljahr 23/24.

Aufbereitung der Interviewaufnahmen

In Abbildung 10-17 ist die Interviewanalyse und die darin enthaltene Vorgehensweise beim Kodieren nach Kuckartz und Rädiker (2020) dargestellt, welche in dieser Arbeit umgesetzt wurde und im Folgenden näher vorgestellt wird. Für die Auswertung wurden die Aufnahmen mit dem Programm *f4x.audiotranskription* transkribiert. Nach dem von Kuckartz und Rädiker vorgeschlagenen Vorgehen wurden für die Auswertung alle erhobenen Interviews herangezogen (Kuckartz & Rädiker, 2020). Die Interviews wurden nach der Transkription im Dateiformat *word* heruntergeladen und in die Auswertungssoftware gemeinsam mit der Audiospur eingebunden. Dort wurden die Interviews gegengelesen und überarbeitet, da das Transkriptionsprogramm nicht alle Informationen richtig erfasst hatte und beispielsweise Begriffe wie „das Selbstlernbuch“ nicht richtig transkribiert hatte. Auch wurde der Sprecherwechsel nicht immer richtig erkannt, was nachträglich angepasst wurde. Um bei der Auswertung eventuelle Unterschiede der befragten Schüler:innen festzustellen, werden die Interviews in zwei Dokumentengruppen mit den Beschriftungen „Interviews Schüler:innen Klasse 1 SJ23/24“ und „Interviews Schüler:innen Klasse 2 SJ23/24“ in *MAXQDA* abgelegt.



Abbildung 10-17: Interviewanalyse und der darin enthaltene Vorgehensweise beim Kodieren nach Kuckartz und Rädiker (2020). (leicht modifiziert basierend auf Kuckartz und Rädiker, 2020, S. XXII)

Die Interviews wurden nach dem Schema „Interview Klasse 1 S1“, Interview Klasse 1 S2“ benannt. Haben zwei Schüler:innen am Interview teilgenommen, so wurden diese durch ein Komma getrennt hintereinander aufgezählt. In Abbildung 10-18 ist ein Screenshot von der Übersicht der Interviews

in MAXQDA zu sehen. Bei der Darstellung der Interviews wurden die Transkriptionsregeln von Kuckartz und Rädiker (2020) umgesetzt, von denen einige im Folgenden zusammengefasst werden.

- Leerzeile zwischen den SprecherInnen
- Eindeutige Bezeichnung der SprecherInnen
Das Programm *f4x.audiotranskription* vergibt bei der Transkription automatisch chronologisch die Bezeichnungen P1, P2, P3 für die am Interview beteiligten Personen. Da die Aufzeichnung stets mit der allgemeinen Einführung durch die interviewende Person beginnt und damit die Bezeichnung P1 erhält, kann diese einheitlich belassen werden. Die interviewten Schüler:innen bekommen dann die Bezeichnung P2 bzw. P3 zugewiesen.
- wortwörtliche Transkription
- lange Pausen werden mit (...) markiert
- kurze Einwürfe einer anderen Person werden folgendermaßen notiert (**P2** genau)
- Anonymisierung der Daten, die einen Rückschluss auf eine befragte Person erlauben.

Die anschließende Kodierung des Interviews diente der intensiven Auseinandersetzung mit den erhobenen Daten, wobei das Ziel verfolgt wurde, Zusammenhänge herauszuarbeiten und anschließend daraus eine Theorie abzuleiten (Muckel & Breuer, 2016).



Abbildung 10-18: Screenshot von der Übersicht der Interview-Transkripte in MAXQDA.

Entwicklung eines Kategoriensystems und Bildung von Kategorien

Aus dem Leitfaden wurden nach Kuckartz und Rädiker (2020) für die Leitfragen des Interviews Kategorien herausgearbeitet (siehe Tabelle 10-6). Anschließend wurden die Kategorien in einer Excel Datei in MAXQDA gemeinsam mit den Fragen als Memo importiert.

Themenbereiche und Fragen aus dem Leitfaden	Gebildete Kategorie	Erläuterung der Kategorie
ERFAHRUNGEN MIT DEM INTERAKTIVEN SELBSTLERNBUCH		
Wie hast du die Lernatmosphäre während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch empfunden?	Lernatmosphäre	Die Lernatmosphäre wird bestimmt durch die Qualität der Beziehung zwischen Lehrer und Schüler ebenso wie durch das Verhältnis der Schüler untereinander z.B. die Schüler:innen nennen, dass sie sich wohl gefühlt haben (siehe auch Kapitel 2.1.3).
Gibt es positive Erfahrungen, die du während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gemacht hast?	Positive Erfahrungen	Schüler:in äußert, dass ihm/ihr etwas gefallen hat. z.B. Ich freue mich; das hat mir Spaß gemacht, das hat mir gefallen.

Gibt es negative Erfahrungen, die du während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gemacht hast?	Negative Erfahrungen	Schüler:in äußert, dass ihm/ihr etwas nicht gefallen hat. z.B. das hat mich frustriert, das hat mir keinen Spaß gemacht, das hat mir nicht gefallen.
Gab es während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch technische Hürden und Probleme?	Technische Probleme	Alle Probleme und Hürden in Bezug auf die iPad- Nutzung und Erklärvideoproduktion.
Wie hast du dich während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch selbst erlebt?	Selbsterleben	Schüler:in beschreibt, wie es ihm/ihr bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch ergangen ist.
Gab es Unterschiede zum traditionellen Unterricht?	Unterschied traditioneller Unterricht	Es werden konkrete Unterschiede zum traditionellen Unterricht angesprochen.
Welche Aspekte (z.B. Apps, Aufgaben, Texte, Erklärvideos) des Selbstlernbuchs haben dich beim Lernen positiv unterstützt?	Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch	Schüler:in nennt Aspekte die ihr/ihm gut gefallen haben und ihn/sie beim Lernprozess unterstützt haben.
Welche Aspekte im Selbstlernbuch waren für dich wenig gewinnbringend?	Lernhinderliche Aspekte im Selbstlernbuch	Schüler:in nennt Aspekte die ihr/ihm nicht gefallen haben und ihn/sie beim Lernprozess behindert haben.
Hinweis: wurde nachträglich induktiv ergänzt	Relevanz Lehrkraft als Hilfestellung	Schüler:in erwähnt die Wichtigkeit, dass die Lehrkraft z.B. bei Rückfragen zur Verfügung stand.
LERNZUWACHS HINSICHTLICH FACHWISSEN		
Hast du die Inhalte, die im Selbstlernbuch behandelt wurden, gut verstanden?	Verständlichkeit	Werden konkret Inhalte genannt, die sie Schüler:innen gut oder nicht gut verstanden haben?
Wie schätzt du deinen eigenen Lernzuwachs hinsichtlich des Fachwissens durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein?	Lernzuwachs	Haben die Schüler:innen das Gefühl fachlich gesehen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch etwas dazu gelernt zu haben?
Gab es hinsichtlich des Lernzuwachses für dich eine Differenz zum traditionellen Unterricht? Hinweis: Wird nur gefragt, wenn im Bereich „Erfahrungen mit dem interaktiven Selbstlernbuch“ noch nicht genannt.	Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht	Beschreibt der/die Schüler:in einen Unterschied bezüglich des Lernzuwachses im traditionellen Unterricht und bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch?
Warst du bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert?	Motivation Selbstlernbuch	Interesse, Spaß/Freude an der Arbeit mit dem Selbstlernbuch.
Hättest du dir während der Arbeit dem Selbstlernbuch weitere Unterstützungen oder Hilfestellungen gewünscht? Und wenn ja welche?	Unterstützung und Hilfestellung	Schüler:in nennt, welche weitere Unterstützungen oder Hilfestellungen sie beim Lernprozess positiv unterstützt hätten.
Wie erging es dir beim selbstorganisierten Experimentieren?	Selbstorganisiertes Experimentieren	Schüler:in berichtet über die Erfahrungen beim selbstorganisierten Experimentieren.
Konntest du deine experimentellen Kompetenzen durch die Videoproduktion vertiefen?	Experimentelle Kompetenzen	Schüler:in gibt Einschätzung ab, ob er/sie die experimentellen Kompetenzen bei der

		(wiederholen)Filmaufnahme der Versuche vertiefen konnte.
Wie hoch war deine Motivation vor und nach der Erklärvideoproduktion?	Motivation Erklärvideoproduktion	Schüler:in berichtet von der Motivation bei der Produktion des Erklärvideos und ob Unterschiede bezüglich der Motivation vor, während und nach der Erklärvideoproduktion vorlagen.
KOMPETENZZUWACHS HINSICHTLICH MEDIENKOMPETENZ		
Wie schätzt du deinen Kompetenzzuwachs (Umgangs mit iPads (Pages, iMovie)) durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein?	Zuwachs Medienkompetenz	Schüler:in gibt Einschätzung ab, ob er/sie sein/ihre Medienkompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch vertiefen konnte.
Gab es hinsichtlich des Kompetenzzuwachses der Medienkompetenz für dich eine Differenz zum traditionellen Unterricht? Hinweis: Wird nur gefragt, wenn im Bereich „Erfahrungen mit dem interaktiven Selbstlernbuch“ noch nicht genannt.	Unterschied Medienkompetenzzuwachs traditioneller Unterricht	Schüler:in gibt Einschätzung ab, ob er/sie sein/ihre Medienkompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch im Vergleich zum traditionellen Unterricht mehr oder weniger vertiefen konnte.
Hast du vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch bereits im Unterricht beigebracht bekommen, wie du ein Erklärvideo produzieren kannst?	Erklärvideoproduktion Unterricht	Schüler:in berichtet, ob er/sie bereits vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gelernt hat wie ein Erklärvideo produziert wird.
Hast du mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt, wie du ein Erklärvideo produzieren kannst?	Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch	Schüler:in berichtet, ob er/sie mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt hat wie ein Erklärvideo produziert wird.
Findest du, dass sich der Zeitaufwand für die Erklärvideoproduktion gelohnt hat? (Zeitaufwand vs. Nutzen)	Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion	Schüler:in tut seine/ihre Meinung kund, ob sich der Zeitaufwand der Erklärvideoproduktion für ihn/sie hinsichtlich des Kompetenzzuwachses gelohnt hat.
ERNEUTER EINSATZ EINES SELBSTLERNBUCHS		
Würdest du in der Zukunft gerne nochmals mit einem Selbstlernbuch arbeiten wollen?	Erneutes Lernen mit Selbstlernbuch	Schüler:in macht eine Aussage dazu, ob er/sie erneut Lust haben mit einem Selbstlernbuch zu lernen.
Welche Aspekte des Selbstlernbuchs würdest du beibehalten wollen?	Aspekte beibehalten	Schüler:in nennt Aspekte, die ihm/ihr so gut gefallen haben, dass diese auf jeden Fall im Selbstlernbuch enthalten bleiben sollen.
Welche Aspekte des Selbstlernbuchs würdest du verändern wollen?	Aspekte verändern	Schüler:in nennt Aspekte, die ihm/ihr nicht gut gefallen haben, so dass diese nicht im Selbstlernbuch enthalten bleiben sollen.
Bist du motiviert erneut ein Erklärvideo im Unterricht zu produzieren?	Motivation erneute Erklärvideoproduktion	Ist der/die Schüler:in motiviert erneut ein Erklärvideo im Unterricht zu produzieren?

ABSCHLUSS		
Hast du noch Anmerkungen, Rückmeldungen und Erfahrungsberichte zu der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den Erklärvideos?	Weitere Rückmeldungen	Schüler:in gibt Rückmeldungen zu weiteren Themengebieten oder nennt Anmerkungen, die ihm/ihm wichtig sind erneut zu betonen.
ERGÄNZENDE KATEGORIEN		
Alles, was zunächst in keine der genannten Kategorie fällt	Sonstiges	

Tablle 10-6: Übersicht der Themenbereiche und Fragen, den gebildeten Kategorien für die Analyse der Leitfadenterviews mit den Schüler:innen, sowie einer Erläuterung zu jeder Kategorie.

Anschließend erfolgte die Zuweisung der Kategorien zu den einzelnen Abschnitten der Interviewtranskripte. Folgend wird beispielhaft die Zuordnung der Antworten des Transkripts „Interview Klasse 1 S1“ zu den Kategorien, exportiert aus MAXQDA, gezeigt (Abbildung 10-19).

	1	P1: In den vergangenen Wochen hast du ja mit dem interaktiven Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" auf dem iPad gearbeitet. Und ich interessiere mich jetzt besonders für deine Erfahrungen und Einschätzungen diesbezüglich bezüglich und freue mich allgemein, dass du das Interview mit mir führst. Genau. Die erste große Frage ist einfach „Wie hat dir dann die Arbeit mit dem Selbstlernbuch gefallen?“
..Positive Erfahrungen	2	P2: Sehr gut. Also ich habe das in Partnerarbeit gemacht und ich fand es sehr cool, dass man das auch so eigenständig machen konnte. Und es hat mir sehr gut gefallen. Und ich weiß auch, dass es [Name der Arbeitspartners] sehr gut gefallen hat.
	3	P1: Schön und insgesamt die Lernatmosphäre.
..Lernatmosphäre	4	P2: Fand ich auch gut und dass man sich das auch alles selber dann irgendwie beigebracht hat mit den ganzen Videos, aber das halt auch immer, trotzdem war gut, dass immer ein Lehrer dabei war. Aber sonst fand ich es auch sehr gut.
..Relevanz Lehrkraft als Hilf	5	P1: Schön. Gibt es negative Erfahrungen, die du gemacht hast?
..Relevanz Lehrkraft als Hilf	6	P2: Ähm, nicht wirklich. Also weil wenn man was nicht verstanden hat, konnte man ja immer trotzdem nachfragen.
	7	P1: Und irgendwas, was mir besonders positiv im Kopf geblieben ist.
..Positive Erfahrungen	8	P2: Das es mehrere Versuche gab, die man immer machen konnte. Und das ist halt mehr als sonst im Chemieunterricht. Also wir hatten in den letzten zwei Jahren haben wir nicht so viele Versuche gemacht wie jetzt in der Zeit.
..Unterschied traditionell	9	P1: Okay, schön. Gab es denn technische Hürden oder Probleme bei euch?
	10	P2: Nee, gar nicht.

Abbildung 10-19: Screenshots aus MAXQDA des codierten Leitfadenterview des Interviews mit dem Namen „Interview Klasse 1 S1“.

10.2.1.3 Leitfadeninterview Lehrkräfte

Im Schuljahr 2023/24 wurden mit vier der Lehrkräfte, die das Selbstlernbuch in ihrem Unterricht eingesetzt haben, Leitfadeninterviews durchgeführt. In der Planungsphase für die Interviews wurde die Lehrkraft über das Vorhaben informiert und das Einverständnis für die Aufnahme des Interviews eingeholt. Die Interviews wurden aus organisatorischen Gründen überwiegend digital über die Plattform Zoom durchgeführt. Vor dem Interview wurde ausdrücklich betont, dass das Interesse an den persönlichen Erfahrungen und positiven wie auch kritischen Rückmeldungen zur der Unterrichtsphase mit dem Selbstlernbuch groß ist. Zudem wurde mitgeteilt, dass die Daten anonymisiert werden, um somit eine ungezwungene Interviewatmosphäre zu schaffen (H. O. Mayer, 2012). Nach der Begrüßung wurde das Vorgehen kurz vorgestellt, damit die Lehrkraft wusste, was sie in dem Interview erwartet. Anschließend wurde die Aufnahme mit der App *Sprachmemo (Dateiformat m4a)* auf einem dafür bereitgestellten iPad und zur zusätzlichen Sicherung auf einem Aufnahmegerät (mp3) gestartet und eine allgemeine Einleitung genannt. Anschließend wurde die Einleitungsfrage mit der offenen Erzählaufforderung gestellt und ausreichend Zeit zum Überlegen und Antworten gegeben. Die Vertiefung erfolgte dann anhand der notierten Hilfsfragen insofern diese nicht von der Lehrkraft bereits beantwortet wurden bzw. eine Vertiefung notwendig war, um den Sachverhalt tiefer erfassen zu können. Dem Leitfaden folgend wurde das Interview weitergeführt. Die Interviewlängen der vier Interviews waren mit einer maximalen Länge von 26 Minuten 46 Sekunden und minimalen Länge von 24 Minuten 45 Sekunden sehr ähnlich.

Aufbereitung der Interviewaufnahmen

Die Aufbereitung der transkribierten Interviews erfolgte äquivalent zu dem Vorgehen für die Schüler:inneninterviews. Die Kategorien für die Auswertung der Lehrkräfteinterviews wurden entsprechend der Kategorien, die für die Schüler:inneninterviews abgeleitet wurden, übernommen bzw. geringfügig angepasst.

Entwicklung eines Kategoriensystems und Bildung von Kategorien

Aus dem Leitfaden wurden nach Kuckartz und Rädiker (2020) für die Leitfragen des Interviews Kategorien herausgearbeitet (siehe Tabelle 10-7) Anschließend wurden die Kategorien in einer Excel Datei in *MAXQDA* gemeinsam mit den Fragen als Memo importiert.

Themenbereiche und Fragen aus dem Leitfaden	Gebildete Kategorie	Erläuterung der Kategorie
ERFAHRUNGEN MIT DEM INTERAKTIVEN SELBSTLERNBUCH		
Wie haben Sie die Lernatmosphäre während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch empfunden?	Lernatmosphäre	Die Lernatmosphäre wird bestimmt durch die Qualität der Beziehung zwischen Lehrer und Schüler ebenso wie durch das Verhältnis der Schüler untereinander z.B. die Lehrkräfte beschreiben, dass sie das Gefühl haben, dass sich die Schüler:innen wohl gefühlt haben (siehe auch Kapitel 2.1.3).
Gibt es positive Erfahrungen, die Sie während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gemacht haben?	Positive Erfahrungen	Lehrkraft äußert, dass ihm/ihr etwas gefallen hat. z.B. Ich freue mich; das hat mir Spaß gemacht, das hat mir gefallen.
Gibt es negative Erfahrungen, die Sie während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gemacht haben?	Negative Erfahrungen	Lehrkraft äußert, dass ihm/ihr etwas nicht gefallen hat. z.B. das hat mich frustriert, das hat mir keinen Spaß gemacht, das hat mir nicht gefallen.
Gab es während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch technische Hürden und Probleme?	Technische Probleme	Alle Probleme und Hürden in Bezug auf die iPad- Nutzung und Erklärvideoproduktion.
Haben Sie Unterschiede bezüglich des Erlebens Ihrer Schüler:innen im Vergleich zum traditionellen Unterricht wahrgenommen?	Unterschied Erleben der Schüler:innen zum traditionellen Unterricht	Es wurden Unterschiede zum traditionellen Unterricht bezüglich des Erlebens von den Schüler:innen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch angesprochen.
Wie haben Sie ihre Rolle als Lehrkraft während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch empfunden?	Rolle der Lehrkraft	Die Lehrkraft beschrieb die eigene Rolle und die dabei wahrgenommenen Gefühle während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch.
LERNZUWACHS HINSICHTLICH FACHWISSEN		
Wie schätzen Sie den Lernzuwachs hinsichtlich des Fachwissens Ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein?	Lernzuwachs	Die Lehrkräfte beschreiben den fachlichen Lernzuwachs ihrer Schüler:innen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch.
Gab es hinsichtlich des Lernzuwachses bei Ihren Schüler:innen Ihrer Meinung nach eine Differenz zum traditionellen Unterricht?	Unterschied Lernzuwachses traditioneller Unterricht	Beschreibt die Lehrkraft einen Unterschied bezüglich des Lernzuwachses der Schüler:innen im traditionellen Unterricht und bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch?
Waren Ihre Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert?	Motivation Selbstlernbuch	Die Lehrkraft beschreibt bei Ihren Schüler:innen Interesse, Spaß/Freude an der Arbeit mit dem Selbstlernbuch wahrgenommen zu haben.
War das Setting des selbstorganisierten Experimentierens für Ihre Schüler:innen gewinnbringend?	Selbstgesteuertes Experimentieren	Die Lehrkraft berichtet über die Erfahrungen beim selbstorganisierten Experimentieren.

Glauben Sie, dass die Schüler:innen die Inhalte durch die Erklärvideoproduktion besser verstanden haben?	Fachwissenszuwachs durch Erklärvideoproduktion	Die Lehrkraft gibt Einschätzung ab, ob die Schüler:innen die Inhalte durch die Produktion des Erklärvideos besser verstanden haben.
KOMPETENZZUWACHS HINSICHTLICH MEDIENKOMPETENZ		
Wie schätzen Sie den Medienkompetenzzuwachs (Umgangs mit iPads (Pages, iMovie)) Ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein?	Zuwachs Medienkompetenz	Lehrkraft gibt Einschätzung ab, ob die Schüler:innen ihre Medienkompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch vertiefen konnten.
Gab es hinsichtlich des Kompetenzzuwachses der Medienkompetenz eine Differenz zum traditionellen Unterricht?	Unterschied Medienkompetenz-zuwachs traditioneller Unterricht	Lehrkraft gibt Einschätzung ab, ob die Schüler:innen ihre Medienkompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch im Vergleich zum traditionellen Unterricht mehr oder weniger vertiefen konnten.
Haben Ihre Schüler:innen mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt, wie ein Erklärvideo mit dem iPad produziert wird?	Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch	Lehrkraft gibt Einschätzung ab, die Schüler:innen mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt hat wie ein Erklärvideo produziert wird.
Finden Sie, dass sich der Zeitaufwand für die Erklärvideoproduktion gelohnt hat?	Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion	Lehrkraft tut ihre Meinung kund, ob sich der Zeitaufwand der Erklärvideoproduktion für die Schüler:innen hinsichtlich des Kompetenzzuwachses, ihrer Meinung nach, gelohnt hat.
ERNEUTER EINSATZ EINES SELBSTLERNBUCHS		
Würden Sie in Zukunft gerne nochmals ein Selbstlernbuch in Ihrem Unterricht einsetzen?	Erneutes Lernen mit Selbstlernbuch	Lehrkraft macht eine Aussage dazu, ob sie erneut ein Selbstlernbuch in ihrem Unterricht einsetzen würde.
Welche Aspekte des Selbstlernbuchs würden Sie beibehalten wollen?	Aspekte beibehalten	Lehrkraft nennt Aspekte, die ihr so gut gefallen haben, dass diese auf jeden Fall im Selbstlernbuch enthalten bleiben sollen.
Welche Aspekte des Selbstlernbuchs würden Sie verändern wollen?	Aspekte verändern	Lehrkraft nennt Aspekte, die ihr so nicht gefallen haben, und nicht mehr im Selbstlernbuch enthalten bleiben sollen.
ABSCHLUSS		
Haben Sie noch Anmerkungen, Rückmeldungen und Erfahrungsberichte zu der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den Erklärvideos?	Weitere Rückmeldungen	Lehrkraft gibt Rückmeldungen zu weiteren Themengebieten oder nennt Anmerkungen, die ihm/ihr wichtig sind erneut zu betonen.
ERGÄNZENDE KATEGORIEN		
Alles, was zunächst in keine der genannten Kategorie fällt.	Sonstiges	

Tabelle 10-7: Übersicht der Themenbereiche und Fragen, den gebildeten Kategorien für die Analyse der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften, sowie einer Erläuterung zu jeder Kategorie.

10.2.1.4 Bestimmung der Intercoder-Reliabilität

Um die Intersubjektivität und damit ein wichtiges Gütekriterium zu überprüfen, wurde die im Rahmen der qualitativen Forschung übliche Intercoder-Reliabilität bestimmt (Rädiker & Kuckartz, 2019). Das Vorgehen nach welchem die Intercoder-Reliabilität bestimmt wurde, wird folgend näher vorgestellt. Dieses Vorgehen diente dazu die Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit zu überprüfen (siehe Kapitel 7.1.4). Die Bestimmung der Intercoder-Reliabilität wurde in MAXQDA durchgeführt und dabei die Einzelinterviews aus der Klasse 1 („Interview Klasse 1 S1“ und „Interview Klasse 1 S2“) herangezogen. Neben dem Ziel der Überprüfung der Reliabilität als Gütekriterium wurde die Bestimmung der Intercoder-Reliabilität auch durchgeführt, um das Kategoriensystem zu überprüfen und ggf. anzupassen (ebd.). Die Ergebnisse des erste Intercodervergleichs wurden daher dazu genutzt, um das Kategoriensystem zu überprüfen und anhand der Erkenntnisse zu überarbeiten. Die Ergebnisse der zweiten Intercoder-Reliabilitätsbestimmung wurde dann zur Ermittlung der Qualität des Kategorienkatalogs verwendet. Folgend werden die Ergebnisse der beiden Zyklen vorgestellt.

Erste Intercoder-Reliabilitätsbestimmung

(gleichzeitiges unabhängiges Kodieren nach Rädiker und Kuckartz (2019))

Zunächst wurden dem/der Intercoder:in 1 die beiden transkribierten Interviews „Interview Klasse 1 S1“ und „Interview Klasse 1 S2“, sowie das Kategoriensystem (ohne die in Tabelle 10-7 zu stehenden Erläuterungen der Kategorien) und die schriftlich fixierten Regeln (siehe Abbildung 10-20) für die Kodierung digital zur Verfügung gestellt.

Regeln für die Codierung:

- Nur die Aussage der interviewten Personen wird dem Code zugewiesen. Außer bei den Kategorien „Sonstiges“ und „Blumen am Wegesrand“ wird die Frage mit Codiert aufgrund der Verständlichkeit.
- Wird eine Frage verneint, so wird sie nicht dem Code zugewiesen.
Beispiel: P1: Schön. Gibt es negative Erfahrungen, die du gemacht hast?
P2: Ähm, nicht wirklich. Also weil wenn man was nicht verstanden hat, konnte man ja immer trotzdem nachfragen.
(Interview Klasse 1 S1, Pos. 5-6) → der farblich markierte Satz wird stattdessen dem Code „Relevanz Lehrkraft als Hilfestellung“ zugeordnet.
- Bei den Tandeminterviews wurde teilweise ebenfalls die Antwort beider Schüler:innen der Kategorie gleichzeitig zugewiesen, da die Aussage der anderen Person häufig einfach durch ein „Ja, das sehe ich auch so.“ oder „da stimme ich zu“ ergänzt wurde.
Beispiel: Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 36-38
P1: Aber hier so vor Ort, dann im Unterricht, wenn ihr am Arbeiten wart, wie habt ihr euch da motiviert oder hat es euch gestresst, nur eben durch den Zeitdruck.
P2: Also ich, es hat mich schon motiviert. Ich fand es halt toll, dass du viel Abwechslung gab, weil ich einerseits meine Aufgaben bearbeitet, was Neues gelernt und dann Versuche und so. Also das fand ich echt ganz gut der Abwechslung.
P3: Ja, genauso.

Abbildung 10-20: Regeln für die Codierung der Leitfadeninterviews im SJ 23/24.

Nach einer mündlichen Einweisung und der damit verbundenen Vorstellung des Vorgehens und der Dokumente führte InterCoder:in 1 die Codierung durch. Diese wurden in MAXQDA übertragen und mit den von der Autorin codierten Leitfadeninterviews verglichen und anschließend die Bestimmung der InterCoder-Reliabilität mit der in MAXQDA unter dem Menüpunkt „Analyse“ zur Verfügung stehenden Funktion „InterCoder-Übereinstimmung“ vorgenommen.

Die Einstellungen, die für die

Berechnung vorgenommen wurden, ist der Abbildung 10-21 zu entnehmen.

Das Ergebnis der Berechnung, die in MAXQDA nach Brennan und Prediger (1981) berechnet wurde, ist in Abbildung 10-22 zu sehen.

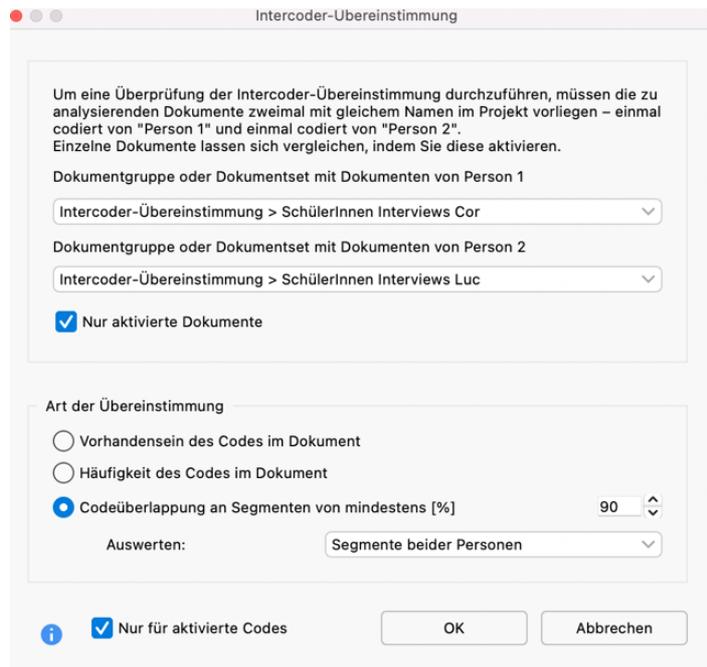


Abbildung 10-21: Einstellungen für die Berechnung der InterCoder-Reliabilität in MAXQDA.

Schüler:innen-Interviews Klasse 1 S1, S2

		Person 1		
		1	0	
Person 2	1	a = 186	b = 41	227
	0	c = 43	0	43
		229	41	270

$P(\text{observed}) = P_o = a / (a + b + c) = 0.69$

$P(\text{chance}) = P_c = 1 / \text{Anzahl der Codes} = 1 / 20 = 0.05$

$Kappa = (P_o - P_c) / (1 - P_c) = 0.67$

Bei ungleicher Anzahl an Codes pro Segment oder bei Auswertung eines Codes allein:

$P(\text{chance}) = P_c = \text{Anzahl der Codes} / (\text{Anzahl der Codes} + 1)^2 = 0.05$

$Kappa = (P_o - P_c) / (1 - P_c) = 0.67$

Abbildung 10-22: Berechnung von Kappa für die Inter-coder-Reliabilitätsbestimmung in MAXQDA nach Brennan und Prediger (1981).

Die Ergebnisse für Kappa, die nach Brennans und Predigers berechnet werden, können einen Wert von -1,00 und + 1,00 annehmen (Rädiker & Kuckartz, 2019). Dabei entspricht ein der Wert von +1 der vollständigen Übereinstimmung der Codierungen.

In Orientierung an die Benchmark-Hinweise (ebd.) entspricht ein Wert zwischen 0.61 und 0.80 einem guten Ergebnis. Jedoch merken Rädiker und Kuckartz an, dass auch wenn der berechnete Kappa-Wert in einem guten Bereich liegt, das Kategoriensystem aufgrund der Erkenntnisse durch die vergleichende Codierung durch den/die Inter-coder:in überarbeitet und verbessert werden sollte (ebd.). Auf Basis des Vergleichs der Codierungen durch die Autorin und den Inter-coder:in 1 wurde deutlich, dass die Kategorien aufgrund der Fragen aus dem Leitfaden und der daraus gebildeten Kategorie teilweise nicht einheitlich interpretiert wurden.

Beispielsweise ordnete der/die Inter-coder:in 1

alle positiven Teile von Aussagen wie zum Beispiel „Und es hat mir sehr gut gefallen.“ (Interview Klasse 1 S1 Inter-coder:in, Pos. 2) oder „Also es hat mir gut gefallen.“ (Interview Klasse 1 S1 Inter-coder:in, Pos. 18) der Kategorie „Positive Erfahrungen“ zu. Dadurch wurden jedoch sehr viele unzusammenhängende Satzteile der Kategorie zugeordnet und entsprechen dadurch nicht dem Auswertungsvorgehen nach der inhaltliche Strukturierung von Mayring (Mayring, 2015). Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde die Tabelle 10-6 mit dem Kategoriensystem um die Spalte „Erläuterung zur Kategorie“ ergänzt, um die Genauigkeit der Kategorien zu erhöhen. Anschließend wurden die Dateien an eine/n weitere Inter-coder:in gesendet, der/die die Kategorisierung für die Inter-coder-Reliabilität erneut vornahm.

Zweite Intercoder-Reliabilitätsbestimmung

(gleichzeitiges unabhängiges Kodieren nach Rädiker und Kuckartz (2019))

Für die zweite Intercoder-Reliabilitätsbestimmung wurden erneut die Interviews „Interview Klasse 1 S1“ und „Interview Klasse 1 S2“ verwendet und gleichermaßen wie bei der ersten Bestimmung vorgegangen. Abbildung 10-23 zeigt die Berechnung von Kappa für die Intercoder-Reliabilitätsbestimmung der von der Autorin und dem/den Intercoder:in 2 codierten Interviews in MAXQDA nach Brennan und Prediger (1981). Es zeigt sich, dass der/die Intercoder:in 2 und die Autorin bei der Codierung eine deutlich höhere Übereinstimmung mit einem Wert für Kappa von 0.92 hatten.

Nach Rädiker und Kuckartz (2019) kann der Bereich ab 0.81 als sehr gutes Ergebnis interpretiert werden. Die Beschreibung der Kategorien erwiesen sich damit als sehr sinnvoll und alle anderen Leitfadeninterviews wurden auf dieselbe Weise interpretiert. Da die Kategorienbildung abgeleitet von den Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen und den Lehrkräften sehr ähnlich und auch das Vorgehen dabei identisch waren, war es nicht notwendig die Intercoder-Reliabilitätsbestimmung in Bezug auf die Lehrkräfteinterviews ebenfalls durchzuführen.

		Person 1		
		1	0	
Person 2	1	a = 236	b = 13	249
	0	c = 8	0	8
		244	13	257

$$P(\text{observed}) = P_o = a / (a + b + c) = 0.92$$

$$P(\text{chance}) = P_c = 1 / \text{Anzahl der Codes} = 1 / 25 = 0.04$$

$$\mathbf{Kappa = (P_o - P_c) / (1 - P_c) = 0.91}$$

Bei ungleicher Anzahl an Codes pro Segment oder bei Auswertung eines Codes allein:

$$P(\text{chance}) = P_c = \text{Anzahl der Codes} / (\text{Anzahl der Codes} + 1)^2 = 0.04$$

$$\mathbf{Kappa = (P_o - P_c) / (1 - P_c) = 0.92}$$

Abbildung 10-23: Berechnung von Kappa für die Intercoder-Reliabilitätsbestimmung in MAXQDA nach Brennan und Prediger (1981).

11 Auswertung der Erhebungsergebnisse Schuljahr 23/24

In diesem Kapitel wird die Auswertung der in Schuljahr 23/24 erhobenen quantitativen und qualitativen Daten erläutert. In Abschnitt 11.1 werden zunächst allgemeine Informationen, sowie das Vorwissen der Forschungsgruppe 1 und 2 vorgestellt. In den Abschnitten 11.2 bis 11.5 erfolgt die Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten hinsichtlich der vier Forschungsfragen (siehe Kapitel 1.2).

11.1 Stichprobenbeschreibung Schüler:innen

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Daten werden aus den Fragebogenerhebungen, die die Schüler:innen vor der Intervention (Pre- Fragebogen) ausgefüllt haben, abgeleitet. Zunächst erfolgte eine Auswertung bezüglich der Kompetenzen und Interessen der Schüler:innen in Bezug auf das Fach Chemie (siehe Kapitel 11.1.1), sowie die Motivation und bisherigen Erfahrungen bezüglich der Erklärvideoproduktion (siehe Kapitel 11.1.2). Desweiteren wurden in Kapitel 11.1.3 die Fragen zum Vorwissen zum Themenbereich „Einführung in die organische Chemie“ bzw. den Schülerkonzepten der Schüler:innen ausgewertet. Diese Daten stellten eine wichtige Grundlage für die weitere Interpretation der Ergebnisse bezüglich der Forschungsfragen dar. Die Datensätze des Pre-Fragebogens wurden dafür wie in Kapitel 10.2.1.1 beschrieben vorbereitet und anschließend mit SPSS ausgewertet.

11.1.1 Vorjahresnote und Interesse

Die Schüler:innen wurden im Pre-Fragebogen im Item 12 nach der Zeugnisnote im vergangenen Schuljahr befragt, um mehr über das Leistungsniveau der Stichprobe zu erfahren. Denn, wie in Kapitel 2.1.1 und 2.1.4.1 erläutert, hat das Vorwissen Einfluss auf die Lernprozesse und den Lernzuwachs. Aus der

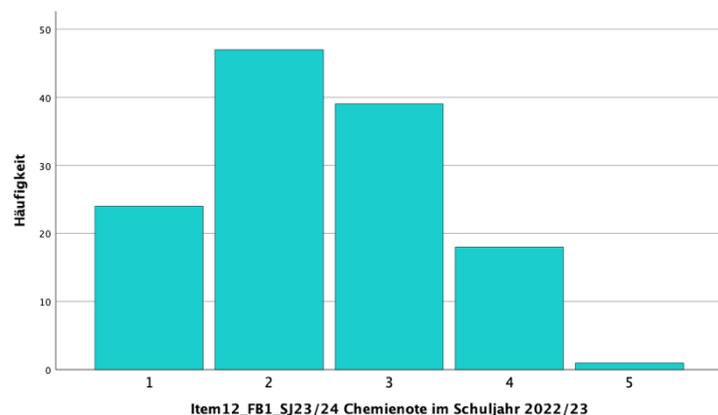


Abbildung 11-1: Chemienoten (Item 12) der befragten Schüler:innen (N = 129) im Schuljahr 2023/24.

Vorjahresnote allein konnte nicht auf das Vorwissen geschlossen werden, sie konnte aber Hinweise auf den Leistungsstand der Schüler:innen in den Themenbereichen der 9. Klasse geben, auf denen die im Selbstlernbuch behandelten Themen aufbauten. Der Durchschnitt der Vorjahresnote im Fach

Chemie der befragten Schüler:innen betrug 2,42. Die Notenverteilung entsprach einer nach links verschobenen Normalverteilungskurve und in der Stichprobe (N = 129) waren die Note 1 (24 %) und die Note 2 (47 %) im Vergleich zu einer Normalverteilung relativ häufig vertreten. Die Durchschnittsnote der Stichprobe der dritten Intervention war damit geringfügig besser als die der zweiten Intervention mit einer Durchschnittsnote von 2,65 für das vorangegangene Schuljahr.

Die Schüler:innen, die alle drei Fragebögen ausfüllten (N = 14), hatten einen Chemienotenschnitt im Schuljahr 22/23 von 2,16. Auch hier lag eine nach links verschobene Normalverteilung vor. Die Note 1 wurde von 16 % der befragten Schüler:innen angegeben und 58 % der Schüler:innen gaben an, im Vorjahr die Note 2 in Chemie erhalten zu haben. Damit wies die Untersuchungsstichprobe SJ 23/24 geringe Unterschiede im Vergleich zur Gesamtstichprobe SJ 23/24 auf. Aufgrund der nur geringen Abweichungen konnten die Daten der Untersuchungsstichprobe SJ 23/24 dennoch in Bezug auf die Vorjahresnote als repräsentativ zur Gesamtstichprobe angesehen werden.

Desweiteren wurden die Schüler:innen im Pre-Fragebogen zu ihrem Interesse am Unterrichtsfach Chemie befragt (Item 11), da das Interesse am Fach Chemie ebenfalls einen Einfluss auf die Motivation und damit auf die Lernwirksamkeit haben kann (siehe Kapitel 2.1.2). 56 % der Gesamtstichprobe SJ 23/24 gaben an, dass sie am Unterrichtsfach interessiert waren (19 % trifft zu, 37 % trifft eher zu, 29 % trifft eher nicht zu, 15 % trifft nicht zu). Innerhalb der Untersuchungsstichprobe SJ 23/24 stimmten 53 % der befragten Schüler:innen (11% trifft zu, 42 % trifft eher zu, 32 % trifft eher nicht zu, 16 % trifft nicht zu) der Aussage von Item 11 „Ich bin sehr interessiert am Unterrichtsfach Chemie.“ zu. Auch hier lagen nur geringe Unterschiede zwischen der Gesamtstichprobe und der Untersuchungsstichprobe SJ 23/24 vor. Auch im Schuljahr 22/23 wurden mit 60 % Zustimmung ähnliche Ergebnisse ermittelt. Das Streudiagramm (siehe Abbildung

11-2) zeigt, dass bei der Gesamtstichprobe SJ 23/24 kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Interesse am Fach Chemie und der Vorjahresnote in Chemie bestand. Die Korrelation nach Pearson, ermittelt mit dem Datenanalyseprogramm

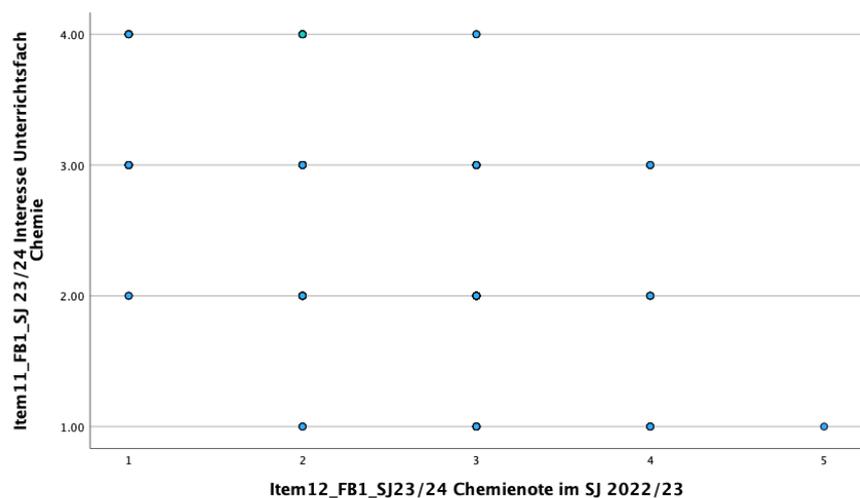


Abbildung 11-2: Streudiagramm zum Interesse und der Vorjahresnote der Gesamtstichprobe SJ23/24 (N= 129). Erklärung zu Item 11: 4 = trifft zu; 3 = trifft eher zu; 2 =trifft eher nicht zu; 1 trifft nicht zu.

11.1.3 Vorwissen Grundlagen für die Einheit „Einführung in die organische Chemie“

Im Pre- Fragebogen wurden den Schüler:innen sechs Fragen zur Basisgröße Stoffmenge und den Wechselwirkungen zwischen Teilchen (Item 17 bis 22) gestellt, da diese Themen wichtige Grundlagen für den Themenbereich „Einführung in die organische Chemie“ darstellen. Für die weitere Auswertung war es interessant, mehr über den Kenntnisstands der Schüler:innen bezüglich dieser Grundlagen zu erfahren,

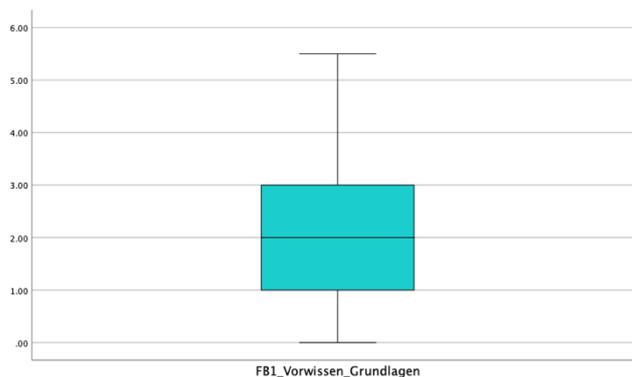


Abbildung 11-4: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet Vorwissen Grundlagen (N = 129).

da dieser Einfluss auf die Lernwirksamkeit haben konnte (siehe Kapitel 2.1.1 und 2.1.4.1). Weiterhin konnte damit ein Eindruck dahingehend gewonnen werden, ob die Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch diese Inhalte vertieften. Da diese Themenbereiche üblicherweise Inhalte der Klasse 8 und 9 sind, konnten die Antworten der Schüler:innen zu diesen Items Hinweise zum Kenntnisstand der Schüler:innen liefern. Zudem wurde ein Zusammenhang zwischen der Chemienote im vorangegangenen Schuljahr vermutet. Die Fragen wurden, wie in Kapitel 10.2.1.1 erläutert, in SPSS ausgewertet und insgesamt konnten die Schüler:innen maximal sechs Punkte für die sechs Fragen erhalten. In der Abbildung 11-4 ist zu sehen, dass die befragten Schüler:innen (N = 129) im Durchschnitt nur 2,05 Fragen richtig beantworten konnten. Desweiteren wurde der Zusammenhang zwischen den richtig beantworteten Fragen und der Vorjahresnote untersucht

und hier zeigte sich eine breite Streuung (siehe Abbildung 11-5), was sich auch in der mit SPSS berechneten Korrelation (Pearson Korrelation = 0.216) bestätigte. Es lag also bei der befragten Stichprobe nur eine geringe Korrelation zwischen der Vorjahresnote und der Anzahl der richtig beantworteten Grundlagenfragen vor.

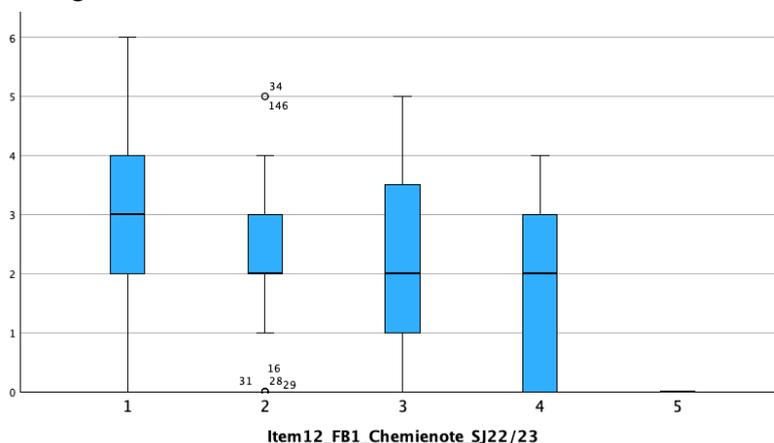


Abbildung 11-5: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen aus dem Bereich Grundlagen“ in Abhängigkeit von der Chemienote im SJ 22/23.

11.1.4 Vorwissen zum Themengebiet „Einführung in die organische Chemie“

Um im Rahmen der Auswertung des Fragebogens 2 und 3 mehr über den Wissenszuwachs erfahren zu können, wurden den Schüler:innen in Fragebogen 1 zwölf inhaltliche Fragen zum Themenbereich des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ gestellt.

Mit diesen zwölf Fragen wurden Inhalte abgefragt, die

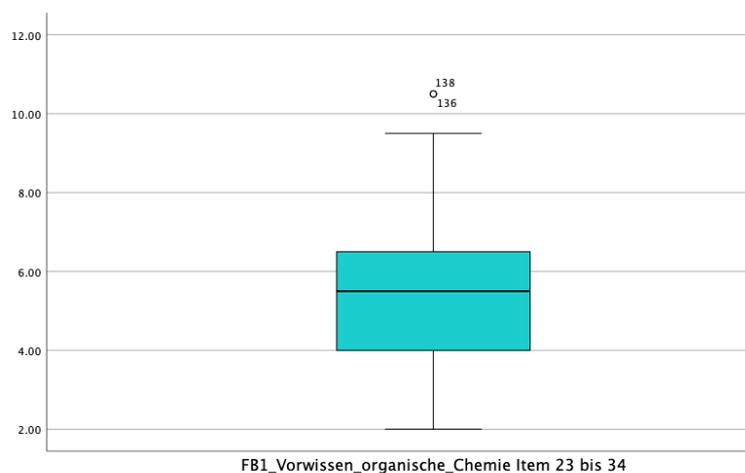


Abbildung 11-6: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 12) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet Einführung in die organische Chemie (N = 129).

voraussichtlich im vorangegangenen Chemieunterricht bisher nicht behandelt worden sind. Der Abbildung 11-6 ist zu entnehmen, dass der Durchschnitt der von den befragten Schüler:innen (N = 129) erreichten Punkte bei 5,5 lag und alle Schüler:innen mindestens zwei Punkt erhielten. Erwartungsgemäß lag hier nur ein geringer Zusammenhang zwischen der von den Schüler:innen angegeben Vorjahresnote und der erreichten Punktzahl zum Themengebiet „Einführung in die organische Chemie“ vor (Pearson Korrelation = 0.2849).

11.1.5 Vorerfahrungen zum rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Unterricht

Wie in Kapitel 2.1.4.1 dargestellt, kann die Einstellung der Schüler:innen bezüglich des Einsatzes von digitalen Medien einen Einfluss auf die Lernwirksamkeit haben. Für die Beurteilung der Ergebnisse der Befragungen nach der Intervention war es daher wichtig, mehr über die Meinung der Schüler:innen bezüglich des rezeptiven Einsatzes von Erklärvideos im Unterricht zu erfahren. Dafür wurden im Schuljahr 23/24 den befragten Schüler:innen drei Items (Item 1 bis 3) zur Einstellung bezüglich des rezeptiven Erklärvideoeinsatzes im Unterricht gestellt. Das Item 4 war ebenfalls zu diesem Thema gestellt, war aber inhaltlich identisch mit dem Item 2 und diente der Überprüfung des konzentrierten Ausfüllens des Fragebogens durch die Schüler:innen. Daher wurde das Item 4 nicht zur Beurteilung herangezogen. Die Tabelle 11-1 zeigt die Ergebnisse dieser drei Fragen.

Item	stimme zu	stimme eher zu	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu
Item 1: Ich schaue gerne Erklärvideos im Unterricht an.	59 % N = 76	39 % N = 50	1 % N = 2	1 % N = 1
Item 2: Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.	38 % N = 49	53 % N = 68	9 % N = 12	0 % N = 0
Item 3: Erklärvideos helfen mir, chemische Inhalte besser zu verstehen.	33 % N = 42	53 % N = 69	11 % N = 14	3 % N = 4

Tabelle 11-1: Ergebnisdarstellung der drei Items (1 bis 3) zur Einstellung gegenüber dem rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Unterricht (N = 129) im Schuljahr 23/24.

Es wurde deutlich, dass der Großteil der befragten Schüler:innen (Item 2: 91 % Zustimmung; Item 3: 86 % Zustimmung) Erklärvideos als ein hilfreiches und sinnvolles Lehrmedium empfinden. Dass zudem 98 % der Schüler:innen Erklärvideos gerne anschauen, konnte einen positiven Lernprozess zudem

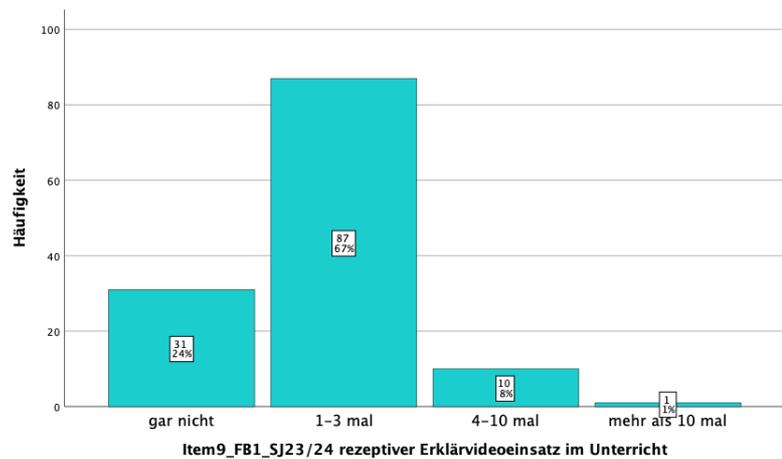


Abbildung 11-7: Häufigkeit des durchschnittlichen rezeptiven Einsatzes von Erklärvideos im Unterricht, angegeben durch die befragten Schüler:innen (N = 129).

verstärken (siehe Kapitel 2.1.2). Einen Einfluss auf die positive Einschätzung bezüglich des rezeptiven Erklärvideoeinsatzes könnte durch den Neuheitseffekt (siehe Kapitel 2.1.4.1) beeinflusst worden sein, weshalb die Schüler:innen zusätzlich gefragt wurden, wie häufig sie durchschnittlich pro Woche im Unterricht Erklärvideos anschauen. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 11 - 7 dargestellt. Es zeigte sich, dass etwa $\frac{3}{4}$ der befragten Schüler:innen angaben, durchschnittlich in der Woche ein Erklärvideo anzuschauen. Damit konnte, zumindest bei einem Großteil der befragten Schüler:innen, davon ausgegangen werden, dass der Neuheitseffekt auf die oben gezeigten Angaben zur Einstellung bezüglich des rezeptiven Erklärvideoeinsatzes keinen bzw. einen geringen Einfluss hatte.

11.1.6 Vorerfahrungen zum produktiven Erklärvideoeinsatz im Unterricht

Für den Einsatz produktiver Erklärvideoaufgaben im Unterricht ist es sehr wichtig die Erfahrungen der Schüler:innen zu berücksichtigen (siehe Kapitel 4.4.1), um das Niveau der Aufgabenstellungen angepasst an den Kenntnisstand der Schüler:innen zu stellen und damit eine Überforderung zu verhindern. 67 % der Untersuchungsstichprobe SJ23/24 gaben an, bisher noch kein Erklärvideo im Unterricht produziert zu haben. Weitere 29 % gaben an bisher 1-2 mal, 3 % gaben an bereits 3-5 mal und 1 % 6-10 mal im Unterricht ein Erklärvideo produziert zu haben. Insgesamt ließ sich also festhalten, dass in der Stichprobe eher weniger Erfahrungen mit der Erklärvideoproduktion vorlagen.

11.1.7 Zusammenfassung Stichprobenbeschreibung

Insgesamt 71 % der Untersuchungsstichprobe gaben an, im vorangegangenen Schuljahr 22/23 Noten im sehr guten bis guten Bereich erhalten zu haben. Diese Angaben wichen von der üblichen Normalverteilung ab. Es zeigte sich ein gewisser Zusammenhang zwischen der Vorjahresnote und dem Interesse in der Form, dass sehr gut bewertete Schüler:innen eher mehr Interesse und die sehr schlecht bewerteten Schüler:innen eher weniger Interesse für das Unterrichtsfach Chemie angaben. Auffällig war zudem, dass die geringe Korrelation zwischen der Vorjahresnote und den erreichten Punktzahlen zum Vorwissen im Pre-Fragebogen vorlag. Diese Gegebenheit musste bei der weiteren Auswertung berücksichtigt werden, da es wichtig war, das Vorwissen in die weiteren Auswertungen mit einzubeziehen und direkte Vergleiche der Ergebnisse der einzelnen Schüler:innen vorzunehmen. Dies gelang anhand der Codes, die am Ende jedes Fragebogens von den Schüler:innen erstellt wurden.

Ein großer Teil der Untersuchungsstichprobe schätzte den Einsatz von Erklärvideos für ihren Lernprozess als sinnvoll und gewinnbringend ein, was auf die Lernwirksamkeit mit dem digitalen Selbstlernbuch Einfluss nehmen könnte, da dieses eine Vielzahl an unterschiedlichen (Erklär)-Videos enthielt. Weiterhin musste bei der Interpretation der erhobenen Daten berücksichtigt werden, dass die Schüler:innen zur Produktion von Erklärvideos im Unterricht noch wenig Erfahrungen sammeln konnten und damit zu vermuten war, dass die Schüler:innen vor der Intervention wenig Kompetenzen im Bereich der Erklärvideoproduktion hatten. Wobei die Stichprobe der dritten Intervention mehr Erfahrungen angaben als die der ersten (siehe Kapitel 8.2.3.1) und zweiten Intervention (siehe Kapitel 9.2.3.1).

11.2 Auswertung der Forschungsfrage 1

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Leitfadeninterviews, die mit den Schüler:innen und LehrerInnen im Schuljahr 2023/24 durchgeführt wurden, sowie die Ergebnisse der Fragebogenerhebungen, die von den Schüler:innen ausgefüllt wurden, in Bezug auf die Forschungsfrage 1 „Ist das digitale und interaktive Selbstlernbuch für den (gleichzeitigen) Erwerb von inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen geeignet?“ dargestellt und diskutiert. In den Tabellen 11-2 bis 11-4 sind die Kategorien der Leitfadeninterviews und die Items der Fragebögen gezeigt, die zur Überprüfung der Hypothesen H 1.1 bis H 1.7 zugeordnet wurden.

Leitfadeninterview Schüler:innen

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 1.1 Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Lernatmosphäre • Positive Erfahrungen • Negative Erfahrungen • Technische Probleme • Selbsterleben • Unterschied traditioneller Unterricht • Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch • Lernhinderliche Aspekte im Selbstlernbuch • Relevanz Lehrkraft • Erneutes Lernen mit dem Selbstlernbuch • Aspekte beibehalten • Aspekte verändern
H 1.2 Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Zuwachs Medienkompetenz
H 1.3 Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Verständlichkeit • Lernzuwachs • Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht • Selbstorganisiertes Experimentieren

Tabelle 11-2: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 1.

Fragebogenerhebung Schüler:innen

Hypothese	Item Post-Fragebogenerhebung
H 1.2 Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Post-Fragebogen Item 9
H 1.3 Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Post-Fragebogen Item 8
H 1.7 Die Schüler:innen können im Post- und Follow-up Test mehr inhaltliche Fragen zum Themenbereich der organischen Chemie richtig beantworten als im Pre-Test.	<ul style="list-style-type: none"> • Pre-Fragebogen Item 17-34 • Post-Fragebogen Item 17-20 und 23-36 • Follow-up Fragebogen Item 6-9 und 12 - 25

Tabelle 11-3: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 1.

Leitfadeninterview Lehrkräfte

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 1.4 Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschied Erleben der Schüler:innen zum traditionellen Unterricht • Rolle der Lehrkraft • Erneuter Einsatz Selbstlernbuch • Aspekte verändern
H 1.5 Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Zuwachs Medienkompetenz
H 1.6 Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Lernzuwachs • Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht

Tabelle 11-4: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 1.

11.2.1 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.1

In den folgenden Kapiteln werden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-2) hinsichtlich der Hypothese H 1.1 „Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.2.1.1 Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen

Nachfolgend wurden die zwölf der Hypothese 1.1 zugeordneten Kategorien (siehe Tabelle 11-2) ausgewertet und analysiert. Zusätzlich wurden die ersten Antworten der Schüler:innen nach der Erzählaufforderung zu ihren Erfahrungen unter dem Abschnitt „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“ ausgewertet. Für die Auswertung der qualitativen Analyse der Leitfadeninterviews wurde die Vorgehensweise der inhaltlichen Strukturierung nach Mayring gewählt (Mayring, 2015). Dazu wurden zunächst die den Kategorien, welchen nach dem Vorgehen von Kuckartz und Rädiker (2020) gebildet wurden (siehe Kapitel 10.1.2.1), zugeordneten Segmente analysiert. Nach der Analyse wurden anschließend Unterkategorien abgeleitet. Im Folgenden werden die einzelnen Kategorien und die dazu gebildeten Unterkategorien dargestellt. Wo nötig, werden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert.

Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch

Eingangs wurde allen am Interview teilnehmenden Schüler:innen die Erzählaufforderung „Wie hat dir die Arbeit mit dem interaktiven Selbstlernbuch gefallen“ gestellt (siehe Kapitel 10.1.2.1).

Für die Auswertung dieser Frage wurde jeweils die erste Antwort der interviewten Personen analysiert und dafür nach der inhaltlichen Strukturierung nach Mayring (2015) den Unterkategorien „sehr gut“ und „gut“ zugeordnet. Eine Unterkategorie wie „nicht gut“ wurde dabei nicht vergeben, da es keine Antwort dieser Art gab. In Tabelle 11-5 sind die Häufigkeiten dargestellt, wie oft eine Antwort der Schüler:innen der jeweiligen Unterkategorie zugeordnet wurde. Es wurde deutlich, dass alle befragten Schüler:innen das Lernsetting Selbstlernbuch insgesamt als positiv empfanden. Elf der befragten Schüler:innen verwendeten in ihrer Antwort direkt die Worte „gut“ bzw. „sehr gut“, weshalb die Zuordnung zu den Unterkategorien danach direkt erfolgen konnte. Ein/e Schüler:in gab an, dass es ihm/ihr „sehr Spaß“ gemacht hatte (siehe Beispiel 1.4). Diese Antwort wurde der Unterkategorie „sehr gut“ zugeordnet. Ein/e Schüler:in bezeichnete das Selbstlernbuch als „kreative Idee“ (siehe Beispiel 1.7). Diese Antwort wurde der Unterkategorie „gut“ zugeordnet. Ein/e Schüler:in (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 4) bezog sich direkt auf die Antwort des/der Interviewpartner:in und gab keine Antwort auf die Frage, weshalb nur 13 Antworten den Unterkategorien zugeordnet wurden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Sehr gut	5
gut	8

Tabelle 11-5: Unterkategorien zur Kategorie „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“ des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Folgend wurden die Antworten beider Unterkategorien weiter analysiert und die Begründungen interpretiert, die die Schüler:innen teilweise zu ihrer Antwort nannten.

In ihren Antworten nannten sieben Schüler:innen als direkte Begründung für die Einschätzung „gut“ bzw. „sehr gut“ die Möglichkeit des selbstgesteuerten Lernens und die dadurch entstehenden Freiheiten. Vier dieser Schüler:innen beschrieben in ihrer Antwort, dass sie allgemein die Möglichkeit, selbstständig zu lernen, als positiv empfunden hatten, ohne dies weiter zu erläutern (siehe Beispiel 1.1 und 1.3). Drei der befragten Schüler:innen empfanden es als positiv für ihren Lernprozess Entscheidungsfreiheiten beispielsweise in Bezug auf den Lernort (siehe Beispiel 1.4) und die Bearbeitungsdauer (siehe Beispiel 1.2 und 1.4) gehabt zu haben. Ein/e Schüler:in begründete ihre positive Einschätzung mit der eigenen Aktivität während des Lernprozesses (siehe Beispiel 1.3).

- **Beispiel 1.1:** „Sehr gut. Also ich habe das in Partnerarbeit gemacht und ich fand es sehr cool, dass man das auch so eigenständig machen konnte. Und es hat mir sehr gut gefallen. Und ich weiß auch, dass es [Name der Arbeitspartners] sehr gut gefallen hat.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 2)
- **Beispiel 1.2:** „Also interessant war es. Ganz gut, weil am besten hat mir gefallen, dass wir viele Experimente machen konnten und dass wir halt selber entscheiden durften, was wir arbeiten und wann.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 2)
- **Beispiel 1.3:** „Ja, also ich fand es insgesamt gut, weil man einfach so ein bisschen selber arbeiten konnte und auch ein bisschen selber aktiver werden konnte. Weil im Unterricht hört man meistens ja nur zu. Und so kommt man sich die Sachen selber durchlesen und auch selber ein bisschen bearbeiten können.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 2)
- **Beispiel 1.4:** „Ja. Bei mir war es auch, mir hats auch sehr Spaß gemacht. Ich fand es besser als normalen Unterricht mit der Tafel oder mit Lehrern. Weil man einfach frei sein konnte, sich im Schulhaus bewegen konnte und einfach in seinem Tempo die Aufgaben und Kapitel zu bearbeiten.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 6)

Vier der befragten Schüler:innen nannten in der Antwort die Bedeutsamkeit der Lehrperson und den Wunsch nach strengerer Reglementierung. Diese Einschätzung wurde in den Leitfadenterviews mit den Schüler:innen so häufig genannt, dass eine eigene Kategorie dazu gebildet wurde (siehe Kapitel 9.2.1.2). Daher wird im Rahmen der Kategorieauswertung „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“ nur kurz darauf eingegangen. Zwei Schüler:innen erwähnten in ihren Antworten das Spannungsfeld, zwischen der Möglichkeit alleine arbeiten zu können und dem Wunsch nach mehr Unterstützung durch die Lehrkraft (siehe Beispiel 1.5). Zwei weitere Schüler:innen berichteten davon, dass in ihrer Arbeitsgruppe die Arbeitsteilung nicht immer ganz klar war, wobei sie sich damit auf die Aufgabe der Erklärvideoproduktion bezogen (siehe Beispiel 1.6).

- **Beispiel 1.5:** „Also mir hat es sehr gut gefallen, auch, dass man so alleine arbeiten konnte, man sich auch die Zeit zum Teil auch gut selber einteilen konnte. Es war halt nur manchmal ein bisschen schwierig, das auch selber zu erarbeiten, weil manchmal finde ich, hätte man noch mal ein bisschen mehr Unterstützung vom Lehrer oder so gebraucht oder auch einfach mal so ein bisschen mehr festere Grenzen. Ich habe auch jetzt, zwar nicht bei mir, aber bei anderen gesehen, dass sie sich schwer getan haben damit.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 2)
- **Beispiel 1.6:** „Also mir hat es eigentlich gut gefallen. Ich habe auch relativ viel mitgenommen. Es war nur manchmal ein bisschen chaotisch, weil wegen der Gruppe und manchmal war nicht klar, welche Aufgaben jemand zu erledigen hatte. Aber insgesamt hat es mir eigentlich ganz gut gefallen.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 2)

Zwei Schüler:innen der Klasse 1 gaben an, während des Lernprozesses unter Zeitstress gestanden zu haben (siehe Beispiel 1.7), was Auswirkung auf ihre zusammenfassende Einschätzung hatte. Auf diesen Aspekt des zeitlichen Drucks wird im Abschnitt „Negative Erfahrungen“ detaillierter eingegangen.

- **Beispiel 1.7:** „Also ich fand es an sich schon eine kreative Idee, weil es auch abwechslungsreich ist, im Gegensatz zum Unterricht. Ähm, Sachen, die ich vielleicht verbessern würde, ist, dass wir mehr Zeit haben zum Bearbeiten von den Aufgaben, weil ich finde, man war immer ein bisschen gestresst und man hatte ein bisschen zu wenig Zeit bei der Bearbeitung und so viel Aufwand, das Video zu machen oder halt das Selbstlernbuch zu bearbeiten. Aber was ich gut fand, waren auch die Versuche. Die haben schon Spaß gemacht und dadurch hat man alles noch mal ein bisschen besser verstanden, denke ich.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 4)

Lernatmosphäre

Der Kategorie „Lernatmosphäre“ wurden alle Antworten auf die direkte Frage nach der empfundenen Lernatmosphäre während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch im Interview zugeordnet. Darüber hinaus wurden alle Segmente der Interviews codiert, in denen die Schüler:innen Aussagen zur Lernatmosphäre nannten. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-6 gezeigten Unterkategorien gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien werden im Folgenden aufgeführt.

Die Antworten von drei Schüler:innen wurden zwei der in Tabelle 11-6 aufgeführten Unterkategorien zugeordnet. Folgend werden Beispiele für die Unterkategorien gezeigt und diskutiert.

Unterkategorie	Häufigkeit
(sehr) gut	4
locker und/oder entspannt	6
laut	4
stressig	1
ablenkend	2

Tabelle 11-6: Unterkategorien zur Kategorie "Lernatmosphäre" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Vier Schüler:innen gaben an, dass sie die Lernatmosphäre während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch als sehr gut oder gut empfanden. Vier der befragten Schüler:innen nannten als Begründung für die gute Lernatmosphäre die Möglichkeit des selbstgesteuerten Lernens (siehe Beispiel 2.1 und 2.2) und die damit einhergehenden Möglichkeiten zur Selbstbestimmung, was das Arbeitstempo oder die Wahl des Lernortes (siehe Beispiel 2.1 und 2.3) betraf.

- **Beispiel 2.1:** „Also mir hat es sehr gut gefallen, auch, dass man so alleine arbeiten konnte, konnte man sich auch die Zeit zum Teil auch gut selber einteilen konnte.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 2)
- **Beispiel 2.2:** „Fand ich auch gut und dass man sich das auch alles selber dann irgendwie beigebracht hat mit den ganzen Videos, [...]“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 4)
- **Beispiel 2.3:** „Also, ich fand sie eigentlich ganz gut. Sie war angenehm, [...] unser Lehrer hat auch gesagt, wir können natürlich auch in die blaue Zone gehen oder im Klassenzimmer bleiben.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 14)

Insgesamt sechs Schüler:innen empfanden die Lernatmosphäre als locker bzw. entspannt. Als Begründung dafür wurde von vier Schüler:innen die Möglichkeit, sich ihren Lernort selbstständig wählen zu können (siehe Beispiel 2.4), genannt. Ein Zusammenhang könnte darin bestehen, dass die Schüler:innen durch das gesteigerte Autonomieempfinden aufgrund der freien Wahl des Lernortes (siehe Kapitel 2.1.4.3) motivierter waren, die Aufgaben zu bearbeiten, was sich wiederum auf die Lernatmosphäre auswirken konnte (siehe Kapitel 2.1.3). Eine der befragten Schüler:innen reflektierte im Interview, dass er/sie die Lernatmosphäre zwar als locker empfunden hatte, dies aber teilweise zu einer geringeren Produktivität im Lernprozess geführt hatte (siehe Beispiel 2.6). Dies könnte einen Hinweis darauf geben, dass der/die Schüler:in bisher nicht ausreichend Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen entwickeln konnte (siehe Kapitel 3.1).

- **Beispiel 2.4:** „Also es war auf jeden Fall sehr locker und sehr entspannt und ich fand es sehr angenehm. Weil wir durften uns ja auch immer verteilen und ich finde, das hat das alles immer ein bisschen aufgelockert und es war auch einfach. Ich fand, es war schön, dass wir auch selbstständig was machen durften. Weil wir haben das ja sonst nicht so, es ist sonst mal was. Der Lehrer steht vorne und dann redet er halt und wir sind halt einfach so und das wir dann halt auch. Wir haben uns auch viel untereinander ausgetauscht. Das ist mir auch aufgefallen, auch mit den Experimenten und so und wir haben uns auch gegenseitig viel geholfen. Also jetzt zum Beispiel, ich habe jetzt von Freunden, die haben sich gegenseitig beim Schneiden des Videos oder so geholfen, weil sie es einfach nicht hinbekommen haben und so und deswegen es hat eigentlich ganz gut funktioniert.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 12)
- **Beispiel 2.5:** „Ja, also mir hat es auch sehr viel Spaß gemacht. Es war wie gesagt sehr entspannt.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 10)
- **Beispiel 2.6:** „Ja. Ich fand die Atmosphäre an sich auch gut. Es war relativ locker. Allerdings hat man dadurch, wenn man nicht unbedingt so produktiv manchmal. Mit den Versuchen ist, manchmal auch nicht so unbedingt vorangekommen.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 12)

Desweiteren berichteten vier der befragten Schüler:innen im Interview, dass sie den Geräuschpegel bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch als lauter empfunden hatten, als während des traditionellen Unterrichts. Alle der befragten Schüler:innen, die empfanden, dass es während der Arbeit laut war,

gaben an, dass sie sich trotzdem, wenn auch teilweise etwas eingeschränkt (siehe Beispiel 2.7) auf die Arbeit mit dem Selbstlernbuch konzentrieren konnten. Der/die Schüler:in, welche/r die Aussage in Beispiel 2.8 gemacht hat, vertrat die Meinung, dass die Inhalte des Selbstlernbuchs für das Lernsetting geeignet waren, da sie, trotz des erhöhten Lernpegels, problemlos bearbeitet werden konnten.

- **Beispiel 2.7:** „Also die war manchmal ein bisschen nicht so wirklich wie im Unterricht, dass alle leise sind, sondern ein paar sind rumgelaufen. Also es war schon ein bisschen lauter als normal.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 5)
Interviewerin: „Okay, hat dich das gestört beim Lernen?“
„Ging. War also war jetzt nicht so, dass man gar nicht lernen konnte, aber es war okay.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 5-7)
- **Beispiel 2.8:** „Also, ich fand sie eigentlich ganz gut. Sie war angenehm, weil. Halt. Also natürlich. Also, also unsere Lehrer hat auch gesagt, wir können natürlich auch in die blaue Zone gehen oder im Klassenzimmer bleiben. Und es war eigentlich überall relativ laut, aber trotzdem konnte man sich konzentrieren, weil es war. Also das war jetzt keine Aufgaben, bei denen man sich jetzt sehr konzentrieren muss und deswegen ging es auch ganz gut.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 14)

Zwei der befragten Schüler:innen gaben weiterhin an, dass sie die Lernatmosphäre als ablenkend empfunden hatten (siehe Beispiel 2.9) und nannten als Begründung die fehlende Kontrolle durch die Lehrkraft. Eine detailliertere Auswertung dieses Sachverhaltes erfolgte im Abschnitt „Relevanz Lehrkraft“.

- **Beispiel 2.9:** „Also, Lernatmosphäre. Manchmal war ich schon abgelenkt, weil durch die Lehrerin ist ja auch niemand da, der kontrolliert, ob man wirklich arbeitet. Deshalb ja, manche war ich abgelenkt, aber überwiegend war es eigentlich gut und ich habe gut gearbeitet.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 8)

Ein/e Schüler:in gab an, dass sie sich bei der Arbeit gestresst gefühlt hätte (siehe Beispiel 2.10), was sie mit dem großen Zeitdruck begründete (siehe Abschnitt „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“). Jedoch betonte diese Person im Anschluss, dass die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ihr trotzdem Spaß bereitet hatte. Ausgehend von dem in Kapitel 2.1.3 beschriebenen Einfluss negativer Gefühle wie Stress auf den Lernprozess, standen diese Aussagen eigentlich im Widerspruch zueinander. Ursache für diese widersprüchlichen Empfindungen könnten gewesen sein, dass der/die Lernende den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch und das Lernprodukt insgesamt als positiv empfand, ihm/ihr aber entscheidende metakognitive Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen fehlten und es daher zu Problemen in der Selbstregulation kam (siehe Kapitel 3.1). Auf den Aspekt des Zeitdrucks wird im Abschnitt „Negative Erfahrungen“ näher eingegangen.

- **Beispiel 2.10:** „Ähm, ja, wie gesagt, es war schon stressig, finde ich. Ähm, ja, aber es hat auch Spaß gemacht. Aber ja.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 9)

Insgesamt bewerteten alle Schüler:innen die Lernatmosphäre grundsätzlich als gut. Allerdings wirkten sich teilweise die Faktoren wie die Lautstärke, der Zeitdruck und Ablenkungen negativ auf das Lernumfeld aus, was erneut die Wichtigkeit der Lehrkraft und ihr Handeln in dem selbstgesteuerten Unterrichtsetting deutlich machten (siehe Kapitel 3.1.1).

Positive Erfahrungen

Alle Antworten, die die befragten Schüler:innen auf die direkte Frage nach positiven Erfahrungen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gaben, wurden der Kategorie „Positive Erfahrungen“ zugeordnet. Darüber hinaus wurden alle Segmente in den transkribierten Interviews codiert, in denen die Schüler:innen Aussagen bezüglich positiver Erfahrungen nannten. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in Tabelle 11-7 dargestellten Unterkategorien gebildet. Inhalte, die doppelt codiert, d.h. auch anderen Kategorien zugeordnet und daher in anderen Abschnitten analysiert wurden, wurden in dieser Kategorie nicht weiter ausgewertet, um Doppelauswertungen zu vermeiden. Dies betraf beispielsweise die Unterkategorie „Abwechslung“ und „Mehr Versuche“ in Tabelle 11-10. Auch die bereits analysierten Aussagen, die im Abschnitt „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“ dargestellt und interpretiert wurden, wurden nicht erneut in die Unterkategorien eingeordnet, außer sie enthielten neue Aspekte. Beispiele und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Selbstgesteuertes Lernen	14
Teamarbeit	4
Versuche	8

Tabelle 11-7: Unterkategorien zur Kategorie " Positive Erfahrungen" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Selbstgesteuertes Lernen

Alle befragten Schüler:innen nannten im Interview als positive Erfahrung beim Lernen mit dem Selbstlernbuch die Möglichkeit, eigene Entscheidungen in Bezug auf den Lernprozess treffen zu können und dadurch mehr Autonomie zu haben. Der Aspekt des selbstständigen Lernens wurde bereits im Abschnitt „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“ thematisiert und in diesem Abschnitt an diese Ergebnisse angeknüpft. Besonders hervorzuheben war, dass alle befragten Schüler:innen berichteten, dass sie das selbstständige Lernen als positiv empfunden hatten. Wie bereits im Abschnitt „Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch“ dargestellt, beschrieben die Schüler:innen, die mit dem Lernsetting Selbstlernbuch einhergehenden Freiheiten bezüglich des Lernprozesses als positiv. Die befragten Schüler:innen nannten in diesem Zusammenhang die Möglichkeit selbst über

die Bearbeitungsdauer der Aufgaben entscheiden zu können als vorteilhaft (siehe Beispiel 3.1 und 3.2). Desweiteren wurde die Möglichkeit, sich im Schulhaus verteilen zu können und damit selbst zu entscheiden, an welchem Ort gelernt wurde, als angenehm beschrieben (siehe Beispiel 3.2). Der/die Schüler:in, zeigte mit der Aussage, welche im Beispiel 3.3 gezeigt ist, ein interessantes Spannungsfeld auf. Er/sie beschrieb darin, dass er/sie sich mit dem selbstgesteuerten Lernen schwertat, da dahingehend bisher wenige Erfahrungen gesammelt werden konnten. Gleichzeitig war diese Person bewusst, dass es sehr wichtig sei, die für das selbstgesteuerte Lernen notwendigen Kompetenzen, auch für die Zukunft, zu erwerben.

- **Beispiel 3.1:** „Also mir hat es sehr gut gefallen, auch, dass man so alleine arbeiten konnte, man sich auch die Zeit zum Teil auch gut selber einteilen konnte.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 2)
- **Beispiel 3.2** „Weil man einfach frei sein konnte, sich im Schulhaus bewegen konnte und einfach in seinem Tempo die Aufgaben und Kapitel zu bearbeiten.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 6)
- **Beispiel 3.3:** „Ja, ich finde es auch gut für die Zukunft, weil später muss man ja auch lernen, selber allein zu lernen ohne irgendwelche Vorgaben. Deswegen finde ich es eigentlich auch schon ganz gut. Natürlich ist es auch schwieriger, weil wir es halt noch nie wirklich so gemacht haben. Man musste sich auch erst mal reinfinden, aber an sich fand ich schon gut, auch für die Zukunft. (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 91)

Teamarbeit

Vier der befragten Schüler:innen nannten auf die Frage nach positiven Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch die Möglichkeit im Team das Selbstlernbuch und die darin enthaltenen Erklärvideoaufgaben zu bearbeiten. Auch die sozialen Aspekte, sich gegenseitig, auch über die gebildeten Teams hinweg, helfen und austauschen zu können, wurden als positiv beschrieben (siehe Beispiel 3.4).

- **Beispiel 3.4** „Wir haben uns auch viel untereinander ausgetauscht. Das ist mir auch aufgefallen, auch mit den Experimenten und so und wir haben uns auch gegenseitig viel geholfen. Also jetzt zum Beispiel, ich habe jetzt von Freunden, die haben sich gegenseitig beim Schneiden des Videos oder so geholfen, weil sie es einfach nicht hinbekommen haben und so und deswegen es hat eigentlich ganz gut funktioniert.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 12)

Versuche

Als weitere positive Aspekte wurden von acht der befragten Schüler:innen die im Selbstlernbuch enthaltenen Versuche, die die Schüler:innen selbstgesteuert durchführten, genannt (siehe Beispiel 3.5 und 3.6). Auf das selbstgesteuerte Experimentieren wird in Kapitel 11.2.3 detaillierter eingegangen.

- **Beispiel 3.5** „Das es mehrere Versuche gab, die man immer machen konnte.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 8)
- **Beispiel 3.6** „Ja, also wie gesagt, schon mit den Versuchen. Es hat Spaß gemacht, auch die Sachen aufzubauen, dann die Sachen zu beobachten. Das macht mir persönlich auch am meisten Spaß, auch am Chemieunterricht. Die Versuche, ähm, ja, das fand ich sehr positiv.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 21)

Negative Erfahrungen

Die Schüler:innen wurden gefragt, ob sie negative Erfahrungen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gemacht hatten. Die Antworten und weitere Segmente, in denen die Schüler:innen Äußerungen dazu machten, wurden der Kategorie „Negative Erfahrungen“ zugeordnet. Insgesamt wurden 17 Aussagen in dieser Kategorie gesammelt. Dabei stammten mehrere Aussagen von denselben Schüler:innen. Drei Schüler:innen nannten keine negativen Erfahrungen. Die Auswertung zeigte, dass die Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch auf verschiedene Herausforderungen stießen, die sie als negative Erfahrungen beschrieben. Durch die Analyse der codierten Antworten konnten die drei in der Tabelle 11-8 dargestellte Unterkategorien gebildet werden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Organisatorische Probleme	6
Fehlende Kontrolle/Unterstützung durch die Lehrkraft	6
Zeitdruck	5

Tabelle 11-8: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Organisatorische Probleme

Herausforderung, die sechs der befragten

Schüler:innen nannten, waren organisatorischer Art. Drei Schüler:innen berichteten davon, dass sie Probleme hatten, die Arbeit im Team, vor allem in Bezug auf die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch, effektiv zu strukturieren (siehe Beispiel 4.1). Des Weiteren berichteten drei Schüler:innen von volitionalen und metakognitiven Herausforderungen, hinsichtlich derer sie Schwierigkeiten hatten ihnen adäquat zu begegnen (siehe Beispiel 4.2 und 4.3). Dabei beschrieben die Schüler:innen vor allem als Problem, dass sie sich durch ihre MitschülerInnen ablenken ließen und Schwierigkeiten hatten, sich ohne äußere Kontrolle konzentriert dem Lernprozess zu widmen. Die oben beschriebenen Probleme könnten auf einen Mangel an Strategien zur Selbstorganisation, Organisation und Arbeitsteilung im Team hindeuten (siehe Kapitel 3.1).

- **Beispiel 4.1:** „Es wurde auch tatsächlich manchmal chaotisch oder wenn einer gefehlt hat, wusste nicht der andere wie viel er machen sollte. Da musste der eine miteinbezogen werden. Oder zeitlich hatten wir auch so kleine Probleme.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 4)
- **Beispiel 4.2:** „Allerdings hat man dadurch, war man nicht unbedingt so produktiv manchmal. Mit den Versuchen ist, manchmal auch nicht so unbedingt vorangekommen. (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 12)
- **Beispiel 4.3:** „Aber das Negative ist, dass einen manchmal die Gruppe vielleicht ein bisschen ablenkt. Und vor allem, dass manche Gruppen eben deutlich schneller waren als andere. Es kommt auch drauf an, wer in der Gruppe ist. Wenn man mit den besten Freunden zusammen ist, dann ist man natürlich ein bisschen langsamer, als wenn man jetzt in der puren Arbeitsgruppe drin ist. Aber je nachdem macht es eben mehr Spaß oder eben nicht. (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 18)

Fehlende Kontrolle/Unterstützung durch die Lehrkraft

Von ebenfalls sechs Schüler:innen wurde die fehlende Kontrolle bzw. Unterstützung durch die Lehrkraft als negativ bewertet. Sie äußerten, dass sie zu wenig Unterstützung durch die Lehrkraft erhielten und sich dadurch unsicher waren, ob sie die Aufgaben richtig gelöst hatten (siehe Beispiel 4.4). Desweiteren wurde von drei Schüler:innen der Wunsch nach mehr Kontrolle und Reglementierung durch die Lehrkraft genannt (siehe Beispiel 4.5 und 4.6). Diese Ergebnisse verdeutlichten, dass es neben dem Bereitstellen von Selbstlernmaterialien essenziell war, ausreichende Unterstützung anzubieten, um den Lernerfolg zu sichern und den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden. Darüber hinaus könnte der von den Schüler:innen geäußerte Wunsch nach mehr Kontrolle auch ein Hinweis darauf sein, dass die Schüler:innen sich das selbstgesteuerte Lernen nicht wirklich zutrauten, sich daher während des Lernprozesses allein gelassen und überfordert fühlten (siehe Kapitel 3.1). Im Abschnitt „Relevanz des Lehrenden“ wird der Aspekt der Bedeutung der Begleitung durch die Lehrkraft im selbstgesteuerten Lernsetting näher betrachtet.

- **Beispiel 4.4:** „Und negativ fand ich halt, dass man zum Beispiel nicht so viele Fragen zu beantworten und dass man halt keine Kontrolle gibt und dass niemand guckt, ob man es auch richtig macht und ob man was macht.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 11)
- **Beispiel 4.5:** „Es war halt nur manchmal ein bisschen schwierig, das auch selber zu erarbeiten, weil manchmal finde ich, hätte man noch mal ein bisschen mehr Unterstützung vom Lehrer oder so gebraucht oder auch einfach mal so ein bisschen mehr festere Grenzen. Ich habe auch jetzt, zwar nicht bei mir, aber bei anderen gesehen, dass sie sich schwer getan haben damit.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 2)
- **Beispiel 4.6:** „Es war teilweise irgendwie, es hat einfach so ein bisschen Führung gefehlt[...]. (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 4)

Fünf Schüler:innen gaben weiterhin an, dass sie sich beim Arbeiten mit dem Selbstlernbuch unter Zeitdruck gesetzt fühlten und sie sich mehr Zeit für die Aufgaben (siehe Beispiel 4.7) und Versuchsdurchführungen (siehe Beispiel 4.8) gewünscht hätten.

- **Beispiel 4.7:** „Ähm, Sachen, die ich vielleicht verbessern würde, ist, dass wir mehr Zeit haben zum Bearbeiten von den Aufgaben, weil ich finde, man war immer ein bisschen gestresst und man hatte ein bisschen zu wenig Zeit bei der Bearbeitung [...]“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 4)
- **Beispiel 4.8:** „Auch bei den letzten Versuchen hätte ich mir halt noch mehr gewünscht, dass wir auch mehr Zeit für beide Versuche hätten. Ich habe jetzt zum Beispiel diesen einen Versuch mit dem Schmieröl gemacht und habe mir dann aber auch gewünscht, dass ich halt auch noch ein bisschen mehr Zeit für den anderen Versuch hätte und mir das auch nochmal genauer anzugucken.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 40)

Technische Probleme

Im weiteren Verlauf der Interviews wurden die Schüler:innen gefragt, ob es während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch technische Hürden und Probleme gab. Insgesamt wurden acht Segmente dieser Kategorie zugeordnet. Vier Schüler:innen gaben an keine technischen Hürden während der

Arbeit mit dem Selbstlernbuch gehabt zu haben. Durch die Analyse der codierten Segmente konnten die zwei in der Tabelle 11-9 dargestellte Unterkategorien gebildet werden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Internetprobleme	7
Usability Probleme	2

Tabelle 11-9: Unterkategorien zur Kategorie "Technische Probleme" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Internetprobleme:

Alle der sieben befragten Schüler:innen aus der Klasse 2 berichteten von Problemen mit der Internetverbindung, was sie im Lernprozess eingeschränkte, da sie nicht alle Erklär- und Lernvideos, sowie LernApps nutzen konnten. Wie die Schüler:innen beschrieben, war das Hauptproblem, dass sie außerhalb des Klassenzimmers lernten, dort aber keine stabile Internetverbindung vorhanden war (siehe Beispiel 5.1). Der Lehrkraft wurde ein HotSpot für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zur Verfügung gestellt, der immer dann genutzt werden konnte, wenn das Schulnetz überlastet war. Allerdings war die Reichweite des HotSpots zu gering, sodass die Schüler:innen sich außerhalb des Klassenzimmers nicht damit verbinden konnten. In Beispiel 5.2 beschrieb ein/e Schüler:in, dass die Lerngruppe am Ende der Lernphase mit dem Selbstlernbuch den HotSpot an den selbst gewählten Lernort mitnehmen konnte. Diese Situation, in der den Schüler:innen bewusst war, dass sie ohne Internetverbindung nur eingeschränkt lernen konnte, er/sie sich aber dennoch für einen anderen Lernort als den Klassenraum entschieden hatte, in dem eine Internetverbindung möglich war, gibt Hinweise darauf, dass der/die Schüler:innen möglicherweise nicht über ausreichende Kompetenzen, vorallem im volitionalen Bereich, für einen selbstgesteuerten Lernprozess verfügte, da er/sie nicht in der Lage war den Lernort auf Grundlage dieser Erkenntnis zu wechseln (metakognitive Kompetenzen) bzw. ihn nicht wechseln wollte (vgl. Kapitel 3.1). Es zeigte sich auch, wie wichtig die Regulation durch die Lehrkraft in den Phasen des selbstgesteuerten Lernens war. Desweiteren berichtete eine Person aus der Klasse 1 ebenfalls, dass die WLAN-Verbindung an der Schule zeitweise nicht so gut war, dies bezog sich aber nur auf Probleme beim Download der Materialien (siehe Beispiel 5.4).

- **Beispiel 5.1:** „Das Problem oder das Blöde, dass das Internet weg war.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 12)
- **Beispiel 5.2:** „Hier in der Schule, also ganz schlecht. Wir haben uns dann am Ende mit so Routern gemacht, dass manche den Router mitgenommen haben. Dann hat es bisschen funktioniert.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 18)

Usability Probleme:

Zwei Schüler:innen aus der Klasse 1 nannten Usability Probleme als technische Hürde, die sich direkt auf die Bedingungen an der Schule bezogen. Beide folgenden Zitate (Beispiels 5.3 und 5.4) zeigten auf, dass die Schüler:innen Probleme mit dem Download der Dateien von der SchulApp Sdui, auf der die Lehrkraft den Schüler:innen das Selbstlernbuch und die begleitenden Dokumente zur Verfügung gestellt hatte, auf ihr iPad herunterzuladen. Desweiteren sprach der/die Schüler:in Probleme bei der Handhabung des Selbstlernbuchs ohne Stift an.

- **Beispiel 5.3:** „Stuy hat jetzt nicht immer funktioniert auf den iPads. Oder es gab welche von Samsung und es war ja eine Pages Datei.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 27)
- **Beispiel 5.4:** Ja, genau. Das Reinschreiben schon. Vor allem, wenn man keinen Stift hatte, war das bisschen kompliziert. Und wir haben ja auch mit dem Schul-iPad gearbeitet. Ähm, da war das WLAN auch nicht so gut und es hat halt manchmal ein bisschen länger gedauert, die Sachen runterzuladen und dann ist man halt in diesen Zeitdruck gekommen, weil die anderen schon angefangen haben und man selbst halt noch nicht mal das Material hatte. Und das war halt bei uns der Fall. (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 17)

Zusammenfassend konnte daraus gefolgert werden, dass die Schüler:innen grundsätzlich mit dem Selbstlernbuch gut zurechtkamen und dabei mit wenigen technischen Hürden konfrontiert waren. Aufgrund der eingefügten Elemente, die eine stabile Internetverbindung für die Nutzung voraussetzen, war es sehr wichtig, dass den Schüler:innen für die Bearbeitung eine zuverlässige WLAN-Verbindung zur Verfügung stand und sie zuverlässigen Zugriff auf alle benötigten Dokumente und Dateien hatten.

Selbsterleben

Bei der Analyse der 25 codierten Segmente in der Kategorie „Selbsterleben“, wurde deutlich, dass diese mindestens einer weiteren Kategorie zugeordnet wurden. Häufig gab es eine Überschneidung mit der Kategorie „Unterschied traditioneller Unterricht“, aber auch mit den verschiedenen Kategorien zur Motivation. Daher wurde auf eine gesonderte Auswertung dieser Kategorie verzichtet, um Dopplungen zu verringern.

Unterschied traditioneller Unterricht

Der Kategorie „Unterschied traditioneller Unterricht“ wurden alle Antworten auf die Frage „Gab es Unterschiede zum traditionellen Unterricht?“ zugeordnet. Darüber hinaus wurden alle Segmente der Interviews codiert, in denen die Schüler:innen Aussagen zu Unterschieden zwischen dem traditionellen Unterricht und dem Lernsetting mit dem Selbstlernbuch nannten. Anschließend wurden die codierten Segmente analysiert, gruppiert und die in der Tabelle 11-10 gezeigten Unterkategorien gebildet, welche folgend analysiert wurden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Schüler: innenaktivität	11
Kein Unterschied	2
Lernprodukt Selbstlernbuch	1
Mehr Versuche	1
Abwechslung	5

Tabelle 11-10: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied traditioneller Unterricht" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Schüler:innenaktivität

Elf der befragten Schüler:innen gaben an, dass für sie der entscheidende Unterschied zum traditionellen Unterricht die Eigenaktivität (siehe Beispiel 6.1 und 6.2), die Möglichkeit, in Gruppen zu arbeiten und sich auszutauschen (siehe Beispiel 6.1), sowie die Möglichkeit, im eigenen Tempo (siehe Beispiel 6.2 und 6.3) und an einem selbst gewählten Ort (siehe Beispiel 6.3) zu arbeiten, war. Ein/e Schüler:in beschrieb anfängliche Probleme beim selbstgesteuerten Lernen (siehe Beispiel 6.2). Die anschließende Beschreibung, dass ihm/ihr die Zeiteinteilung während der Arbeit aber immer leichter fiel, ließ darauf schließen, dass er/sie einen Kompetenzzuwachs im Bereich der metakognitiven Kompetenzen (siehe Kapitel 3.1) erreicht hatte. Ein/e Schüler:in nannte als Gewinn für sich, dass er/sie bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch Verantwortung für den eigenen Lernprozess übernehmen und sich darauf konzentrieren musste, was ihm/ihr geholfen hatte, die Gedanken auf den Lerninhalt zu fokussieren (siehe Beispiel 6.4). Zwei Schüler:innen beschrieben, dass sie den Lernprozess erst durch äußere Anreize (siehe Beispiel 6.5) und Regulation durch die Lehrkraft konzentriert und sinnvoll bewältigen konnten. Weiterhin beschrieb eine Person, dass sie mit Hilfe der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gelernt hatte, selbstgesteuert zu lernen (siehe Beispiel 6.6).

- **Beispiel 6.1:** „Ich fand, es war schön, dass wir auch selbstständig was machen durften. Weil wir haben das ja sonst nicht so, es ist sonst so: Der Lehrer steht vorne und dann redet er halt und wir sind halt einfach so. Und das wir dann halt auch, wir haben uns auch viel untereinander ausgetauscht. Das ist mir auch aufgefallen, auch mit den Experimenten und so und wir haben uns auch gegenseitig viel geholfen.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 12)
- **Beispiel 6.2:** „Ja, ich find halt, beim Unterricht ist es halt so alles durch getaktet und man hat zum Beispiel bestimmte Zeitangaben, zum Beispiel für die Aufgabe jetzt zehn Minuten Zeit oder 15 Minuten Zeit, je nachdem. Und hier war es halt so, dass man sich die Zeit sozusagen selbst einteilen musste. Und das fand ich am Anfang schon schwierig. Aber nach einer Zeit konnte man auch schon sich die Zeit einteilen und man weiß auch, wie lange, wie lange man für die Sachen braucht.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 29)
- **Beispiel 6.3:** „Ich fand es besser als normalen Unterricht mit der Tafel oder mit Lehrern. Weil man einfach frei sein konnte, sich im Schulhaus bewegen konnte und einfach in seinem Tempo die Aufgaben und Kapitel zu bearbeiten. (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 6)
- **Beispiel 6.4:** „Beim normalen Unterricht wird es schnell langweilig und dann schweifen meine Gedanken ein bisschen ab. Aber bei dem Selbstlernbuch musste ich mich halt selbst konzentrieren.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 62)

- **Beispiel 6.5:** „Ja, und auch was, was auch bei mir ein bisschen so war, dass er gesagt hat, dass es auch eine Note gibt. Dann habe ich halt mich auch so ein bisschen mehr angestrengt.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 18)
- **Beispiel 6.6:** „Vielleicht so auch, dass man merkt, wie man sich selbst vielleicht was beibringen kann oder wie man oder wie man sich selbst damit zurechtkommt, was sich selbst beizubringen.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 31)

Kein Unterschied

Zwei Schüler:innen sagten im Interview, dass es für sie keinen entscheidenden Unterschied zwischen der Lernphase mit dem Selbstlernbuch und den traditionellen Unterricht gab (siehe Beispiel 6.7 und 6.8). Jedoch sagte eine/r der befragten Schüler:innen im weiteren Verlauf, dass er/sie während des Prozesses gelernt hatte selbstgesteuert zu lernen.

- **Beispiel 6.7:** „Eigentlich habe ich weitergemacht wie immer.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 23)
- **Beispiel 6.8:** „Aufgaben weiter abarbeiten. So weit wie man kommt.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 25)

Lernprodukt Selbstlernbuch

Ein/e Schüler:in nannte als Unterschied zwischen dem traditionellen Unterricht und der Lernphase mit dem Selbstlernbuch das Lernprodukt, welches bei der Klassenarbeitsvorbereitung unterstützen konnte (siehe Beispiel 6.9).

- **Beispiel 6.9:** „Ja. Also einerseits. Wir schreiben ja am Mittwoch die Klassenarbeit schon. Und das hat mir auch viel geholfen, dass ich das halt noch hatte auf meinem iPad. Und dann kann ich halt auch das Stück für Stück voran gehen und mir das alles nochmal anschauen. Das fand ich gut. Ja. (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 23)

Mehr Versuche

Desweiteren gab ein/e Schüler:in als Unterschied zum traditionellen Unterricht die Anzahl der Versuche an (siehe Beispiel 6.10).

- **Beispiel 6.10:** „Das es mehrere Versuche gab, die man immer machen konnte. Und das ist halt mehr als sonst im Chemieunterricht. Also wir hatten in den letzten zwei Jahren haben wir nicht so viele Versuche gemacht wie jetzt in der Zeit. (Interview Klasse 1 S1 Intercoder, Pos. 8)

Abwechslung

Fünf der befragten Schüler:innen gaben an, dass das Lernsetting des Selbstlernbuchs mehr Abwechslung als der traditionelle Unterricht für sie bot (siehe Beispiel 6.11 bis 6.12). Diese Abwechslung wurde dabei als ein positiver Aspekt formuliert.

- **Beispiel 6.11:** „Und positiv halt, wie gesagt, dass es so mal was anderes ist und so was Neues. Nicht immer nur so dieses Erklären an der Tafel und so. (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 14)
- **Beispiel 6.12:** „Es ist was es ist, was abwechselndes zu normalen Schulalltag [...]“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 15)

Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch

Folgend wurden die Antworten für die Unterkategorie „Lernförderliche Aspekte“ inhaltlich strukturiert dargestellt und Beispiele gegeben. Die Schüler:innen wurden im Leitfadeninterview dazu gefragt, welche Aspekte sie im Selbstlernbuch als lernförderlich empfanden. Die Antworten auf diese Frage und weitere Aussagen, die dazu im Laufe des Interviews genannt wurden, wurden der Kategorie „Lernförderliche Aspekte“ zugeordnet. Insgesamt wurden dafür 31 Segmente codiert, analysiert und anschließend gruppiert. Auf Grundlage der Analyse wurden für diese Kategorie die in Tabelle 11-11 gezeigten sechs Unterkategorien erstellt, die folgend detailliert betrachtet wurden.

Antwort	Häufigkeit
Erklärvideos und Tutorials	14
LernApps	5
Strukturierungshilfen	5
Texte	4
Selbstgesteuertes Lernen allgemein	3
Versuche	1

Tabelle 11-11: Unterkategorien zur Kategorie "Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Erklärvideos und Tutorials

Alle 14 befragten Schüler:innen nannten die Erklärvideos als lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch. Dabei gaben die Schüler:innen an, dass sie durch das Anschauen und die visuelle Veranschaulichung die Inhalte besser verstehen könnten (siehe Beispiel 7.1 und 7.4). Beispiel 7.3 zeigte noch einmal das Problem der instabilen Internetverbindung (siehe Abschnitt „Technische Probleme“) und deren Auswirkungen. Der/die Lernende beschrieb die Situation, dass es für ihn/sie ohne die Erklärvideos schwierig war, die Inhalte adäquat zu verarbeiten. Der positive Effekt der Erklärvideos und Tutorials zeigte sich für den/die Schüler:in dann beim Lernen in Vorbereitung auf die Klassenarbeit. Weiter beschrieb ein/e Schüler:in als Vorteil der Erklärvideos die Möglichkeit des Pausierens und Zurückspulens und damit den flexiblen Einsatz des Mediums zur Unterstützung des Lernprozesses. In Beispiel 7.2 nannte eine Person, dass er/sie normalerweise das Lernen mit Texten den Erklärvideos vorzog, aber mit den Erklärvideos im Selbstlernbuch sehr gut zurechtgekommen war.

- **Beispiel 7.1:** „Ich kann einfach besser lernen, wenn ich etwas zum Anschauen habe. Also wenn es mir sichtlich erklärt wird.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 43)
- **Beispiel 7.2:** „Also ich lerne tatsächlich eigentlich nicht so mit Lernvideos, wenn ich damit eigentlich nicht so gut zurechtkomme. Aber jetzt bei dem ging es eigentlich sehr gut, weil ich fand, die Lernvideos waren eigentlich gut und verständlich gemacht und ich fand, sie waren auch nicht in die Länge gezogen und es war auch meistens immer nur das wichtige drinne. Und es hat mir dann halt auch sehr geholfen und ich fand es einfach auch mal angenehm. Das ist jetzt so auch selber, du musst es selber nachdenken, die wurde nicht direkt so alles erklärt und es war nicht so überladen.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 28)

- **Beispiel 7.3:** „Also ich fand es manchmal ein bisschen schwierig, den Sachen da zu folgen, aber mit den Lernvideos, die konnten wir uns leider nicht anschauen, weil wir kein Internet hatten. (P1 okay) aber ich habe dann später zur Klassenarbeit damit gelernt und die mit den Erklärvideos war es dann sehr einfach.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 10)
- **Beispiel 7.4:** „Also mich haben die Erklärvideos an sich am meisten unterstützt, weil ich finde das ist einfach nochmal, da kann man Pause machen und nochmal zurückspulen. Aber ganz persönlich, das finde ich einfach am besten. Und genau, man bekommt es auch noch mal schön so veranschaulicht, meistens am Beispiel anders wie beim Text zu lesen.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 35)

LernApps

Fünf der befragten Schüler:innen nannten im Interview die LernApps und die damit verbundene Möglichkeit die eigenen Lernzuwachs zu testen als lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch (siehe Beispiel 7.5). 13 Schüler:innen berichteten im Interview, dass sie die LernApps und weiteren Informationen auf der Webseite nur gelegentlich oder nicht genutzt hatten. Die befragten Schüler:innen der Klasse 2 gaben dafür überwiegend die instabile Internetverbindung als Ursache der nur gelegentlichen Nutzung an. Dagegen nannten die Schüler:innen der Klasse 1 Zeitprobleme als Ursache. Vier Schüler:innen berichten aber, dass sie die Inhalte der Webseiten und die LernApps für die Nachbereitung und Klassenarbeitsvorbereitung zu Hause genutzt und diese dabei als hilfreich empfunden hatten.

- **Beispiel 7.5:** „Und zwischendurch konnte man ja auch immer noch so sich selber testen, ob er das verstanden hat. Also ich fand diese online, wenn man da diese Fragen hatte, fand ich gut und man konnte es ja immer wieder wiederholen.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 16)

Strukturierungshilfen

Weitere fünf Schüler:innen empfanden die integrierten Strukturierungshilfen, wie die Übersichten zu den einzelnen Arbeitsschritten (Beispiel 7.6), den Aufbau des Selbstlernbuchs allgemein durch die Kapitelstrukturierung (siehe Beispiel 7.7) und die zeitlichen Empfehlungen für die Kapitel (siehe Beispiel 7.8) als lernförderlich.

- **Beispiel 7.6:** „Ich fand einfach, die Arbeitsschritte waren genau angegeben und das fand ich richtig gut, dass man genau wusste, was man machen soll.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 147)
- **Beispiel 7.7:** „Aber es war auch eigentlich ganz übersichtlich mit den verschiedenen Kapiteln.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 22)
- **Beispiel 7.8:** „Denn es gab ja eigentlich diese Vorgaben mit der Zeit und dann konnte man sich das gut einteilen. Und wenn man schneller war, konnte man das schneller machen. Und das fand ich sehr gut.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 52)

Texte

Die im Selbstlernbuch enthaltenen Texte fanden weiterhin vier Personen als lernförderlichen Aspekt (siehe Beispiel 7.8).

- **Beispiel 7.8:** „Die Texte, die ich fand. Die gut, weil die waren nicht zu lang. Aber es stand halt drin, was man wissen musste. Deshalb fand ich die Texte gut.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 31)

Selbstgesteuertes Lernen allgemein

Drei Schüler:innen gaben an, dass sie prinzipiell das Setting des selbstgesteuerten Lernens als lernförderlich empfanden (siehe Beispiel 7.9). Dieser Aspekt wurde im Abschnitt „Selbstgesteuertes Lernen“ genauer betrachtet.

- **Beispiel 7.9:** „Weil man das halt dann entscheiden konnte, wann man das jetzt machen will. Und dass hat dann auch viel Spaß gemacht und man war halt viel selbstständiger als sonst und man wusste halt. (Interview Klasse 1 S1, Pos. 58)

Versuche

Auch meinte ein/e Schüler:in, dass die Versuche er/sie beim Lernprozess positiv unterstützt hatten (siehe Beispiel 7.10).

- **Beispiel 7.10:** „Aber was ich gut fand, waren auch die Versuche. Die haben schon Spaß gemacht und dadurch hat man alles noch mal ein bisschen besser verstanden, denke ich.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 4)

Lernhinderliche Aspekte im Selbstlernbuch

Insgesamt wurden sechs Segmente der Kategorie „lernhinderliche Aspekte“ zugeordnet. Bei der Analyse konnten alle codierten Segmente der Unterkategorie „Texte“ zugeordnet werden. Die vier Schüler:innen beschrieben, dass sie die Texte aufgrund der Länge (siehe Beispiel 8.1) und der Komplexität (siehe Beispiel 8.2) als lernhinderlich empfanden.

- **Beispiel 8.1:** „Ja, die Texte waren auch zum Teil relativ lang deswegen. Also wenn man es verstehen wollte, sollte man sich schon damit beschäftigen wirklich.“
- **Beispiel 8.2:** „Ja, also für die Texte musste man ja schon ein Vorwissen mitbringen. Und wenn man das halt nicht hatte, dann war es halt schwierig, das halt alles ganz genau zu verstehen. Aber sonst ging es eigentlich okay.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 39)

Relevanz Lehrkraft

Nach dem von Kuckartz und Rädiker vorgeschlagenen Vorgehen wurde die Kategorie „Relevanz Lehrkraft“ induktiv ergänzt (Kuckartz & Rädiker, 2020), da bei der Codierung der Interviews auffiel, dass die befragten Schüler:innen vermehrt die Wichtigkeit der Begleitung und Reglementierung durch die Lehrkraft anmerkten. Daraufhin wurden die Transkripte erneut dahingehend analysiert und dabei 24 Segmente gefunden, die dieser Kategorie zugeordnet werden konnten. Aus der Gruppierung dieser Segmente ergaben sich die in der Tabelle 11-12 gezeigten Unterkategorien, welche folgend anhand von Beispielen näher beschrieben werden. In den Interviews sprachen alle Schüler:innen das Thema der Relevanz der Lehrkraft an. Teilweise wurden in einem Segment auch mehrere Unterkategorien gefunden, weshalb die Zahl der Segmente von der Gesamtzahl der Unterkategorien voneinander abwich.

Unterkategorie	Häufigkeit
Hilfestellung	14
Fehlende Unterstützung	7
Fehlende Reglementierung	7

Tabelle 11-12: Unterkategorien zur Kategorie "Relevanz Lehrkraft" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Hilfestellung

In den durchgeführten Interviews gaben alle vierzehn Schüler:innen an, dass die Möglichkeit, Hilfestellung durch die Lehrkraft erhalten und Fragen stellen zu können, für sie entscheidend war (siehe Beispiel 9.1 und 9.2). Die Person, die im Beispiel 9.2 zitiert wurde, berichtete zudem, dass sie sich zu Beginn des selbstständigen Lernens hilflos fühlte, die Option der Lehrkraft Fragen stellen zu können, schien ihr dabei eine Stütze gewesen zu sein.

- **Beispiel 9.1:** „Also weil wenn man was nicht verstanden hat, konnte man ja immer trotzdem nachfragen.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 6)
- **Beispiel 9.2:** „Ja, also am Anfang war es glaube ich schon so, dass man eher ein bisschen hilfloser war und dass man da erst mal hineinfinden musste. Aber dann ging es. Und [Name der Lehrkraft] hat ja auch gesagt, dass wir ihn fragen können. (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 27-28)

Fehlende Unterstützung

Gleichzeitig wurde von drei Schüler:innen kritisch angemerkt, dass sie sich zu wenig unterstützt fühlten (siehe Beispiel 9.3). Vier Schüler:innen äußerten zudem den Wunsch nach intensiverer Betreuung und mehr Rückmeldungen durch die Lehrkraft (siehe Beispiel 9.4).

- **Beispiel 9.3:** „[...] hätte man noch mal ein bisschen mehr Unterstützung vom Lehrer oder so gebraucht [...]“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 2)
- **Beispiel 9.4:** „Jetzt vielleicht jetzt nicht jede Stunde, aber ich hätte mir vielleicht alle drei, vier Wochen ungefähr oder vielleicht zweimal im ganzen Kurs so einen Checkpoint gewünscht. (P1 okay) Dass man eben noch mal die Ergebnisse abgleicht und (P1 okay) Ja, und insgesamt vielleicht ein bisschen mehr Anleitung.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 10)

Fehlende Reglementierung

Darüber hinaus thematisierten sieben Schüler:innen das Fehlen der Reglementierung durch die Lehrkraft (siehe Beispiel 9.5 bis 9.7). Eine Ursache dafür könnte sein, dass die Schüler:innen die klaren Vorgaben und Strukturen vermissten, die sie aus dem traditionellen Unterricht gewohnt waren (siehe auch Kapitel 3.1.1).

- **Beispiel 9.5:** „Weil man halt natürlich entspannt war, weil man halt kein Lehrer hatte zur Aufsicht immer. Und da hatte ich mir tatsächlich ein bisschen mehr, äh, ist mehr Lehrerdasein gewünscht, sage ich mal.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 6)
- **Beispiel 9.6:** „Mit dem, dass man einfach zu wenig Aufsicht hatte, sag ich mal so ein bisschen ein bisschen strenger in manchen Punkten sein sollte.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 16)
- **Beispiel 9.7:** „Also dass zum Beispiel der Lehrer jetzt vielleicht auch nochmal ein bisschen genauer drauf achtet, wer was macht.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 4)

Die dargestellten Ergebnisse zum Thema „Relevanz der Lehrkraft“ verdeutlichten die zentrale Rolle der Lehrkraft im Lernprozess in selbstgesteuerten Lernsettings wie der Arbeit mit dem Selbstlernbuch. Zudem zeigte sich, dass die Schüler:innen Schwierigkeiten hatten die Verantwortung für den selbstgesteuerten Lernprozess zu übernehmen und die volitionalen Kompetenzen häufig wenig ausgeprägt waren. Ursache dafür könnte die geringe Erfahrung mit selbstgesteuerten Lernprozessen gewesen sein (siehe Kapitel 11.2).

Erneutes Lernen mit dem Selbstlernbuch

Desweiteren wurden die Schüler:innen gefragt, ob sie sich vorstellen konnten, erneut mit einem Selbstlernbuch zu lernen, um noch mehr darüber zu erfahren, ob sie das Lernsetting als positiv einschätzten. Für die Auswertung hinsichtlich dieses Aspekts wurden die Kategorie „Erneutes Lernen mit Selbstlernbuch“ gesichtet, die Antworten den Unterkategorien „Zustimmung“ und „keine Zustimmung“ zugeordnet (siehe Tabelle 11-13).

Unterkategorie	Häufigkeit
Zustimmung	14

Tabelle 11-13: Unterkategorien zur Kategorie "Erneutes Lernen mit dem Selbstlernbuch" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Alle befragten Schüler:innen gaben an, dass sie sich vorstellen könnten, erneut mit einem Selbstlernbuch zu lernen. Dazu äußerten acht Schüler:innen ihre volle Zustimmung (siehe Beispiel 10.1 bis 10.4). Ein/e Schüler:in nannte gleichzeitig den Vorteil von iPad-Klassen für den Lernprozess mit einem Selbstlernbuch (siehe Beispiel 10.4).

- **Beispiel 10.1:** „Ja, auf jeden Fall. Also ich glaube es ja auch in anderen Fächern mal cool.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 88)
- **Beispiel 10.2:** „Also ich glaube tatsächlich schon. Ich würde halt dann auch.... Ich wüsste jetzt auch tatsächlich, was ich tun müsste, genauer. Und das wäre dann auch die Anfangsschwierigkeiten, wären dann halt auch einfach nicht so präsent.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 88)
- **Beispiel 10.3:** „Ja, also ich würde auch noch mal damit arbeiten. Ich fand einfach, die Arbeitsschritte waren genau angegeben und das fand ich richtig gut, dass man genau wusste, was man machen soll.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 147)
- **Beispiel 10.4:** „Ja, ja, ich würde schon gerne. Auch weil ich finde es auch gut, wenn wir in der iPad Klasse wären und jeder mit einem eigenen ausgestattet wäre. (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 98)

Sechs der befragten Schüler:innen gaben ihre eingeschränkte Zustimmung (siehe Beispiel 10.3, 10.4, 10.5) mit dem gleichzeitigen Wunsch nach organisatorischen Veränderungen. Vier der Schüler:innen, die eine eingeschränkte Zustimmung gaben, nannten dabei den Wunsch nach stärkerer Reglementierung bzw. mehr Rückmeldungen und Leistungskontrolle durch die Lehrkraft (siehe Beispiel 10.4 und 10.5).

Eine Person äußerte den Wunsch nach mehr Zeit für die Aufgabenbearbeitung bei einem erneuten Einsatz eines Erklärvideos und wünschten sich mehr Videos im Selbstlernbuch (siehe Beispiel 10.6). Eine weitere Person gab an, dass sie sich in Abhängigkeit vom Fach und dem Thema einen erneuten Einsatz vorstellen könnte (siehe Beispiel 10.7).

- **Beispiel 10.4:** „Ich würde dir auch zustimmen, dass es, es ist in Teilen gut, aber so wie wir es jetzt hatten. Also wie gesagt, wie schon vorher genannt, ich würde mir eher so ein bisschen mehr Kontrolle wünschen.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 93)
- **Beispiel 10.5:** „Also ich würde verändern, dass man vielleicht alle zwei Wochen mal eine Schulstunde macht, wo der Lehrer äh, wo man dem Lehrer nur Fragen und der Lehrer das Thema nochmal erklärt, das auch jeder versteht. Ja, aber gleich lassen würde ich die Lernvideos in jedem Kapitel oder nach jedem Kapitel. Die haben mir viel geholfen.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 100)
- **Beispiel 10.6:** „Ähm, also ich persönlich. Ich finde, man sollte die, ähm, das ein bisschen verändern, dass man mehr Zeit hat und also optimieren. Also das Erklär-, das Selbstlernbuch, dass man einfach mehr Zeit für die Bearbeitung hat und dass vielleicht mehr Videos eingebaut sind. Also einfach noch paar so Hilfen, dass es auch besser geht, weil es wie gesagt schon viel Aufwand ist. Ja, aber wenn die Bedingungen optimiert werden würden, dann könnte ich es mir schon vorstellen.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 146)
- **Beispiel 10.7:** „Also Teilen daraus würde ich schon sagen. Jetzt nochmal genauso weiß ich nicht unbedingt, kommt das immer auf das Thema und auf das Fach drauf an und wie komplex das jetzt ist. Aber mit Teilen auf jeden Fall, weil ich finde, dass es halt was anderes ist. Und ja, ab und zu, fänd ich es nicht schlecht.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 92)

Aspekte beibehalten

Durch die Analyse der für Kategorie „Aspekte beibehalten“ ergaben sich keine neuen Erkenntnisse im Vergleich zu der Kategorie „Lernförderliche Aspekte“. Daher wurde auf eine gesonderte Auswertung dieser Kategorie verzichtet, um Dopplungen zu verringern

Aspekte verändern

Im Leitfadeninterview wurden die Schüler:innen gefragt, welche Aspekte im Selbstlernbuch sie gerne verändern würden. Die Antworten darauf wurden der Kategorie „Aspekte verändern“ zugeordnet, analysiert und anschließend gruppiert. Auf Grundlage der Analyse wurden für diese Kategorie die in Tabelle 11-14 gezeigten fünf Unterkategorien gebildet, die folgend detailliert betrachtet wurden. Die insgesamt 16 codierte Segmente stammten von acht der befragten Schüler:innen.

Unterkategorie	Häufigkeit
Ergänzende Übungen/Tutorials/Erklärvideos	3
Mehr Zeit	4
Plenumsphasen	4
Mehr Reglementierung	1
Aufgabe verändern	1

Tabelle 11-14: Unterkategorien zur Kategorie "Aspekte verändern" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Ergänzende Übungen/Tutorials/Erklärvideos

Drei der befragten Schüler:innen nannten Wünsche für ergänzende Übungen, Tutorials oder Erklärvideos im Selbstlernbuch. Ein/e Schüler:in beschrieb, dass er/sie sich mit dem Lernen der homologen Reihe schwertat und dass er/sie gerne noch weitere Übungen dazu im Selbstlernbuch gehabt hätte. Anzumerken ist jedoch, dass in der dritten Version des Selbstlernbuchs bereits drei Übungen zur homologen Reihe enthalten waren. Zwei Schüler:innen wünschten sich mehr Erklärvideos, sowie eine damit einhergehende Reduktion der enthaltenen Texte im Selbstlernbuch (siehe Beispiel 11.1).

- **Beispiel 11.1:** „[...] Wie gesagt auch mehr Videos. Das ist noch. Also vielleicht ist auch nur eine persönliche Meinung, weil ich ja auch mehr besser mit Videos lernen kann. [...]“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 154)

Mehr Zeit:

Ebenfalls vier Schüler:innen wünschten sich für die Bearbeitung des Selbstlernbuchs mehr Zeit, unter anderem, um sich mit den Inhalten des Selbstlernbuchs intensiver auseinandersetzen zu können (siehe Beispiel 11.2).

- **Beispiel 11.2:** „Aber noch mal so zusammenfassend einfach ein bisschen mehr Zeit geben bei denen, bei der Bearbeitung, dass weniger Druck ist und dass man den Stoff wirklich noch besser verinnerlichen kann. Weil wenn man noch Zeit hat, kann man sich ja alles nochmal besser angucken und so. [...]“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 154)

Plenumsphasen

Der Wunsch nach einer Integration von Plenumsphasen in die Arbeitsphase mit dem Selbstlernbuch wurde von vier Personen geäußert. Drei Schüler:innen schlugen dabei vor in regelmäßigen Abständen (beispielsweise alle zwei bis drei Wochen) eine Inputphase einzuplanen, in der Fragen gestellt werden könnten und die Themen von der Lehrkraft nochmals erklärt (siehe Beispiel 11.3) oder gemeinsam die Inhalte zusammengefasst würden (siehe Beispiel 11.4). Eine andere Person erwähnte den Vorschlag, dass jede Unterrichtsstunde sowohl selbstgesteuerte Lernanteile als auch traditionelle Unterrichtsformen enthalten sollte (siehe Beispiel 11.5). Die geäußerten Wünsche könnten ebenfalls Hinweise darauf gegeben haben, dass diese Schüler:innen über noch keine ausreichenden Kompetenzen bezüglich des selbstgesteuerten Lernens verfügten, es dadurch zur Überforderung kam und sie sich daher bekannte Strukturen zurückwünschten (siehe auch Kapitel 3.1.1).

- **Beispiel 11.3:** „Also ich würde verändern, dass man vielleicht alle zwei Wochen mal eine Schulstunde macht, wo der Lehrer äh, wo man dem Lehrer nur Fragen kann und der Lehrer das Thema nochmal erklärt, das auch jeder versteht.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 100)
- **Beispiel 11.4:** „Ja, dass man zwischendurch auch so ein oder zwei Unterrichtsstunden macht, wo man das eben zusammenfasst und selber nochmal so ein bisschen erarbeitet, zusammen mit allem, mit dem Lehrer und so. Das würde, glaube ich, schon helfen.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 58)

- **Beispiel 11.5:** „Ja, ich fand das eigentlich gut so. Aber ich finde so negativ, ist, das es so eine ganze Stunde geht. Ich wollte so machen, vielleicht eine Stunde. Machen wir so was mit iPad und nächste halbe Stunde machen wir so was mit Lehrer. (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 12)

Mehr Reglementierung durch die Lehrkraft:

Eine Person sprach an dieser Stelle erneut an, dass sie sich mehr Reglementierung durch die Lehrkraft wünschen würde (siehe Beispiel 11.4).

- **Beispiel 11.4:** „Aber halt ja, dass man manchmal vielleicht doch einzelne Grenzen mehr bräuchte.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 90)

Veränderte Aufgabe:

Nur ein/Schüler:in nannte konkrete Wünsche, die Änderungen der Inhalte im Selbstlernbuch betrafen (siehe Beispiel 11.5). Der/die Schüler:in bezog sich dabei auf die Vertonungsaufgabe in Kapitel 2.1 und erwähnte weiterhin, dass er/sie das Schreiben des Storyboards für die Vertonung überflüssig fand. Jedoch war die Aufgabe der Storyboardformulierung für den Kompetenzerwerb für die Erklärvideoproduktion sehr entscheidend und sollte daher nicht ersetzt werden.

- **Beispiel 11.5:** „[...] Also, ähm und insgesamt dieses Protokoll schreiben. Also ich denke, mir hätte es mehr genutzt werden, wenn es so eine Aufgabe gewesen wäre. Äh, im Sinne von hier untersuche, was in dem Versuch passiert ist und erkläre das Verfahren. (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 45)

11.2.1.2 Zusammenfassung Hypothese 1.1

Die Analyse der Leitfadeninterviews machte deutlich, dass die Mehrheit der befragten Schüler:innen das Lernsetting des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ als (sehr) gewinnbringend empfand. Viele berichteten von positiven Erfahrungen, insbesondere im Hinblick auf die Flexibilität und Selbstständigkeit beim Lernen. Aufgrund dieser Faktoren empfand die Mehrzahl der befragten Schüler:innen das selbstgesteuerte Lernen mit dem Selbstlernbuch im Gegensatz zum traditionellen Unterricht als sehr gewinnbringend, wohingegen manche Schüler:innen keinen deutlichen Mehrwert gegenüber dem traditionellen Unterricht erkennen konnten. Einige Schüler:innen gaben an, dass sie Schwierigkeiten hatten, sich selbst zu organisieren und selbstständig zu lernen, was ein Hinweis darauf sein könnte, dass nicht alle über die notwendigen Kompetenzen für selbstgesteuertes Lernen verfügten. Diese Ergebnisse zeigten, wie wichtig es war, dass die Lehrkraft bei der Einführung selbstgesteuerter Lernsettings die individuellen Kompetenzen der Schüler:innen berücksichtigte und sie dabei effektiv begleitete und unterstützte. Die befragten Schüler:innen nannten häufig den Wunsch nach mehr Unterstützung und Reglementierung durch die Lehrkraft. Darüber hinaus wurde mehrfach angeregt, während der

Arbeit mit dem Selbstlernbuch Plenumsphasen einzuplanen, in denen die Lehrkraft Inhalte nochmals erklärte oder Zusammenfassungen gab. Hier ist anzumerken, dass die Lehrkräfte im Vorfeld in den mündlichen Vorbereitungsgesprächen und schriftlich im Lehrerhandbuch darauf hingewiesen wurden, dass solche Inputphasen durchaus sinnvoll sein könnten, vor allem dann, wenn eine größere Anzahl von Schüler:innen Schwierigkeiten mit den Inhalten hatten und individuelle Unterstützungsangebote nicht ausreichten. Diese Möglichkeit wurde von den beiden Lehrkräften, deren Schüler:innen in den Leitfadeninterviews befragt wurden, nicht genutzt. Dennoch ist zu bedenken, dass die Phase des selbstgesteuerten Lernens keinesfalls von Plenums- und Inputphasen überlagert werden sollte, sondern dass vor allem jene Schüler:innen, die noch wenig ausgeprägte Kompetenzen für selbstgesteuertes Lernen mitbrachten, adäquat unterstützt werden müssten. Gleichzeitig deuteten die geäußerten Wünsche zu den Input- und Plenumsphasen wieder darauf hin, dass diese Schüler:innen möglicherweise noch nicht über ausreichend ausgeprägte Kompetenzen bezüglich des selbstgesteuerten Lernens verfügten, es zu einer Überforderung kommen konnte und sie sich daher vertraute Strukturen zurückwünschten (siehe auch Kapitel 3.1.1). Dennoch konnten sich alle befragten Schüler:innen ein erneutes Lernen mit einem Selbstlernbuch gut vorstellen, eventuell unter leicht veränderten Bedingungen.

Die Gegenüberstellung der Anzahl der Nennungen von Aspekten im Selbstlernbuch, die als lernförderlich (31 kodierte Segmente) bzw. lernhinderlich (6 kodierte Aspekte) empfunden wurden, machte deutlich, dass Aufbau und Inhalt des Selbstlernbuches nur geringfügig angepasst werden müsste. So wünschten sich einige Schüler:innen weniger Texte und mehr Erklärvideos im Selbstlernbuch. Eine Ursache dafür, dass ein Teil der Schüler:innen Schwierigkeiten mit dem Lernen anhand von Texten hatte, könnte auch an der geringeren Lesekompetenz der Schüler:innen gelegen haben (Lewalter et al., 2023). Auch die veränderte Lernkultur hin zur vermehrten Nutzung von Erklärvideos zur Unterstützung des Lernprozesses könnte einen Einfluss für diesen Wunsch gehabt haben (Jörissen et al., 2019). Für den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch wäre es von Vorteil, wenn den Schüler:innen mehr Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt werden könnten, in denen konzentriertes Lernen möglich ist, da einige Schüler:innen beschrieben, dass die Lernatmosphäre durch die Lautstärke beeinträchtigt wurde. Ein Großteil der Schüler:innen gab an, dass sie die Materialien zur Vertiefung und Wiederholung von Inhalten nicht oder nur wenig genutzt hatten. Es könnte daher sinnvoll sein, wenn die Schüler:innen im Selbstlernbuch Einstufungstests ausfüllen würden, in denen sie Rückmeldung erhalten, welche Inhalte sie mit den bereitgestellten Materialien vertiefen könnten.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass die Hypothese H1.1 „Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.“

bestätigt werden konnte, jedoch die Bedeutung Lehrkraft bei der Umsetzung des selbstgesteuerten Lernsettings einen großen Einfluss auf den Lernprozess haben kann.

11.2.2 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.2

In diesem Abschnitt wurden die der Hypothese H 1.2 „Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.“ zugeordneten Kategorien (siehe Tabelle 11-2), die für die Auswertung der Leitfadeninterviews entwickelt wurden, ausgewertet und analysiert. Das Vorgehen bei der Auswertung der Kategorien erfolgte wie in Kapitel 10.2.1.2 beschrieben. Desweiteren wurde für die Analyse Hypothese H 1.2 das Item 9 des Post-Fragebogen ausgewertet und analysiert (siehe Kapitel 10.2.1.1).

11.2.2.1 Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen

Nachfolgend wurden die der Hypothese 1.2 zugeordnete Kategorien (siehe Tabelle 11-2) ausgewertet und analysiert. Die einzelnen Kategorien und die dazu gebildeten Unterkategorien werden dargestellt und wenn nötig die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert.

Zuwachs Medienkompetenz

Der Kategorie „Zuwachs Medienkompetenz“ wurden alle Antworten auf die Frage „Wie schätzt du den eigenen Kompetenzzuwachs hinsichtlich der Medienkompetenzen ein?“ zugeordnet. Darüber hinaus wurden alle Segmente der Interviews für diese Kategorie codiert, in denen die Schüler:innen Aussagen zum Medienkompetenzzuwachs nannten. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-15 gezeigten Unterkategorien gebildet. Beispiele und Erläuterungen zu den Unterkategorien werden im Folgenden aufgeführt. Alle Schüler:innen haben eine auswertbare Antwort auf die dazu gestellte Frage im Interview gegeben. Eine gesonderte Auswertung der Kategorie „Unterschied Medienkompetenzzuwachs traditioneller Unterricht“ wurde nicht vorgenommen, da alle codierten Abschnitte ebenfalls der Kategorie Kompetenzzuwachs Medienkompetenz bzw. Unterschied traditioneller Unterricht zugeordnet wurden.

Unterkategorie	Häufigkeit
deutlicher Zuwachs	4
geringer Zuwachs	3
kein Zuwachs	7

Tabelle 11-15: Unterkategorien zur Kategorie "Zuwachs Medienkompetenz" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Deutlicher Zuwachs:

Vier der befragten Schüler:innen gaben an, dass sie durch die Arbeit mit dem digitalen Selbstlernbuch einen deutlichen Medienkompetenzzuwachs hatten. Vor allem Schüler:innen, die bisher wenig Erfahrung im Umgang mit den iPads im Unterricht hatten, waren der Meinung, dass sie ihre Medienkompetenzen vertiefen konnten (siehe Beispiel 12.1 und 12.2).

- **Beispiel 12.1:** „Also ja, ich finde ich fand es sehr gut, auch weil jetzt wir haben jetzt ja gerade sehr viel mit dem Digitalen, da bin ich jetzt auch nochmal besser zurecht gekommen. Weil das hat auch nochmal mehr geholfen, weil das war das erste große, was wir jetzt mit den iPads gemacht haben. Und es war eigentlich auch ganz cool.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 78)
- **Beispiel 12.2:** „Also weil wir ja davor, also weil wir keine Tablet Klasse sind, habe ich schon viel dazu gelernt, wie man mit Tablets arbeitet. Ja.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 78)

Geringer Zuwachs:

Desweiteren gaben drei Schüler:innen an, dass sie an sich einen geringen Zuwachs der Medienkompetenzen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch wahrgenommen hatten. Dabei gaben die befragten Schüler:innen an, dass sie sich schon gut im Umgang mit dem iPad auskannten, es für sie jedoch neu war über einen längeren Zeitraum mit dem iPad zu arbeiten, es aktiv als Arbeitsgerät zu nutzen und Notizen mit dem iPad zu machen (siehe Beispiel 12.3 und 12.4). Dies beschrieben sie aber nur als einen geringen Medienkompetenzzuwachs.

- **Beispiel 12.3:** „Also bei mir auch. Ich hab das meiste schon gekannt, aber ich denke generell dieses nur mit dem iPad arbeiten, das haben wir noch nie gemacht. Wir zwei. Und deswegen war das relativ neu für uns, also dass wir auch im iPad reinschreiben, jetzt hier in der Schule aber ja, so generell war das. Denke ich. Also die Ansprüche waren ja nicht besonders hoch hier und deswegen konnten wir das meiste schon.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 97)
- **Beispiel 12.4:** „Ähm, aber so ein bisschen vielleicht schon, aber jetzt nicht so extrem, würde ich sagen. Also wir waren halt immer auf diesem Lernbuch und halt Sachen eintragen und so. Ähm, das wusste ich teilweise davor nicht, aber so extremst viel, glaube ich jetzt nicht, dass ich so gelernt habe.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 73)

Kein Zuwachs:

Die Hälfte der Schüler:innen gab dagegen an, dass sie durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch keinen Medienkompetenzzuwachs hatten. Drei Schüler:innen begründeten dies damit, dass sie bereits seit einigen Schuljahren mit dem iPad arbeiteten und sich mit dem im Selbstlernbuch genutzten Programmen bereits vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gut auskannten (siehe Beispiel 12.5). Desweiteren nannten drei Schüler:innen als Begründung, dass sie sich den Umgang mit dem iPad und den genutzten Programmen bereits sehr sicher fühlten. Zwei Schüler:innen führten dies darauf zurück, dass die „heutige Jugend“ sich an sich schon sehr gut im Umgang mit den iPads auskennen würde (siehe Beispiel 12.6). Im weiteren Interviewverlauf gaben die Schüler:innen an, dass sie sich mit dem Programm iMovie zwar vor der Arbeit mit dem

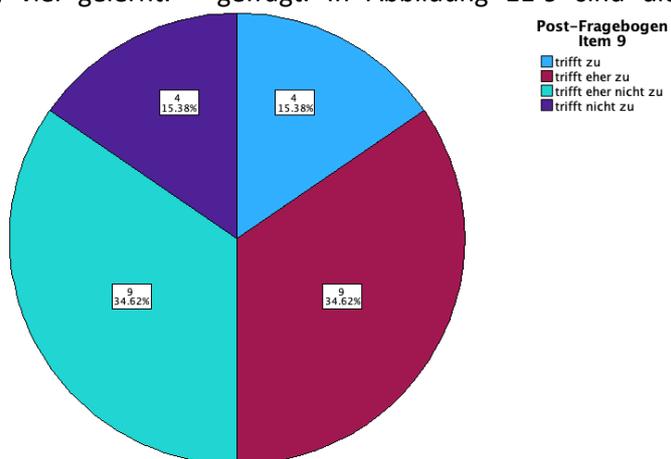
Selbstlernbuch nicht auskannten, es aber für sie sehr einfach war sich darin einzuarbeiten. Das könnte einen Hinweis darauf sein, dass diese Schüler:innen tatsächlich bereits über viele Medienkompetenzen verfügten, die ihnen den Umgang mit neuen Programmen erleichterten.

- **Beispiel 12.5:** „Mit der iPad arbeite ich seit der siebten Klasse schon, also jetzt drei Jahre. Also das hat mir keinen Unterschied gemacht und auch so iMovie, also da kannte ich mich schon aus. Also war jetzt. Also war es ist nicht irgendwie was Neues gewesen.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 66)
- **Beispiel 12.6:** „Also es ist ja auch in der heutigen Jugend so, dass man sich eigentlich schon relativ gut damit auskennt. Ja, da habe ich eigentlich nichts Neues dazu gelernt.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 80)

11.2.2.2 Fragebogenergebnisse Schüler:innen

Das Item 9 des Post-Fragebogens, welches der Hypothese 1.2 zugeordnete wurde (siehe Tabelle 11-3), wurde in diesem Kapitel ausgewertet und analysiert. Die Auswertung erfolgte mit dem Datenverarbeitungsprogramm SPSS.

Im Rahmen des Post-Fragebogens wurden die Schüler:innen nach ihrer Einschätzung zu der Aussage „Ich habe bei der Produktion des Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.“ gefragt. In Abbildung 11-9 sind die Ergebnisse gezeigt, die zeigen, dass 50 % (15 % trifft zu, 35 % trifft eher zu, 35 % trifft eher nicht zu, 15 % trifft nicht zu; N = 26) der befragten Schüler:innen der Aussage zustimmten.



11.2.2.3 Zusammenfassung

Hypothese 1.2

Es konnte herausgefunden

Abbildung 11-8: Darstellung der Antworten auf die Aussage „Ich habe bei der Produktion des Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.“ im Schuljahr 23/24 (N = 26; Post-Fragebogen Item 9).

werden, dass der wahrgenommene Medienkompetenzzuwachs stark von den Vorerfahrungen der Schüler:innen hinsichtlich der iPad-Nutzung abhing. Die Schüler:innen, die weniger Vorerfahrung hatten, empfanden die Möglichkeit intensiv mit dem digitalen Medium iPad zu arbeiten für den Erwerb der Medienkompetenzen als sehr sinnvoll. Es wäre jedoch falsch, daraus den Schluss zu ziehen, dass der Einsatz eines solchen Selbstlernbuches damit vor allem für Schüler:innen geeignet ist, die bisher weniger Medienkompetenz erwerben konnten. Vielmehr kann es für die Lernwirksamkeit sehr sinnvoll sein, wenn die Schüler:innen bereits ausreichend Medienkompetenzen haben (siehe Kapitel 2.1.4.1) und bereits über die Strategien für die Methode „Arbeiten mit einem digitalen Selbstlernbuch“ verfügen (siehe Kapitel 3.1.3). Ein Schwerpunkt des

Selbstlernbuchs lag auf dem Medienkompetenzerwerb für die Erklärvideoproduktion. Um eine vollständige Einschätzung zur Medienkompetenzförderung mit dem Selbstlernbuch zu erhalten, sollte daher die Kategorie „Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch“ mit einbezogen werden. Diese Kategorie wurde im Rahmen der Untersuchung der Hypothese 3.1 (siehe Kapitel 11.4.1.2) ausgewertet.

Zusammenfassend geben die dargestellten Ergebnisse Hinweise darauf, dass das digitale und interaktive Selbstlernbuch ein wirksames Setting, vor allem für die Schüler:innen mit wenig Vorerfahrungen im Umgang mit den digitalen Medien, für den Erwerb von Kompetenzen für den Umgang mit Medien, darstellte. Unter Einbezug der Ergebnisse, die im Kapitel 11.4.1 analysiert wurden, konnte die Hypothese H 1.2 bestätigt werden.

11.2.3 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.3

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-2) hinsichtlich der Hypothese H 1.3 „Die Schüler:innen schätzten das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein“ dargestellt, ausgewertet und interpretiert.

11.2.3.1 Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen

Die Analyse der Einschätzungen, die die Schüler:innen im Rahmen der Leitfadeninterviews angaben, erfolgte anhand der folgenden vier Kategorien „Verständlichkeit“, „Lernzuwachs“, „Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht“ und „Selbstorganisiertes Experimentieren“. Das Vorgehen bei der Auswertung der Kategorien erfolgte wie in Kapitel 11.2.1.1 beschrieben.

Verständlichkeit

In der Kategorie „Verständlichkeit“ wurden alle Antworten auf die Frage „Hast du die Inhalte, die im Selbstlernbuch behandelt wurden, gut verstanden?“, sowie weitere Aussagen zur Verständlichkeit im Leitfadeninterview gesammelt. In der Tabelle 11-16 sind die gebildeten Kategorien zu sehen.

Unterkategorie	Häufigkeit
gute Verständlichkeit	9
eingeschränkte Verständlichkeit	5

Tabelle 11-16: Unterkategorien zur Kategorie "Verständlichkeit" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Gute Verständlichkeit:

Neun der befragten Schüler:innen gaben an, dass sie die Inhalte des Selbstlernbuchs verständlich fanden. Zwei der befragten Schüler:innen gingen davon aus mit dem Selbstlernbuch die Inhalte besser verstanden zu haben, als im traditionellen Unterricht (siehe Beispiel 13.2 und 13.4). Zudem erwähnte der/die Schüler:in in Beispiel 13.3, dass er/sie die Möglichkeit als positiv empfand sich selbst Inhalte zu erschließen zu können. Und in Beispiel 13.1 nannte der/die Schüler:in als förderlichen Aspekt für die Verständlichkeit die Möglichkeit mit KlassenkameradInnen über die Inhalte sprechen zu können.

- **Beispiel 13.1:** „[...] ich habe tatsächlich alles verstanden, auch wenn ich noch mal mit Absprache mit meinen Freunden und so.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 36)
- **Beispiel 13.2:** „Also mir ist es tatsächlich klarer und verständlicher geworden, als wenn wir das jetzt im Unterricht alles gemacht hätten. (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 24)
- **Beispiel 13.3:** Also ich fand's halt gut, weil ich konnte mir relativ viel selbst erschließen und es war auch wie gesagt alles sehr verständlich erklärt deswegen. Ich fand es echt ganz gut.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 77)
- **Beispiel 13.4:** „Ja, also die Inhalte waren ja jetzt auch nicht so wahnsinnig schwierig und deswegen vom direkten Verständnis, vom Anschauen würde ich sagen, war es da mehr als im Unterricht. Und sonst im Generellen, also ich hab's jetzt nicht top verstanden auf Anhieb, aber ich würde sagen, es war jetzt nicht viel weniger als im Unterricht. Ich denke, ich denke schon eher, ich habe es besser verstanden.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 73)

Eingeschränkte Verständlichkeit:

Dagegen waren die Inhalte des Selbstlernbuchs für fünf der befragten Schüler:innen nur eingeschränkt verständlich. Als Erklärung dafür wurden Gruppeneffekte und Konzentrationsprobleme (siehe Beispiel 13.6 und 13.7) genannt. Gleichzeitig gaben diese Schüler:innen aber auch an, dass dies nicht an der Aufbereitung des Selbstlernbuchs lag und dass sie durch nachträgliche Wiederholung und durch konzentriertes Arbeiten die Inhalte gut verstehen konnten. Zwei Schüler:innen gaben an, dass sie die Inhalte nochmals anschauen müssten, um alles zu verstehen und für eine Klassenarbeit vorbereitet zu sein (siehe Beispiel 13.5).

- **Beispiel 13.5:** „Ja, also ich fand es auch eher schwierig. Ich glaube, wenn ich mir jetzt die Sachen nochmal anschauen würde, die ich im Selbstlernbuch dazu aufgeschrieben habe und nochmal Erklärvideos, dann würde schon verständlich werden. Aber jetzt so? So einfach so jetzt eine Arbeit drüber schreiben fände ich schon schwierig.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 94)
- **Beispiel 13.6:** „Ja, also. Ich fand es. Ich habe jetzt nicht so super viel verstanden, weil ich jetzt auch nicht ganz intensiv somit gelernt habe in meiner Gruppe. Aber wenn wir dann mal so eine Aufgabe richtig bearbeitet haben und so, dann habe ich es im Nachhinein schon verstanden. Also das war schon sehr hilfreich. (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 72)
- **Beispiel 13.7:** „Ja, ich glaube, wenn man da. Ich glaube, es kommt auf einen selber drauf an, wenn man wirklich motiviert ist und sich da auch darauf konzentriert, dann kann man das auf jeden Fall selber sich alles erlernen, so. Und im Unterricht ist es ja eigentlich auch so, wenn man sich konzentriert, dann versteht man es und wenn nicht, dann nicht. Aber im Unterricht ist es noch eben so mit dem Lehrer, dass man da halt eben aufpassen muss und nicht zu viel abschweifen kann quasi. Und es fehlt da halt dann ein bisschen so.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 55)

Lernzuwachs

In der Kategorie „Lernzuwachs“ wurden alle Antworten auf die Frage „Wie schätzt du deinen eigenen Lernzuwachs hinsichtlich des Fachwissens durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch ein?“, sowie weitere Aussagen zum Lernzuwachs im Leitfadeninterview gesammelt. In der Unterkategorie „Lernzuwachs durch Erklärvideoproduktion“ wurden die Aussagen dazu getrennt ausgewertet. Aussagen zum Unterschied zum Lernzuwachs im traditionellen Unterricht wurden im Rahmen der Kategorie „Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht“ ausgewertet. In der Tabelle 11-17 sind die Ergebnisse für die Kategorie „Lernzuwachs“ gezeigt.

Unterkategorie	Häufigkeit
großer Lernzuwachs	9
eingeschränkter Lernzuwachs	5
Lernzuwachs durch Erklärvideoproduktion	9

Tabelle 11-17: Unterkategorien zur Kategorie "Zuwachs Lernzuwachs" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Großer Lernzuwachs

Alle neun Schüler:innen, deren Antworten unter dieser Unterkategorie zusammengefasst wurden, gaben an, dass sie durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch einen großen Lernzuwachs vermuteten (siehe Beispiele 14.1 bis 14.2). Zwei Schüler:innen gaben an, dass Ihnen das Selbstlernbuch bei der Klausurvorbereitung geholfen hatte (siehe Beispiele 14.2 und 14.3) und ein/e Schüler:in gab an, dass die Vorbereitungszeit für die Klausur geringer war als normalerweise.

- **Beispiel 14.1:** „Also ich finde schon, dass ich relativ viel mitgenommen habe durch das Buch und auch durch die Erklärvideos und Texte und so. Und ich finde, es hat mir auch allgemein viel weitergebracht und es war auch sehr verständlich geschrieben. Also habe ich schon viel gelernt.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 58)
- **Beispiel 14.2:** „Ich denke schon, dass ich was gelernt habe und dass ich es auch das gelernt habe, was ich hätte lernen sollen. Also dass ich die Informationen rausgezogen habe, die auch drinnen stehen. Und mit dem Lernbuch kann man ja auch jetzt für Arbeiten in Hinsicht auf Arbeiten auch gut drauf lernen, weil man alles Wichtige hat. (...) Also ich fand, es ist schon auch gut für die Zukunft so selbst zu lernen. Aber ich denke gewinnbringend. Es war schon einerseits gewinnbringend, weil es auch für die Zukunft gut ist, so was mal gemacht zu haben und man hat ja selber was gelernt. (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 49 und 72)
- **Beispiel 14.3:** „Also ich persönlich habe dann, als ich später mich auf die Arbeit vorbereitet habe, deutlich weniger Zeit gebraucht. Auch schon, weil ich das Ganze mit dieser auf den Blättern hatte und das hat mir auch sehr geholfen, weil dann hat man nicht solche hässlichen Hefteaufschriebe, sondern man hat eben das Ganze vorliegen mit den Videos und man wusste genau, was man machen muss. Und wenn ich das jetzt vergleiche mit anderen Chemiewerken, habe ich nur die Hälfte der Zeit gebraucht. Also ich weiß nicht, ob ich jetzt vorher so viel mehr gelernt habe, aber ich denke vor allem danach. Dann, bei der Vorbereitung auf die Klassenarbeit konnte ich deutlich besser lernen.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 51)

Eingeschränkter Lernzuwachs

Fünf der befragten Schüler:innen gaben jedoch an, dass ihr Lernzuwachs durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch geringer war. Ein/e Schüler:in beschrieb, dass er/sie für die Klassenarbeitsvorbereitung mehr Zeit benötigte als sonst (siehe Beispiel 14.5), dagegen empfand es ein/e Schüler:in belastend, während dem Lernen der Inhalte des Selbstlernbuchs den Druck zu haben, dass dieser in der nächsten Klassenarbeit abgefragt wird, da die Inhalte als anspruchsvoll wahrgenommen wurden (siehe Beispiel 14.6). Drei der befragten Schüler:innen gaben an, dass für sie in Bezug auf den Lernzuwachs die Erklärungen durch die Lehrkräfte besser gewesen wären (siehe Beispiel 14.4). Dabei zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Verständlichkeit und dem eingeschränkten Lernzuwachs. Denn alle befragten Schüler:innen, die von einem eingeschränkten Lernzuwachs ausgingen, gaben auch an, dass für sie die Verständlichkeit der Inhalte des Selbstlernbuchs ebenfalls eingeschränkt war.

- **Beispiel 15.4:** „Ähm, also um ehrlich zu sein, finde ich, im Unterricht hätte glaub ich schon mehr gelernt, weil der Lehrer uns halt auch Sachen erklären kann, dann besser. Ähm, weil man sich ja auch alles selber erarbeiten muss. Ist natürlich auch schwieriger und ich glaube, also hätten wir das Thema im Unterricht besprochen, hätte ich glaub schon mehr mitgenommen.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 58)
- **Beispiel 15.5:** „Aber ich musste auch zum Beispiel mehr jetzt für die Klassenarbeit lernen wie sonst, nehme ich an. Ähm, aber ja, also ich glaube ein bisschen schlechter, aber jetzt nicht ganz schlecht, so.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 38)
- **Beispiel 15.6:** „[...] Es ist halt auch schwierig, wenn man sich da wirklich hinsetzen muss und denken muss, „Ja, ich muss das jetzt lernen, weil das ist genau der Stoff, der in der nächsten Klassenarbeit drankommt.“ Und deswegen finde ich es halt auch irgendwie ein bisschen schwierig. Also ich fand es, An sich fand ich es wirklich gut, aber. Der Stoff war halt schon viel und ich fand schon auch anspruchsvoll.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 60)

Lernzuwachs durch Erklärvideoproduktion

Weiterhin gaben neun der befragten Schüler:innen an, dass sie durch die Erklärvideoproduktion einen großen Lernzuwachs hatten. Als Begründung dafür nannten alle neun Schüler:innen, dass sie sich durch die Erklärvideoproduktion tiefer mit den Inhalten beschäftigt und diese dadurch besser verinnerlicht hatten (siehe Beispiel 15.7 bis 15.9).

- **Beispiel 15.7:** „Ja, also ich finde schon, wenn man sich mit so einem Lernvideo befasst, dann befasst man sich auch gleich mehr mit den Themen und mit dem Inhalt. Und das hat das schon noch mal gestärkt.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 93)
- **Beispiel 15.8:** „[...] weil man einfach wirklich ziemlich tief in das Thema reingeht als wenn man sich mehrere Unterrichtsstunden damit beschäftigt und am Schluss auch nochmal eine kurze Zusammenfassung macht.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 115)
- **Beispiel 15.9:** „Ja, ich denke, wenn man es jemandem erklären kann, dann hat man es zu 110 % verstanden.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 116)

Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht

In der Kategorie „Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht“ wurden alle Antworten auf die Frage „Gab es hinsichtlich des Lernzuwachses für dich eine Differenz zum traditionellen Unterricht?“, sowie weitere Aussagen, in denen die Schüler:innen einen Unterschied zwischen dem Lernzuwachs bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und dem traditionellen Unterricht genannt haben, gesammelt. Beim Prozess des Kodierens konnten drei Unterkategorien herausgearbeitet werden „mehr Lernzuwachs“ „gleich viel Lernzuwachs“ und „weniger Lernzuwachs“. Dabei wurde von dem Lernzuwachs bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch ausgegangen und der Vergleich zum traditionellen Unterricht gezogen. Unter der Unterkategorie wurde alle Aussagen gesammelt, in denen die Schüler:innen nannten, dass sie bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch einen größeren Lernzuwachs vermuteten, als wenn sie dieselben Inhalte im traditionellen Unterricht gelernt hätten. Die Tabelle 11-18 zeigt die Ergebnisse für die Kategorie „Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht“.

Unterkategorie	Häufigkeit
mehr Lernzuwachs	6
gleich viel Lernzuwachs	3
weniger Lernzuwachs	5

Tabelle 11-18: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Mehr Lernzuwachs

Die Aussagen von sechs Schüler:innen wurden der Unterkategorie „mehr Lernzuwachs“ zugeordnet. Dabei betonten alle Schüler:innen, deren Aussagen dieser Unterkategorie zugeordnet wurden, dass die Autonomie und Selbstständigkeit, die sie während des Arbeitens mit dem Selbstlernbuch hatten, den Lernzuwachs förderte (siehe Beispiele 16.1 bis 16.3).

- **Beispiel 16.1:** „[...] Wenn man sich mehr das so selber beibringen musste, kann man sagen, dass man es halt sich einfach besser gemerkt hat, als wenn man da halt nur zuhört und dann wieder Übungsaufgaben macht, wenn man sie einfach nur geübt die ganze Zeit.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 34)
- **Beispiel 16.2:** „Ich denke, ich habe sogar ein bisschen mehr mitgenommen. Beim normalen Unterricht wird es schnell langweilig und dann schweifen meine Gedanken ein bisschen ab. Aber bei dem Selbstlernbuch musste ich mich halt selbst konzentrieren.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 62)
- **Beispiel 16.3:** „Ja. Also ich persönlich konnte dem Buch eigentlich besser folgen als im normalen Unterricht und das hat mich auch gefreut, dass ich so eine andere Unterrichtsart kennenlernen durfte. Und ja, ich würde mir vielleicht auf die Dauer so einen so einen Mischunterricht daraus wünschen. Also aus dem normalen Unterricht und dann eben selbstständig die gelernten Themen nochmal bearbeiten. (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 27)

Gleich viel Lernzuwachs:

Drei der befragten Schüler:innen gaben an, dass sie im traditionellen Unterricht genauso viel lernen würden, wie beim Lernen mit dem Selbstlernbuch. Begründungen dafür wurden nicht genannt (siehe Beispiele 16.4 und 16.5)

- **Beispiel 16.4:** „Also wir haben genauso viel gelernt wie im Unterricht, wenn nicht sogar mehr.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 37)
- **Beispiel 16.5:** „Es war ungefähr gleich.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 24)

Weniger Lernzuwachs:

Dagegen gaben fünf der Schüler:innen an, dass sie glaubten durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch weniger gelernt zu haben, als sie im traditionellen Unterricht gelernt hätten.

Dabei betonten drei Schüler:innen, dass dies nur im Vergleich zu einem qualitativ guten Unterricht (siehe Beispiel 16.7), bzw. im Vergleich einer ausführlichen Erklärung durch die Lehrkraft (siehe Beispiel 16.6) zutreffen würde. Zwei weitere Schüler:innen nannten, dass sie sich mit dem selbstgesteuerten Lernen schwertaten und sich mehr Führung gewünscht hätten. Interessant war, dass der/die Person, von der die Aussage in Beispiel 16.8 zuvor dem/der Interviewpartner:in zustimmte, dass er/sie die Abwechslung durch das Selbstlernbuch zum traditionellen als motivierend empfand. Der/die Schüler:in könnte sich in einem Spannungsfeld befunden haben, in dem er/sie die neue Lernmethode interessant fand, aber mit den dadurch entandenen Freiheiten noch nicht so gut zurechtkam. Dies könnte erneut ein Hinweis darauf sein, dass die Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen noch nicht so stark ausgeprägt waren (siehe auch Kapitel 3.1.1).

- **Beispiel 16.6:** „Also eine Erklärung von einem Lehrer? Eine richtig, richtig ausführliche hätte mir bestimmt geholfen. Aber so war es auch schon möglich. (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 53)
- **Beispiel 16.7:** „Also ich glaube nicht so hoch wie bei so normaleren Unterricht, also bei gutem normalen Unterricht jetzt. So. Also wir hatten auch mal einen Lehrer, der hat es immer nur alles an der Tafel erklärt und immer nur so Sachen erklärt und nichts selber machen lassen. Dann schon besser. (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 38)
- **Beispiel 16.8:** „[...] Allerdings habe ich gemerkt, ich habe weniger gelernt als im normalen Unterricht. Wir hatten halt. Man konnte zwar schon nachfragen und alles, aber man hat halt die ganze Zeit nur dieses Buch abgegeben. Hat halt irgendwie gekuckt, wie man irgendwie die Fragen beantwortet. Es war teilweise irgendwie, es hat einfach so ein bisschen Führung gefehlt, so einfach so.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 4)

Selbstorganisiertes Experimentieren

In der Kategorie „selbstorganisiertes Experimentieren“ wurden alle Antworten auf die Frage „Wie erging es dir beim selbstorganisierten Experimentieren?“ gesammelt und gruppiert. Anschließend wurden die in Tabelle 11-19 gezeigten Unterkategorien „positive Erfahrungen“, „Schwierigkeiten“, „Vergleichbar mit traditionellem Unterricht“ und „Änderungswünsche“ gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt. Ein/e Interviewpartner:in eines Tandeminterviews gab auf die Frage nach dem selbstorganisierten Experimentieren keine Antwort (Interview Klasse 1, S7, S8), weshalb insgesamt nur 13 Antworten zugeordnet werden konnten.

Unterkategorie	Häufigkeit
positive Erfahrung	7
Schwierigkeiten	2
Vergleichbar mit traditionellem Unterricht	3
Änderungswünsche	1

Tabelle 11-19: Unterkategorien zur Kategorie "Selbstorganisiertes Lernen" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Positive Erfahrung:

Insgesamt sieben der befragten Schüler:innen empfanden das selbstorganisierte Experiment als positive Erfahrung. Vier Schüler:innen formulierten, dass sie es als positiv empfanden die Versuche selbst durchführen zu können. Ein/e Schüler:in ergänzte zudem, dass es von Vorteil war selbst entscheiden zu können, wann das Experiment durchgeführt wurde und wie viel Zeit darauf verwendet werden sollte (siehe Beispiel 17.1). Zwei Schüler:innen erwähnten neben der Tatsache, dass sie das selbstorganisierte Experimentieren insgesamt als positiv empfanden, keine weiteren Begründungen dafür (siehe Beispiel 17.2). Ein/e Schüler:in fand es gut, dass das Experimentieren im Klassenzimmer stattfand und er/sie dabei durch die Lehrkraft begleitet wurde (siehe Beispiel 17.3).

- **Beispiel 17.1:** Äh sehr gut. Weil man das halt dann entscheiden konnte, wann man das jetzt machen will. Und dass hat dann auch viel Spaß gemacht und man war halt viel selbständiger als sonst und man wusste halt. Manchmal macht das ja auch nur der Lehrer vorne, aber man konnte es wirklich selber machen und man hatte viel Zeit dafür und das fand ich gut. (Interview Klasse 1 S1, Pos. 58)
- **Beispiel 17.2:** Sie haben mir auch sehr gut gefallen. (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 73)
- **Beispiel 17.3:** Also bei uns, wars eigentlich relativ gut. Klar, es war auch immer im Klassenzimmer, wo Frau Henneberger auch da war. Und sie hatte dann ja auch noch mal so ein Auge drauf, immer deswegen. Ich fand also, die Experimente haben gut geklappt, fand ich. (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 65)

Schwierigkeiten:

Dagegen gaben zwei der befragten Schüler:innen an, dass es ihnen Schwierigkeiten bereitete, selbstorganisiert zu experimentieren. In Beispiel 17.4 formulierte der/die Schüler:in, dass zu Beginn große Probleme in der eigenen Zeiteinteilung, bzw. der Einschätzung und Planung der benötigten Zeitdauer bestanden. Der/die Schüler:in beschrieb weiterhin, dass dieses Problem aber später nicht mehr vorlag und es ihm/ihr mit der Zeit immer besser gelang die Zeit richtig einzuteilen und er/sie die Experimente immer sehr zügig durchführen konnte. In Beispiel 17.5 wurde als weitere Schwierigkeit beschrieben, dass die Experimente nicht so gut funktionierten. Da es sich prinzipiell aber um eher einfachere Experimente handelte, die im Selbstlernbuch kleinschrittig erklärt und vorgegeben waren, konnte davon ausgegangen werden, dass die Kompetenzen für die Durchführung von Experimenten noch nicht ausreichend ausgereift waren.

- **Beispiel 17.4:** „Also ich hatte am Anfang tatsächlich große Schwierigkeiten, meine Zeit selber einzuteilen. Weil ich hatte noch kein richtiges Gefühl dafür, wie lange so ein Experiment brauchen sollte und dann wie lange es braucht und wie lange ich es eingeschätzt hatte. Aber dann wurde es halt immer besser, weil man hat dann auch zum Beispiel, ich persönlich habe dann meistens mit den Experimenten habe ich die ja relativ zügig gemacht, damit ich sie halt auch einfach sozusagen schon hab und dass ich dann in Ruhe die anderen Aufgaben bearbeiten konnte und es war dann eigentlich auch sehr angenehm.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 58)
- **Beispiel 17.5:** „Sagen wir mal so also die Experimente an sich haben bei uns so semi gut funktioniert. Das haben wir bei zwei Versuchen etwas falsch gemacht oder keine Ahnung was da war.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 61)

Vergleichbar mit traditionellem Unterricht:

Drei der befragten Schüler:innen beschrieben, dass sie im traditionellen Unterricht ebenfalls selbstorganisiert experimentieren und dass das Vorgehen dabei sehr ähnlich zu dem im Selbstlernbuch war (siehe Beispiel 17.6). Alle drei Schüler:innen gaben an, sowohl im vorangegangenen traditionellen Unterricht als auch im Rahmen des Experimentierens im Selbstlernbuch sehr gut zurecht zu kommen.

- **Beispiel 17.6:** „Also ich und meine Partnerin haben jetzt nicht alle Versuche hingekriegt, aber die, wo wir gemacht haben, also das hat eigentlich gut funktionieren mit dem Aufbau und alles und im Unterricht haben wir eigentlich auch immer so wie so eine Anleitung bekommen wir auch jetzt auch im Selbstlernbuch und es war auch relativ ähnlich zum Unterricht. Also hatten wir damit eigentlich gar keine Probleme.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 100)

Änderungswünsche:

Ein/e Schüler:in wünschte sich ein spannenderes Experiment im Selbstlernbuch, dessen Ergebnis nicht offensichtlich sein sollte (siehe Beispiel 17.7).

- **Beispiel 17.7:** „Ja, aber was ich mir vielleicht gewünscht hätte es ist jetzt vielleicht ein bisschen schwierig, bei dem Thema so umzusetzen. Aber vielleicht ein Experiment, bei dem er das, was

rauskommt, nicht direkt weiß. Also das klingt so blöd, aber zum Beispiel, wenn man jetzt hier Zucker oder Holz über dem Feuer hält, dann weiß man ja schon... (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 84)

11.2.3.2 Fragebogenergebnisse Schüler:innen

Das Item 8 des Post-Fragebogens, welches der Hypothese 1.3 zugeordnete wurde (siehe Tabelle 11-3), wurde in diesem Kapitel ausgewertet und analysiert. Die Auswertung erfolgte mit dem Datenverarbeitungsprogramm SPSS.

Im Rahmen der Fragebogenerhebung nach der Intervention wurden die Schüler:innen gefragt, ob sie der Meinung waren, dass sie bei der Produktion der Erklärvideos fachlich gesehen viel gelernt hatten. 53 % (15 % trifft zu, 38 % trifft eher zu, 35 % trifft eher nicht zu, 12 % trifft nicht zu; N = 26) der befragten Schüler:innen stimmten dieser Aussage zu.

11.2.3.3 Zusammenfassung Hypothese 1.3

Alle im Rahmen der Leitfadeninterviews befragten Schüler:innen gaben an, dass sie die Inhalte des Selbstlernbuchs, wenn auch teilweise mit Einschränkungen, gut verstanden hatten. Berichteten die Schüler:innen von einer sehr guten bis guten Verständlichkeit (ca. 2/3 der befragten Schüler:innen) der Inhalte, so gingen sie auch von einem großen Lernzuwachs während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch aus. Besonders betonten die Schüler:innen im Rahmen der Interviews den Lernzuwachs durch die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion. Desweiteren vermuteten etwa 2/3 der Schüler:innen, dass sie im Vergleich zum traditionellen Unterricht durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch mehr bzw. gleich viel Lernzuwachs hatten. Auch gaben 53 % der Schüler:innen im Post-Fragebogen an, dass sie der Meinung waren durch die Erklärvideoproduktion fachlich viel dazu gelernt zu haben. 50 % berichteten, dass das selbstorganisierte Experimentieren, welche Bestandteil des Selbstlernbuchs war, für sie sehr positiv war.

Dagegen gingen die Schüler:innen, die eine eingeschränkte Verständlichkeit angaben (ca. 1/3 der befragten Schüler:innen), auch von einem eingeschränkten Lernzuwachs aus. Zudem berichteten diese Schüler:innen davon, dass sie im traditionellen Unterricht mehr gelernt hätten.

Zusammenfassend kann die Hypothese H 1.3 für etwas die Hälfte der Schüler:innen bestätigt werden. Allerdings musste berücksichtigt werden, dass der Einsatz des Selbstlernbuchs nicht von allen Schüler:innen hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen mit einer großen Wirksamkeit verbunden war. Die Begründungen, die die Schüler:innen für eine eingeschränkte Lernwirksamkeit gaben, könnten erneut Hinweise darauf geben, dass die Schüler:innen noch nicht ausreichend Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen erwerben konnten (siehe Kapitel 3.1.1) und dies einen negativen Einfluss auf die Lernwirksamkeit mit dem Selbstlernbuch haben konnte.

Auch gaben diese Schüler:innen an, dass sie den traditionellen Unterricht gegenüber selbstgesteuerten Lernphasen präferierten. Diese Erkenntnisse sollten für den Einsatz von selbstgesteuerten Lernphasen im Unterricht berücksichtigt werden.

11.2.4 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.4

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-4) hinsichtlich der Hypothese H 1.4 „Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.2.4.1 Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Nachfolgend erfolgt die Darstellung der Auswertung der vier Kategorien, die für die Überprüfung der Hypothese 1.4 herangezogen wurden (siehe Tabelle 11-4). Der Umfang der Kategorien, die zur Überprüfung der Hypothese 1.4 (Lehrkräfteeinschätzungen) herangezogen wurden, war deutlich geringer als bei der Auswertung der Hypothese 1.1 (SchülerInneneinschätzungen). Damit konnte eine Doppelung der Auswertungsergebnisse verringert werden. Zudem überschneiden sich die Codierungen der vier Kategorien mit den weiteren Kategorien, die für die Analyse der Ergebnisse nicht gesondert ausgewertet wurden.

Unterschied Erleben der Schüler:innen zum traditionellen Unterricht

Der Kategorie „Unterschied Erleben der Schüler:innen im Vergleich zum traditionellen Unterricht“ wurden alle Antworten auf die direkte Frage nach dem Erleben der Schüler:innen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch im Vergleich zum traditionellen Unterricht im Interview zugeordnet. Darüber hinaus wurden alle Segmente der Interviews codiert, in denen die Lehrkräfte Aussagen zum Erleben der Schüler:innen nannten. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in Tabelle 11-20 dargestellten Unterkategorien gebildet. Beispiele und Erläuterungen zu den Unterkategorien finden sich im Folgenden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Verändertes Erleben der Schüler:innen	2
Teilweise Überforderung der Schüler:innen	2
Geringere Leistungsunterschiede	1

Tabelle 11-20: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied Erleben der Schüler:innen zum traditionellen Unterricht" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Verändertes Erleben der Schüler:innen

Drei der befragten Lehrkräfte gaben an, dass sie ihre Schüler:innen teilweise anders erlebt hatten als im traditionellen Unterricht. Beide Lehrkräfte beschrieben sowohl, dass einige Schüler:innen aktiver waren als im traditionellen Unterricht, als auch, dass Schüler:innen, die sonst im traditionellen Unterricht aktiv waren, bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch weniger aktiv waren (siehe Beispiel 18.1 und 18.2).

- **Beispiel 18.1:** „[...] aber ganz, also es hat natürlich auch den gegenteiligen Effekt gegeben. Es gab auch welche, die sind mir im Unterricht bisher einfach gar nicht aufgefallen, die jetzt plötzlich auch gut gearbeitet haben. Also es ging irgendwie in beide Richtungen, habe ich den Eindruck. (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 23)
- **Beispiel 18.2:** „[...] Also ja, es kam wirklich so, dass. Also bei mir sind tendenziell die Mädels die, die stärker sind. Aber gerade meine letzte Reihe, die kam damit gar nicht klar. Die haben da alles Mögliche gemacht, sich geschminkt, Haare gewaschen oder weiß der Geier was alles. Die sind normalerweise im Unterricht mehr dabei, als es jetzt bei diesem Selbstlernbuch waren. Wobei dann ein paar Jungs dabei waren, die gesagt haben `Ich komme mit dem, dass ich mir das selber erkläre, besser klar`. Also ich muss da ständig aufpassen. Also es war tatsächlich fast so ein bisschen rollenspezifisch. Also die Jungs sind, glaube ich, mit dem Buch tendenziell besser klar gekommen als die Mädels. Wobei ich glaube, da auch die Selbsteinschätzung immer ein bisschen eine andere ist. Die Mädels. Wenn sie was nicht hundert Prozentig verstanden haben, finden sie das viel viel schlimmer als die Jungs wo denken `Oh ja, wird schon irgendwie trotzdem werden.`“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 18)

Teilweise Überforderung der Schüler:innen

Ebenfalls gaben drei der befragten Lehrkräfte an, dass ein Teil ihrer Schüler:innen mit der Eigenverantwortlichkeit überfordert waren (siehe Beispiel 18.3).

- **Beispiel 18.3:** „[...] Aber es ist halt lange nicht so viel, wie wenn Sie wirklich zu 100 % dafür verantwortlich sind: `Lerne ich hier jetzt grad was oder nicht?` Und da habe ich schon gemerkt, dass manche daran ein bisschen gewachsen sind und andere auch abgestellt haben. [...] Also ich hatte schon auch eine Handvoll Schüler mit dabei, die eher einfach mehr oder weniger zugemacht haben und gesagt haben: „Ja, okay, dann der andere neben mir, der wird es schon bearbeiten, ich selber mache es nicht.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 23)

Geringere Leistungsunterschiede

Eine Lehrkraft beschrieb, dass aufgrund der vielfältigen Kompetenzen, die für die Bearbeitung des Selbstlernbuches und der darin enthaltenen Aufgaben zur Produktion von Erklärvideos erforderlich waren, ihrer Meinung nach die Leistungsunterschiede zwischen den Schüler:innen geringer wurden (siehe Beispiel 18.4).

- **Beispiel 18.4:** „Man merkte nicht mehr die Leistungsunterschiede, die man vorher gemerkt hat, weil das Bearbeiten dieses Mediums dann auch vielen gut gelungen ist. Die (...) Bestimmte Gegenden ganz so vertraut sind und technisch als auch chemisch gut drauf. Aber die anderen konnten halt bei technischen Sachen gut mitarbeiten und mithalten. Also es stand ja auch so eine andere Fertigkeit im Vordergrund, das kreative, das technische Verständnis, das. Da sind die Leistungsunterschiede so etwas zusammengeschmolzen.“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 16)

Rolle der Lehrkraft

Der Kategorie „Rolle der Lehrkraft“ wurden alle Segmente codiert, in denen die Lehrkräfte Aussagen über ihre eigene Rolle und die dabei wahrgenommenen Empfindungen während des selbstgesteuerten Lernprozesses ihrer Schüler:innen äußerten. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in Tabelle 11-21 dargestellten Unterkategorien gebildet. Im Folgenden werden Beispiele und Erläuterungen zu den Unterkategorien gegeben.

Unterkategorie	Häufigkeit
Veränderte Rolle	3
Unterstützung beim selbstgesteuerten Lernen	3
Entspanntere Unterrichtssituation	3

Tabelle 11-21: Unterkategorien zur Kategorie "Rolle der Lehrkraft" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Veränderte Rolle

Drei der befragten Lehrkräfte beschrieben, dass sie ihre Rolle während der Arbeitsphase mit dem Selbstlernbuch als verändert wahrnahmen. Die Lehrkräfte 1 und 2 gaben an, dass es ihnen schwer gefallen war diese neue Rolle einzunehmen (siehe Beispiel 19.1 und 19.2). Die Lehrkraft 3 dagegen verband mit der veränderten Rolle die Möglichkeit die Schüler:innen bei der Arbeit beobachten zu können (siehe Beispiel 19.3).

- **Beispiel 19.1:** „Es war ganz arg ungewohnt Verantwortung und so seine eigene Arbeit so ein bisschen aus der Hand zu geben. Das hat mich Überwindung gekostet. Aber ich würde sagen, je mehr, je länger es vor sich ging, desto besser.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 2)
- **Beispiel 19.2:** „Aber es ist mir als Lehrer schon schwer gefallen zu sagen okay, ich sehe, die machen nichts [...] Das ist mir schon schwer gefallen.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 20)
- **Beispiel 19.3:** „[...] man konnte dann auch wirklich den Schülern mal bei ihrer Arbeit zugucken.“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 4)

Unterstützung beim selbstgesteuerten Lernen

Zwei der befragten Lehrkräfte nannten im Verlauf des Interviews, dass sie das Gefühl hatten, dass ihre Schüler:innen Probleme beim selbstgesteuerten Lernen hatten und sie sie mehr hätten unterstützen wollen/müssen. Eine Lehrkraft beschrieb, dass sie das Gefühl hatte, ihre Schüler:innen während des selbstständigen Lernprozesses allein gelassen zu haben (siehe Beispiel 19.4). Drei Lehrkräfte gaben auch an, dass sie in Zukunft Inputphasen ergänzen oder die selbstständige Lernphase zeitlich verkürzen würden (siehe Beispiel 19.5). Interessant war jedoch, dass keine der befragten Lehrkräfte beschrieb, Inputphasen durchgeführt zu haben, obwohl dies sowohl in den

Einführungsgesprächen als auch im Lehrkräftehandbuch explizit als sinnvolle Möglichkeit genannt wurde.

- **Beispiel 19.4:** „[...] Von daher hatte ich so ein bisschen die Bedenken, ob das Selbstgesteuerte ganz am Anfang nicht vielleicht auch eine Form von Alleinlassen sein kann. Und ähm, so, ich habe das jetzt mal ausprobieren einfach gelassen. Ich habe die einfach mal gelassen und stand da für Fragen. Und die fühlten sich tatsächlich auch alleine gelassen. [...]“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 2)
- **Beispiel 19.5:** „[...] Ich würde es wahrscheinlich nicht mehr so komplett frei machen, wie ich es jetzt tatsächlich gemacht habe, weil sich schon rausgestellt hat, dass gerade die guten Mädels gesagt haben: Naja, wir haben halt nicht so produktiv gearbeitet und dann mussten wir für die Klassenarbeit sehr viel mehr lernen, was die jetzt auch gemacht haben. Aber was vielleicht ein bisschen einfacher für die gewesen wäre, wenn man so dazwischen so Inputphasen gemacht hätte.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 8)

Entspanntere Unterrichtssituation

Diese drei Lehrkräfte gaben auch an, dass die Unterrichtssituation, die durch den Einsatz des Selbstlernbuches entstand, bei ihnen ein Gefühl der Entspannung auslöste. Die Lehrperson 1 beschrieb als Ursache für die Entspannung, dass sie nicht wie im traditionellen Unterricht das Gefühl hatte, es allen Schüler:innen gleichzeitig recht machen zu müssen, sondern sich gezielt um „einzelne Probleme“ kümmern konnte. Dabei äußerte die Lehrperson jedoch nicht eindeutig, ob es sich bei den Problemen um Lernschwierigkeiten der Schüler:innen oder um andere Vorkommnisse handelte. Dennoch konnte aus der Aussage der Lehrperson geschlossen werden, dass sie eine aktive Rolle in der Selbstlernphase eingenommen hatte.

Die Lehrkraft der Klasse 2 nannte zwar nicht eindeutig, dass sie entspannt war, beschrieb aber, dass sie die Schüler:innen überwiegend selbstständig arbeiten ließ und sie bei den Versuchsdurchführungen unterstützte (siehe Beispiel 19.5). Im weiteren Verlauf beschrieb die Lehrkraft, dass sich die Schüler:innen die meiste Zeit im Schulhaus verteilt hatten und nur für die Versuchsdurchführungen und die Erklärvideos ins Klassenzimmer kamen.

Als Ursache für die entspanntere Unterrichtssituation nannte Lehrkraft Klasse 3 hingegen die Qualität des Selbstlernbuchs, mit dem die Schüler:innen selbstständig arbeiten konnten (siehe Beispiel 19.6). Um sich in Zukunft noch besser auf den Einsatz des Selbstlernbuchs vorbereitet zu fühlen, gab die Lehrkraft der Klasse 3 an, sich selbst noch besser mit der Produktion von Erklärvideos vertraut machen zu müssen.

- **Beispiel 19.4:** „Ähm, also ich finde es für mich persönlich. Ich war, glaube ich, ein bisschen entspannter. Also für mich war das wirklich nicht zurücklehnen. Aber das ist ja, man kann sich einfach gezielter drum um einzelne Probleme kümmern und das finde ich viel entspannter, als wenn ich die 28 Kinder vor mir sitzen hab und es irgendwie für alle recht machen muss. Ähm, also das ist mir positiv aufgefallen, auch an mir selber, dass ich irgendwie das Gefühl hatte, eher wird schon, wird schon passen.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 25)

- **Beispiel 19.5** „Hm. Also dadurch, dass sie jetzt tatsächlich relativ wenig Fragen gestellt haben, habe ich ja immer nur geguckt, dass sie die Versuche sinnvoll machen, dass sie ihre Schutzbrillen aufhaben. Und ansonsten haben die ja wirklich mehr oder minder alleine vor sich hingewurschtelt. [...]“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 20)
- **Beispiel 19.6** „Also, ich fand das sehr entspannt und die Materialien waren so gut aufgearbeitet, dass die Schüler also wirklich selbstständig weiterarbeiten konnten.“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 4)

Erneuter Einsatz Selbstlernbuch

Der Kategorie „Erneuter Einsatz Selbstlernbuches“ wurden alle Antworten der Lehrkräfte auf die direkte Frage zugeordnet, ob sie sich vorstellen konnten, das Selbstlernbuch noch einmal im Unterricht einzusetzen. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und analysiert. Aus der Analyse folgte die Ableitung einer Unterkategorie mit der Bezeichnung „Zustimmung“ (siehe Tabelle 11-22). Im Folgenden werden Beispiele und Erläuterungen zu der Unterkategorie gegeben.

Unterkategorie	Häufigkeit
Zustimmung	4

Tabelle 11-22: Unterkategorien zur Kategorie "Erneuter Einsatz Selbstlernbuch" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Alle befragten Lehrkräfte gaben an, dass sie sich vorstellen konnten, das Selbstlernbuch erneut im Unterricht einzusetzen (vgl. Beispiel 20.1). Allerdings nannten alle Lehrkräfte organisatorische und strukturelle Rahmenbedingungen, die sie bei einem erneuten Einsatz verändern würden. Drei Lehrkräfte gaben an, dass sie bereits planten, das Selbstlernbuch im nächsten Schuljahr wieder im Unterricht einzusetzen. Zwei dieser Lehrkräfte würden jedoch bei einem erneuten Einsatz die Phase des selbstgesteuerten Lernens verkürzen und die Inhalte teilweise lieber im Rahmen des traditionellen Unterrichts thematisieren (siehe Beispiel 20.2) bzw. die Schüler:innen zu Beginn des selbstgesteuerten Lernens enger begleiten (siehe Beispiel 20.3). Die Lehrerin der Klasse 2 nannte als Voraussetzung für einen erneuten Einsatz die ausreichende Verfügbarkeit von Unterrichtszeit (Beispiel 20.4). Im Gegensatz dazu beschrieb die Lehrkraft der Klasse 3, dass sie bei einem erneuten Einsatz des Selbstlernbuches das Selbstlernbuch lieber über einen kürzeren Zeitraum mit einer höheren Stundenanzahl pro Woche einsetzen würde (siehe Beispiel 20.5).

- **Beispiel 20.1:** „[...] Ich werde es auf jeden Fall nochmal machen und deswegen danke dafür.“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 78)
- **Beispiel 20.2:** „[...] Aber ich würde wahrscheinlich dieses Buch tatsächlich entweder in zwei Teile teilen oder eher wahrscheinlich sogar kürzen, sodass ich eben die Versuche hinten raus, die ich schön finde, auch mit den Erklärungen dann im Alltag, dass man die anhand des Buches erarbeitet, aber den vorderen Teil dann einfach lehrerzentriert macht. Dass das die Kluft nicht so groß ist und ähm ja die Zeit auch nicht so riesig ist. Und vielleicht dadurch, dass man am Anfang sehr zentriertes macht. Ähm, die zumindest mal den Anfang, den Einstieg ein bisschen einfacher machen.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 56)

- **Beispiel 20.3:** „[...] Ich bin sehr neugierig auf nächstes Jahr. Ich würde das gerne noch einmal machen, aber dann halt wie gesagt geführter, am Anfang.“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 10)
- **Beispiel 20.4:** „Ja, würde ich glaube noch mal machen. Also kommt auf ganz viele Faktoren an, auch wenn irgendwie einschätzen kann weiß nicht ob fällt jetzt bei einer Klasse viel Unterricht aus, dann würde ich tendenziell sagen ne, also wenn ich das schon im Voraus weiß. [...]“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 49)
- **Beispiel 20.5:** „Also nächste Mal würde ich das gerne in der 10 einsetzen. [...] Ich habe bei denen auch Mathe. Dann würde ich tatsächlich sagen, wenn die die Prüfung alle hinter sich haben, dann tauchen wir mal zwei Wochen in eine andere Art von Lernen an, das würde ich dann also auf jeden Fall noch mal machen. Weil das ist die eine schöne Geschichte.“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 42)

Aspekte verändern

Im Leitfadeninterview wurden die Lehrkräfte gefragt, welche Aspekte sie im Selbstlernbuch gerne verändern würden. Die Antworten darauf wurden der Kategorie „Aspekte verändern“ zugeordnet, analysiert und anschließend gruppiert. Auf Grundlage der Analyse wurden für diese Kategorie die in Tabelle 11-23 gezeigten vier Unterkategorien gebildet, die nachfolgend detailliert betrachtet wurden.

Unterkategorie	Häufigkeit
Ergänzungen Erklärvideo Produktionsaufgabe	2
Inhalte aus Selbstlernbuch entfernen	2
Mehr Kontrollmöglichkeiten	1
Software	1

Tabelle 11-23: Unterkategorien zur Kategorie "Aspekte verändern" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Ergänzungen Erklärvideo Produktionsaufgabe

Im Rahmen der leitfadengestützten Interviews nannten zwei der befragten Lehrkräfte konkrete Aspekte, die sie an den Aufgaben zur Produktion von Erklärvideos ändern würden. Eine Lehrkraft berichtete davon, dass sich die Schüler:innen mit der Aufgabe auseinandersetzen, im Erklärvideo in Kapitel 3.2 einen Ausblick/eine Zusammenfassung zu formulieren (siehe Beispiel 21.1). Die Lehrkraft der Klasse 1 empfahl daher, den Schüler:innen Leitfragen als Hilfestellung zu geben. Zudem gab diese Lehrkraft an, dass sie den Versuch „Dichte von Methan“, der in Kapitel 2.1 von den Schüler:innen vertont wurde, lieber live im Klassenzimmer durchführen würde (siehe Beispiel 21.2). Des Weiteren wurde der Wunsch nach einer Anleitung zur digitalen Darstellung von Molekülen für die Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch geäußert (siehe Beispiel 21.3).

- **Beispiel 21.1:** „Genau und zwar was sie, womit sie sich beim Storyboard, beim Erklärvideo auch immer so ein bisschen schwer getan haben, war dieser dieses Stichwort Ausblick. Sie haben da. Sie haben dann mit relativ wenig anfangen können. Ich glaube, es wird helfen, wenn man da irgendwie so ein oder zwei Leitfragen mit dazu nimmt. Also zum Beispiel wie bewertest du das Verwenden von Waschbenzin zum Waschen aus Umwelt Perspektive oder irgendwie so was? Keine Ahnung, dass sie sich darüber, dass sie wissen, was Ausblick bedeuten soll.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 47)
- **Beispiel 21.2:** „Ich könnte mir sogar tendenziell eher vorstellen dieses Ballon Video eventuell sind sogar noch in echt zu zeigen anstatt es nur als Video zu zeigen oder was so was. Ich weiß das geht dann dieses Vertonen verloren wenn man das so macht. Aber andererseits kann man ja auch sagen

okay, wir nehmen eine gemeinsame Aufnahme und wir vertonen die jeweils individuell oder so was.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 53)

- **Beispiel 21.3:** „Denen fehlte aber nachher bei der Videoproduktion so ein bisschen das Werkzeug, die Moleküle digital darzustellen. [...] Da war ich nicht so richtig zufrieden mit den Leuten, mit den Produkten, was sie da produziert haben.“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 4)

Inhalte aus Selbstlernbuch entfernen

Die Lehrenden nannten zwei Inhalte, die sie aus dem Selbstlernbuch streichen würden. Eine Lehrkraft nannte die quantitative und qualitative Analyse (siehe Beispiel 21.4). Außerdem wurde der Themenbereich Wechselwirkungen von einer Lehrkraft als zu komplex für das selbstgesteuerte Lernen eingestuft.

- **Beispiel 21.4:** „Ja, also was, ich glaube, ich will wirklich wieder an mich nehmen, würde, die wäre die quantitativen, also die quantitative Analyse, die also es fällt ihnen einfach vom der Abstraktionsebene her, dass man das Verbrennungsgas untersucht oder die Gase untersucht, dann die Gasnachweise macht, die auch vom Handling her als Schülerversuch. Also ich halte, ich halte es für wirklich schwierig. Ich glaube, das wäre was, das würde ich wieder an mich eher nehmen, zum Beispiel.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 51)

Mehr Kontrollmöglichkeiten

Die Lehrkraft der Klasse 4 äußerte den Wunsch nach mehr direkten Kontrollmöglichkeiten bei der Aufgabenüberprüfung (siehe Beispiel 21.5).

- **Beispiel 21.5:** „Ja, genau. Also einfach diese, diese, diese Möglichkeit, da viel mehr selbst zu kontrollieren. Und nachher im Produkt sieht man es ja.“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 51)

Programmwahl

Darüber hinaus äußerte eine Lehrkraft den Wunsch, dass das Selbstlernbuch auch in anderen Programmen verfügbar sein sollte (siehe Beispiel 21.6).

- **Beispiel 21.6:** „Also ich verstehe zu 100 % warum Pages als App oder als als Grundlage gewählt worden ist. Und ich bin noch so ein bisschen am überlegen, ob ich das irgendwie hinbekommen oder ob man das irgendwie hinbekommt, dass das nachher auf ihrer gewohnten One Note App läuft oder gut good notes. [...] Ich würde mich tatsächlich glaube ich freuen, wenn das nicht auf diese pages ganz speziell bezogen wäre, sondern wenn es was weiß ich eine PDF Datei wäre, diese in verschiedenen Apps öffnen können. Und dann gibt es halt den Nachteil in Anführungsstrichen, dass die Videos nicht einfügen können, sondern zum Beispiel einen Link einfügen müssen oder so was. Also er ist natürlich lange nicht so elegant, gar kein Thema, aber vielleicht universeller einsetzbar.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 63)

11.2.4.2 Zusammenfassung Hypothese 1.4

Anhand der in Kapitel 11.2.4.1 dargestellten Analyse der vier Kategorien konnte die Hypothese H 1.4 bestätigt werden. Es wurde deutlich, dass die Lehrkräfte das Lernsetting des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ überwiegend als gewinnbringend empfanden und das Selbstlernbuch erneut in ihrem Unterricht einsetzen würden. Einige Lehrkräfte berichteten davon,

dass sich ihre Schüler:innen teilweise mit dem selbstgesteuerten Lernen schwergetan hatten und führten dies auf die dahingehend fehlenden Kompetenzen zurück. Auch beschrieben einige Lehrkräfte, dass sie bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch das Gefühl hatten, ihre Schüler:innen beim Lernprozess alleingelassen zu haben. Wie bereits in Kapitel 3.1.1 beschrieben, ist die Unterstützung der Schüler:innen, vor allem dann, wenn sie über keine ausreichenden Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen verfügten, sehr entscheidend. Obwohl den Lehrkräften eine teilweise Überforderung der Schüler:innen auffiel, ergriffen sie kaum Maßnahmen dies zu ändern. Jedoch gaben sie an, das Vorgehen und die Organisation beim erneuten Einsatz des Selbstlernbuchs anzupassen. Beispielsweise schlugen die Lehrkräfte vor, die Schüler:innen bei den inhaltlichen Themen zunächst mehr anzuleiten. Es wurde von den Lehrkräften Klasse 1 und 2 vorgeschlagen die inhaltlichen Themen der ersten Kapitel des Selbstlernbuchs zu entfernen, diese im traditionellen Unterricht, überwiegend lehrerzentriert, zu thematisieren und eine Öffnung erst bei dem Teil mit der Erklärvideoproduktion zuzulassen. Dieses Vorgehen würde dem Lernsetting des selbstgesteuerten Lernens jedoch grundsätzlich widersprechen. Die Begleitung zum Erwerb der notwendigen Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen dagegen wäre sehr sinnvoll und wichtig (siehe Kapitel 3.1.1). Für den Einsatz des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ wäre es sehr sinnvoll, wenn die Schüler:innen, aufgrund der Komplexität durch die enthaltenen Aufgaben zur Erklärvideoproduktion, bereits zuvor einige grundlegende Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen erworben hätten.

Zwei der befragten Lehrkräfte unterrichteten an einer Gesamtschule in NRW, in der das selbstgesteuerte Lernen im Schulkonzept fest verankert war. Daher konnten diese Lehrkräfte bereits Erfahrungen mit selbstgesteuerten Lernphasen sammeln. Dagegen beschrieben die anderen beiden Lehrkräfte (Lehrkräfte Klasse 1 und 2), dass sich mit der veränderten Rolle (siehe Kapitel 3.1.1) im Rahmen des Lernsettings Selbstlernbuch schwergetan hatten und es ihnen teilweise schwerfiel, den Lernprozess nicht stärker zu lenken. Interessant war jedoch, dass keiner der befragten Lehrkräfte sich beim vorliegenden Einsatz des Selbstlernbuchs dazu entschied Inputphasen für die gesamte Klasse oder Teile der Klasse anzubieten. Insgesamt empfanden die Lehrkräfte für sich das selbstgesteuerte Unterrichtssetting entspannter als den traditionellen Unterrichtsgang.

Zudem beschrieben die Lehrkräfte, dass sie teilweise die Schüler:innen während des Unterrichts anders erlebt hatten als im traditionellen Unterricht. Sie gaben an, dass die Schüler:innen, unabhängig vom bisherigen Leistungsniveau im Chemieunterricht, unterschiedlich gut mit dem selbstgesteuerten Lernen zurechtkamen. Das bestätigten auch die Ergebnisse in Kapitel 11.2.7.1.

Es konnte zusammengefasst werden, dass die Lehrkräfte viele Aspekte des Selbstlernbuchs positiv einschätzten und die Integration der Aufgaben zur Erklärvideoproduktion als sehr wertvoll empfanden. Wie auch bei den Interviews der Schüler:innen (siehe Hypothese H 1.1 in Kapitel 10.2.1.2), wurde erneut die Wichtigkeit der Rolle der Lehrkraft beim selbstgesteuerten Lernen deutlich.

11.2.5 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.5

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-4) hinsichtlich der Hypothese H 1.5 „Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.2.5.1 Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Nachfolgend erfolgte die Darstellung der Auswertung der Kategorie „Zuwachs Medienkompetenz“, die für die Überprüfung der Hypothese 1.5 herangezogen wurden (siehe Tabelle 11-4).

Zuwachs Medienkompetenz

Der Kategorie „Zuwachs Medienkompetenz“ wurden alle Einschätzungen der Lehrkräfte in Bezug auf den Medienkompetenzzuwachs ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-24 gezeigte Unterkategorien gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu der Unterkategorie wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Deutlicher Zuwachs	4

Tabelle 11-24: Unterkategorien zur Kategorie "Zuwachs Medienkompetenz" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Deutlicher Zuwachs

In den Interviews gaben alle vier befragten Lehrkräfte ihr Einschätzung ab, dass die Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch einen deutlichen Zuwachs bezüglich der Medienkompetenzen hatten. Die Lehrkräfte vermuteten vor allem in Bezug auf die Erklärvideoproduktion einen deutlichen Kompetenzzuwachs (siehe Beispiel 22.1). Aber auch in Bezug auf die Kompetenzen zur Handhabung und zum Umgang mit technischen Problemen nahmen die Lehrkräfte einen deutlichen Zuwachs wahr (siehe Beispiel 22.2).

- **Beispiel 22.1:** „Und dieses ganz klare, dieser ganz klare Fokus auf Videoproduktionen und auch zu schauen, dass es nachher ein gutes Video wird und irgend so ein ja ähm nehmt euch mal dabei auf, wie er irgendwas präsentiert oder so was Video. Ich glaube, das hat vielen wirklich, wirklich geholfen, sich da mal aktiv Gedanken drüber zu machen. Und die Storyboards, die waren glaube ich genau die richtige Methode dafür. Also da schätze ich ihn als relativ hoch ein.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 34)
- **Beispiel 22.2:** „Also ich glaube, dass das für Sie tatsächlich ein richtiger Zuwachs war, dass sie da einfach lernen, mit diesen Tablets umzugehen. Die hatten am Anfang Probleme mit wie funktioniert der Stift, wie kann ich da drauf schreiben, wie kann ich ein Video schneiden und sowas? Das haben die auf jeden Fall jetzt im Laufe dieses Selbstlernbuchs gelernt, damit einfach umzugehen und auch mit technischen Schwierigkeiten, die jetzt nicht sofort funktionieren, Vielleicht erst mal selber zu gucken, wie funktioniert das, wie funktioniert es nicht? Da sind die auf jeden Fall gewachsen dran.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 44)

11.2.5.2 Zusammenfassung Hypothese 1.5

Die befragten Lehrkräfte gaben alle an, dass sie einen großen Zuwachs hinsichtlich der Medienkompetenzen vermuteten. Damit unterschieden sich die Einschätzungen der Lehrkräfte und der Schüler:innen (siehe Kapitel 11.2.2.1) teilweise. Im Vergleich zu den Ergebnissen, die im Kapitel 11.4.1 dargestellt wurden, stimmten die Einschätzungen jedoch überein. Denn die Schüler:innen gaben an, dass sie einen großen Kompetenzzuwachs hinsichtlich der Kompetenzen für die Erklärvideoproduktion wahrgenommen hatten. Dies entsprach der Einschätzung der Lehrkräfte.

11.2.6 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.6

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-4) hinsichtlich der Hypothese H 1.6 „Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.2.6.1 Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Nachfolgend erfolgte die Darstellung der Auswertung der Kategorien „Lernzuwachs“, „Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht“ die für die Überprüfung der Hypothese 1.6 herangezogen wurden (siehe Tabelle 11-3).

Lernzuwachs

Der Kategorie „Lernzuwachs“ wurden alle Einschätzungen der Lehrkräfte in Bezug auf den inhaltlich-experimentellen Lernzuwachs ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-25 gezeigten Unterkategorie abgeleitet. Beispiele und Erläuterungen zu der Unterkategorie wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Unterschiedlich großer Lernzuwachs	4

Tabelle 11-25: Unterkategorien zur Kategorie "Lernzuwachs" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.

Unterschiedlich großer Lernzuwachs

Die drei befragten Lehrkräfte beschrieben in den Interviews, dass sie bei ihren Schüler:innen individuelle Unterschiede bezüglich des Lernzuwachs vermuteten. Die Lehrkraft der Klasse 1 berichtet, dass die Schüler:innen teilweise mehr Lernzuwachs hatten, als sie es vermutet hätte (siehe Beispiel 23.1). Eine Lehrkraft betonte, dass der Lernzuwachs davon abhängig war, wie leistungsstark die Schüler:innen auch bisher im Chemieunterricht waren (siehe Beispiel 23.2). Dennoch ging die Lehrkraft davon aus, dass auch die Stärkeren aufgrund von Konzentrationsproblemen die Inhalte des Selbstlernbuchs für die Klassenarbeit teilweise wiederholen mussten. Gleichzeitig beschrieb diese Lehrkraft aber auch, dass motivationale Effekte, in Bezug auf das Fach Chemie, Einfluss auf den Lernprozess nahmen. Als Ursache für die verringerte Motivation für die Auseinandersetzung mit den chemischen Inhalten nannte sie die Situation, dass die Schüler:innen teilweise planten Chemie nach der 10. Klasse abzuwählen. Die Lehrkraft der Klasse 3 beschrieb, dass sie davon ausging, dass sich einige ihrer Schüler:innen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch mehr auf die technischen Aspekte fokussierten und damit die chemischen Inhalte in den Hintergrund traten (siehe Beispiel 23.3). Bei anderen Schüler:innen ging sie davon aus, dass sie die Inhalte sehr gut verstanden hatten. Dagegen beobachtete die Lehrkraft der Klasse 4, dass sich die Schüler:innen aufgrund des fehlenden Gefühls von Selbstwirksamkeit unsicher in Bezug auf den Wissenserwerb fühlten und dies Einfluss auf die Lernwirksamkeit haben konnte (siehe Beispiel 23.4). Die Lehrkraft beschrieb auch, dass sie davon überzeugt war, dass diese Unsicherheit hätte überwunden werden können, wenn die Schüler:innen zu Beginn des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch mehr Unterstützung von der Lehrkraft erhalten hätten.

- **Beispiel 23.1:** „Unterschiedlich. Ich habe welche dabei, die haben mich echt beeindruckt. [...] Da kamen Erklärungen, die waren weit über dem hinaus, was ich selber tatsächlich auch erwartet hätte [...] Und natürlich gab es auch welche, wo es ähm ja wo es dann schon gehapert hat [...] Von dem da würde ich sagen ja, sehr gemischt. Also es ist sehr unterschiedlich, was den Wissenszuwachs angeht.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 27)
- **Beispiel 23.2:** „Ja, ich denke. Ähm. Ähnlich wie halt im Unterricht auch, dass halt die Schwächeren eher weniger verarbeitet haben. [...] Aber ich denke, dass es ähnlich wäre wie im Unterricht, dass ich halt so dieses Fachliche nicht so mitbekommen haben. Jetzt die Starken. Wie gesagt, die haben gesagt, sie müssten ein bisschen mehr tun für die Klassenarbeit, weil sie sonst halt aus dem Unterricht halt viel rausziehen und sie jetzt halt gesagt haben. Weil sie dann nicht immer ganz so konzentriert waren, mussten sie doch dann manches noch nachlernen. Ja, genau. (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 38)
- **Beispiel 23.3:** „Also einige haben das wirklich gut hingekriegt. Die haben das was man mit dem Van-der-Waals Kräften gut verstanden. Einige haben sich glaube ich wirklich auf das Technische fokussiert und haben der Chemie nicht ganz so viel in diesem, also nicht ganz so viel Inhalt mitgenommen. Da müsste man noch mal so ein vielleicht noch mal so ein zwei Fragen, dass wir es selber beantworten müssen, nicht in der Gruppe, sondern dass sie das selber nochmal beantworten. Jetzt erkläre mir mit eigenen Worten. (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 22)
- **Beispiel 23.4:** „Sie fühlen sich sehr unsicher. Also ich hatte das Gefühl, nachher diese Besprechung hätte mehr gebracht, also dieses Fachwissen an sich. Ich schiebe das alles darauf, dass sie sich am Anfang alleine fühlten. Also das schiebe ich ganz, ganz viel darauf, dass Sie nicht diese Sicherheit hatten, dass sie das jetzt verstehen werden. Und die waren permanent unsicher. Und das sah man nachher auch in der Klausur. Also. (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 47)

Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht

Der Kategorie „Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht“ wurden alle Einschätzungen der Lehrkräfte in Bezug auf den inhaltlich-experimentellen Lernzuwachs ihrer Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch im Vergleich zum traditionellen Unterricht zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-26 gezeigte Unterkategorie gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu der Unterkategorie wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
gleich viel Lernzuwachs	4

Tabelle 11-26: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht" des Leitfadenterviews in der dritten Intervention.

Gleich viel Lernzuwachs

Alle vier befragten Lehrkräfte gaben an, dass sie glaubten, dass der Lernzuwachs im traditionellen Unterricht gleich groß gewesen wäre (siehe Beispiel 24.1 und 24.2). Die Lehrkraft der Klasse 3 betonte an dieser Stelle erneut (siehe Abschnitt „Lernzuwachs“), dass der Lernzuwachs vom Leistungsstand der Schüler:innen abhängig war und sich die Schwächeren Schüler:innen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch eher auf die technischen und kreativen, als die inhaltlichen Aspekte während der Erklärvideoproduktion fokussiert hatten (siehe Beispiel 24.2).

- **Beispiel 24.1:** „Also ich denke, sie sind so vom Stand her ähnlich zu dem, was die Klassen davor dann immer im normalen Unterricht auch gelernt haben. Ich habe jetzt nicht das Gefühl, dass sie weniger gelernt haben. Was Sie sicherlich mehr gelernt haben, ist der Umgang mit Medien und auch der Umgang mit Ihrem, mit ihrer Selbstdisziplin. Vielleicht, dass ich eine doch oder andere Gedanken gemacht hat und gesagt hat Naja, okay, meine Selbstdisziplin war jetzt vielleicht jetzt nicht das, was es hätte sein sollen.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 36)
- **Beispiel 24.2:** „Da kommt es wieder zum Tragen, dass glaube ich die, die in Chemie immer gut waren, da auch besser waren und die, die in Chemie nicht so gut waren, auch sich dann wie gesagt mehr dem technischen und Kreativen und mehr der Gestaltung des Videos hingegeben haben.“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 24)

11.2.6.2 Zusammenfassung Hypothese 1.6

Die befragten Lehrkräfte gingen davon aus, dass der Lernzuwachs der Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch vergleichbar war mit dem Lernzuwachs, den die Schüler:innen in einem traditionellen Unterrichtsetting gehabt hätten. Desweiteren waren alle Lehrkräfte der Meinung, dass der Lernzuwachs weniger vom Lernsetting abhängig war, sondern vom Vorwissen der Schüler:innen abhing. Sie waren der Meinung, dass die Schüler:innen, die bisher leistungsstärker im Chemieunterricht waren, mehr Lernzuwachs hatten als die Schüler:innen mit einem geringeren Leistungsstand. Die Überprüfung der Hypothese H 1.3 zeigte, dass einige Schüler:innen davon ausgingen, dass sie im traditionellen Unterricht mehr gelernt hätten. Es könnte ein Zusammenhang zwischen den Einschätzungen der Lehrkräfte und der Schüler:innen dahingehend gegeben haben. Allerdings wurden die Schüler:innen im Leitfadeninterview nicht zu ihrem Vorwissen bzw. ihren Leistungen im Chemieunterricht vor der Intervention befragt, weshalb dieser Zusammenhang nicht bestätigt werden konnte.

Zusammenfassend konnte die Hypothese H 1.6 bestätigt werden, da alle befragten Lehrkräfte einen Lernzuwachs vermuteten, der vergleichbar mit dem Lernzuwachs im traditionellen Unterricht gewesen wäre. Allerdings zeigten die Ergebnisse auf, dass beim Einsatz von selbstgesteuerten Lernmaterialien, wie dem digitalen Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“, das Vorwissen und die Kompetenzen für die Planung und die Umsetzung eine entscheidende Rolle spielten (siehe auch Kapitel 3.1).

11.2.7 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 1.7

Die Analyse der Hypothese H 1.7 „Die Schüler:innen können im Post und Follow-up Test mehr inhaltliche Fragen zum Themenbereich der organischen Chemie richtig beantworten als im Pre-Test.“ erfolgte folgend anhand der Fragebogenerhebungsergebnisse der Pre-, Post-, und Follow-up Fragebögen.

11.2.7.1 Fragebogenergebnisse Schüler:innen

In diesem Abschnitt wurde untersucht, ob die Schüler:innen nach dem Lernprozess mit dem Selbstlernbuch mehr inhaltliche Fragen beantworten konnten als vor dem der Intervention. Um den Lernzuwachs erfassen zu können, wurde in den Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen jeweils dieselben inhaltlichen Fragen gestellt. Für die Überprüfung des Lernzuwachses wurden zunächst alle inhaltlichen Fragen der Themengebiete „Inhaltliche Fragen – Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ ausgewertet, indem die Antworten in SPSS entsprechend der nachfolgend dargestellten Regeln umcodiert wurden. Die 18 inhaltlichen Fragen bestanden aus Fragen, bei der nur eine Antwort ausgewählt oder Mehrfachantworten (zwei Antworten richtig) gegeben werden konnten. Für beide Arten von Fragen wurde ein Bewertungssystem festgelegt, welches nachfolgend gezeigt ist:

Regeln für die Umcodierung der Antworten in SPSS:

- Einfachantwort:
 - richtig beantwortet: 1 Punkt
 - falsch beantwortet: 0 Punkte
- Mehrfachantwort:
 - richtig beantwortet: 1 Punkt
 - eine Antwort richtig: 0.5 Punkte
 - mind. eine Antwort richtig, eine falsch: 0.5 Punkte
 - ab zwei Antworten falsch: 0 Punkte

Nach der Bewertung der einzelnen Antworten wurden die erhaltenen Punktzahlen in SPSS für die weitere Analyse aufsummiert. Die minimale Punktzahl, die die Schüler:innen erreichen konnten, betrug dabei 0 Punkte, die maximale 18 Punkte. In Abbildung 11-9 ist ein Screenshot aus SPSS zu sehen, welcher wichtige Kenndaten für die Auswertung der inhaltlichen Fragen liefert.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SUMME_richtige_Antwort_FB1_Item17bis34	129	3.00	14.00	7.4845	2.14507
SUMME_richtige_Antwort_FB2_Item17bis20und23bis36	26	5.00	13.00	9.2692	2.38005
SUMME_richtige_Antwort_FB3_Item6bis9und12bis25	66	4.50	18.00	10.6061	3.06408

Abbildung 11-9: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl, die die Schüler:innen im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ erreicht haben.

Es ist zu sehen, dass der Mittelwert der richtig beantworteten Fragen vor der Intervention bei 7,5 Punkten lag. Die alleinige Auswertung des Themengebiets „Inhaltliche Fragen – Grundlagen“, welches sechs Fragen umfasste, lag bei 2,05 Punkten (siehe Kapitel 11.1.3). Die Schüler:innen konnten also teilweise schon Fragen zum Themengebiet „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ vor der Intervention richtig beantworten. Jedoch musste dabei die Wahrscheinlichkeit des Einflusses des

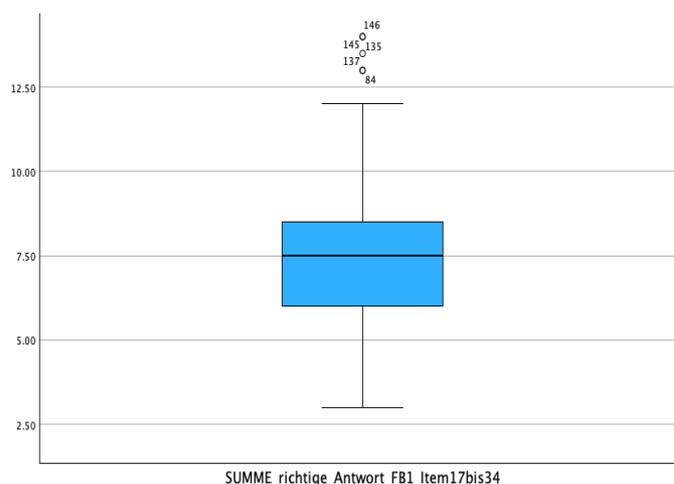


Abbildung 11-10: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N = 129).

zufälligen Ratens der richtigen Antworten berücksichtigt werden. Bei der überwiegenden Anzahl der Fragen lag eine 25 %-ige Chance vor einen Punkt zu erhalten, wenn bei vier Antwortmöglichkeiten eine richtig war. Desweiteren wurde ersichtlich, dass die Schüler:innen im Post-Fragebogen (FB 2) im Mittel mehr Fragen richtig beantworten konnten als im Pre-Fragebogen (FB 1) und im Follow-up-Fragebogen (FB 3) mehr als im Post-Fragebogen. In den Abbildungen 11-10 bis 11-12 wurden die Ergebnisse zusätzlich in Boxplot-Diagrammen aufbereitet, um die Häufigkeitsverteilung zusätzlich grafisch zu visualisieren. Diese Ergebnisse zeigten, dass die Schüler:innen im Mittel durch die Intervention mit dem Selbstlernbuch mehr der im Fragebogen gestellten inhaltlichen Fragen richtig beantworten konnten. Zudem konnte erwartungsgemäß eine leichte Zunahme der erreichten Gesamtpunktzahl zum Testzeitpunkt des Follow-up-Tests ermittelt werden, da im Normalfall auf die Inhalte des Selbstlernbuchs gemäß den Themen des Bildungsplans bzw. Lehrplans im weiteren Unterrichtverlaufs aufgebaut wurde. Es konnte sehr vorsichtig gefolgert werden, dass die Schüler:innen inhaltlichen Wissenszuwachs durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch hatten. Um diese Annahme zu überprüfen, sollte die Punktezahlder drei Fragebögen zu den beiden Themengebieten der einzelnen Schüler:innen vor und nach der Intervention analysiert werden, was im Folgenden vorgenommen wurde.

Dafür wurden anhand der von den Schüler:innen am Ende jedes Fragebogens angegebenen Zuordnungs-codes die Fragebögen sortiert. Von 14 Schüler:innen lagen, nach der Bereinigung alle drei Fragebögen vor, die für die weitere Analyse herangezogen werden konnten. Die Abbildung 11-13 zeigt erneut einen Screenshot aus SPSS, welcher wichtige Kenn-daten für die Auswertung der inhaltlichen Fragen der 14 Schüler:innen lieferte.

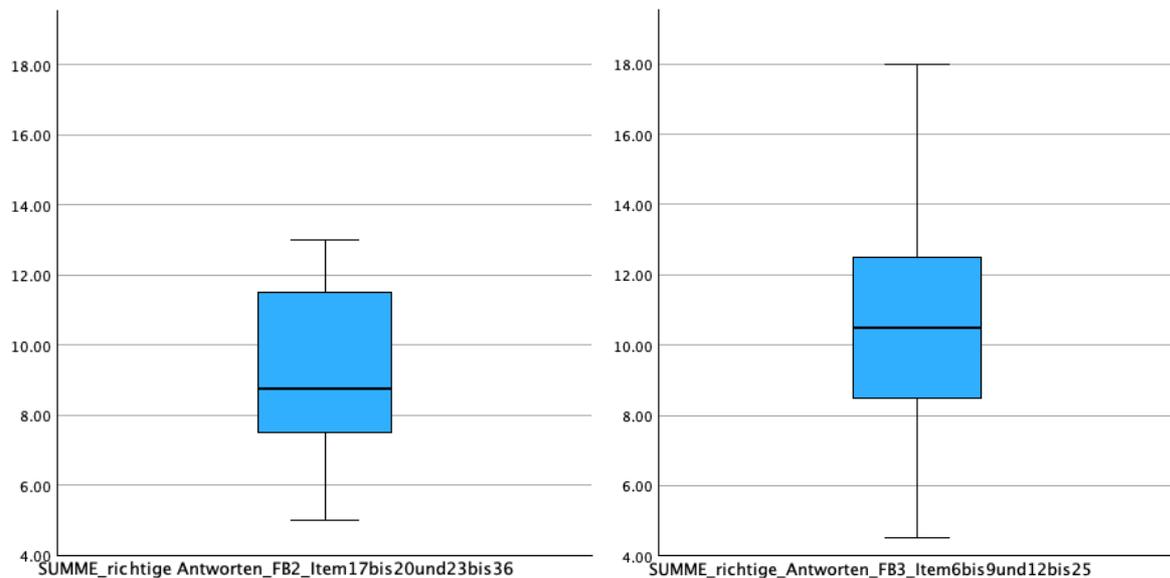


Abbildung 11-12: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) im Post-Fragebogen zum Themengebiet „Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N = 26).

Abbildung 11-11: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) im Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N = 66).

Beim Vergleich dieser Abbildung mit der Abbildung 11-9 wird ersichtlich, dass es keine signifikanten Unterschiede gab. Lediglich die maximal erreichte Punktzahl im FB1 unterschied sich um 4,5 Punkte. Anhand dieser Ergebnisse und des im Kapitel 11.1 beschriebenen Stichprobenvergleichs konnte vorsichtig angenommen werden, dass die Ergebnisse der Stichprobe der vierzehn Schüler:innen in gewissem Maße auf die Gesamtstichprobe übertragbar war.

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Summe_richtige_Antworte_n_FB1_Item17bis34	14	4.50	9.50	6.7143	1.51549
Summe_richtige_Antworte_n_FB2_Item17bis20und23bis36	14	5.50	13.00	9.7143	2.43937
Summe_richtige_Antworte_n_FB3_Item6bis9und12bis25	14	6.00	17.50	10.8929	2.91665
Valid N (listwise)	14				

Abbildung 11-13: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl die die Schüler:innen, die alle drei Fragebögen ausgefüllt haben, im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ erreicht haben.

In der Abbildung 11-14 wird das Boxplot-Diagramm zur Visualisierung der Häufigkeitsverteilungsentwicklung der Gesamtpunkte dieser 14 Schüler:innen gezeigt.

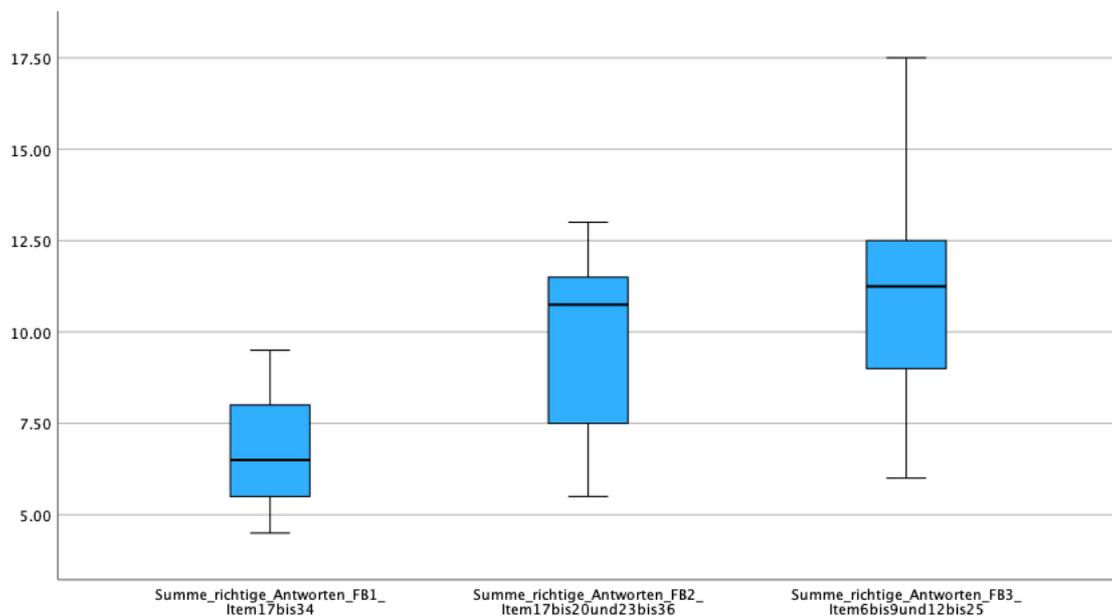


Abbildung 11-14: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) in den Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“

Anhand dieser Stichprobe wurde der individuelle Wissenszuwachs der Schüler:innen überprüft und in einer Grafik dargestellt (siehe Abbildung 11-15). Alle Schüler:innen, bis auf die Schüler:innen 1, 6 und 14 konnten im Post-Fragebogen mehr Punkte erreichen als im Pre-Fragebogen. Bei Schüler:in 1 lag nur ein geringer Abfall von 0,5 Punkten vor und war damit nicht signifikant. Schüler:in 6 und 14 erreichten im Post-Test 1,5 Punkte weniger als im Pre-Test. Schüler:in 1 und 14 erreichten im

Follow-up Fragebogen signifikant höhere Gesamtpunktzahlen, wobei Schüler:in 6 auch im Follow-up Test eine geringere Punktzahl als im Pre-Test erreichte. Ursache der Schwankungen bezüglich der erreichten Punktzahlen der drei Schüler:innen könnten Konzentrationsprobleme nach der intensiven Arbeitsphase gewesen sein. Zudem wäre es möglich, dass eine geringere Motivation beim Ausfüllen der Fragebögen vorlag.

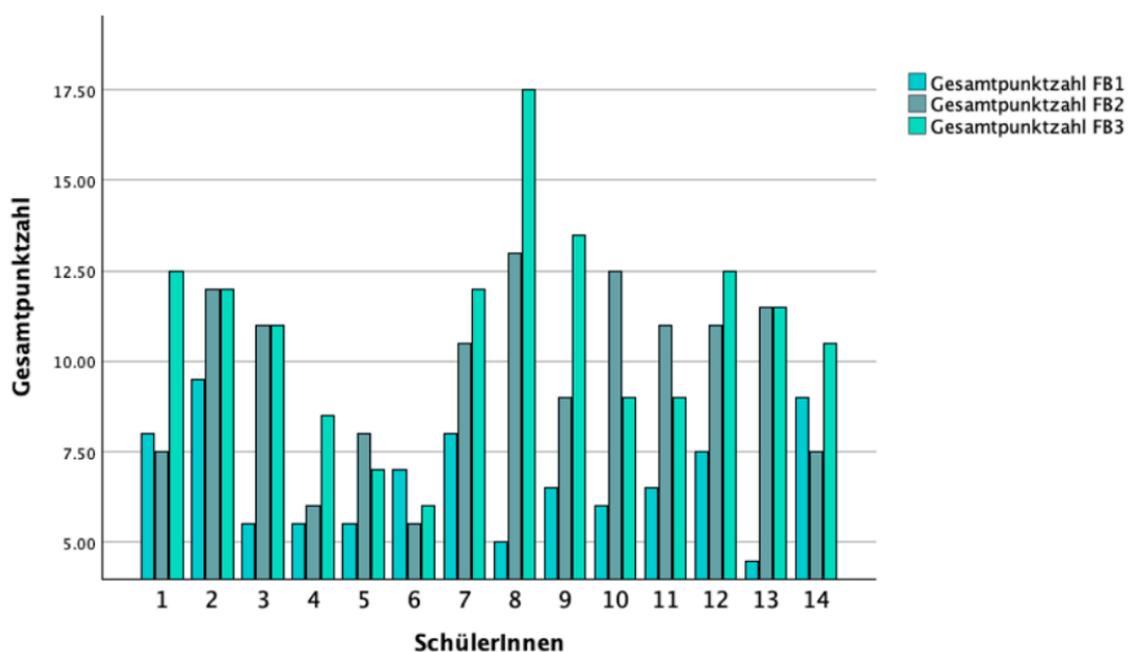


Abbildung 11-15: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N=14).

11.2.7.2 Zusammenfassung Hypothese 1.7

Insgesamt konnte von einem Wissenszuwachs ausgegangen werden, da ein Großteil der Schüler:innen im Post- und Follow-up Test mehr inhaltliche Fragen zum Themenbereich der organischen Chemie richtig beantworten konnten als im Pre-Test. Aufgrund der geringen Stichprobenzahl (N = 14) sollten in Zukunft jedoch weitere Untersuchungen vorgenommen werden, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten. Dennoch konnte die Hypothese H 1.7 unter den gegebenen Bedingungen für die Arbeit im Schuljahr 2023/24 mit dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ mit leichten Einschränkungen bestätigt werden.

11.3 Auswertung der Forschungsfrage 2

Ein Ziel des beschriebenen Forschungsvorhabens war es, mehr über die Wirksamkeit der im Selbstlernbuch rezeptiv eingesetzten Erklärvideos zu erfahren. In diesem Kapitel wurden die

Ergebnisse der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen, sowie die Leitfadeninterviews mit Schüler:innen in Bezug auf die Forschungsfrage 2 „Wie ist die Wirksamkeit von rezeptiv eingesetzten Erklärvideos im Selbstlernbuch?“ dargestellt und diskutiert. Dafür wurden sechs Items, die im Pre- und Post-Fragebogen erhoben wurden (siehe Tabelle 11-27), im Kapitel 11.3.1 ausgewertet. Die Beantwortung der Hypothese 2.2 wurde im Rahmen der Fragebogenerhebung nicht anvisiert, da dies bereits in den Schuljahren 21/22 und 22/23 (siehe Kapitel 8.2.4.1 und 9.2.4.1) erhoben und diskutiert wurde. Für die Überprüfung der Hypothese konnten die Ergebnisse der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen, die in Kapitel 11.2.1.1 im Abschnitt „Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch“ analysiert wurden, herangezogen werden. Die Tabellen zeigen die Zuordnung der Kategorien für die Auswertung der Leitfadeninterviews und die Items der Fragebögen, die den Hypothesen H 2.1 und H 2.2 zugeordnet (siehe Tabellen 11-27 und 11-28) und in den folgenden Abschnitten ausgewertet wurden.

Fragebogenerhebung Schüler:innen

Hypothese	Item Fragebogenerhebung Pre- und Post-Fragebogen
H 2.1: Die Schüler:innen schätzten den Nutzen des Rezipierens von Erklärvideos allgemein als hoch ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Pre-Fragebogen Item 1 • Pre-Fragebogen Item 2 • Pre-Fragebogen Item 3 • Post-Fragebogen Item 1 • Post-Fragebogen Item 2 • Post-Fragebogen Item 3

Tabelle 11-27: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 2.

Leitfadeninterview Schüler:innen

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 2.2: Die Schüler:innen schätzen den Nutzen des Rezipierens von Erklärvideos im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ als hoch ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch

Tabelle 11-28: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 2.

11.3.1 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 2.1

Für die Analyse der Hypothese H 2.1 wurden die in Tabelle 11-29 gezeigten sechs Items aus dem Pre- und Post-Fragebogen ausgewertet und analysiert. Dabei wurden die Schüler:innen vor der Intervention zu ihrer grundsätzlichen Einschätzung bezüglich des rezeptiven Einsatzes von Erklärvideos befragt. Diese Daten wurden bereits im Kapitel 10.1.5 ausgewertet, die Ergebnisse wurden für die bessere Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen des Post-Fragebogens hier erneut

gezeigt. Im Anschluss an die Arbeit mit dem Selbstlernbuch wurden erneut Fragen zur Einstellung zum Erklärvideoeinsatz im Unterricht gestellt, um ggf. vorliegende Veränderungsprozesse diesbezüglich ermitteln zu können. Diese Ergebnisse wurden in den folgenden Abschnitten vorgestellt. Zu beachten war bei der Interpretation der erhobenen Daten, dass eine unterschiedlich große Stichprobenzahl beim Pre- (N = 129) und Post-Fragebogen (N = 26) vorlag.

Pre-Fragebogen (N = 129)				
Item	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Item 1: Ich schaue gerne Erklärvideos im Unterricht an.	59 % N = 76	39 % N = 50	2 % N = 2	1 % N = 1
Item 2: Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.	38 % N = 49	53 % N = 68	9 % N = 12	0 % N = 0
Item 3: Erklärvideos helfen mir, chemische Inhalte besser zu verstehen.	33 % N = 42	53 % N = 69	11 % N = 14	3 % N = 4
Post-Fragebogen (N = 26)				
Item 1: Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.	27 % N = 7	54 % N = 14	15 % N = 4	4 % N = 1
Item 2: Ich schaue Erklärvideos lieber zu Hause als im Unterricht.	23 % N = 6	38,5 % N = 10	38,5 % N = 10	0 % N = 0
Item 3: Erklärvideos helfen mir, das Unterrichtsthema besser zu verstehen.	50 % N = 13	50 % N = 13	0 % N = 0	0 % N = 0

Tabelle 11-29: Ergebnisdarstellung der sechs Items (Pre-Fragebogen: Item 1 bis 3; Post-Fragebogen Item 1 bis 3) zur Einstellung gegenüber dem rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Unterricht im Schuljahr 23/24.

Wie in Kapitel 10.1.5 bereits erläutert, empfanden 91 % der befragten Schüler:innen vor der Intervention das Rezipieren von Erklärvideos als sinnvoll für den eigenen Lernerfolg (Pre-Fragebogen Item 2). Im Post-Fragebogen stimmten 81 % der befragten Schüler:innen der Frage „Ich empfinde Erklärvideos im Unterricht anzuschauen für meinen Lernerfolg als sinnvoll.“ zu. Das bedeutete, dass im Post-Fragebogen 10 % weniger der befragten Schüler:innen das Anschauen von Erklärvideos für den eigenen Lernerfolg sinnvoll fanden. Bei der Interpretation der Ergebnisse war die geringere Stichprobenzahl im Post- als im Pre-Fragebogen zu berücksichtigen. Um mehr darüber zu erfahren, ob sich die Empfindung bezüglich des eigenen Lernerfolgs vor und nach der Intervention veränderte, wurde die Abbildung 11-16 erstellt.

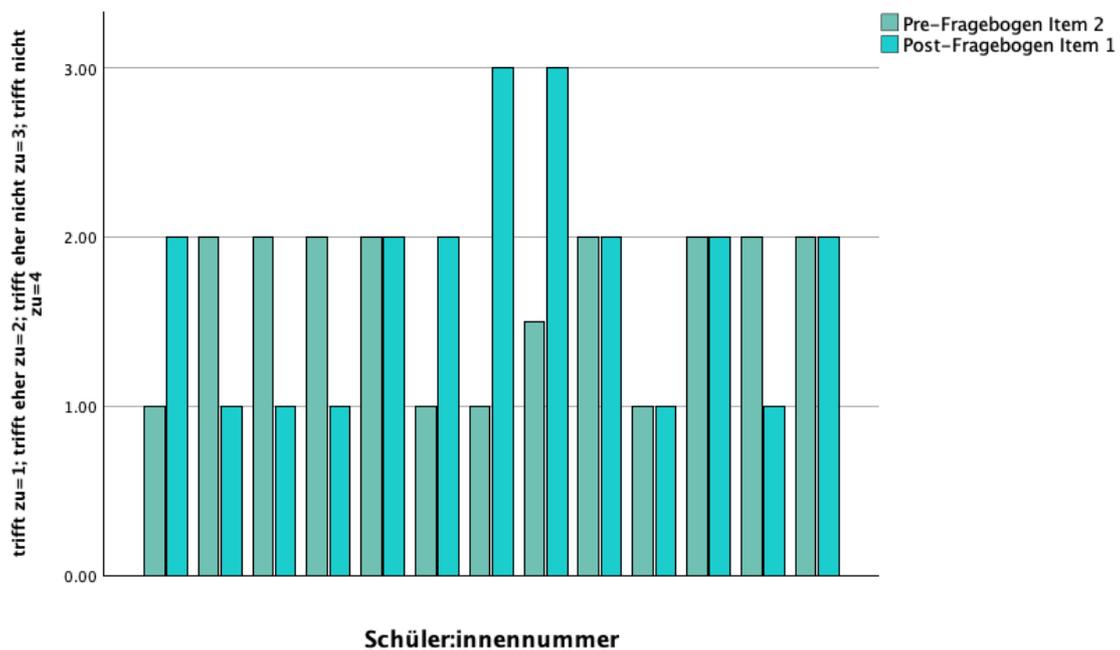


Abbildung 11-16: Gegenüberstellung der Antworten der SchülerInnen im Pre- und Post-Fragebogen zum rezeptiven Einsatz von Erklärvideos (N=14).

Fünf der vierzehn Personen gaben demnach in beiden Fragebögen dieselbe Antwort, vier Personen gaben nach der Intervention eine positivere und fünf Schüler:innen eine negativere Einschätzung ab. Dennoch gaben die Mehrzahl sowohl im Pre-Fragebogen als auch im Post-Fragebogen ihre Zustimmung (stimmt zu = 1, stimmt eher zu = 2) zu der gegebenen Aussage. Drei Schüler:innen gaben jedoch im Pre-Fragebogen ihre Zustimmung und verneinten die Aussage im Post-Fragebogen. Eine Ursache für diese Veränderung könnte die Tatsache sein, dass diese Schüler:innen im Pre-Fragebogen angaben, dass sie im Durchschnitt pro Woche kein Erklärvideo anschauten (Item 9). Daher hatten sie ggf. wenig Erfahrungen mit dem rezeptiven Einsatz von Erklärvideos für einen Lernprozess machen können. Dadurch haben die Schüler:innen eventuell die für das Lernen mit Erklärvideos benötigten Kompetenzen und der interaktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten von Nöten sind, noch nicht erwerben können (siehe Kapitel 4.3). Alle anderen Schüler:innen gaben im Pre-Fragebogen an, dass sie 1-3 mal pro Woche Erklärvideos im Unterricht rezipierten. Diese Ergebnisse könnten also einen Hinweis darauf liefern, wie entscheidend es war, die Schüler:innen auf eine lernförderliche Nutzung von Erklärvideos vorzubereiten und ihnen die Möglichkeit zu geben, die benötigten Kompetenzen vor selbstgesteuerten Lernprozessen zu erwerben. Jedoch gaben alle im Post-Fragebogen befragten Schüler:innen zu der Aussage „Erklärvideos helfen mir, das Unterrichtsthema besser zu verstehen.“ ihre Zustimmung. 14 % stimmten dieser Aussage im Pre-Fragebogen nicht zu.

Weiterhin ist der Tabelle 11-29 zu entnehmen, dass etwa 2/3 der im Post-Fragebogen befragten Schüler:innen angaben, dass sie lieber zu Hause Erklärvideos anschauten als im Unterricht.

11.3.1.1 Zusammenfassung Hypothese 2.1

Die vorgestellten Ergebnisse zeigten, dass die Hypothese H2.1 für die Mehrzahl der Schüler:innen bestätigt werden konnte. Zudem lieferten die erhobenen Daten Hinweise darauf, dass die Vorbereitung für das richtige Rezipieren (siehe Kapitel 4.3) von Erklärvideos für die empfundene Lernwirksamkeit sehr wichtig war. Um genauere Aussagen darüber treffen zu können, wären weitere Untersuchungen notwendig. Ein weiterer interessanter Aspekt, der im Rahmen einer Folgeuntersuchung näher in den Blick genommen werden könnte, ist die Präferenz der Schüler:innen für den Lernort (zu Hause oder in der Schule) für den rezeptiven Einsatz von Erklärvideos zu einem Unterrichtsthema.

11.3.2 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 2.2

Wie bereits in Kapitel 11.3 erläutert, wurden für die Überprüfung der Hypothese H 2.2 die in Kapitel 11.2.1.1 erläuterte Analyse der Kategorie „Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch“ aufgegriffen. Da alle vierzehn befragten Schüler:innen im Leitfadeninterview die Erklärvideos und Tutorials als besonders lernförderlich beschrieben, konnte davon ausgegangen werden, dass sie den Nutzen dieser als hoch einschätzten. Bei der Post-Fragebogenerhebung im Schuljahr 22/23 gaben jedoch nur 57 % ihre Zustimmung zu der Frage „Die im Selbstlernbuch enthaltenen Erklärvideos waren für meinen Lernerfolg gewinnbringend“ (siehe Kapitel 9.2.4.4). Eventuell könnte durch die teilweise Überarbeitung der Erklärvideos für die dritte Version des Selbstlernbuchs zu einer höheren Einschätzung des Nutzens dieser geführt haben. Auf Grundlage der vorliegenden Daten die Ursache für die unterschiedliche Einschätzungen jedoch nicht näher erläutert werden.

11.3.2.1 Zusammenfassung Hypothese 2.2

Die Hypothese 2.2 konnte aufgrund der Ergebnisse bei der Analyse der Kategorie „Lernförderliche Aspekte“ im Rahmen der dritten Intervention als bestätigt angesehen werden. Dagegen traf dies für die Fragebogenergebnisse aus dem Schuljahr 22/23 nur teilweise zu. Für eine nähere Überprüfung der Hypothese müssten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

11.4 Auswertung der Forschungsfrage 3

In diesem Kapitel wurden die Ergebnisse der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen und Lehrkräften sowie der Fragebogenerhebungen in Bezug auf die Forschungsfrage 3 „Wie ist die Wirksamkeit der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch?“ dargestellt und diskutiert. Dazu wurden die Kategorien der Leitfadeninterviews und die Items des Fragebogens den Hypothesen H 3.1 bis H 3.4 zugeordnet (siehe Tabellen 11-30 bis 11-32) und folgenden Kapiteln ausgewertet.

Leitfadeninterview Schüler:innen

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 3.1: Die Schüler:innen schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Erklärvideoproduktion Unterricht • Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch
H 3.3: Die Schüler:innen schätzen den Nutzen der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" im Vergleich zum benötigten Zeitbedarf als hoch ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion

Tabelle 11-30: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 3.

Fragebogenerhebung Schüler:innen

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 3.2: Die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu Versuch 1 bzw. 2 produzieren, können in den Post- und Follow-up Fragebögen im Vergleich zum Pre-Fragebogen für Versuch 1 bzw. 2 mehr Fragen richtig beantworten als für Versuch 2 bzw. 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Fragebogen 1 Item 23-34 • Fragebogen 2 Item 25-36 • Fragebogen 3 Item 14 - 25

Tabelle 11-31: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 3.

Leitfadeninterview Lehrkräfte

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 3.4: Die Lehrkräfte schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen bei den Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch
H 3.5: Die Lehrkräfte schätzen den Nutzen des Produzierens von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion

Tabelle 11-32: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 3.

11.4.1 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 3.1

Folgend wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-30) hinsichtlich der Hypothese H 3.1 „Die Schüler:innen schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ als hoch ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.4.1.1 Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen

Nachfolgend wurden die drei der Hypothese 3.1 zugeordneten Kategorien ausgewertet und analysiert (siehe Tabelle 11-30). Nach der Analyse wurden Unterkategorien abgeleitet. Im Folgenden wurden die einzelnen Kategorien und die dazu gebildeten Unterkategorien dargestellt. Wo nötig, wurden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert.

Erklärvideoproduktion Unterricht

Dieser Kategorie wurden alle Antworten im Rahmen der SchülerInneninterviews auf die Frage „Hast du vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch bereits im Unterricht beigebracht bekommen, wie du ein Erklärvideo produzieren kannst?“ zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-33 gezeigten Unterkategorien gebildet. Beispiele und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt. Zwei Schüler:innen gaben im Interview zwar an, dass sie bereits vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch wussten, wie ein Erklärvideo produziert wird, dabei wurde aber nicht klar, ob sie dies in der Schule oder im privaten Setting gelernt hatten. Daher wurden diese Antworten folgend nicht den Unterkategorien zugeordnet.

Unterkategorie	Häufigkeit
Verneinung	8
Teilweise Zustimmung	4

Tabelle 11-33: Unterkategorien für die Kategorie "Erklärvideoproduktion Unterricht".

Verneinung

Acht der befragten Schüler:innen gaben an, dass sie im vorangegangenen Unterricht nicht beigebracht bekommen hatten, wie ein Erklärvideo produziert werden kann. Zwei Schüler gaben an, dass sie bei bereits im Unterricht erstellten Videos intuitiv vorgegangen waren (siehe Beispiel

24.2) und durch „learning by doing“ sich selbst beigebracht hatten (siehe Beispiel 24.1), wie ein Erklärvideo produziert wird.

- **Beispiel 24.1:** „Ja hauptsächlich learning by doing.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 107)
- **Beispiel 24.2:** „Einfach intuitiv, wie man sich denkt.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 108)

Teilweise Zustimmung

Die anderen vier Schüler:innen gaben im Interview an, dass sie zumindest ein bisschen auf die Erklärvideoproduktion im vorangegangenen Unterricht vorbereitet wurden. Zwei Schüler:innen berichteten davon, dass sie dafür ein Arbeitsblatt mit Handlungsanleitungen zur Verfügung gestellt bekommen hatten (siehe Beispiel 24.3) und ein/e Schüler:in in der 5. Klasse nannte, dass im Rahmen des Fachs „Informationstechnische Grundbildung“ die Erklärvideoproduktion thematisiert, aber nicht weiter vertieft wurde (siehe Beispiel 24.4).

- **Beispiel 24.3:** „Ein Arbeitsblatt auf dem so ein bisschen draufstehen, was halt wichtig ist, was man machen sollte und dann halt mehr nicht, also.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 81)
- **Beispiel 24.4:** „Also nein, wir hatten es bisher noch gar nicht. Wir hatten es mal jetzt glaube ich in der fünften Klasse in ITG hatten wir das leicht mal angesprochen, wie das ungefähr geht, aber haben es halt nicht vertieft.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 80)

Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch

Alle Antworten, die die befragten Schüler:innen auf die Frage „Hast du mit Hilfe des Selbstlernbuchs gelernt, wie du ein Erklärvideo produzieren kannst?“ wurden der Kategorie „Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch“ zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in Tabelle 11-34 dargestellten Unterkategorien gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien werden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Zustimmung	9
Teilweise Zustimmung	5

Tabelle 11-34: Unterkategorien für die Kategorie „Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch“.

Zustimmung

Während alle befragten Schüler:innen prinzipiell zustimmten mit dem Selbstlernbuch gelernt zu haben, wie Erklärvideos produziert werden können, gaben neun dieser Schüler:innen ihre volle Zustimmung auf die Frage (siehe Beispiel 25.1). Zwei Schüler:innen nannten als besonders hilfreiche Aufgabe das im Selbstlernbuch geforderte Skript/Storyboard, welches vor der Erklärvideoproduktion erstellt werden musste (siehe Beispiel 25.2).

- **Beispiel 25.1:** „Ja, auf jeden Fall.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 82)

- **Beispiel 25.2:** „Ich weiß nicht, ob wir das dann so auch mit dem Skript gemacht hätten, wäre das jetzt nicht so gestanden. Aber ich fand, besonders mit dem Skript hat mir viel weitergeholfen.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 111)

Teilweise Zustimmung

Fünf der befragten Schüler:innen gaben an bereits vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch über Kompetenzen für die Erklärvideoproduktion verfügten, diese aber durch die Aufgaben im Selbstlernbuch vertiefen konnten (siehe Beispiel 25.3 und 25.4).

- **Beispiel 25.3:** „Ich denke, es hat geholfen. Nochmal, dass ich es mehr verstehe. Aber ich würde schon sagen, dass ich es da vorher schon ein bisschen konnte. Also es ist nicht so, als hätte ich es noch gar nicht gekonnt, aber es hat schon geholfen.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 87)
- **Beispiel 25.4:** „Es waren halt, es waren mehr Tipps drauf und mehr Hinweise. Also schon aus meiner Sicht habe ich das schon wahrscheinlich mehr gelernt als bei Geo damals.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 83)

11.4.1.2 Zusammenfassung Hypothese 3.1

Im Rahmen der Leitfadeninterviews berichtete der Großteil der befragten Schüler:innen, dass sie vor der Intervention mit dem Selbstlernbuch im Unterricht nicht beigebracht bekommen hatten, wie sie ein Erklärvideo produzieren können. Einige Schüler:innen gaben an, dass sie bereits ein Arbeitsblatt oder eine kleine Einführung in die Erklärvideoproduktion im vorangegangenen Unterricht erhalten hatten. Alle Schüler:innen stimmten zu, dass sie mit Hilfe der im Selbstlernbuch integrierten Aufgaben zur Produktion eines Erklärvideos die dafür notwendigen Kompetenzen erwerben bzw. vertiefen konnten. Auf Grundlage dieser Ergebnisse konnte die Hypothese H 3.1 als bestätigt erklärt werden.

11.4.2 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 3.2

Die Analyse der Hypothese H 3.2 „Die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu Versuch 1 bzw. 2 produzieren, können in den Post-Fragebogen und Follow-up-Fragebögen im Vergleich zum Pre-Fragebogen für Versuch 1 bzw. 2 mehr Fragen richtig beantworten als für Versuch 2 bzw. 1.“ erfolgt folgend anhand der Fragebogenerhebungsergebnisse der Pre-, Post-, und Follow-up Fragebögen.

11.4.2.1 Fragebogenergebnisse Schüler:innen

In Kapitel 3.2 produzierten die Schüler:innen zu Versuch 1 mit der Leitfrage „Einen Ölfleck auf einer Tischdecke mit Waschbenzin oder Wasser entfernen?“ oder zum Versuch 2 mit der Leitfrage „Was ist das bessere Schmieröl - Heptan oder Paraffinöl?“ ein Erklärvideo. Im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen wurden den Schüler:innen zu beiden Versuchen sechs inhaltliche Fragen gestellt, die auch bereits in die Auswertung aller inhaltlichen Fragen in Kapitel 11.2.7.1 eingeflossen waren. Die

Bewertung der Antworten erfolgte entsprechend der in Kapitel 11.2.7.1 dargelegten Regeln, weshalb die Schüler:innen pro Versuch maximal 6 Punkte erhalten konnten. Für die Überprüfung der Hypothese 3.3 wurden die inhaltlichen Fragen der Pre-, Post-, Follow-up Fragebögen für die beiden Versuche ausgewertet und die Ergebnisse miteinander verglichen.

Für eine vereinfachte Ergebnisdarstellung wurden die Bezeichnungen Versuchsgruppe 1 und 2 eingeführt, die folgendermaßen definiert wurden:

- **Versuchsgruppe 1:** Schüler:innen, die im Kapitel 3.2 ein Erklärvideo mit dem Versuch 1 produziert hat.
- **Versuchsgruppe 2:** Schüler:innen, die im Kapitel 3.2 ein Erklärvideo mit dem Versuch 2 produziert hat.

Haben die Schüler:innen angegeben, dass sie kein Erklärvideo, sondern eine vertonte Filmaufnahme oder gar kein Erklärvideo produziert hatten, wurden die Daten nicht in die Auswertung mit einbezogen. Für die Auswertung ergab sich dadurch eine Gesamtstichprobenzahl von $N = 14$, die sich hälftig auf die beiden Versuchsgruppen verteilte.

Den vierzehn Schüler:innen wurde für die Auswertung eine Zahl von 1 bis 14, entsprechend der Abfolge der Daten in SPSS zugeordnet, um die Beschreibungen zu den Auswertungen zu erleichtern. In Abbildung 11-17 ist ein gruppiertes Säulendiagramm zu sehen, welches die Ergebnisse der Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 mit den erreichten Punktzahlen für die Fragen zu Versuch 1 im Pre-, Post-, und Follow-up Fragebögen zeigt. Die erreichten Punktzahlen der Versuchsgruppe 1 bei dem Fragen zum Versuch 2 sind in Abbildung 11-18 gezeigt. Den Abbildungen ist zu entnehmen, dass der Großteil der Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Post-Fragebogen mehr Fragen zu Versuch 1 und 2 richtig beantworten konnten als im Pre-Fragebogen. Allerdings lag bei Person 6 und 14 ein Einbruch der Punktzahl in Post-Fragebogen für den Versuchs 1 (Person 14) und den Versuchs 2 (Person 6 und 14) vor. Bei beiden Personen stieg die Anzahl der richtig beantworteten Fragen im Follow-up Fragebogen wieder an. Dieser Verlauf hat sich bereits in der Gesamtpunktzahl beim Einbezug aller fachliche Fragen gezeigt und könnten ggf. auf Konzentrationsprobleme zurückgeführt werden. Daher wurde die folgenden Auswertung für der Ermittlung der Mittelwerte ohne diese beiden Personen aus der Versuchsgruppe 1 durchgeführt. Die Abbildungen 11-19 und 11-20, sowie der Screenshot aus SPSS mit einigen deskriptiven Angaben (siehe Abbildung 11-21) zeigen die Entwicklung der erreichten Punktzahl der Versuchsgruppe 1 für Versuch 1 und 2. Dieser ist zu entnehmen, dass der Mittelwert der Versuchsgruppe 1 für den Versuch 1 bei 2,2 Punkten und für den Versuch 2 bei 2,8 Punkten im Pre-Fragebogen, bei maximal 6 zu erreichenden Punkten, lag. Während die Versuchsgruppe 1 im Post-Fragebogen im Versuch 1 im Mittel 2,1 Punkt mehr erreichten, erreichte die Gruppe für den Versuch 2 im Mittel 0,4 Punkte mehr. Die Differenz

zwischen den erreichten Punktzahlen der Versuchsgruppe 1 im Pre- und Post-Fragebogen unterschieden sich also deutlich im Bezug auf die erreichte Punktzahl bei den Fragen zu Versuch 1 und 2. Die erreichte Punktzahl im Fragebogen 3 war mit 4,5 und 4,2 Punkten aber dann wieder sehr ähnlich. Wichtig zu beachten war, dass diese Ergebnisse nur einen Anhaltspunkt bieten und nicht als allgemeingültig angesehen werden können, da die für die Auswertung zur Verfügung stehende Stichprobe mit $N = 5$ sehr gering war.

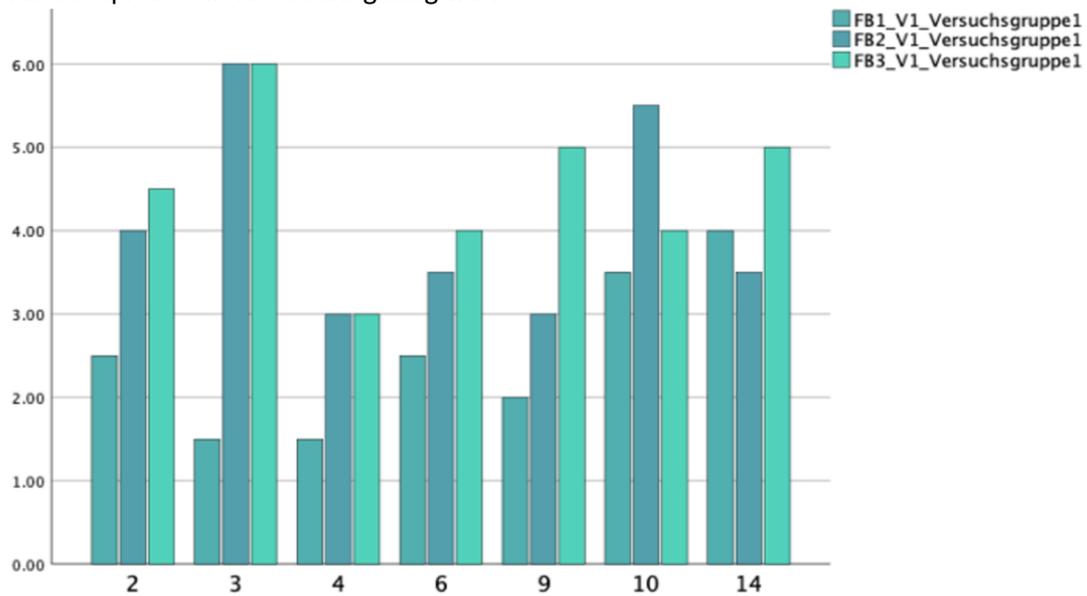


Abbildung 11-18: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 1“ ($N = 5$).

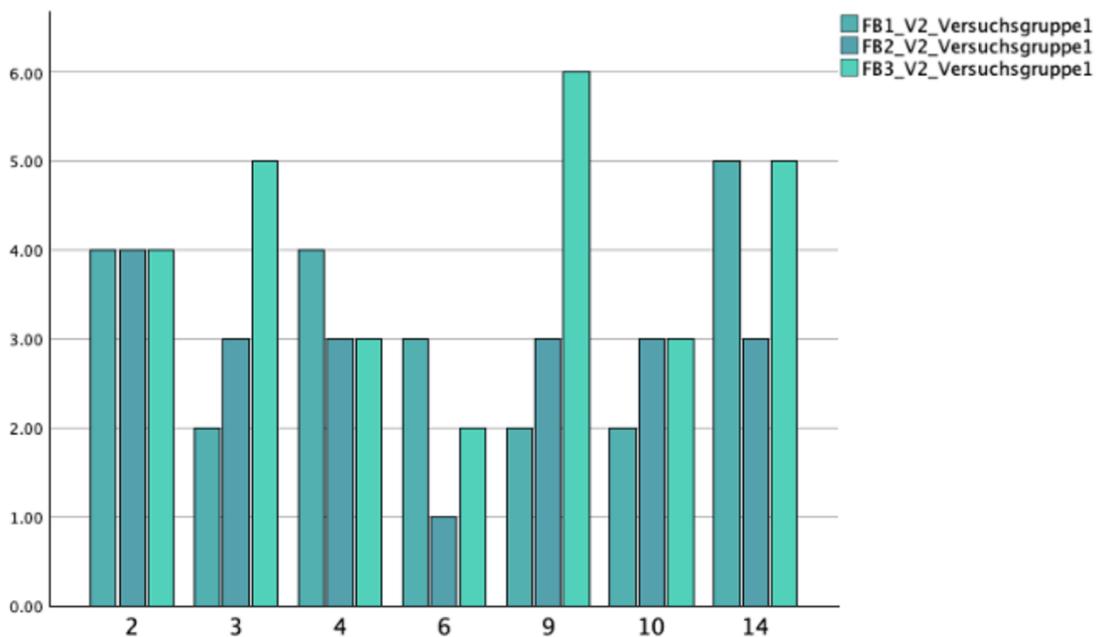


Abbildung 11-17: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 2“ ($N = 5$).

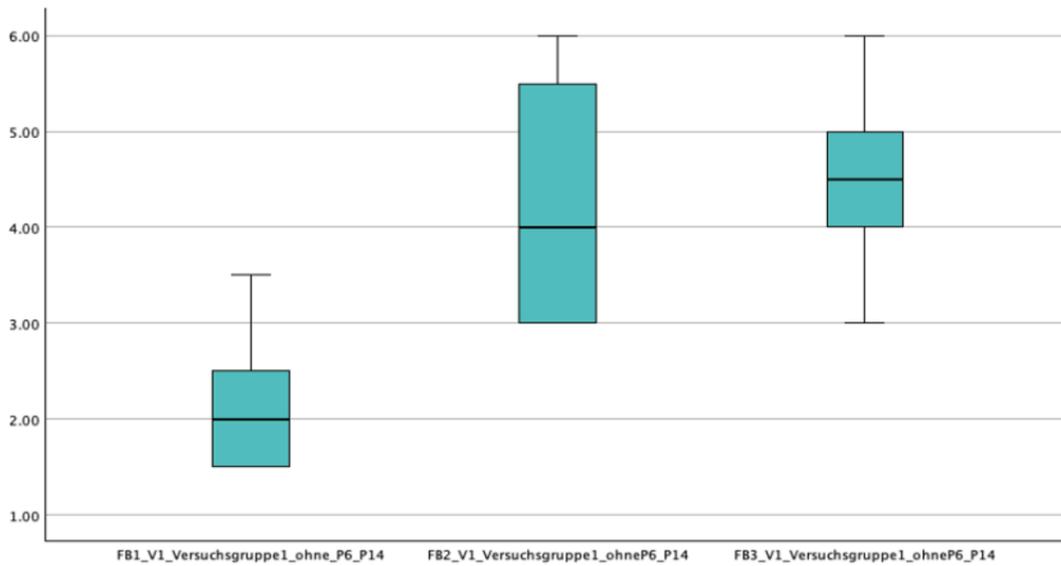


Abbildung 11-20: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 1 zum Versuch 1 (N = 5).

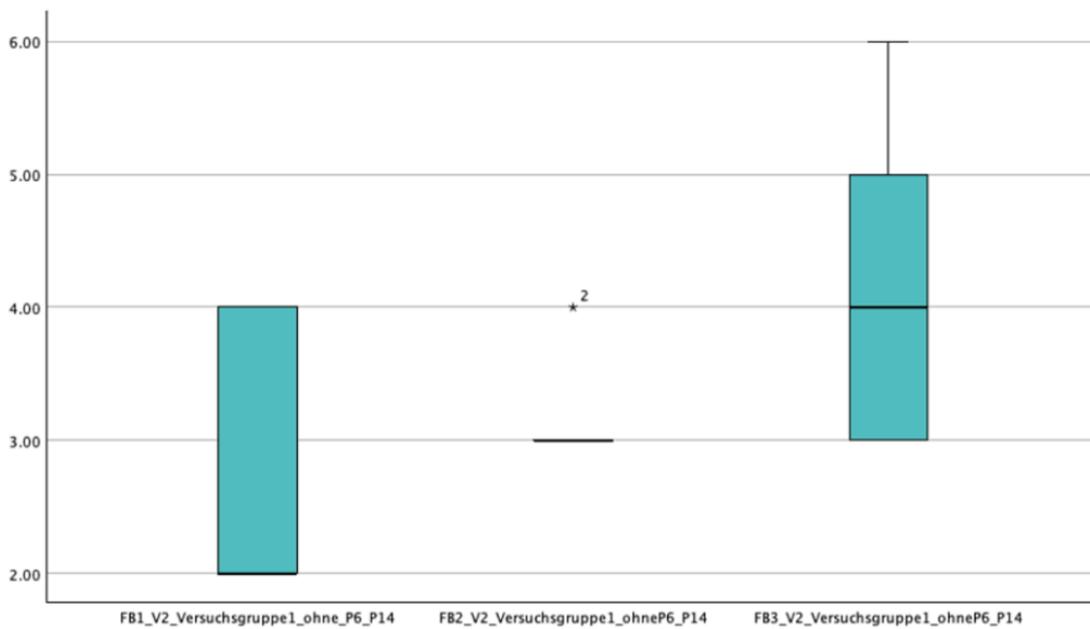


Abbildung 11-19: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 1 zum Versuch 2 (N = 5).

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
FB1_V1_Versuchsgruppe 1_ohne_P6_P14	5	1.50	3.50	2.2000	.83666
FB1_V2_Versuchsgruppe 1_ohne_P6_P14	5	2.00	4.00	2.8000	1.09545
FB2_V1_Versuchsgruppe 1_ohneP6_P14	5	3.00	6.00	4.3000	1.39642
FB2_V2_Versuchsgruppe 1_ohneP6_P14	5	3.00	4.00	3.2000	.44721
FB3_V1_Versuchsgruppe 1_ohneP6_P14	5	3.00	6.00	4.5000	1.11803
FB3_V2_Versuchsgruppe 1_ohneP6_P14	5	3.00	6.00	4.2000	1.30384
Valid N (listwise)	5				

Abbildung 11-21: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl die die Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Versuch 1“ und „Versuch 2“ erreicht haben.

In Abbildung 11-22 und 11-23 sind die gruppierten Säulendiagramme zu sehen, welche die Ergebnisse der Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 mit den erreichten Punktzahlen für die Fragen zu Versuch 2 und 1 im Pre-, Post-, und Follow-up Fragebogen zeigen. Den Abbildungen ist zu entnehmen, dass der Großteil der Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Post-Fragebogen mehr Fragen zu Versuch 1 und 2 richtig beantworten konnten als im Pre-Fragebogen. Allerdings lag bei Person 1 ein Einbruch der Punktzahl in Post-Fragebogen für den Versuch 2 vor. Bei dieser Person stieg die Anzahl der richtig beantworteten Fragen dann aber im Follow-up Fragebogen wieder an. Dieser Verlauf hat sich bereits in der Gesamtpunktzahl beim Einbezug aller fachliche Fragen gezeigt (siehe Abbildung 11-22) und konnte ggf. auf Konzentrationsprobleme (siehe Kapitel 11.2.7.1) zurückgeführt werden. Daher wurde die folgenden Auswertung für der Ermittlung der Mittelwerte ohne Person 1 aus der Versuchsgruppe 2 durchgeführt.

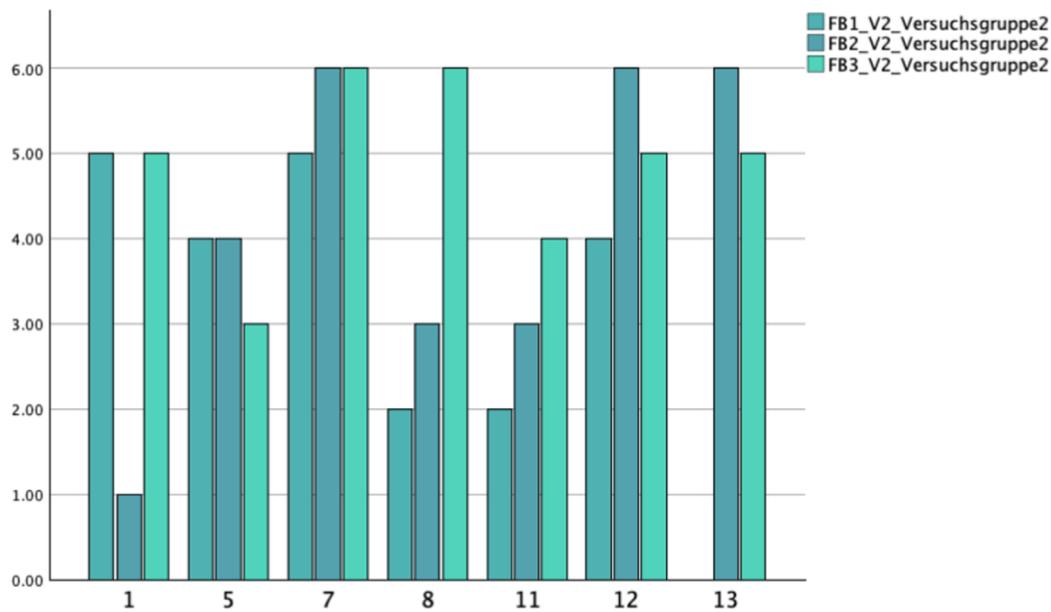


Abbildung 11-22: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 2“ (N = 6).

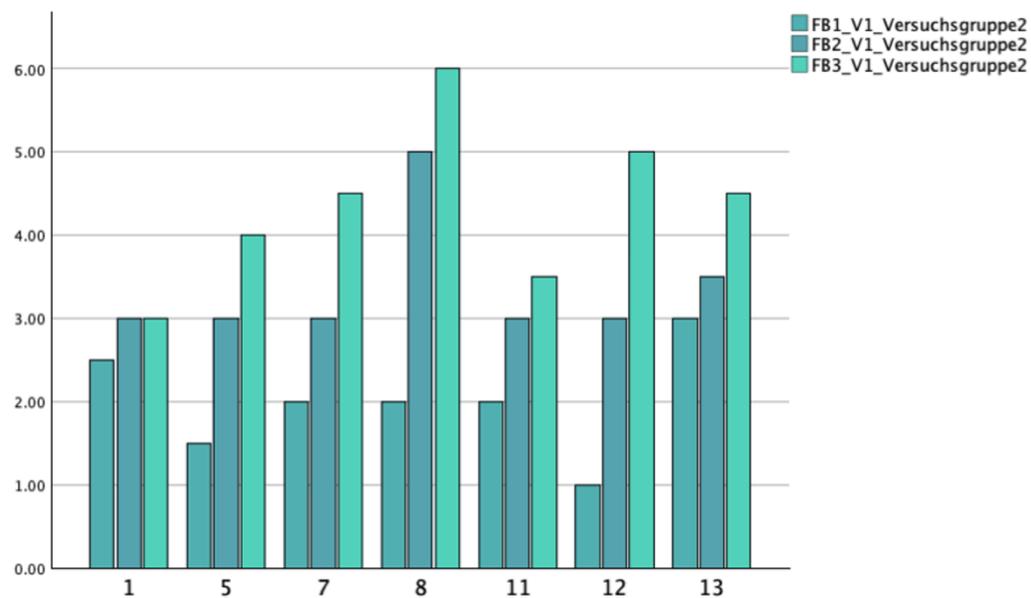


Abbildung 11-23: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 1“ (N = 6).

In den Abbildungen 11-24 und 11-25, sowie dem Screenshot aus SPSS mit einigen deskriptiven Angaben (siehe Abbildung 11-26) ist die Entwicklung der erreichten Punkte der Versuchsgruppe 2 für den Versuch 2 und 1 zu sehen. Den deskriptiven Daten ist zu entnehmen, dass der Mittelwert der Versuchsgruppe 1 für den Versuch bei 2,8 Punkten und für den Versuch 1 bei 1,89 Punkten im Pre-Fragebogen, bei maximal 6 zu erreichenden Punkten, lag. Während die Versuchsgruppe 2 im

Post-Fragebogen im Versuch 2 im Mittel 1,9 Punkte mehr erreichten, erreichte die Gruppe für den Versuch 1 im Mittel 1,5 Punkte mehr. Die Differenz zwischen den erreichten Punktzahlen der Versuchsgruppe 2 im Pre- und Post-Fragebogen unterschieden sich also deutlich im Bezug auf die erreichte Punktzahl bei den Fragen zu Versuch 1 und 2, allerdings in einem geringeren Umfang, als der Unterschied bei der Versuchsgruppe 1 war. Die erreichte Punktzahl im Fragebogen 3 war mit 4,9 und 4,6 Punkten aber dann wieder sehr ähnlich. Auf die Ergebnisse des Follow-up Fragebogens könnte der Unterricht nach der Intervention einen nivilierenden Einfluss gehabt haben. Wichtig war zu beachten, dass diese Ergebnisse nur einen Anhaltspunkt bieten und nicht als allgemeingültig angesehen werden können, da die für die Auswertung zur Verfügung stehende Stichprobe mit N = 6 sehr gering war.

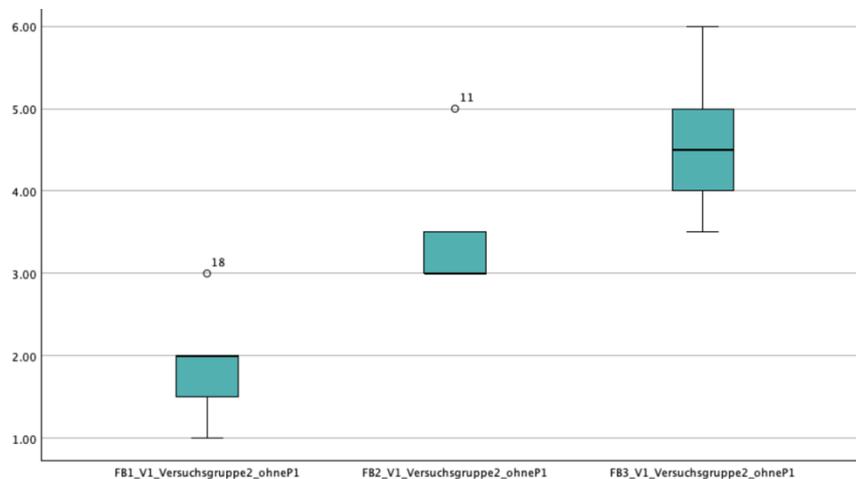


Abbildung 11-24: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 2 zum Versuch 2 (N = 6).

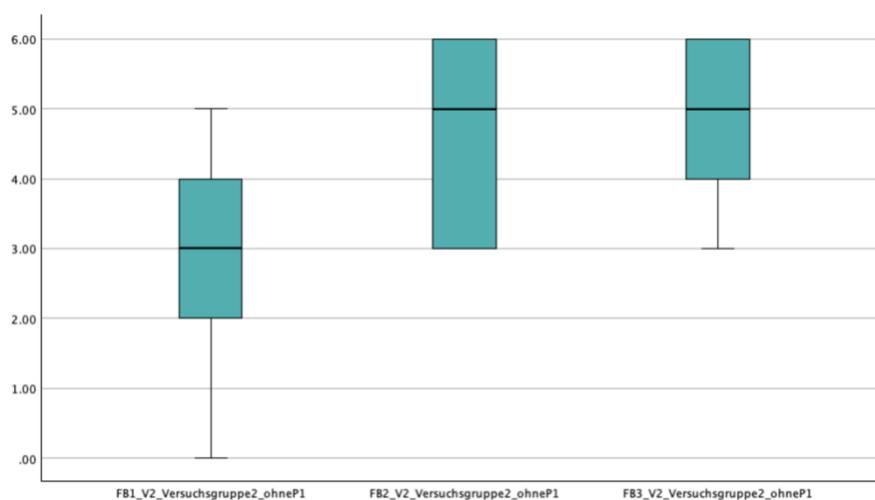


Abbildung 11-25: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 2 zum Versuch 1 (N = 6).

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
FB1_V2_Versuchsgruppe 2_ohneP1	6	.00	5.00	2.8333	1.83485
FB1_V1_Versuchsgruppe 2_ohneP1	6	1.00	3.00	1.9167	.66458
FB2_V2_Versuchsgruppe 2_ohneP1	6	3.00	6.00	4.6667	1.50555
FB2_V1_Versuchsgruppe 2_ohneP1	6	3.00	5.00	3.4167	.80104
FB3_V2_Versuchsgruppe 2_ohneP1	7	3.00	6.00	4.8571	1.06904
FB3_V1_Versuchsgruppe 2_ohneP1	6	3.50	6.00	4.5833	.86120
Valid N (listwise)	6				

Abbildung 11-26: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl die die Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Versuch 2“ und „Versuch

11.4.2.2 Zusammenfassung Hypothese 3.2

Die im Kapitel 11.4.2.1 dargestellten Ergebnisse gaben einen Hinweis darauf, dass die Erklärvideoproduktion zu einem Versuch durch die Schüler:innen dazu führen konnte, dass die Schüler:innen mehr inhaltliche Fragen richtig beantworten konnten. Damit konnte die Hypothese H 3.2 „Die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu Versuch 1 bzw. 2 produzieren, können in den Post-Fragebogen und Follow-up-Fragebögen im Vergleich zum Pre-Fragebogen für Versuch 1 bzw. 2 mehr Fragen richtig beantworten als für Versuch 2 bzw. 1.“ vorsichtig bestätigt werden. Allerdings ließen diese Ergebnisse aufgrund der geringen auswertbaren Stichprobenzahl der beiden Versuchsgruppen, sowie der geringe Umfang an Fragen zu den beiden Themengebieten, keine Ableitung einer allgemeingültigen Aussage zu. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann es jedoch sehr sinnvoll sein, die Wirksamkeit der Erklärvideoproduktion im Unterricht durch die Schüler:innen in Bezug auf den Zuwachs an inhaltlichem Wissen weiter zu überprüfen.

11.4.3 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 3.3

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-2) hinsichtlich der Hypothese H 3.3 „Die Schüler:innen schätzen den Nutzen der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ im Vergleich zum benötigten Zeitbedarf als hoch ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.4.4 Leitfadeninterview Schüler:innen

Nachfolgend wurden die Antworten der Schüler:innen im Leitfadeninterview, die der Kategorie „Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion“ zugeordnet wurden (siehe Tabelle 11-2), ausgewertet. Auf Grundlage dieser erfolgte anschließend die Beurteilung der Hypothese 3.3.

Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion

Die Schüler:innen wurden gefragt, ob ihrer Meinung nach der Zeitaufwand für die Bearbeitung der Aufgabe zur Produktion eines Erklärvideos im Selbstlernbuch durch den Nutzen gerechtfertigt war. Die Antworten auf diese Frage wurden der Kategorie „Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion“ zugeordnet. Alle Schüler:innen nannten im Interview ihre Einschätzungen dazu. Die Auswertung machte deutlich, dass alle Schüler:innen zustimmten, dass der Nutzen den Zeitaufwand überwog. Durch die Analyse der codierten Antworten konnten die drei in der Tabelle 11-35 dargestellte Unterkategorien gebildet werden. Keine/r der befragten Schüler:innen war der Meinung, dass der Zeitaufwand nicht gerechtfertigt war. Einige Beispiele und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Nutzen überwiegt	12
Teils, teils	2

Tabelle 11-35: Unterkategorien für die Kategorie „Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion“.

Nutzen überwiegt

Elf der zwölf Schüler:innen, die angaben, dass der Nutzen den Zeitbedarf überwogen hatte, nannten als Grund, dass sie sich durch die Erklärvideoproduktion mit den Inhalten tiefer auseinandergesetzt und diese dadurch besser verinnerlicht hatten (siehe Beispiel 26.1 und 26.2). Dies wurde bereits im Abschnitt „Lernzuwachs durch Erklärvideoproduktion“ thematisiert. Ein/e Schüler:in gab an, dass für ihn/sie sich die Produktion des Erklärvideos zwar gelohnt, sich aber kein direkter Vorteil gegenüber dem klassischen Unterricht ergeben hatte. Im Beispiel 26.3 nannte ein/e Schüler:in als Vorteil, dass er/sie sich zu Hause in Ruhe mit der Erklärvideoproduktion beschäftigen konnte und dadurch ausreichend Zeit zur Verfügung hatte.

- **Beispiel 26.1:** „Es war auch gut, weil wir in kürzester Zeit so viel wie möglich gelernt haben.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 116)
- **Beispiel 26.2:** „Ich denke, es lohnt sich schon, weil man einfach wirklich ziemlich tief in das Thema reingeht als wenn man sich mehrere Unterrichtsstunden damit beschäftigt und am Schluss auch nochmal eine kurze Zusammenfassung macht. Also lohnt sich schon, weil ob man jetzt die ganze Zeit nur beim Lehrer sitzt und der eine ganze Zeit zu labert. Da finde ich das hier schon, also vom Zeitaufwand her und vom Nutzen dann echt besser.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 115)

- **Beispiel 26.3:** „Also ich finde, es hat sich schon gelohnt. Auch wenn ich jetzt zum Beispiel zu Hause habe ich mich jetzt auch noch mal besser hinsetzen können als in der Schule und da habe ich mir auch wirklich Zeit lassen können und habe es wirklich genauso machen können, wie ich mir das vorgestellt habe. Und ich habe es dann auch 2-3 mal drehen können, einfach so, wie es mir gefällt. Und dann halt auch ich habe es so optimiert, bis es bis ich es eigentlich perfekt für mich fand.“

Teils/teils

Zwei der befragten Schüler:innen gaben in ihren Antworten an, dass sich der Zeitaufwand prinzipiell gelohnt hatte, sie aber der Meinung waren, dass sie trotzdem in traditionellen Unterricht mehr gelernt hätten (siehe Beispiel 26.4 und 26.5). Dabei bezogen sich die beiden Schüler:innen in ihrer Begründung aber eher auf die Arbeit mit dem Selbstlernbuch, als auf die Frage der Erklärvideoproduktion. Nach erneuter Nachfrage, ob sie der Meinung waren, dass eine Erklärvideoproduktion lohnenswert wäre, gaben beide Schüler:innen ihre Zustimmung, betonten aber beide, dass sie trotzdem der Meinung waren, im traditionellen Unterricht mehr gelernt zu haben (siehe Beispiel 26.6).

- **Beispiel 26.4:** „[...] Ähm, also ich finde an sich schon, weil man sich auch mit dem Stoff auseinander, also mehr auseinandersetzt, aber mir persönlich hätte der Unterricht mehr gebracht, weil ich da einfach noch mehr Fragen stellen kann und weil es halt wirklich eine Person ist, die das einmal erklärt und weil man es nicht halt selber durch Texte oder so verstehen muss, sondern weil es wirklich eine Person ist, die einem das erklärt. Und ich finde, da versteht man es einfach besser.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 132)
- **Beispiel 26.5:** „[...] Also es war natürlich schon viel Aufwand, fand ich also dafür, dass es nur drei Minuten geht. Aber jetzt so im Endeffekt hätte es sich wahrscheinlich schon gelohnt. Aber was jetzt so ein bisschen bei uns das Problem ist, glaube ich, dass wir halt, wenn wir das Thema jetzt allgemein im Unterricht gehabt hätten, dass wir jetzt besser auf die Arbeit vorbereitet wären mit dem als mit dem Selbstlernbuch.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 136)
- **Beispiel 26.6:** „Ähm, also in einem gewissen Maße schon, weil man es ja alles selber vorbereiten muss und sich dann mit dem Stoff auch auseinandersetzt. Aber ich finde es also es geht auch besser. Ich habe jetzt nicht wirklich alles bis ins Detail verstanden, was ich da auch in dem Erklärvideo gesagt hab, weil man ja auch schon das Skript vorher geschrieben hat, zum Beispiel. Deswegen hätte ich, also hätte ich es im Unterricht besser verstanden.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 142)

11.4.4.1 Zusammenfassung Hypothese H 3.3

Auch die Frage im Interview nach dem Nutzen der Erklärvideoproduktion im Vergleich zum Zeitbedarf unterstützte diese Folgerung, da zwölf der vierzehn befragten Schüler:innen einen hohen Nutzen für sich und den Lernzuwachs formulierten. Auch die beiden anderen Schüler:innen beschrieben einen Nutzen in Bezug auf die inhaltliche Auseinandersetzung, gaben jedoch an, dass sie im traditionellen Unterricht einen größeren Lernerfolg vermuten würden.

11.4.5 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 3.4

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-4) hinsichtlich der Hypothese H 3.4 „Die Lehrkräfte schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen bei den Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ als hoch ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.4.5.1 Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften

Nachfolgend wurden die Antworten der Schüler:innen im Leitfadeninterview, die der Kategorie „Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch“ zugeordnet wurde (siehe Tabelle 11-4), ausgewertet. Auf dieser Grundlage dieser erfolgte anschließend die Beurteilung der Hypothese 3.4.

Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch

Der Kategorie „Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch“ wurden alle Einschätzungen der Lehrkräfte in Bezug auf den Erwerb von den für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-36 gezeigte Unterkategorie gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu der Unterkategorie wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Zustimmung	4

Tabelle 11-36: Unterkategorie für die Kategorie „Erklärvideoproduktion“ und deren Häufigkeit (N = 4).

Der Frage nach dem Erwerb der Kompetenzen beim Lernprozess mit dem Selbstlernbuch, die für die Erklärvideoproduktion benötigt werden, stimmten alle befragten Lehrkräfte zu (siehe Beispiel 27.1). Die Lehrkräfte berichteten, dass sie die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch gewinnbringend fanden und die Schüler:innen dadurch die Gelegenheit hatten, die Erklärvideoproduktion schrittweise zu erlernen (siehe Beispiel 27.2). Zudem betonte eine Lehrkraft, dass die Schüler:innen die notwendigen Kompetenzen erwerben und vertiefen konnten und somit auch Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Rahmen anderer Fächer umgesetzt werden könnten.

- **Beispiel 27.1:** „Und dieses ganz klare, dieser ganz klare Fokus auf Videoproduktionen und auch zu schauen, dass es nachher ein gutes Video wird und irgend so ein ja ähm nehmt euch mal dabei auf, wie er irgendwas präsentiert oder so was Video. Ich glaube, das hat vielen wirklich, wirklich geholfen, sich da mal aktiv Gedanken drüber zu machen. Und die Storyboards, die waren glaube ich genau die richtige Methode dafür. Also da schätze ich ihn als relativ hoch ein.“ (Lehrkraft Klasse 1, Pos. 34)
- **Beispiel 27.2:** „Sonst fand ich es gut, die die mit wie auch die Methode aufgebaut wird. Die Methode wird ja auch vermittelt. Also es ist ja nicht so, dass die gesagt haben macht jetzt mal ein Video, sondern erstmal eine Audio, erstmal Screenshot usw. Das war alles sehr schön.“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 4)

11.4.5.2 Zusammenfassung Hypothese 3.4

Die befragten Lehrkräfte schätzten den Kompetenzzuwachs in Bezug auf die Erklärvideoproduktion der Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch als relativ hoch ein und fanden vor allem die schrittweise Heranführung an die Produktionsaufgaben im Selbstlernbuch als besonders gewinnbringend. Anhand dieser Ergebnisse aus den Leitfadeninterviews konnte die Hypothese H 3.4 bestätigt werden.

11.4.6 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 3.5

In den folgenden Kapiteln werden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-4) hinsichtlich der Hypothese H 3.5 „Die Lehrkräfte schätzten den Nutzen des Produzierens von Erklärvideos im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ als hoch ein.“ ausgewertet und analysiert.

11.4.7 Leitfadeninterview Lehrkräfte

Nachfolgend wurden die Antworten der Lehrkräfte im Leitfadeninterview, die der Kategorie „Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion“ zugeordnet wurden (siehe Tabelle 11-4), ausgewertet. Auf Grundlage dieser erfolgte anschließend die Beurteilung der Hypothese 3.5.

Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion

Die Lehrkräfte wurden gefragt, ob ihrer Meinung nach der Zeitaufwand für die Bearbeitung der Aufgabe zur Produktion eines Erklärvideos im Selbstlernbuch durch den Nutzen gerechtfertigt war. Die Antworten auf diese Frage wurden der Kategorie „Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion“ zugeordnet. Alle Lehrkräfte nannten im Interview ihre Einschätzungen dazu. Durch die Analyse der codierten Antworten konnten die zwei in der Tabelle 11-37 dargestellten Unterkategorien gebildet werden. Keine/r der befragten Lehrkräfte war der Meinung, dass der Zeitaufwand nicht gerechtfertigt war. Einige Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien sind folgend dargestellt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Teils, teils	4

Tabelle 11-37: Unterkategorien für die Kategorie „Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion“ und deren Häufigkeit (N = 4).

Teils, teils

Drei der befragten Lehrkräfte waren der Meinung, dass der Nutzen den Zeitaufwand für die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch überwiegt. Dennoch betonten die Lehrkräfte, dass der Zeitaufwand für die Erklärvideoproduktion sehr groß war und sie dafür den Nutzen allein für den Erwerb der fachbezogenen Kompetenzen für Chemie zu gering empfunden hätten (siehe Beispiel 28.1 und 28.2). Unter Einbezug der medienbezogenen Kompetenzen war die Zeit ihrer Meinung nach jedoch gut und sinnvoll investiert und der Nutzen überwog.

- **Beispiel 28.1:** „Jetzt Also wenn man jetzt im Chemieunterricht allein betrachtet, würde ich eher sagen, der Nutzen ist für den Zeitaufwand wahrscheinlich zu gering. Aber wenn man jetzt so dieses was Sie auch später brauchen mit dieser Medienkompetenz und dass Sie damit umgehen können, was ja jetzt in der heutigen Zeit immer wichtiger wird, dann finde ich es eigentlich gut, dass man so was macht und auch die Zeit dafür verwendet. Ich finde auch, der Stoff in Klasse zehn ist so, dass man es machen kann. Da fällt jetzt deswegen nichts irgendwie runter. Und von daher finde ich es eigentlich ganz gut, wenn man es macht. Wie gesagt, so, der Nutzen aus Chemie ist sicherlich auch da, aber da ist die Zeit einfach relativ groß. Aber wenn man eben diesen medialen Gedanken dahinter hat, dann finde ich es auf jeden Fall wichtig. (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 52)
- **Beispiel 28.2:** „Ähm, also was das, was den Umgang heutzutage mit Medien angeht, ist es ein großer Zuwachs. Da ist die Zeit gerechtfertigt, dass man einfach den Schülern einfach mal Raum und Zeit gibt, also etwas von A bis Z durchzuarbeiten und auch kritisch zu hinterfragen und auch mal etwas selber zu machen. In der Chemie habe ich das, habe ich jetzt das Problem, dass mir die Zeit ein bisschen wegläuft, weil wir jetzt eigentlich schon Monat weiter sein müssten [...]“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 40)

11.4.7.1 Zusammenfassung Hypothese 3.5

Obwohl alle befragten Lehrkräfte den Zeitaufwand für die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion als sehr groß empfanden, waren sich die Lehrkräfte einig, dass sich dieser unter Einbezug des Erwerbs von Medienkompetenzen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch einen großen Nutzen mit sich gebracht hat. Damit konnte die Hypothese 3.5 bestätigt werden, auch wenn der Nutzen sich für die Lehrkräfte weniger auf die chemiebezogenen Kompetenzen bezog. Interessant war, dass die Einschätzung der Lehrkräfte sich von der Einschätzung des Großteils der Schüler:innen unterschied. Denn 85 % der befragten Schüler:innen gaben an, dass der Nutzen der Erklärvideoproduktion für sie sehr hoch war, da sie der Meinung waren dadurch die chemischen Inhalte besser verstanden und vertieft zu haben (siehe Kapitel 11.4.3.1). Diese unterschiedliche Einschätzung könnte unterschiedliche Ursachen haben, die im Rahmen von weiteren Untersuchungen erforscht werden müssten.

11.5 Auswertung der Forschungsfrage 4

In diesem Kapitel wurden die Ergebnisse der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen und Lehrkräften sowie der Fragebogenerhebungen in Bezug auf die Forschungsfrage 4 „Hat die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuch und die darin enthaltene Erklärvideoproduktionsaufgabe einen positiven Effekt auf die Motivation?“ dargestellt und diskutiert. Dazu werden die Kategorien der Leitfadeninterviews und die Items des Fragebogens den Hypothesen H 4.1, H 4.2 und H 4.3 zugeordnet (siehe Tabellen 11-38 bis 11-40) und in den Kapiteln 11.5.1 bis 11.5.2 ausgewertet.

Leitfadeninterview Schüler:innen

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 4.1: Die Schüler:innen fühlen sich durch die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs motiviert.	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation Selbstlernbuch
H 4.2: Die Schüler:innen fühlen sich durch die enthaltenen Produktionsaufgaben bezüglich der Erklärvideoproduktion motiviert.	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation Erklärvideoproduktion

Tabelle 11-38: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 4.

Fragebogenerhebung Schüler:innen

Hypothese	Item Fragebogenerhebung Post-Test
H 4.1: Die Schüler:innen fühlen sich durch die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs motiviert.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Post-Fragebogen Item 4 ○ Post-Fragebogen Item 5 ○
H 4.2: Die Schüler:innen fühlen sich durch die enthaltenen Produktionsaufgaben bezüglich der Erklärvideoproduktion motiviert.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pre-Fragebogen Item 5 ○ Pre-Fragebogen Item 6 ○ Pre-Fragebogen Item 7 ○ Post-Fragebogen Item 6 ○ Post-Fragebogen Item 7

Tabelle 11-39: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 4.

Leitfadeninterview Lehrkräfte

Hypothese	Kategorie Leitfadeninterview
H 4.3: Die Lehrkräfte vermuten, dass die Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert sind.	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation Selbstlernbuch

Tabelle 11-40: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 4.

11.5.1 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 4.1

Folgend wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11.38 bis 11-40) hinsichtlich der Hypothese H 4.1 ausgewertet und analysiert.

11.5.1.1 Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen

Für die Auswertung der Leitfadeninterviews, die mit den Schüler:innen geführt wurden, wurden nachfolgend die der Hypothese H 4.1 zugeordneten Kategorien analysiert (siehe Tabelle 11-38). Der Hypothese 4.1 wurden die Kategorie „Motivation Selbstlernbuch“ und „Erneutes Lernen mit Selbstlernbuch“ zugeordnet, deren zugeordnete Segmente gesichtet, gruppiert und anschließend dazu Unterkategorien abgeleitet wurden. Im Folgenden wurden die Kategorien mit den abgeleiteten Unterkategorien dargestellt und analysiert, die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt.

Motivation Selbstlernbuch

Dieser Kategorie wurden alle Antworten im Rahmen der SchülerInneninterviews auf die Frage „Warst du bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert?“, sowie weitere Aussagen, die während des Leitfadeninterviews dazu geäußert wurden, zugeordnet. Die Tabelle 11-41 zeigt die Unterkategorien, die aus den codierten Segmenten gebildet wurden.

Unterkategorie	Häufigkeit
hohe Motivation	10
Motivation gesunken	2
Wenig Motivation	2

Tabelle 11-41: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation Selbstlernbuch".

Hohe Motivation

Zehn der Befragten berichteten im Leitfadeninterview, dass sie bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch sehr motiviert waren. Als Begründung für die hohe Motivation gaben sechs Schüler:innen an, dass sie die Abwechslung zum traditionellen Unterricht motivierte (siehe Beispiel 29.1 und 29.2). Zwei Schüler:innen berichteten, dass sie der prinzipielle Aufbau und das Niveau der Inhalte des Selbstlernbuchs als motivierend empfanden (siehe Beispiel 29.3). Desweiteren beschrieb ein/en Schüler:in den Fakt, dass die Inhalte des Selbstlernbuchs klausurrelevant waren und nicht erneut im folgenden Unterricht thematisiert wurden als motivierend (siehe Beispiel 29.4).

- **Beispiel 29.1:** „Also ich, es hat mich schon motiviert. Ich fand es halt toll, dass du viel Abwechslung gab, weil ich einerseits meine Aufgaben bearbeitet, was Neues gelernt und dann Versuche und so. Also das fand ich echt ganz gut mit der Abwechslung. (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 37-38)
- **Beispiel 29.2:** „Also von der Motivation. Man hat sich viel mehr auf den Chemieunterricht gefreut. Weil sonst ja sonst ist es halt dieses im dunklen Raum hocken und an die Tafel starren. Und ja, deswegen haben wir uns eben. Oder hab ich mich darauf gefreut, mit der Gruppe was machen zu können. Auch wenn jetzt die Motivation zum an sich lernen glaub ich ungefähr gleich war auch gleich war.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 60)

- **Beispiel 29.3** Also am Anfang, ich habe es ein bisschen bezweifelt, weil normalerweise ich finde, dass so was nicht so gut, weil wir hatten so was ähnliches auch schon mal gemacht. Einfach so als Nebenprojekt neben der Schule her und da ist was nicht so gut, weil es war einfach. Ich fand, es war zu viel und zu wenig Zeit und es wurde einfach auch zu viel von uns erwartet. Aber dieses Mal war das halt anders. Es war halt schon anspruchsvoll, aber mit einem guten Maß und man hat es halt ordentlich verstanden. Es war einfach schön zu bearbeiten.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 48)
- **Beispiel 29.4:** „Ja. Ja, auf jeden Fall. Weil ich glaube, es ist einfach irgendwie. Das motiviert einen noch mehr. Und es war ja klar, dass wir das nicht dann noch mal alles im Unterricht machen, sondern dass wir das halt wirklich brauchen und auch für die Arbeit.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 35-36)

Weniger Motivation

Zwei Schüler:innen berichteten, dass sie bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch an sich motiviert waren, aber im Vergleich zum traditionellen Unterricht weniger stark. Als Gründe dafür wurden die geringere Kontrolle durch die Lehrkraft (siehe Beispiel 29.5) und die fehlende Möglichkeit sich am Unterrichtsgeschehen mündlich zu beteiligen (siehe Beispiel 29.6) genannt.

- **Beispiel 29.5:** „Ja, also bei mir, wie gesagt, nicht so groß war ich einfach jemand bin der ein bisschen mehr Druck braucht und da hat natürlich daran gefehlt. Weil man halt auch am Ende der Stunde nicht wirklich so zum Checkpoint hatte wie sie gesagt hat, das wäre echt echt gut drauf gewesen. Genauso deshalb war meine Motivation nicht so hoch, aber.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 46)
- **Beispiel 29.6:** „Also ich glaube meine Motivation war wahrscheinlich auch so in etwa gleich oder ja, so gleich. Also im normalen Unterricht ist vielleicht ein bisschen höher ich da noch ein bisschen was zum Unterricht beitragen will, so (P1 okay) und da konnte man jetzt immer nur gucken, wie schnell man halt vorankommt und wie man es versteht.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 46)

Motivation gesunken

Als Gründe für die während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gesunkene Motivation führten die beiden Schüler:innen den großen Zeitdruck (siehe Beispiel 29.7) und die Bevorzugung des traditionellen Unterrichts an.

- **Beispiel 29.7:** „Ähm, es war, ich glaube halt auch wegen dem Zeitdruck, weil das alles schon stressig war. Also am Anfang fand ich es halt cool. So was Abwechslungsreiches war ich schon motiviert, aber dann, wo die Aufgaben gekommen sind und dann, wo wir auch ein bisschen hinterher waren, dann war ich halt ein bisschen weniger motiviert, weil es halt auch viel war. Okay. Ja.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 81)

11.5.1.2 Fragebogenerhebung Schüler:innen

Desweiteren wurden im Rahmen der Post-Fragebogenerhebung in Item 4 und 5 Fragen zur Motivation bezüglich der Arbeit mit dem Selbstlernbuch gestellt. 39 % der befragten Schüler:innen (4 % trifft zu; 35 % trifft eher zu; 42 % trifft eher nicht zu; 19 % trifft nicht zu; N = 26) stimmten der Aussage „Das Lernen mit dem Selbstlernbuch hat mich motiviert.“ zu. Der Aussage „Das Lernen mit den im Selbstlernbuch enthaltenen Erklärvideos hat mich motiviert.“ stimmten 43 % zu (8 % trifft zu; 35 % trifft eher zu; 42 % trifft eher nicht zu; 15 % trifft nicht zu; N = 26).

11.5.1.3 Zusammenfassung Hypothese 4.1

Etwa 70 % der im Leitfadeninterview befragten Schüler:innen gaben im Rahmen der Leitfadeninterviews an, dass sie für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch sehr motiviert waren. Anhand dieser Ergebnisse konnte die Hypothese H 4.1 für einen Großteil der Schüler:innen bestätigt werden. Auch die Ergebnisse im Abschnitt „Erneutes Lernen mit dem Selbstlernbuch“ im Kapitel 10.2.1.1 unterstützen die Bestätigung der Hypothese, da alle Schüler:innen bekräftigten, sich vorstellen zu können, erneut mit einem Selbstlernbuch im Unterricht zu lernen.

Dagegen gaben im Rahmen des Post-Fragebogens im Schuljahr 23/24 nur 40 % und im Schuljahr 22/23 56 % an, dass sie bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert waren. Diese Ergebnisse zeigten eine Diskrepanz zwischen den Fragebogenergebnissen und den Ergebnissen der Leitfadeninterviews auf. Die Ursache konnte aber aufgrund der vorliegenden Daten nicht weiter erörtert werden.

11.5.2 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 4.2

Folgend wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-38 bis 11-40) hinsichtlich der Hypothese H 4.2 ausgewertet und analysiert.

11.5.2.1 Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen

Für die Auswertung der Leitfadeninterviews, die mit den Schüler:innen geführt wurden, wurden nachfolgend die der Hypothese H 4.2 zugeordneten Kategorien analysiert (siehe Tabelle 11-38). Nach der Analyse wurden dann Unterkategorien abgeleitet. Im Folgenden wurden die einzelnen Kategorien und die dazu gebildeten Unterkategorien dargestellt. Wo nötig, wurden die Zuordnungen erläutert und Beispiele pro Unterkategorie angeführt und analysiert.

Motivation Erklärvideoproduktion

Bei der Analyse der Leitfadeninterviews wurden alle Einschätzungen der Schüler:innen in Bezug auf die Motivation bei der Produktion des Erklärvideos der Kategorie „Motivation Erklärvideoproduktion“ zugeordnet. Da im Rahmen der Auswertung der im Schuljahr 22/23 erhobenen Daten (siehe Kapitel 9.2.4.2) eine Veränderung der Motivation vor und nach der Intervention vorlag, wurde ein besonderes Augenmerk darauf gelegt und die Schüler:innen explizit darauf angesprochen, ob sie Veränderungen der Motivation bei sich feststellen konnten. Die Antworten darauf wurden ebenfalls der Kategorie „Motivation Erklärvideoproduktion“ zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-42 gezeigten Unterkategorien gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
gleichbleibend hohe Motivation	6
Motivation zunehmend	4
Motivation abnehmend	4

Tabelle 11-42: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation Erklärvideoproduktion"

Gleichbleibend hohe Motivation

Sechs der befragten Schüler:innen gaben an, dass sie sowohl vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch als auch während, bzw. nach der Erklärvideoproduktion in Kapitel 3.2 eine hohe Motivation für die Erklärvideoproduktion bei sich wahrgenommen haben.

Ein/e Schüler:in sagte, dass er/sie an sich von der Aufgabe der Erklärvideoproduktion motiviert war (siehe Beispiel 30.1). Zwei Schüler:innen beschrieben, dass sie sich für die Erklärvideoproduktion durch die angekündigte Bewertung der Erklärvideos und die Möglichkeit sein Wissen im Erklärvideo zu präsentieren, als motiviert erlebt hatten (siehe Beispiel 30.2). Der Neuheitseffekt durch den Einsatz von den iPads und dem für die Schüler:innen neue Lernsetting Selbstlernbuch, nannten drei Schüler:innen als Ursache für eine hohe Motivation während des Lernprozesses (siehe Beispiel 30.3). Zwei Schüler:innen beschrieben explizit, dass sie trotz des großen Arbeits- und Zeitaufwands für die Erklärvideoproduktion motiviert waren (siehe Beispiel 30.4).

- **Beispiel 30.1:** „Ich war auch schon davor, also motiviert. Das war es halt von Anfang an, irgendwie cool so ein Erklärvideo selber zu machen und ich war von Anfang an motiviert.“ (Interview Klasse 1 S1, Pos. 38)
- **Beispiel 30.2:** „Also besonders als wir das Video dann drehen mussten, das finale Video, war die Motivation schon groß. Unter anderem wegen der Note, aber auch, weil man sein ganzes Wissen noch mal da reinstecken wollte in das Video.“ (Interview Klasse 1 S7, S8, Pos. 55)

- **Beispiel 30.3:** „Also am Anfang war, also vor der Arbeit war ich schon sehr motiviert, weil wir haben in der Schule haben wir. Arbeiten wir nicht mit Tablets, sondern nur manche bringen von zu Hause eins mit. (P1 okay) Und deswegen habe ich mich schon darauf gefreut, auch mal mit Tablets zu arbeiten. Aber das hat eigentlich auch nicht nachgelassen. Aber ich war die ganze Zeit so motiviert.“ (Interview Klasse 2 S5, S6, Pos. 47)
- **Beispiel 30.4:** „Also ich war motiviert, aber es war halt wie gesagt, wir mussten halt nochmal viel unter Zeitdruck, weil wir mussten uns dann auch noch mal das Wochenende, bevor wir das abgeben mussten, auch noch mal treffen. War ein bisschen chaotisch, aber allgemein hat es mir schon Spaß gemacht.“ (Interview Klasse 1 S3, S4, Pos. 75)

Motivation zunehmend

Während des Leitfadenterviews beschrieben vier Schüler:innen, dass sie vor der Intervention für die Aufgabe der Erklärvideoproduktion nicht bzw. wenig motiviert waren, sich dies aber im Verlauf der Arbeit mit dem Selbstlernbuch wandelte und sie dann motiviert waren, das Erklärvideo zu produzieren. Als Ursache für die anfängliche Demotivation nannte eine Schüler:innen die anfängliche Überforderung mit der Aufgabe und dem Gefühl, über nicht ausreichend technische Kompetenzen zu verfügen (siehe Beispiel 30.5). Zwei weitere Schüler:innen gaben an, dass sie sich unsicher fühlten, was auf sie in der Einheit zukommen würde, was einen negativen Einfluss auf die eigene Motivation hatte (siehe Beispiel 30.6). Eine/r der befragten Schüler:innen konnte dagegen die Ursache für die anfängliche Demotivation nicht benannt, beschrieb aber, dass er/sie durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch mehr Lust auf Chemie hatte.

- **Beispiel 30.5:** „Also ich war tatsächlich am Anfang, fand ich das jetzt nicht so gut, weil ich. Ich fand es einfach ein bisschen blöd, auch weil ich mich mit dem Technischen nicht so auskenne. Und das auch einfach nicht so doll, mag. Aber jetzt am Schluss, es hat schon Spaß gemacht, weil wenn du das dann mal raushattest, dann hat es wirklich Spaß gemacht. Und auch so alles zusammenzubringen und dann so auch zu gucken, dass es dein eigenes Video war. Das war auch schön.“ (Interview Klasse 1 S2, Pos. 50)
- **Beispiel 30.6:** „Weil ich halt nicht genau wusste, was man was da jetzt auf einen zukommt, okay. Und weil man halt nicht genau gewusst hat, was das für ein Unterschied ist zum jetzigen richtigen Chemieunterricht ist.“ (Interview Klasse 2 S1, S2, Pos. 64-69)

Motivation abnehmend

Weitere vier Schüler:innen beschrieben, dass sie vor der Erklärvideoproduktion motiviert waren, diese Motivation dann während bzw. nach der Produktion abnahm. Als Gründe dafür wurde der große Zeitdruck (siehe Beispiel 30.7), das eigenständige Erarbeiten der Inhalte für das Erklärvideo (siehe Beispiel 30.8) und der Arbeitsaufwand, der für die Erklärvideoproduktion notwendig ist (siehe Beispiel 30.9) genannt.

- **Beispiel 30.7:** „Ähm, es war, ich glaube halt auch wegen dem Zeitdruck, weil das alles schon stressig war. Also am Anfang fand ich es halt cool. So was Abwechslungsreiches war ich schon motiviert, aber dann, wo die Aufgaben gekommen sind und dann, wo wir auch ein bisschen hinterher waren, dann war ich halt ein bisschen weniger motiviert, weil es halt auch viel war.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 81)

- **Beispiel 30.8:** „Was ich schwer fand, was mir so schwergefallen ist. Das Thema musste man ja eigentlich ganz erklären, also dieses Viskosität, was da auch immer war. Und das fand ich schon erst mal so, wie soll ich das jetzt erklären genau? Vor allem, wenn man ein paar Sachen halt nicht verstanden hat, dann war es halt schon schwieriger. Aber dann hat man es halt versucht so gut wie es geht zu schaffen, hat sich auch untereinander ausgetauscht und dann, dann ging es eigentlich okay.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 83)
- **Beispiel 30.9:** „[...] am Anfang weiß man halt gar nichts und man denkt ja, das wird auch ganz einfach und so und dann merkt man halt auf einmal ja, muss das erklären, das Wissen muss rein und sonst was. Und dann merkt man, wie viel Arbeit das eigentlich ist und dann sinkt der Motivationsgrad.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 50)

Motivation erneute Erklärvideoproduktion

Um mehr darüber zu erfahren, ob die Schüler:innen für eine erneute Erklärvideoproduktion motiviert waren, wurde ihnen am Ende des Interviews die Frage „Bist du motiviert erneut ein Erklärvideo im Unterricht zu produzieren?“ gestellt. Der Kategorie „Motivation erneute Erklärvideoproduktion“ wurden alle Antworten, die die Schüler:innen auf diese Frage gaben, zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-43 gezeigten Unterkategorien gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
Zustimmung	14

Tabelle 11-43: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation erneute Erklärvideoproduktion"

Zustimmung

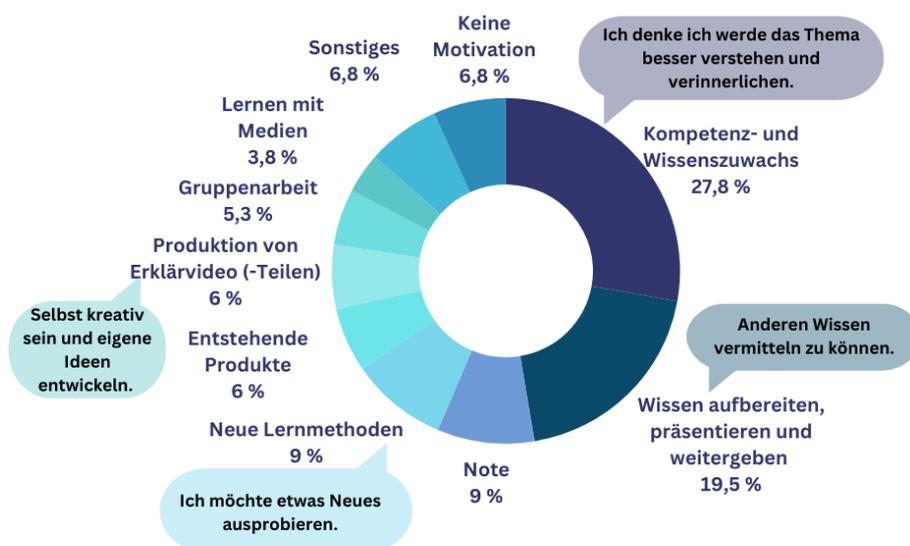
Alle vierzehn befragten Schüler:innen gaben an, dass für eine erneute Erklärvideoproduktion motiviert waren. Die Schüler:innen, die in der Kategorie „Motivation Erklärvideoproduktion“ eine Abnahme der Motivation während der Intervention beschrieben, gaben ihre Zustimmung und nannten zusätzlich Hinweise auf Bedingungen, unter denen sie stärker motiviert wären. Die genannten Voraussetzungen waren die Länge bzw. dem Umfang des Erklärvideos (siehe Beispiel 31.1 und 31.2), das Vorwissen in Bezug auf das Thema für das ein Erklärvideo produziert werden soll und die Verfügbarkeit von ausreichend Zeit (siehe Beispiel 31.1).

- **Beispiel 31.1:** „Also ich finde, es kommt auch ein bisschen aufs Thema drauf an. Weil bei manchen Themen ist es ja normal, dass man bei manchen mehr motiviert ist, bei bei anderen weniger. Vielleicht hat man bei den anderen auch schon mehr Vorwissen. Aber an sich könnte ich es mir schon vorstellen. Aber wie gesagt auch mit mehr Zeit, weil es schon sehr viel Aufwand ist.“ (Interview Klasse 1 S5, S6, Pos. 151)
- **Beispiel 31.2:** „Ein kleineres, ja. (P1 okay) also wird jetzt nicht so viel Aufwand. Ähm, schon, aber da wir jetzt halt auch relativ viel Druck haben, würde ich sagen, mir das vielleicht auch zu Hause selber weiter machen müssen, wenn wir es nicht schaffen, finde ich es jetzt nicht so cool, aber. Also ein kleineres so in kleinerem Rahmen finde ich schon gut.“ (Interview Klasse 2 S3, S4, Pos. 96)

11.5.2.2 Fragebogenerhebung Schüler:innen

Ergänzend zu den Fragen zur Motivation bezüglich der Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch in den Leitfadeninterviews, wurden die Schüler:innen im Pre- und Post-Fragebogen dazu befragt. Da in den Interventionen in den Schuljahren 21/22 und 22/23 bereits deutlich wurde, dass nicht alle Schüler:innen sich durch die Erklärvideoproduktion motiviert fühlten, wurden im Schuljahr 23/24 (Item 6 und 7) im Pre-Fragebogen die motivierenden und demotivierenden Aspekte der Erklärvideoproduktion abgefragt. Die Schüler:innen gaben über ein Freifeld ihre Antworten ein, die für die Auswertung nach der Vorgehensweise der inhaltlichen Strukturierung nach Mayring gewählt (Mayring, 2015). Die Antworten wurden gruppiert und Kategorien abgeleitet. Die gebildeten Kategorien für die von den Schüler:innen angegebenen Ursachen für die Motivation bei der eigenen Erklärvideoproduktion wurden in Abbildungen 11-26 mit einigen Beispielen an Schüler:innenaussagen in den Sprechblasen dargestellt.

Das motiviert mich bei der eigenen Erklärvideoproduktion:



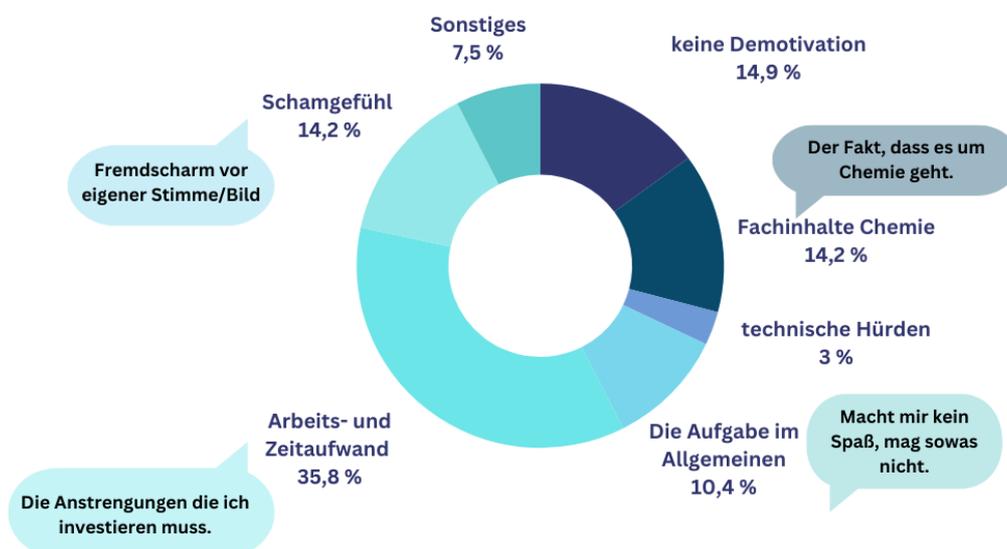
Fragebogenerhebung im Schuljahr 23/24; N = 129 10.KlässlerInnen von 3 Schulen in BW und NRW

Abbildung 11-27: Häufigkeit der den gebildeten Kategorien zugeordneten Antworten im Pre-Fragebogen (Item 6) zu den Gründen für die Motivation bei der Produktion von Erklärvideos im Unterricht (N = 129).

Insgesamt wurden zehn Kategorien gebildet, was eine große Vielfalt der Ursachen für die Produktion von Erklärvideos darstellte. Es gab jedoch zwei Kategorien, die zusammen fast 50% der Häufigkeit ausmachten. Etwa 28 % der befragten Schüler:innen gaben an, dass sie der Kompetenz- und Wissenszuwachs durch die Erklärvideoproduktion motivierte. Weitere ca. 20 % nannten, dass sie es als motivierend empfanden, durch die Erklärvideoproduktion die Möglichkeit zu haben, Wissen aufzubereiten, zu präsentieren und dadurch an andere weitergeben zu können. Ein kleiner Teil der Schüler:innen (ca. 7 %) gab in diesem Zusammenhang an, dass sie für die Erklärvideoproduktion überhaupt keine Motivation hatten. In Abbildung 11-27 sind die Kategorien

für die Demotivation bei der Erklärvideoproduktion zu sehen, die nach demselben Vorgehen wie für die Abbildung 11-26 gebildet worden sind. Auch für die Demotivation wurden sieben Kategorien gebildet, wobei der Aspekt „Arbeits- und Zeitaufwand“ mit etwa 36 % einen deutlichen Schwerpunkt bildete. Zudem gaben etwa 14 % der Schüler:innen an, dass sie sich aufgrund von Schamgefühlen bezüglich der Bild- und Tonaufnahme demotiviert fühlten. Weitere 14 % der Schüler:innen waren aufgrund des Fachbezugs zur Chemie demotiviert und nicht aufgrund der prinzipiellen Aufgabe der Erklärvideoproduktion. 15 % der befragten Schüler:innen gaben an, dass es für sie keine Ursachen für eine Demotivation gab.

Das demotiviert mich bei der eigenen Erklärvideoproduktion:



Fragebogenerhebung im Schuljahr 23/24; N = 129 10.KlässlerInnen von 3 Schulen in BW und NRW

Abbildung 11-28: Häufigkeit der den gebildeten Kategorien zugeordneten Antworten im Pre-Fragebogen (Item 7) zu den Gründen für die Demotivation bei der Produktion von Erklärvideos im Unterricht (N = 129).

Ebenfalls wurde die Schüler:innen im Pre-Fragebogen gefragt, ob sie sich darauf freuten in dieser Einheit ein Erklärvideo selbst zu produzieren (Item 5). Es stimmten 54 % der Aussage zu (27 % trifft zu; 27 % trifft eher zu; 28 % trifft eher nicht zu; 18 % trifft nicht zu; N = 129). Im Post-Fragebogen wurden die Schüler:innen Fragen zur Motivation/dem Spaßempfinden bei der Erklärvideoproduktion (Item 6 und 7) gestellt. Der Aussage „Ich war motiviert, das Erklärvideo in Kapitel 3.2 zu produzieren.“ (Item 6) stimmten 58 % der befragten Schüler:innen zu (19 % trifft zu; 38 % trifft eher zu; 31 % trifft eher nicht zu; 12 % trifft nicht zu; N = 26). Dagegen stimmten 46 % der Schüler:innen der Aussage „Es hat mir Spaß gemacht, das Erklärvideo in Kapitel 3.2 zu

produzieren.“ zu (31 % trifft zu; 15 % trifft eher zu; 42 % trifft eher nicht zu; 12 % trifft nicht zu; N = 26). Zu beachten war bei der Interpretation der Ergebnisse die Erkenntnis aus dem Schuljahr 22/23, dass der Begriff „Freude“ bei den Antworten der Schüler:innen nicht gleichbedeutend mit dem Begriff „Motivation“ war.

Da, wie bereits im Kapitel 11.5.2.1 erläutert, besonders interessant die Entwicklung der motivationalen Aspekte vor und nach der Arbeit mit dem Selbstlernbuch war, wurde in Abbildung 11-28 die drei im Abschnitt beschriebenen Items gemeinsam pro Schüler:in dargestellt.

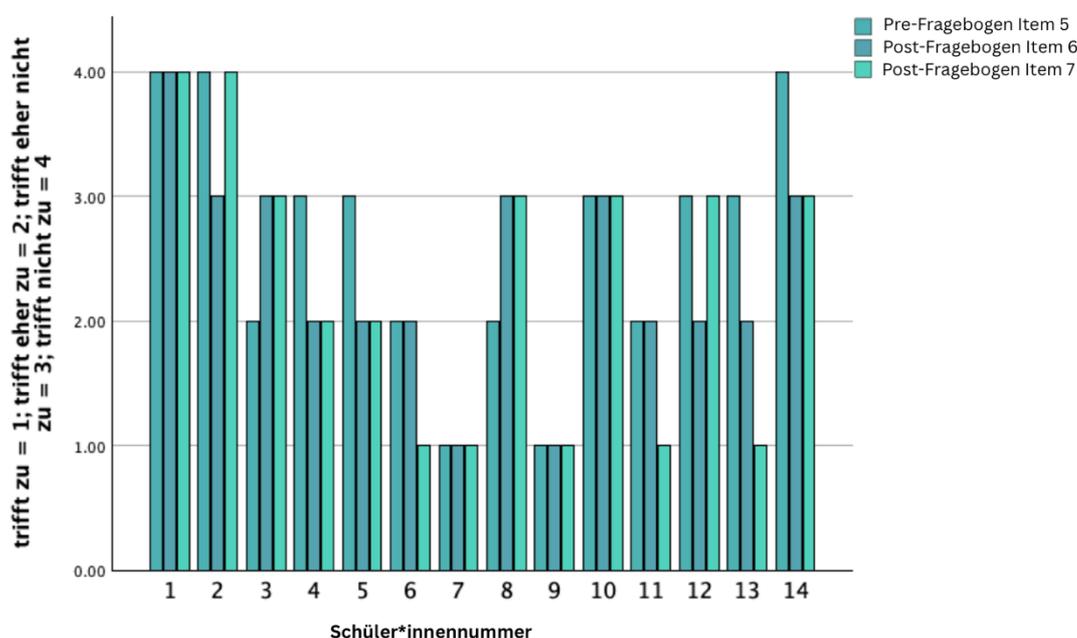


Abbildung 11-29: Gegenüberstellung der Antworten der SchülerInnen im Pre- und Post-Fragebogen zur Produktion von Erklärvideos (N=14).

Acht der befragten Schüler:innen gaben vor und nach der Arbeit mit dem Selbstlernbuch eine gleichbleibende Einschätzung zu den drei Items ab. Vier Personen stimmten allen drei Item zu (trifft zu, trifft eher zu) und vier Personen gaben keine Zustimmung (trifft eher nicht zu, trifft nicht zu). Ebenfalls vier Schüler:innen gaben für das Item 5 im Pre-Fragebogen keine Zustimmung, dagegen stimmten sie im Post-Fragebogen dem Item 6 und/oder 7 zu. Im Gegenzug veränderten zwei Schüler:innen ihre Einschätzung dahingehend, dass sie im Pre-Fragebogen dem Item 5 die Zustimmung gaben, im Post-Fragebogen zum Item 6 und 7 dann aber keine Zustimmung abgaben. Es waren ähnliche Veränderungen wie in den Leitfadeninterviews festzustellen. Es bestand jedoch kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der bereits produzierten Erklärvideos im Unterricht und den motivationalen Angaben.

11.5.2.3 Zusammenfassung Hypothese 4.2

Unter Einbezug der Ergebnisse der Leitfadeninterviews und der Fragebogenerhebungen konnte die Hypothese H 4.2 grundsätzlich bestätigt werden. Ein Großteil der Schüler:innen, der schon vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch für die Erklärvideoproduktion motiviert war, gab nach der Intervention auch an motiviert zu sein. Gründe, die im Leitfadeninterview für eine gesunkene Motivation genannt wurden, sind auf äußere Umstände wie der Zeitdruck, der große Zeit- und Arbeitsaufwand und die fachliche Überforderung zurückzuführen. Wichtig war auch zu beachten, dass nicht alle Schüler:innen gleichermaßen durch die Erklärvideoproduktionsaufgaben motiviert waren, was nach Angabe der Schüler:innen teilweise auch aufgrund des fachlichen Bezugs zu Chemie resultierte (siehe Kapitel 11.5.2.2). Dennoch gaben alle der im Leitfadeninterview befragten Schüler:innen an für eine erneute Erklärvideoproduktion motiviert zu sein. Die Ergebnisse zeigten auf, wie wichtig eine gute Vorbereitung, Planung und Umsetzung der Aufgabe war, damit die Schüler:innen in einem angemessenen zeitlichen Rahmen, zu einem geeigneten Thema mit Freude ein Erklärvideo produzieren können. Das war wichtig, um einer Überforderung vorzubeugen, welche wiederum Einfluss auf die Motivation haben könnte (siehe Kapitel 4.4.2).

11.5.3 Ergebnisse bezüglich der Hypothese H 4.3

In den folgenden Kapiteln wurden die im Rahmen der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften erhobenen und kategorisierten Daten (siehe Tabelle 11-4) hinsichtlich der Hypothese H 4.3 „Die Lehrkräfte vermuten, dass die Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert sind.“ ausgewertet und analysiert.

11.5.4 Leitfadeninterview Lehrkräfte

Nachfolgend wurden die Antworten der Lehrkräfte im Leitfadeninterview, die der Kategorie „Motivation Erklärvideoproduktion“ zugeordnet wurden (siehe Tabelle 11-4) ausgewertet. Auf Grundlage dieser erfolgte anschließend die Beurteilung der Hypothese 4.3.

Motivation Selbstlernbuch

Bei der Analyse der Leitfadenterviews wurden alle Einschätzungen der Lehrkräfte in Bezug auf die Motivation ihrer Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch der Kategorie „Motivation Selbstlernbuch“ zugeordnet. Anschließend wurden die codierten Segmente gruppiert und die in der Tabelle 11-44 gezeigten Unterkategorien gebildet. Beispiel und Erläuterungen zu den Unterkategorien wurden im Folgenden aufgeführt.

Unterkategorie	Häufigkeit
hohe Motivation	2
Motivation gesunken	1
Unveränderte Motivation	1

Tabelle 11-44: Unterkategorien für die Kategorie „Motivation Selbstlernbuch“ und deren Häufigkeit (N = 4).

Hohe Motivation

Die Lehrkräfte der Klassen 2 und 3 beschrieben, dass sie bei ihren Schüler:innen eine große Motivation bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch feststellen konnten (siehe Beispiele 32.1 und 32.2).

- **Beispiel 32.1:** „Also ich glaube durch die Hintertür, weil man ja das Video erstellt hat, hat man auch die gut bekommen, die Chemie einfach nur gewählt haben, weil sie es quasi wählen müssen. Also das war glaube ich ein großer Vorteil, dass man die durch dieses Projekt erst mal überhaupt hinbekommt. Und die haben auch bei den anderen auch erzählt. Aber wir machen jetzt erst mal keine richtige Chemie, also keine reine Chemie, sondern wir machen was ganz Tolles, wir machen da ein Projekt und dass man die so durch die Hintertür dann doch für die Chemie begeistern kann.“ (Lehrkraft Klasse 3, Pos. 28)
- **Beispiel 32.2:** „Ähm, also ganz unterschiedlich. Manche waren super motiviert, auch mit dem Tablet zu schaffen. Auch so dieses Ich bring mir jetzt selber was bei. Und am Anfang waren die wirklich alle total Feuer und Flamme und dann musste man aber schon gucken, [...] dass die halt bei der Sache bleiben und dass die nicht [...] irgendwie vom Weg abbringen lassen.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 40)

Motivation gesunken

Dagegen beschrieben die Lehrkraft der Klassen 1, dass sie ihre Schüler:innen zu Beginn des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch als sehr motiviert erlebt hatte, diese anfängliche Motivation dann aber über die Dauer der Arbeit absank (siehe Beispiel 32.3). Als Grund dafür nannte die Lehrkraft die Länge der selbstgesteuerten Arbeitsphase.

- **Beispiel 32.2:** „Ja, also die sind schon immer wieder reingekommen und dann konnte man schon mit ihnen sprechen, wie sie es so fanden. Und die Stimmung war. Am Anfang fanden sie es super. Also wirklich ganz toll, auch mit den Tablets zu arbeiten. Mal was anderes. Und je länger aber die Phase ging, desto, desto schwerer waren sie dem eingestellt. Sie haben dann gesagt "Irgendwie haben wir irgendwann mal den Faden verloren". Wir verstehen es irgendwie nicht mehr so ganz. Also es war wirklich so am Anfang, so dieser Hype. Oh cool, Ich kann mit Tablets arbeiten. Es ist auch eine ganz andere Form. Das fanden sie auch nach wie vor gut, dass die Form so ein bisschen anders war, weil sie das aus den anderen Unterrichten auch nicht so kennen. Aber sie haben halt gesagt, es war zu lang. Also für sie war es zu lang, am Ball zu bleiben.“ (Lehrkraft Klasse 2, Pos. 22)

Unveränderte Motivation

Die Lehrkraft der Klasse 4 nahm keine besondere Veränderung hinsichtlich der Motivation durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch wahr (siehe Beispiel 32.3).

- **Beispiel 32.3:** „Nicht auffällig. Motiviert. Ganz normal.“ (Lehrkraft Klasse 4, Pos. 58)

11.5.4.1 Zusammenfassung Hypothese 4.3

Die Hypothese 4.3 konnte überwiegend als bestätigt angesehen werden. Nur eine der vier befragten Lehrkräfte gab an, dass die anfänglich hohe Motivation über die Dauer der Arbeit mit dem Selbstlernbuch absank. Interessant war, dass 3/4 der befragten Schüler:innen aus dieser Klasse dagegen angaben, dass sie sehr motiviert durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch waren (siehe Kapitel 11.5.1.1). Nur zwei Schüler:innen dieser Klasse nannten, dass die Motivation aufgrund des großen Zeitdrucks und weil sie den traditionellen Unterricht bevorzugt hätten, während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch sank.

12 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war es, digitale Lernmaterialien für das iPad zu entwickeln, die eine vielfältige Förderung von unterschiedlichen fachlichen, digitalisierungsbezogenen und überfachlichen Kompetenzen ermöglichen, wobei die Einbindung der produktiven Methode Erklärvideoproduktion im Fokus stand. Im Rahmen der vorliegenden Forschung wurde die Wirksamkeit des von der Autorin iterativ entwickelten digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs zum Thema „Einführung in die organische Chemie“ im Chemieunterricht im Rahmen von Fragebogenerhebungen und Leitfadeninterviews multiperspektiv untersucht. Dabei wurden unterschiedliche Daten von chemisch-fachbezogenen, experimentellen, mediendidaktischen und methodischen digitalisierungsbezogenen sowie überfachlichen Kompetenzen, bspw. für das selbstgesteuerte Lernen, erhoben. Das Selbstlernbuch wurde in insgesamt drei Iterationen (Pilotversion, erste, zweite und dritte Version des Selbstlernbuchs) auf Grundlage des Design-Based Research Ansatzes entwickelt und im Rahmen von drei Interventionen wissenschaftlich begleitet, sowie anhand der Erfahrungen und Erhebungsergebnisse optimiert. Zudem wurden vielfältige Begleitmaterialien wie z.B. eine Lehrkräftehandreichung entwickelt und bereitgestellt. Ebenfalls wurden motivationale Effekte bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch und den darin enthaltenen rezeptiven, interaktiven und produktiven Elementen in den Blick genommen.

12.1 Ausgangslage

Vor den drei Interventionen wurden die Schüler:innen im Rahmen der Pre-Fragebogenerhebung unter anderem zu ihren Einschätzungen bzw. Erfahrungen bezüglich der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, den für das selbstgesteuerte Lernen und die Produktion von Erklärvideos notwendigen Kompetenzen, sowie der Vorjahresnote in Chemie und Schülervorstellungen, befragt. Die Mehrheit der in allen drei Interventionen befragten Schüler:innen (N = 756) gaben an, dass sie im bisherigen Unterricht nicht gelernt hatten, wie ein Erklärvideo mit dem iPad produziert werden kann (siehe Kapitel 8.2.3.2, 9.2.3.2 und 11.1.6). In der ersten und zweiten Intervention zeigte sich zudem, dass der Großteil der befragten Schüler:innen wenig Vorerfahrungen im Bereich des selbstgesteuerten Lernens (siehe Kapitel 8.2.3.5 und 9.2.3.6) hatte. In der dritten Intervention wurden die Schüler:innen nicht dazu befragt. Im Umgang mit den iPads gaben viele Schüler:innen der ersten und zweiten Intervention an, sich gut auszukennen (siehe Kapitel 8.2.3.3, 9.2.3.3). In der dritten Intervention wurden die Schüler:innen dazu ebenfalls nicht befragt, da der Fokus der Befragung in dieser Erhebung auf die fachlichen Inhalte gelegt wurde. Weiterhin zeigte sich, dass

bei sehr vielen der Schüler:innen in allen drei Interventionen fehlerhafte Schülervorstellungen vorlagen. Im Rahmen der zweiten und dritten Intervention wurden die Schüler:innen zudem zu ihrem Interesse und ihrer Vorjahresnote in Chemie befragt. In beiden Interventionen lagen in Bezug auf die Vorjahresnote nach links verschobene Normalverteilungen, mit den Notendurchschnitten der Stichprobe von 2,65 (SJ 22/23) und 2,4 (SJ 23/24), vor. Mehr als die Hälfte der in der zweiten und dritten Intervention befragten Schüler:innen gaben an, sehr interessiert am Fach Chemie zu sein.

12.2 Ergebnisse

Zusammenfassend konnte bestätigt werden, dass die Mehrheit der an der Intervention teilnehmenden Schüler:innen das Selbstlernbuch überwiegend als gewinnbringend einschätzte, wobei die Flexibilität, die Selbstständigkeit sowie die Möglichkeit Inhalte individuell zu erarbeiten, deutlich positiv hervorgehoben wurden. Der Einsatz des Selbstlernbuchs konnte nach Einschätzung der Schüler:innen und Lehrkräfte beim Erwerb von mediendidaktischen Kompetenzen, hauptsächlich in Bezug auf die Produktion von Erklärvideos, unterstützen (siehe Kapitel 8.2.4.4, 9.2.4.4 und 11.2.1.1). Die Wirksamkeit diesbezüglich war bei den Schüler:innen mit geringem Kompetenzniveau vor der Intervention meist höher als bei den Schüler:innen, die bereits über viele digitalisierungsbezogene Kompetenzen verfügten (siehe Kapitel 11.2.2.3). Die Mehrheit der Schüler:innen, die in der dritten Intervention im Rahmen der Leitfadeninterviews befragt wurden, schätzten zudem die Aufgaben zur Erklärvideoproduktion als wirksame Methode für die Erweiterung für die fachlichen, weiteren nicht videobezogenen digitalen und methodischen Kompetenzen ein. Allerdings wurde auch deutlich, dass der hohe Zeitaufwand sowie die fachliche Überforderung bei einigen Schüler:innen die Wirksamkeit einschränken konnten. Um Überforderungen zu vermeiden und die Aufrechterhaltung der Motivation zu fördern, waren gezielte Unterstützungsmaßnahmen, wie die Hilfestellungen durch die Lehrkraft, für die Schüler:innen hilfreich.

Die Untersuchung zeigte zudem, dass der Einsatz digitaler Medien - hier der Einsatz eines Selbstlernbuchs - im Chemieunterricht die Motivation der Schüler:innen steigern konnte. Mehr als die Hälfte der in allen drei Interventionen befragten Schüler:innen empfanden, die Arbeit mit dem Selbstlernbuch als motivierend, insbesondere durch die interaktiven und produktiven Aufgaben sowie die Möglichkeit, Inhalte selbstständig zu erarbeiten und im eigenen Tempo arbeiten zu können (siehe Kapitel 8.2.4.2, 8.2.4.3 9.2.4.2, 9.2.4.3 und 11.5.1.3).

Die Lehrkräfte bewerteten das Lernsetting insgesamt positiv und sahen in der Nutzung des Selbstlernbuchs eine wertvolle Ergänzung zum traditionellen Unterricht (siehe Kapitel 8.2.7, 9.2.6 und 11.2.6.1). Sie betonten jedoch, dass die Unterstützung der Schüler:innen bei der Entwicklung der Kompetenzen für das selbstgesteuerte Lernen mit dem Selbstlernbuch essenziell war (siehe Kapitel 11.2.4.1).

Die Ergebnisse betonten die Notwendigkeit, bei der zielgerichteten Entwicklung und Implementierung von digitalen und selbstgesteuerten Lernmaterialien den Kompetenzstand der Schüler:innen und auch den der Lehrkräfte zu berücksichtigen.

Nachfolgend werden die vier der Arbeit zu Grunde liegenden Forschungsfragen und die daraus abgeleiteten Hypothesen zusammenfassend bewertet.

Forschungsfrage 1: Ist das digitale und interaktive Selbstlernbuch für den (gleichzeitigen) Erwerb von inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen geeignet?

H 1.1: Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.

Die Hypothese konnte für den Großteil der an den Interventionen teilnehmenden Schüler:innen bestätigt werden, wobei der Einfluss der Bedeutung der angemessenen Begleitung durch die Lehrkraft für das selbstgesteuerte Lernsetting deutlich wurde.

H 1.2: Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.

Auch diese Hypothese konnte für einen Großteil der befragten Schüler:innen, vor allem für die Schüler:innen mit wenig Vorerfahrungen im Umgang mit digitalen Medien, bestätigt werden.

H 1.3: Die Schüler:innen schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.

Zusammenfassend konnte die Hypothese H 1.3 für mehr als die Hälfte der Schüler:innen bestätigt werden. Im Post-Fragebogen der zweiten Intervention gaben beispielsweise 62 % und in der ersten Intervention 61 % der Schüler:innen an, in Bezug auf ihre fachlich-inhaltsbezogenen Kompetenzen viel gelernt zu haben. Im Rahmen der Leitfadeninterviews in der dritten Intervention gingen etwa 2/3 der befragten Schüler:innen davon aus, durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch mehr bzw. gleich viel Lernzuwachs erreicht zu haben als sie im traditionellen Unterricht erreicht hätten.

H 1.4: *Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs als positiv ein.*

Diese Hypothese konnte auf Grundlage der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften in der dritten Intervention bestätigt werden. Es kann zusammengefasst werden, dass die Lehrkräfte viele Aspekte des Selbstlernbuchs als positiv einschätzten und die Integration der Aufgaben zur Erklärvideoproduktion als sehr wertvoll empfanden. Wie auch bei der Hypothese H 1.1 wurde erneut die Wichtigkeit der Rolle der Lehrkraft beim selbstgesteuerten Lernen deutlich.

H 1.5: *Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen als wirksam ein.*

Auch diese Hypothese konnte auf Grundlage der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften in der dritten Intervention bestätigt werden. Alle befragten Lehrkräfte beschrieben, dass sie einen deutlichen Zuwachs der mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen, besonders im Bereich der Erklärvideoproduktion und der Handhabung der iPads, beobachteten.

H 1.6: *Die Lehrkräfte schätzen das entwickelte Lernsetting des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs hinsichtlich der inhaltlich-experimentellen Kompetenzen als wirksam ein.*

Diese Hypothese konnte ebenfalls anhand der Ergebnisse der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften in der dritten Intervention bestätigt werden, denn diese Lehrkräfte gingen von einem vergleichbaren Lernzuwachs der Schüler:innen durch den Lernprozess mit dem Selbstlernbuch und einem traditionellen Lernsetting aus. Desweiteren zeigte sich für die befragten Lehrkräfte ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Lernzuwachs und dem Vorwissen bzw. Leistungsstand der Schüler:innen.

H 1.7: *Die Schüler:innen können in den Post- und Follow-up Fragebögen mehr inhaltliche Fragen zum Themenbereich der organischen Chemie richtig beantworten als im Pre-Fragebogen.*

Ein Großteil der befragten Schüler:innen konnte in den Post- und Follow-up Fragebögen mehr inhaltliche Fragen zum Themenbereich der organischen Chemie richtig beantworten als im Pre-Fragebogen, deshalb kann von einem Wissenszuwachs ausgegangen werden. Aufgrund der geringen Stichprobenzahlen sollten in Zukunft jedoch weitere Untersuchungen vorgenommen werden, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten. Dennoch konnte die Hypothese H 1.7 unter den gegebenen Bedingungen für die Arbeit mit dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ mit leichten Einschränkungen bestätigt werden.

Forschungsfrage 2: Wie war die Wirksamkeit von rezeptiv eingesetzten Erklärvideos im Selbstlernbuch?

H 2.1: *Die Schüler:innen schätzen den Nutzen des Rezipierens von Erklärvideos allgemein als hoch ein.*

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Hypothese H 2.1 für die Mehrzahl der Schüler:innen bestätigt werden konnte, denn der überwiegende Teil der befragten Schüler:innen bewertete das Rezipieren von Erklärvideos sowohl im Pre- als auch im Post-Fragebogen als lernförderlich. Jedoch gaben nach der Intervention 10 % weniger als im Pre-Fragebogen an, dass sie das Anschauen von Erklärvideos als lernförderlich empfanden. Diese Veränderungen der Einschätzungen waren auch in der ersten und zweiten Intervention zu beobachten. Wenngleich die Ursache aufgrund der vorliegenden Daten nicht erörtert werden konnte, könnte ein Grund der eher geringere Einsatz der rezeptiven Erklärvideonutzung im Unterricht vor der Intervention einen Einfluss auf die veränderte Annahme gehabt haben. Eventuell überschätzten einige Schüler:innen vor der Intervention die Nutzung von Erklärvideos für ihren eigenen Lernerfolg. Weitere Untersuchungen könnten durchgeführt werden, um zu diesem Sachverhalt aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten.

H 2.2: *Die Schüler:innen schätzten den Nutzen des Rezipierens von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.*

Diese Hypothese konnte im Rahmen der dritten Intervention mit den Ergebnissen der Leitfadeninterviews bestätigt werden. Auf Grundlage der erhobenen Daten in der zweiten Intervention bestätigte sich diese Hypothese nicht für alle Schüler:innen. Da von der ersten zur zweiten Intervention eine Überarbeitung der Erklärvideos vorgenommen wurde, könnte dies einen Einfluss auf die veränderte Einschätzung haben. Auch wurde die Bereitstellung der Erklärvideos verändert (SJ 22/23 über YouTube; SJ 23/24 auf externen Webseiten), was sich ebenfalls auf die Einschätzung auch auf Grund des ggf. erhöhten Cognitive Loads, aufgrund der vorgeschalteten Werbung der über YouTube bereitgestellten Erklärvideos, geführt haben könnte.

Forschungsfrage 3: Wie war die Wirksamkeit der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch?

H 3.1 Die Schüler:innen schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.

In allen drei Interventionen gaben viele Schüler:innen vor der Intervention an, dass sie im Unterricht, auch wenn sie bereits Erklärvideos im Unterricht produziert hatten, nicht angeleitet gelernt hatten, wie ein Erklärvideo (mit dem iPad) produziert werden kann. Es konnte also von einem überwiegend geringen Vorwissen diesbezüglich ausgegangen werden. In der dritten Intervention stimmten alle befragten Schüler:innen zu, dass sie mit dem Selbstlernbuch die für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen erwerben konnten. Auch in den beiden vorangegangenen Interventionen war die Zustimmung diesbezüglich groß. Damit konnte die Hypothese H 3.1 als bestätigt angesehen werden.

H 3.2: Die Schüler:innen, die ein Erklärvideo zu Versuch 1 bzw. 2 produzieren, können in den Post- und Follow-up Fragebögen im Vergleich zum Pre-Fragebogen für Versuch 1 bzw. 2 mehr Fragen richtig beantworten als für Versuch 2 bzw. 1.

Die erhobenen Daten der drei Interventionen gaben Hinweise darauf, dass die Erklärvideoproduktion zu einem Versuch dazu führen konnte, dass die Schüler:innen mehr inhaltliche Fragen richtig beantworteten. Die Hypothese H 3.2 kann vorsichtig bestätigt werden. Allerdings ließen diese Ergebnisse aufgrund der geringen auswertbaren Stichprobenzahlen in den drei Interventionen, sowie der geringe Umfang an Fragen zu den beiden Themengebieten keine Ableitung einer allgemeingültigen Aussage zu.

H 3.3: Die Schüler:innen schätzen den Nutzen der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" im Vergleich zum benötigten Zeitbedarf als hoch ein.

Ein Großteil der in der dritten Intervention befragten Schüler:innen empfanden den für die Erklärvideoproduktion benötigten Zeitbedarf im Vergleich zum Nutzen als angemessen, weshalb die Hypothese mit leichten Einschränkungen bestätigt werden konnte.

H 3.4: Die Lehrkräfte schätzen den Zuwachs der für die Erklärvideoproduktion benötigten Kompetenzen bei den Schüler:innen durch die Arbeit mit dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" als hoch ein.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften in der dritten Intervention konnte die Hypothese 3.4 bestätigt werden. Die befragten Lehrkräfte hoben vor allem

den Mehrwert der schrittweisen Heranführung an die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch hervor.

H 3.5: *Die Lehrkräfte schätzen den Nutzen der Produktion von Erklärvideos im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" im Vergleich zum benötigten Zeitbedarf als hoch ein.*

Die Hypothese 3.5 konnte im Rahmen der Leitfadeninterviews der dritten Intervention bestätigt werden, da die Lehrkräfte den Nutzen nicht nur in Bezug auf die chemiebezogenen, sondern auch auf den Erwerb von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch feststellten. Jedoch empfanden alle Lehrkräfte den Zeitbedarf für die Erklärvideoproduktion als hoch.

Forschungsfrage 4: *Hatte die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuch und die darin enthaltenen Erklärvideoproduktionsaufgabe einen positiven Effekt auf die Motivation?*

H 4.1: *Die Schüler:innen fühlen sich durch die Arbeit mit dem digitalen und interaktiven Selbstlernbuch motiviert.*

Diese Hypothese konnte im Rahmen der dritten Intervention im Rahmen der Leitfadeninterviews für einen Großteil der Schüler:innen bestätigt werden. Jedoch fiel die Zustimmung der Schüler:innen in den Fragebogenerhebungen der zweiten und dritten Intervention etwas geringer aus. In den Erhebungen wurde deutlich, dass einige Schüler:innen Motivation nicht, wie anzunehmen wäre, mit Freude gleichsetzten und damit ein unterschiedliches Verständnis des Begriffs Motivation vorlag. Dies könnte sich auch auf die unterschiedlichen Einschätzungen im Leitfadeninterview und den Fragebögen ausgewirkt haben. Zusammenfassend konnte damit die Hypothese H 4.1 mit leichten Einschränkungen bestätigt werden, wobei weitere Untersuchungen diesbezüglich notwendig wären.

H 4.2: *Die Schüler:innen fühlen sich durch die enthaltenen Produktionsaufgaben bezüglich der Erklärvideoproduktion motiviert.*

Grundsätzlich konnte die Hypothese 4.2 anhand der Ergebnisse der Leitfadeninterviews in der dritten Intervention bestätigt werden. So gaben alle im Leitfadeninterview befragten Schüler:innen an, nach der Intervention für eine erneute Erklärvideoproduktion, motiviert zu sein. Weiterhin gab ein Großteil der Schüler:innen, der schon vor der Arbeit mit dem Selbstlernbuch für die Erklärvideoproduktion motiviert war, nach der Intervention auch an motiviert zu sein. Jedoch

waren nicht alle Schüler:innen gleichermaßen durch die Erklärvideoproduktionsaufgaben motiviert, was nach Angabe der Schüler:innen teilweise auch aufgrund des fachlichen Bezugs zu Chemie resultierte (siehe Kapitel 11.5.2.2). Anhand der Aussagen der Schüler:innen wurde deutlich, dass äußere Umstände wie der Zeitdruck, der große Zeit- und Arbeitsaufwand und die fachliche Überforderung negative Auswirkungen auf die Motivation haben konnten. Auch die Ergebnisse der Fragebogenerhebung in der dritten Intervention machten deutlich, wie wichtig die Vermeidung einer Überforderung durch die Erklärvideoproduktion für die Motivation war.

Die Ergebnisse der ersten und zweiten Interventionen zeigten jedoch auf, dass nur etwas mehr als die Hälfte der Schüler:innen bei der Produktion der Erklärvideos im Rahmen der Intervention motiviert waren. Wie in den Erläuterungen zur Hypothese 4.1 aufgeführt, könnte eine Ursache die unterschiedliche Interpretation der Begrifflichkeiten sein.

H 4.3: Die Lehrkräfte vermuten, dass die Schüler:innen bei der Arbeit mit dem Selbstlernbuch motiviert sind.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Leitfadeninterviews in der dritten Intervention konnte die Hypothese H 4.3 überwiegend bestätigt werden. Die Mehrzahl der befragten Lehrkräfte beobachteten bei den Schüler:innen während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch eine große Motivation. Eine der vier befragten Lehrkräfte berichtete von einem Motivationsabfall während der Arbeit mit dem Selbstlernbuch, wobei die befragten Schüler:innen dieser Klasse in ca. 75 % der Fälle eine hohe Motivation während des gesamten Lernprozesses angaben.

Anhand der vorangegangenen Ausführungen wird ersichtlich, dass es gelungen ist ein Konzept zur gleichzeitigen fachlichen, digitalisierungsbezogenen und überfachlichen Kompetenzförderung, sowie zur schrittweisen Heranführung an die Aufgabe der Erklärvideoproduktion iterativ zu entwickeln. Die Wirksamkeit des entwickelten digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs zum Thema „Einführung in die organische Chemie“ konnte für einen Großteil der an den Interventionen teilnehmenden Schüler:innen bestätigt werden. Im folgenden Kapitel werden mögliche Weiterentwicklungen und Ergänzungen für das Selbstlernbuch vorgestellt.

12.3 Ausblick und Veränderungshinweise für das digitale Selbstlernbuch

Obwohl die Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass das digitale Selbstlernbuch im Chemieunterricht eine effektive und motivierende Lernumgebung darstellen kann, wurden weitere Hinweise für Weiterentwicklungspotentiale gefunden, die nachfolgend dargestellt werden.

Mit Blick auf das Verhältnis von Text und Videoanteilen im Selbstlernbuch wünschten sich einige Schüler:innen weniger Texte und mehr Erklärvideos im Selbstlernbuch. Bei einer nochmaligen Überarbeitung könnte eine erneute Überprüfung der Ausgewogenheit von Text und Videos stattfinden und ggf. Themen identifiziert werden, für die weitere unterstützende Erklärvideos erstellt werden könnten. Dies bietet sich vor allem für komplexere Themengebiete und für Differenzierungsanlässe an.

Ein Großteil der Schüler:innen der dritten Intervention gaben an, dass sie die Materialien zur eigenständigen Vertiefung und Wiederholung von Inhalten nicht oder nur wenig genutzt hatten. Daher könnte es von Vorteil sein, wenn die Schüler:innen im Selbstlernbuch Einstufungstests durchführen würden, in denen sie Rückmeldung erhielten, welche Inhalte sie mit den bereitgestellten Materialien vertiefen sollten und somit individuelle Lernwege nutzen könnten.

Es zeigte sich bei den Interventionen, dass einige Schüler:innen über ein geringes Kompetenzniveau bezüglich des selbstgesteuerten Lernens verfügten, was sich negativ auf den Lernprozess auswirken konnte. Zudem kann es zu einer Überforderung während des eher langen Lernprozesses über sieben Doppelstunden hinweg kommen, was auch an dem durch den neuen Strategieerwerb zu durchlaufendem Motivations- und Leistungstal liegen kann (siehe Kapitel 3.1.3). Daher wäre es sinnvoll, dass die Lehrkraft auf Basis der Erfahrungen und des Kompetenzstands der Schüler:innen die Länge der selbstgesteuerten Arbeitsphase anpasst und gezielt Input- und Plenumsphasen einbaut.

Weiterhin wäre es für den selbstgesteuerten Lernprozess sowie für die Erklärvideoproduktion und Vertonungen sehr sinnvoll, wenn geeignete Räumlichkeiten, sowie eine stabile WLAN-Verbindung für die Schüler:innen zur Verfügung stehen würden, da einige Schüler:innen in der vorliegenden Forschung beispielsweise berichteten, dass die positive Lernatmosphäre während der selbstgesteuerten Arbeit mit dem Selbstlernbuch durch die Lautstärke im Klassenraum beeinträchtigt wurde.

Mögliche Erweiterungen des Selbstlernbuchs, könnte der Einbezug von Tools zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz sein, um so noch vielfältigere digitalisierungsbezogene Kompetenzen fördern zu können. Diese könnten beispielsweise unterstützend für die Filmproduktion eingesetzt werden, wofür das Vorhandensein von datenschutzkonformen Tools zwingend Voraussetzung wäre. Diese Erweiterung könnte auch als Differenzierungsmöglichkeit eingesetzt werden. Um Schüler:innen weiterhin gezielt fördern und unterstützen zu können, wäre die Einbindung von No-Coding-Chatbots entweder als Diagnoseinstrument oder individuelles Tool für Hilfestellungen möglich. Weiterhin könnten optionale Tutorials für die Erstellung von Animationen mit PowerPoint mit der Morphenfunktion für die Darstellung von Vorgängen auf Teilchenebene integriert werden.

Die vorliegenden Ergebnisse werfen einige interessante Aspekte für weitere Forschungsarbeiten auf. Von Interesse könnte es sein, die Wirksamkeit der Erklärvideoproduktion im Unterricht, insbesondere in Bezug auf die Vertiefung an chemiebezogenen inhaltlichen, sowie experimentellen Kompetenzen und auch von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen weiter zu untersuchen. Ein weiterer Aspekt für eine Folgeuntersuchung könnte die Präferenz der Schüler:innen für den Ort des Rezipierens von Erklärvideos, die damit verbundenen motivationalen Aspekte und die Lernwirksamkeit sein, da in der dritten Intervention etwa 60 % der Schüler:innen angaben, Erklärvideos lieber zu Hause anzuschauen. Zudem könnte mit Forschungsarbeiten der langfristige Effekt des Einsatzes von (Teil-) Aufgaben für die Produktion von Erklärvideos untersucht werden. Beispielsweise könnten gezielt Strategien für Teilproduktionsaufgaben (z.B. Vertonungsaufgaben) spiralcurricular und über mehrere, zeitlich begrenzte Interventionen vermittelt werden, um einen schrittweisen Strategieerwerb zu ermöglichen und die Auswirkung auf die Lernwirksamkeit und die Motivation zu untersuchen.

Mögliche weitere Untersuchungsinhalte wären die qualitative Beurteilung der von den Schüler:innen produzierten Erklärvideos sowie der Zusammenhang zwischen der festgestellten Qualität dieser und dem Lernzuwachs.

12.4 Zusätzliche Lernmaterialien für die Erklärvideoproduktion

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse, den im Rahmen der Interventionen gemachten Erfahrungen und durch Gespräche mit Lehrkräften in Bezug auf benötigte und gewünschte Materialien für die Implementierung der Methode Erklärvideoproduktion im Unterricht wurden weitere Konzepte für die Implementierung und Materialien für den Einsatz im Unterricht entwickelt, welche im digitalen Anhang zu finden sind.

12.4.1 Checkliste für die Erklärvideoproduktion

Orientiert an dem bewährten Aufbau des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ wurde eine Checkliste mit elf Schritten entwickelt, die Schüler:innen und Lehrkräfte bei der Produktion von Erklärvideos unterstützen konnten. Für die einzelnen Schritte wurden Arbeitsblätter und weitere Hilfestellungen entwickelt, die als OER-Materialien zur Verfügung stehen. Aus den einzelnen Arbeitsblättern wurde ebenfalls eine Broschüre entwickelt, die ausgedruckt den Schüler:innen im Unterricht oder Lehrkräften in Fortbildungen zur Verfügung gestellt werden kann. Auch liegen einige der begleitenden Materialien für die

Erklärvideoproduktion in englischer Sprache vor, da diese für eine Forschungsdurchführung an der Universität Helsinki in Finnland aufbereitet wurden.

12.4.2 Bewertungsbögen

In Gesprächen mit den Lehrkräften wurde von Lehrkräften der Wunsch geäußert, Kriterien für die Bewertung der von den Schüler:innen produzierten Erklärvideos zur Verfügung gestellt zu bekommen. Auf Grundlage der im Rahmen der vorliegenden Forschung durchgeführten Literaturrecherche zu den Kriterien von Erklärvideos (siehe Kapitel 4.1) wurden zwei Vorschläge für Bewertungsbögen erstellt. Dabei unterscheiden sich die Bewertungsbögen hinsichtlich des Detailgrades der Kriterien und können somit passend für das Alter der Schüler:innen, sowie für das jeweils entsprechende Kompetenz- und Erfahrungsniveau gewählt werden.

12.4.3 Storyboardübungen

Da im Rahmen der Interventionen festgestellt wurde, dass die Schüler:innen sich mit der Erstellung von Storyboards teilweise sehr schwer taten, wurden verschiedene Storyboardübungen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad entwickelt. Diese können Lehrkräfte im Unterricht einsetzen, um die Schüler:innen auf die eigene Erstellung von Storyboards für die Erklärvideoproduktion vorzubereiten. Weiterhin können diese Übungen in Lehrkräftefortbildungen als praktische Übungen eingesetzt werden.

12.5 Konzeption von Lehrkräftefortbildungen

Um mit Lehrkräften zu der Unterrichtsmethode der Erklärvideoproduktion und über das Konzept des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ in den Austausch zu kommen, darüber gemeinsam zu reflektieren sowie für die Dissemination, wurden von der Autorin verschiedene nationale und internationale Workshops, Fortbildungen, Seminare, pädagogische Tage und Vorträge für (angehende) Lehrkräfte wie auch Wissenschaftler:innen gestaltet und durchgeführt. Eine Übersicht dieser sind in der Tabelle 12-1 gezeigt. Für die Fortbildungen der Lehrkräfte wurde ein Fortbildungskonzept entwickelt und iterativ anhand der Rückmeldungen und Erfahrungen optimiert.

Art	Thema	Ort	Datum
Lehrkräftefortbildungen angeboten über das ZSL in Baden-Württemberg	Erklärvideoproduktion für und im Unterricht	digital	29.09.2022; 26.10.2022; 24.11.2022; 20.01.2023

Lehrkräftefortbildung in Kooperation mit der Vector Stiftung und Science on Stage	Motivieren mit Erklärvideos	MINT Teacher Lab, Universität Stuttgart	19.10.2022; 08.03.2023
Workshop bei der NeDiChe Kolloquiumsreihe	Digitale Lernumgebungen mit eBooks	digital	12.12.2023
Lehrkräftefortbildung	Erstellung von digitalen und interaktiven Selbstlernbüchern	Autonomen Hochschule Eupen (Belgien)	13.01.2023
Workshops im Programm Mintoring der Stiftung der deutschen Wirtschaft	Motivieren mit Erklärvideos	digital	22.03.2023 20.06.2023
Vortrag auf der DiCE-Tagung 2023	Mit einem interaktiven und digitalen Selbstlernbuch in die organische Chemie starten	digital	23.03.2023
Workshopgestaltung und Mitwirkung als Koordinatorin im internationalen Projekt von Science on Stage	Erklärvideoproduktion für die Grundschule zum Thema „save our nature by understanding it!“	Digital Berlin Prag	14.04.2023 bis 08.04.2025
Konzeption und Durchführung eines pädagogischen Tags	Alternative Leistungsmessung & -rückmeldung am Beispiel von Erklärvideos	Waldschule Degerloch	26.04.2023
Workshops angeboten über Science on Stage	Erklärvideoproduktion schrittweise erlernen	digital	10.05.2023; 26.10.2023; 24.11.2023; 20.01.2024
Lehrkräftefortbildung	Digitalisierungsbezogene Kompetenzen fördern mit Erklärvideos	Bergische Universität Wuppertal	05.06.2023
Gestaltung einer Seminarsitzung für Lehramtsstudierende	Mit einem interaktiven und digitalen Selbstlernbuch in die organische Chemie starten	Bergische Universität Wuppertal	06.06.2023
Workshop bei der MNU-Tagung	Interaktive Selbstlernbücher für den Naturwissenschaftsunterricht mit dem iPad erstellen - selbstorganisiertes Lernen mit digitalen Medien im Fachunterricht ermöglichen	Universität zu Köln	12.09.2023
Vortrag auf der DiCE-Tagung 2024	Motivieren mit (Teil-)Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Chemieunterricht	digital	06.03.2024
Workshop im Programm Mintoring der Stiftung der deutschen Wirtschaft	Motivieren mit Erklärvideos		25.03.2024
Fortbildung im Rahmen des Projekts Com ^o MINT an der Bergischen Universität Wuppertal	Lernförderliche Erklärvideos für den Unterricht produzieren	digital	11.09.2024
Vortrag auf der GDCh FGCU-Tagung 2024	Erklärvideos erklären – selbstreguliert fachliche und digitalisierungsbezogene	Universität Regensburg	18.09.2024

	Kompetenzen im Chemieunterricht erwerben		
Lehrkräftefortbildung	Lernförderliche Erklärvideos für den Unterricht produzieren	digital (Universität Erlangen-Nürnberg)	11.03.2025
Vortrag auf der DiCE-Tagung 2025	KI als Werkzeug für die Produktion von Erklärvideos	digital	03.04.2025
Gestaltung einer Seminarsitzung für Lehramtsstudierende	Lernförderliche Erklärvideos für den MINT-Unterricht produzieren	Pädagogische Hochschule Ludwigsburg	26.06.2025

Tabelle 12-1: Überblick zu den internationalen und nationalen Veranstaltungen zu den Themen „Erklärvideoproduktion“ und „Selbstlernbuch“ gestaltet von der Autorin.

Die entwickelten Fortbildungsmaterialien für Halbtages- und Tagesveranstaltungen werden im digitalen Anhang als OER-Materialien zur Verfügung gestellt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es im Rahmen der vorliegenden Promotionsarbeit mit explorativem Charakter auf Basis des Design-Based Research Forschungsansatzes gelungen ist, einen Beitrag für die Entwicklung von digitalem Lernmaterial für die gleichzeitige Förderung von inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Kompetenzen zu einem bildungs- bzw. lehrplanrelevanten Thema zu leisten. Das iterativ entwickelte Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“, das anhand von vier Forschungsfragen intensiv hinsichtlich seiner Wirksamkeit und den notwendigen Rahmenbedingungen für einen gewinnbringenden Einsatz untersucht wurde, die entwickelten Begleitmaterialien für die Implementierung von Aufgaben zur Erklärvideoproduktion sowie die entwickelten Fortbildungsmaterialien stehen als OER-Materialien den Lehrkräften zur freien Nutzung zur Verfügung.

13 Verzeichnisse

13.1 Abkürzungsverzeichnis

AR	Argumented Reality
BW	Baden-Württemberg
BMBF	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
DBR	Design-Based Research Ansatz
DiCE	Digitalisation in Chemistry Education – eine GDCh-Fachgruppe Chemieunterricht
GDCh	Gesellschaft Deutscher Chemiker
FG	Forschungsgruppe der vorliegenden Forschung
FGCU	Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh
K	Kelvin
KNIME	freien Software für die interaktive Datenanalyse
MNU	Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts
N	Stichprobengröße
NRW	Nordrhein-Westfalen
OECD	Organisation für wissenschaftliche Zusammenarbeit und Organisation
PAK's	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
RG	Referenzgruppe der vorliegenden Forschung
SD	Standardabweichung
Sek I bzw. II	Sekundarstufe I bzw. II
SJ	Schuljahr
SPSS	Statistical Package for Social Science
VR	Virtual Reality

13.2 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2-1: Drei Speicher-Modell für die Informationsverarbeitung und -speicherung nach Kunter und Trautwein (2013). (Entnommen aus Kunter & Trautwein, 2013, S. 27)	14
Abbildung 2-2: Modell für das Arbeitsgedächtnis nach Baddeley (2000). (Entnommen aus Baddeley, 2000, S. 421)	15
Abbildung 2-3: SOI-Modell nach Mayer (2016) (Entnommen aus Fiorelle und Mayer, 2016, S. 719)	16
Abbildung 2-4: Allgemeines Motivationsmodell nach Grund und Steuer (2024) (entnommen aus Steuer und Grund, 2024, S. 36).....	18
Abbildung 2-5: SAMR-Modell nach Puentedura (2012) (leicht modifiziert basierend auf Heinen und Kerres, 2015, S. 20)	22
Abbildung 2-6: Wirkungen digitaler Medien um Unterricht: Einflussfaktoren Herzig (2014) (Entnommen aus Herzig, 2014, S. 10).....	23
Abbildung 2-7: TPACK Modell von Mishra (2019) (Entnommen aus Mishra, 2019, S. 77)	30
Abbildung 2-8: Medienkompetenz-Modell nach Kramer und Gabler (2021) (Entnommen aus Kramer und Gabler, 2021, S. 3)	32
Abbildung 2-9: Einsatz von digitalen Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	33
Abbildung 2-10: Cognitive theory of multimedia learning nach Mayer (2001, 2014) (Entnommen aus Mayer, 2001, S. 47).....	35
Abbildung 2-11: Positive und negative Beispiele für die Umsetzung der Prinzipien aus der Kategorie „Minimize extraneous processing“ nach Mayer (2001, 2014).....	38
Abbildung 2-12: Positive und negative Beispiele für die Umsetzung der Prinzipien aus der Kategorie „Manage essential processing“ nach Mayer (2001, 2014)	41
Abbildung 2-13: Positive und negative Beispiele für die Umsetzung der Prinzipien aus der Kategorie „Forster generative processing“ nach Mayer (2001, 2014).....	43
Abbildung 3-1: The three-layered model of self-regulated learning (nach Boekaerts,1999) (Entnommen aus Boekaerts,1999, S. 449).....	47
Abbildung 3-2: Selbstregulation in der präaktionalen, aktionalen und postaktionalen Phase (nach Schmitz und Schmidt 2007) (Entnommen aus Schmitz und Schmidt, 2007, S. 12).....	49
Abbildung 3-3: Verwirklichungsformen Selbstgesteuerten Lernens (nach Konrad und Traub, 1999) (Entnommen aus Fischer, Rott und Schuster, 2021, S. 42).....	52
Abbildung 3-4: Modell zum Motivationstal beim Strategieverwerb (nach Hasselhorn und Gold, 2022) (Entnommen aus Hasselhorn und Gold, 2022, S.99)	53

Abbildung 3-5: Beispiele für rezeptive, produktive und interaktive Bestandteile in digitalen Selbstlernbüchern.....	55
Abbildung 4-1: Wichtige Merkmale für Erklärvideos im Chemie-Unterricht.....	59
Abbildung 4-2: Beispiele für ein Storyboard aus dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie".	59
Abbildung 4-3: Ausgewählte Kriterien für Bild und Ton in einem Erklärvideo für den Unterricht. .	60
Abbildung 4-4: Screenshot aus einem Erklärvideo produziert mit der analogen Legetechnik.....	62
Abbildung 4-5: Übersicht über eine Auswahl an Erklärvideo-Arten, die im oder für den Unterricht ohne großen Kostenaufwand und ohne viel Equipment produziert werden können. Der QR-Code stellt den Bezug zu einem Video dazu her.....	63
Abbildung 5-1: Polymerisation von Styrol zu Polystyrol (Entnommen aus Koltzenburg, Maskos und Nuyken, 2014, S. 8).....	74
Abbildung 6-1: Johnstone Triangle von Johnstone (1993) (Entnommen aus Johnstone, 1993, S. 703)	84
Abbildung 7-1: Grafische Darstellung der im Rahmen der vorliegenden Forschung mit den entwickelten Lernmaterialien verfolgten Ziele und zu fördernde Kompetenzbereiche, sowie die abgeleiteten Folgerungen für die Umsetzung.	87
Abbildung 7-2: Klassifizierung des Untersuchungsdesigns zur Befragung der Schüler:innen nach Döring und Börtz (2016) (leicht verändert nach Döring und Börtz, 2016, S. 183).....	88
Abbildung 7-3: Ablauf des Design-Based Research Ansatzes vom Osthushenrich-Zentrum für Hochbegabtenförderung an der Fakultät für Biologie der Universität Bielefeld (OZHB) (leicht modifiziert basierend auf der Abbildung in Schmiedebach und Wegner, 2022, S. 4).....	90
Abbildung 7-4: Darstellung des Ablaufs der vorliegenden explorativen Studie und der erhobenen Daten, sowie Stichprobenzahlen der drei Interventionen.....	92
Abbildung 7-5: Inhaltsanalytische Gütekriterien nach Krippendorff (1980). (Entnommen aus Mayring, 2015, S. 126	98
Abbildung 7-6: Übersicht der Stränge zum Kompetenz-und Wissenserwerb im digitalen Selbstlernbuch.....	99
Abbildung 7-7: Übersicht einiger prozessbezogener, mediendidaktischer und inhaltsbezogener Kompetenzen, die während des Lernprozesses mit dem Selbstlernbuch gefördert werden sollten.	100
Abbildung 7-8: Auflistung der Themen in den fünf (Teil-)Kapiteln des digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs "Einführung in die organische Chemie".	101

Abbildung 7-9: Übersicht des inhaltlich-experimentellen und mediendidaktisch-methodischen Stränge des Selbstlernbuchs für die Intervention im Schuljahr 21/22.	102
Abbildung 7-10: Rezeptive, produktive und interaktive Bestandteile im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“	102
Abbildung 7-11: Screenshots aus dem Erklärvideo „Das molare Volumen“, welches Bestandteil des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ war.	103
Abbildung 7-12: Screenshot aus dem Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" von der Übersicht einiger Kriterien für eine gute Versuchsaufnahme und einem Beispiel für einen Aufbau, um diese Kriterien umsetzen zu können.	105
Abbildung 7-13: Übersicht der Leitfragen und dazugehörigen Versuche im Kapitel 3.2 des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ für die Erklärvideoproduktion.	106
Abbildung 7-14: Vorstrukturiertes Storyboard, welches in der ersten Version des Selbstlernbuchs „Einführung in die organische Chemie“ (Schuljahr 21/22) für die Erklärvideoproduktion zur Verfügung gestellt wurde.	107
Abbildung 7-15: Notwendige Kompetenzen für die Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" mit Screenshots aus diesem.	109
Abbildung 7-16: Weiterer Screenshot von einem ausfüllbaren Textfeld aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ aus dem Kapitel 1.	110
Abbildung 7-17: Screenshot von einem ausfüllbaren Textfeld aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ aus dem Kapitel 1.....	110
Abbildung 7-18: Übersicht der im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ in der ersten Version (Schuljahr 21/22) integrierten LernApps sortiert nach Kapiteln.	111
Abbildung 7-19: Bereitgestelltes Equipment für die Video-aufnahmen im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“.....	112
Abbildung 7-20: Foto der für den Versuch 1 im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ zur Verfügung stehenden Geräte und Chemikalien.....	112
Abbildung 8-1: Ablaufplan der ersten Intervention im Schuljahr 21/22.....	113
Abbildung 8-2: Ablaufplan Referenzgruppe Schuljahr 21/22.	113
Abbildung 8-3: Ablaufplan Forschungsgruppe Schuljahr 21/22.	114
Abbildung 8-4: Unterteilung der Forschungsgruppe der ersten Intervention im Schuljahr 21/22.	114
Abbildung 8-5: Screenshot eines Daten-Workflows für die Auswertung des Pre-Fragebogens (Frage 1 bis 16).	119
Abbildung 8-6: Leitfaden für die Interviews mit den Lehrkräften im Schuljahr 21/22.	120

Abbildung 8-7: Darstellung des Zusammenhangs der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe von den Items 1 bis 4 und dem Item 9 im Schuljahr 21/22 (N =189; Pre-Fragebogen).....	124
Abbildung 8-8: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe auf die Aussage „So oft schaue ich durchschnittlich im Unterricht in einer Woche Erklärvideos.“ im Schuljahr 21/22 (N =189; Pre-Fragebogen Item 9 bzw. 7).	124
Abbildung 8-9: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe auf die Aussage „In diesen Fächern habe ich bereits ein Erklärvideo erstellt.“ im Schuljahr 21/22 (N =189; Pre-Fragebogen Item 11).....	126
Abbildung 8-10: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der Fragen zu den Schülervorstellungen im Schuljahr 21/22 (Pre-Fragebogen).....	129
Abbildung 8-11: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der Fragen zum Vorwissen im Schuljahr 21/22 (Pre-Fragebogen).....	130
Abbildung 8-12: Darstellung der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungs- und Referenzgruppe bezüglich der inhaltlichen Fragen im Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.....	137
Abbildung 8-13: Screenshot vom Item 26 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.	137
Abbildung 8-14: Screenshot vom Item 32 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.	138
Abbildung 8-15: Screenshot vom Item 24 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.	138
Abbildung 8-16: Screenshot vom Item 25 aus dem Post-Fragebogen im Schuljahr 21/22.	138
Abbildung 9-1: Ablaufplan der zweiten Intervention im Schuljahr 22/23.	155
Abbildung 9-2: Unterteilung der Forschungsgruppe der ersten Intervention im Schuljahr 22/23.	156
Abbildung 9-3: Inhaltlich-experimenteller und des mediendidaktisch- methodischer Strang des Selbstlernbuchs für die Intervention im Schuljahr 22/23.	157
Abbildung 9-4: Screenshot des Inhaltsverzeichnisses des Lehrkräftehandbuchs im Schuljahr 22/23.	157
Abbildung 9-5: Darstellung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen im Schuljahr 22/23.	162
Abbildung 9-6: Darstellung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up-Fragebögen im Schuljahr 22/23 unterteilt in die beiden Forschungsgruppen.....	164
Abbildung 9-7: Darstellung des Zusammenhangs der Antworten der Schüler:innen aus der Forschungsgruppe von den Items 1 bis 5 und dem Item 12 im Schuljahr 22/23 (N =367; Pre-Fragebogen).....	166

Abbildung 9-8: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 13 und dem Item 9 im Schuljahr 22/23 (N =367; Pre-Fragebogen).....	168
Abbildung 9-9: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 21 und dem Item 9 im Schuljahr 22/23 (N =367; Pre-Fragebogen).....	169
Abbildung 9-10: Darstellung der Verteilung der von den Schüler:innen im Pre-Fragebogen SJ 22/23 angegebenen Vorjahresnoten in Chemie (Item 16; N = 367; Pre-Fragebogen).....	170
Abbildung 9-11: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 15 und dem Item 16 im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).....	171
Abbildung 9-12: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 15 und dem Item 9 im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).....	172
Abbildung 9-13: Darstellung der Anzahl der befragten Schüler:innen, die die Items zu den Schülervorstellungen im Schuljahr 22/23 richtig beantworten konnten (N = 367; Pre-Fragebogen).	174
Abbildung 9-14: Darstellung der Anzahl der befragten Schüler:innen, die die Items zum Vorwissen im Schuljahr 22/23 richtig beantworten konnten (N = 367; Pre-Fragebogen).....	175
Abbildung 9-15: Darstellung der Gegenüberstellung der Antworten der Schüler:innen des Items 8 und dem Item 6 im Schuljahr 22/23 (N = 250; Post-Fragebogen).....	178
Abbildung 9-16: Darstellung der Einschätzungen der beiden Forschungsgruppen zu den Items 8, 14, 22, 23 im SJ 22/23 (Post-Fragebogen).....	181
Abbildung 9-17: Darstellung der Antworten der Schüler:innen bezüglich der inhaltlichen Fragen im Post-Fragebogen im Schuljahr 22/23.....	182
Abbildung 9-18: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Post-Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 1.....	183
Abbildung 9-19: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Post-Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 2.....	184
Abbildung 9-20: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Follow-up-Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 1.....	187
Abbildung 9-21: Darstellung der Anzahl der richtig beantworteten Items im Follow-up Fragebogen im SJ 22/23 der beiden Untergruppen zum Versuch 2.....	188
Abbildung 9-22: Darstellung der Ergebnisse der Schüler:innen im SJ 22/23 zu der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen zu Versuch 1 in den Post- und Follow-up Fragebögen.....	189
Abbildung 9-23: Darstellung der Ergebnisse der Schüler:innen im SJ 22/23 zu der Anzahl der richtig beantworteten inhaltlichen Fragen zu Versuch 2 in den Post- und Follow-up Fragebögen.....	189

Abbildung 9-24: Darstellung einer Auswahl der Ergebnisse zum Zusammenhang der Noten von der Anzahl der richtig beantworteten Items zu Versuch 1 der „FG Versuch 1“ in den Post- und Follow-up Fragebögen im SJ 22/23.	190
Abbildung 9-25: Darstellung einer Auswahl der Ergebnisse zum Zusammenhang der Noten von der Anzahl der richtig beantworteten Items zu Versuch 1 der „FG Versuch 1“ in den Post- und Follow-up Fragebögen im SJ 22/23.	190
Abbildung 9-26: Darstellung einer Auswahl der Ergebnisse zum Zusammenhang der Noten von der Anzahl der richtig beantworteten Items zu Versuch 2 der „FG Versuch 2“ in den Post- und Follow-up Fragebögen im SJ 22/23.	191
Abbildung 10-1: Ablaufplan der dritten Intervention im Schuljahr 23/24.....	199
Abbildung 10-2: Inhaltlich-experimenteller und mediendidaktisch- methodischer Strang des Selbstlernbuchs für die Intervention im Schuljahr 23/24.....	200
Abbildung 10-3: Screenshot der Einleitungsseite aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“	200
Abbildung 10-4: Screenshot der Orientierungsseite aus dem Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“	201
Abbildung 10-5: Screenshots der Webseite, erstellt mit Canva, zur Wiederholung von Inhalten, welche im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ verlinkt wurden.	201
Abbildung 10-6: Screenshots der App zur homologen Reihe, erstellt mit Genially, welche im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ verlinkt wurde.....	202
Abbildung 10-7: Übersicht der Materialverlinkungen im Selbstlernbuch für die dritte Intervention im Schuljahr 23/24.....	203
Abbildung 10-8: Screenshot der Übersicht der Dateien, die auf der Sciebo-Plattform für die Produktion von Erklärvideos für Experiment 1 zur Verfügung gestellt wurden.	204
Abbildung 10-9: Übersicht der Materialien, die den Schüler:innen im Schuljahr 23/24 begleitend zur Aufgabe der Erklärvideoproduktion zur Verfügung gestellt wurden (am Beispiel für den Versuch 1).	205
Abbildung 10-10: Screenshots aus dem Lehrkräftehandbuch SJ 23/24.	206
Abbildung 10-11: Screenshot aus der Broschüre zu den ergänzenden Materialien für die Lehrkräfte.	206
Abbildung 10-12: Screenshot der über einen Sciebo-Ordner zur Verfügung gestellten zusätzlichen Materialien im SJ 23/24.....	207
Abbildung 10-13: Ablaufplan für die Intervention im SJ 23/24.	207

Abbildung 10-14: Ausschnitt aus dem zur Verfügung gestellten Bewertungsbogen für Erklärvideos.	207
Abbildung 10-15: Poster für die Zuteilung der Schüler:innen für die Erklärvideoproduktion zu Versuch 1 bzw. 2 im SJ 23/24.	207
Abbildung 10-16: Leitfaden für die Interviews mit den Schüler:innen im Schuljahr 23/24.....	215
Abbildung 10-17: Interviewanalyse und der darin enthaltenen Vorgehensweise beim Kodieren nach Kuckartz und Rädiker (2020). (leicht modifiziert basierend auf Kuckartz und Rädiker, 2020, S. XXII)	216
Abbildung 10-18: Screenshot von der Übersicht der Interview-Transkripte in MAXQDA.	217
Abbildung 10-19: Screenshots aus MAXQDA des codierten Leitfadeninterview des Interviews mit dem Namen „Interview Klasse 1 S1“	220
Abbildung 10-20: Regeln für die Codierung der Leitfadeninterviews im SJ 23/24.	224
Abbildung 10-21: Einstellungen für die Berechnung der Inter-coder-Reliabilität in MAXQDA.....	225
Abbildung 10-22: Berechnung von Kappa für die Inter-coder-Reliabilitätsbestimmung in MAXQDA nach Brennan und Prediger (1981).....	226
Abbildung 10-23: Berechnung von Kappa für die Inter-coder-Reliabilitätsbestimmung in MAXQDA nach Brennan und Prediger (1981).....	227
Abbildung 11-1: Chemienoten (Item 12) der befragten Schüler:innen (N = 129) im Schuljahr 2023/24.	228
Abbildung 11-2: Streudiagramm zum Interesse und der Vorjahresnote der Gesamtstichprobe SJ23/24 (N= 129). Erklärung zu Item 11: 4 = trifft zu; 3 = trifft eher zu; 2 =trifft eher nicht zu; 1 trifft nicht zu.	229
Abbildung 11-3: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 4) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet „Fehlvorstellungen“ (N = 129).	230
Abbildung 11-4: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet Vorwissen Grundlagen (N = 129).....	231
Abbildung 11-5: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen aus dem Bereich Grundlagen“ in Abhängigkeit von der Chemienote im SJ 22/23.	231
Abbildung 11-6: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 12) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet Einführung in die organische Chemie (N = 129).	232

Abbildung 11-7: Häufigkeit des durchschnittlichen rezeptiven Einsatzes von Erklärvideos im Unterricht, angegeben durch die befragten Schüler:innen (N = 129).	233
Abbildung 11-8: Darstellung der Antworten auf die Aussage „Ich habe bei der Produktion des Erklärvideos, mit Blick auf meine digitalisierungsbezogenen Kompetenzen, viel gelernt.“ im Schuljahr 23/24 (N = 26; Post-Fragebogen Item 9).	261
Abbildung 11-9: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl, die die Schüler:innen im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ erreicht haben.	284
Abbildung 11-10: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) im Pre-Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N = 129).	285
Abbildung 11-11: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) im Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N = 66).....	286
Abbildung 11-12: Boxplot-Diagramm zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) im Post-Fragebogen zum Themengebiet „Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N = 26).....	286
Abbildung 11-13: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl die die Schüler:innen, die alle drei Fragebögen ausgefüllt haben, im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ erreicht haben.	287
Abbildung 11-14: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 18) in den Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“.....	287
Abbildung 11-15: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Vorwissen Grundlagen“ und „Inhaltliche Fragen – organische Chemie“ (N =14).	288
Abbildung 11-16: Gegenüberstellung der Antworten der SchülerInnen im Pre- und Post-Fragebogen zum rezeptiven Einsatz von Erklärvideos (N=14).....	291
Abbildung 11-17: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 2“ (N =5).	298
Abbildung 11-18: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 1“ (N =5).	298

Abbildung 11-19: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 1 zum Versuch 2 (N = 5).	299
Abbildung 11-20: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 1 zum Versuch 1 (N = 5).	299
Abbildung 11-21: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl die die Schüler:innen der Versuchsgruppe 1 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Versuch 1“ und „Versuch 2“ erreicht haben.	300
Abbildung 11-22: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 2“ (N = 6).	301
Abbildung 11-23: Erreichte Gesamtpunktzahl der einzelnen Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zum Themengebiet „Versuch 1“ (N = 6).	301
Abbildung 11-24: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 2 zum Versuch 2 (N = 6).	302
Abbildung 11-25: Boxplot-Diagramme zur grafischen Veranschaulichung der Häufigkeitsverteilung der erreichten Punktzahl (maximale Punktzahl 6) im Pre-, Post-, Follow-up-Fragebogen der Forschungsgruppe 2 zum Versuch 1 (N = 6).	302
Abbildung 11-26: Screenshot aus dem Programm SPSS einer Tabelle mit einigen Werten zur deskriptiven Statistik bezüglich der Gesamtpunktzahl die die Schüler:innen der Versuchsgruppe 2 im Pre-, Post- und Follow-up Fragebogen zu den Themengebieten „Versuch 2“ und „Versuch... 303	
Abbildung 11-27: Häufigkeit der den gebildeten Kategorien zugeordneten Antworten im Pre-Fragebogen (Item 6) zu den Gründen für die Motivation bei der Produktion von Erklärvideos im Unterricht (N = 129).....	316
Abbildung 11-28: Häufigkeit der den gebildeten Kategorien zugeordneten Antworten im Pre-Fragebogen (Item 7) zu den Gründen für die Demotivation bei der Produktion von Erklärvideos im Unterricht (N = 129).....	317
Abbildung 11-29: Gegenüberstellung der Antworten der SchülerInnen im Pre- und Post-Fragebogen zur Produktion von Erklärvideos (N=14).	318

13.3 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2-1: Neuere Meta-Studien zu Konzepten digitalen Lernens und den Effektstärken bezüglich der Lernleistung (Entnommen aus Schaumburg, 2018, S.30).....	24
Tabelle 2-2: Einfluss des Alters auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht aus der Meta-Studie von Hillmayr et al. (Entnommen aus Hillmayr et al., 2020, S.16).....	26
Tabelle 2-3: Einfluss des Alters auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht aus der Meta-Studie Liao und Lai (Entnommen aus Liao und Lai, 2018, S.1134)	26
Tabelle 2-4: Einfluss des Verhältnisses von Endgerät und Schüler:innen auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht aus der Meta-Studie von Hillmayr et al. Entnommen aus (Hillmayr et al., 2020, S.16)	27
Tabelle 2-5: Einfluss des Unterrichtsfachs auf die Lernwirksamkeit beim Einsatz von digitalen Medien im Unterricht aus der Meta-Studie von Hillmayr et al. (Entnommen aus Hillmayr et al., 2020, S.16).....	28
Tabelle 7-1: Auflistung der im Selbstlernbuch "Einführung in die organische Chemie" enthaltenen Videos.	104
Tabelle 7-2: Übersicht über die im Selbstlernbuch „Einführung in die organische Chemie“ enthaltenen Aufgaben zur Videoproduktion und die damit einhergehende Förderung der mediendidaktischen Kompetenzen.	106
Tabelle 8-1: Erläuterung zu den Items des Pre-Fragebogens des ersten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.....	116
Tabelle 8-2: Erläuterung zu den Items des Post-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.....	116
Tabelle 8-3: Erläuterung zu den Items des Follow-up-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.	117
Tabelle 8-4: Auflistung der teilnehmenden Schulen, Lehrkräfte und Klassen an der Intervention im Schuljahr 21/22.....	118
Tabelle 8-5: Auflistung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up-Fragebögen im Schuljahr 21/22 sortiert nach Klassen.	118
Tabelle 8-6: Ergebnisdarstellung von sechs Items zur Erfahrung zum Einsatz von digitalen Medien der Lehrkräfte im Unterricht (N = 4) im Schuljahr 21/22.....	122
Tabelle 8-7: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den sechs Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen und Motivation rezeptiver Erklärvideoeinsatz“ im Pre-Fragebogen.	124

Tabelle 8-8: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen und Motivation produktiver Erklärvideoeinsatz“ im Pre-Fragebogen.	126
Tabelle 8-9: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Vorerfahrungen medienbezogene Kompetenzen“ im Pre-Fragebogen.	127
Tabelle 8-10: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Motivation und selbstgesteuertes Lernen mit dem iPad“ im Pre-Fragebogen.	128
Tabelle 8-11: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung im Selbstlernbuch“ im Post-Fragebogen.	132
Tabelle 8-12: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch“ Post-Fragebogen.	133
Tabelle 8-13: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet Erfahrungen selbstgesteuertes Lernen.	134
Tabelle 8-14: Fragebogenergebnisse der Forschungs- und Referenzgruppe im Schuljahr 21/22 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs“ im Post-Fragebogen.	136
Tabelle 8-15: Bezeichnung der Untersuchungsgruppen und der Anzahl anhand der Angaben im Post-Fragebogen zugeordneten Schüler:innen.	139
Tabelle 8-16: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Post-Fragebogen).	139
Tabelle 8-17: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Post-Fragebogen).	139
Tabelle 8-18: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Post-Fragebogen).	139
Tabelle 8-19: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Post-Fragebogen).	140
Tabelle 8-20: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Post-Fragebogen).	140
Tabelle 8-21: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Post-Fragebogen).	140

Tabelle 8-22: Bezeichnung der Untersuchungsgruppen und der Anzahl anhand der Angaben im Post-Fragebogen zugeordneten Schüler:innen.	141
Tabelle 8-23: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).	142
Tabelle 8-24: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Follow-up Fragebogen).	142
Tabelle 8-25: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).	142
Tabelle 8-26: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).	142
Tabelle 8-27: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Forschungsgruppe (Follow-up Fragebogen).	143
Tabelle 8-28: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 3 der Untergruppen aus der Referenzgruppe (Follow-up Fragebogen).	143
Tabelle 8-29: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zu den Versuchen 1,2 und 3 in den Post- und Follow-up Fragebögen der Untergruppen aus der Forschungsgruppe.	144
Tabelle 8-30: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zum Versuch 1 in den Post- und Follow-up Fragebögen und in beiden Fragebögen richtig beantworteten Fragen der Untergruppen aus der Forschungsgruppe.	144
Tabelle 8-31: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zum Versuch 2 in den Post- und Follow-up Fragebögen und in beiden Fragebögen richtig beantworteten Fragen der Untergruppen aus der Forschungsgruppe.	145
Tabelle 8-32: Anzahl der erreichten Punkte zu den Fragen zum Versuch 3 in den Post- und Follow-up Fragebögen der Untergruppen und in beiden Fragebögen richtig beantworteten Fragen aus der Forschungsgruppe.	145
Tabelle 8-33: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der ersten Intervention.	146
Tabelle 8-34: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der ersten Intervention.	150
Tabelle 9-1: Erläuterung zu den Items des Pre-Fragebogens des ersten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 22/23.	159
Tabelle 9-2: Erläuterung zu den Items des Post-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 22/23.	159

Tabelle 9-3: Erläuterung zu den Items des Follow-up-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 21/22.	160
Tabelle 9-4: Auflistung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen im Schuljahr 22/23 sortiert nach Klassen.....	161
Tabelle 9-5: Auflistung der teilnehmenden Schulen, Lehrkräfte und Klassen an der Intervention im Schuljahr 22/23.....	161
Tabelle 9-6: Ergebnisdarstellung von sechs Items zur Erfahrung zum Einsatz von digitalen Medien der Lehrkräfte im Unterricht (N = 4) im Schuljahr 22/23.....	163
Tabelle 9-7: Fragebogenergebnisse zu den sechs Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen und Motivation rezeptiver Erklärvideoeinsatz im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).	166
Tabelle 9-8: Fragebogenergebnisse zu den vier Items aus dem Themengebiet „Motivation und Erfahrung mit der Erklärvideoproduktion“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).	168
Tabelle 9-9: Fragebogenergebnisse zu den drei Items aus dem Themengebiet „Vorerfahrungen medienbezogene Kompetenzen iPad“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).	170
Tabelle 9-10: Fragebogenergebnisse zum Item aus dem Themengebiet „Interesse Chemieunterricht und Vorjahresnote“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).....	170
Tabelle 9-11: Fragebogenergebnisse zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Motivation Lernen mit dem iPad“ im Schuljahr 22/23 (N = 367; Pre-Fragebogen).....	172
Tabelle 9-12: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den drei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen rezeptive Erklärvideonutzung im Selbstlernbuch“ (N = 250; Post-Fragebogen).	176
Tabelle 9-13: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den fünf Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen Erklärvideoproduktion im Selbstlernbuch“ (N = 250; Post-Fragebogen).	177
Tabelle 9-14: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den zwei Items aus dem Themengebiet „Erfahrungen selbstgesteuertes Lernen“ (N = 250; Post-Fragebogen).....	178
Tabelle 9-15: Fragebogenergebnisse im Schuljahr 22/23 zu den dreizehn Items aus dem Themengebiet „Einschätzung Wissens- und Kompetenzzuwachs“ (N = 250; Post-Fragebogen). .	180
Tabelle 9-16: Anzahl der Schüler:innen der beiden Forschungsgruppen, die den Post-Fragebogen im SJ 22/23 ausfüllten.....	181
Tabelle 9-17: Prozentzahl der im Post-Fragebogen richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen im SJ 22/23.....	183
Tabelle 9-18: Prozentzahl der im Post-Fragebogen richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen im SJ 22/23.....	184
Tabelle 9-19: Anzahl der Schüler:innen der beiden Forschungsgruppen, die den Post-Fragebogen im SJ 22/23 ausfüllten.....	186

Tabelle 9-20: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 1 der Untergruppen im Follow-up Fragebogen.	186
Tabelle 9-21: Prozentzahl der richtig beantworteten Fragen zu Versuch 2 der Untergruppen im Follow-up Fragebogen.	187
Tabelle 9-22: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der zweiten Intervention.	192
Tabelle 9-23: Unterkategorien zur Kategorie "Änderungswünsche" des Leitfadeninterviews in der zweiten Intervention.	195
Tabelle 10-1: Erläuterung zu den Items des Pre-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 23/24.....	209
Tabelle 10-2: Erläuterung zu den Items des Post-Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 23/24.....	210
Tabelle 10-3: Erläuterung zu den Items des Follow-up Fragebogens des dritten Forschungsdurchgangs im Schuljahr 23/24.....	210
Tabelle 10-4: Auflistung der ausgefüllten Pre-, Post- und Follow-up Fragebögen im Schuljahr 23/24 sortiert nach Klassen.	211
Tabelle 10-5: Auflistung der Schulen, Lehrkräfte und Klassen, die an der Intervention im Schuljahr 23/24 teilnahmen.	211
Tabelle 10-6: Übersicht der Themenbereiche und Fragen, den gebildeten Kategorien für die Analyse der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen, sowie einer Erläuterung zu jeder Kategorie.	220
Tabelle 10-7: Übersicht der Themenbereiche und Fragen, den gebildeten Kategorien für die Analyse der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften, sowie einer Erläuterung zu jeder Kategorie.	223
Tabelle 11-1: Ergebnisdarstellung der drei Items (1 bis 3) zur Einstellung gegenüber dem rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Unterricht (N = 129) im Schuljahr 23/24.....	233
Tabelle 11-2: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 1.	235
Tabelle 11-3: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 1.	236
Tabelle 11-4: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 1.	236
Tabelle 11-5: Unterkategorien zur Kategorie "Erfahrungen mit dem Selbstlernbuch" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	237
Tabelle 11-6: Unterkategorien zur Kategorie "Lernatmosphäre" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	239

Tabelle 11-7: Unterkategorien zur Kategorie "Positive Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	242
Tabelle 11-8: Unterkategorien zur Kategorie "Negative Erfahrungen" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	244
Tabelle 11-9: Unterkategorien zur Kategorie "Technische Probleme" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	246
Tabelle 11-10: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied traditioneller Unterricht" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	248
Tabelle 11-11: Unterkategorien zur Kategorie "Lernförderliche Aspekte im Selbstlernbuch" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	250
Tabelle 11-12: Unterkategorien zur Kategorie "Relevanz Lehrkraft" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	253
Tabelle 11-13: Unterkategorien zur Kategorie "Erneutes Lernen mit dem Selbstlernbuch" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	254
Tabelle 11-14: Unterkategorien zur Kategorie "Aspekte verändern" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	255
Tabelle 11-15: Unterkategorien zur Kategorie "Zuwachs Medienkompetenz" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	259
Tabelle 11-16: Unterkategorien zur Kategorie "Verständlichkeit" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	262
Tabelle 11-17: Unterkategorien zur Kategorie "Zuwachs Medienkompetenz" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	264
Tabelle 11-18: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	266
Tabelle 11-19: Unterkategorien zur Kategorie "Selbstorganisiertes Lernen" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	268
Tabelle 11-20: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied Erleben der Schüler:innen zum traditionellen Unterricht" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	271
Tabelle 11-21: Unterkategorien zur Kategorie "Rolle der Lehrkraft" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	273
Tabelle 11-22: Unterkategorien zur Kategorie "Erneuter Einsatz Selbstlernbuch" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	275
Tabelle 11-23: Unterkategorien zur Kategorie "Aspekte verändern" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	276

Tabelle 11-24: Unterkategorien zur Kategorie "Zuwachs Medienkompetenz" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	279
Tabelle 11-25: Unterkategorien zur Kategorie "Lernzuwachs" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	281
Tabelle 11-26: Unterkategorien zur Kategorie "Unterschied Lernzuwachs traditioneller Unterricht" des Leitfadeninterviews in der dritten Intervention.	282
Tabelle 11-27: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 2.	289
Tabelle 11-28: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 2.	289
Tabelle 11-29: Ergebnisdarstellung der sechs Items (Pre-Fragebogen: Item 1 bis 3; Post-Fragebogen Item 1 bis 3) zur Einstellung gegenüber dem rezeptiven Erklärvideoeinsatz im Unterricht im Schuljahr 23/24.	290
Tabelle 11-30: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 3.	293
Tabelle 11-31: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 3.	293
Tabelle 11-32: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 3.	293
Tabelle 11-33: Unterkategorien für die Kategorie "Erklärvideoproduktion Unterricht".	294
Tabelle 11-34: Unterkategorien für die Kategorie "Erklärvideoproduktion Selbstlernbuch".	295
Tabelle 11-35: Unterkategorien für die Kategorie "Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion".	304
Tabelle 11-36: Unterkategorie für die Kategorie "Erklärvideoproduktion" und deren Häufigkeit (N = 4).	306
Tabelle 11-37: Unterkategorien für die Kategorie "Zeitaufwand vs. Nutzen Erklärvideoproduktion" und deren Häufigkeit (N = 4).	307
Tabelle 11-38: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 4.	309
Tabelle 11-39: Zuordnung der Items der Fragebogenerhebungen mit den Schüler:innen zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 4.	309
Tabelle 11-40: Zuordnung der Kategorien der Leitfadeninterviews mit den Lehrkräften zu den der Arbeit zugrunde liegenden Hypothesen der Forschungsfrage 4.	309
Tabelle 11-41: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation Selbstlernbuch".	310

Tabelle 11-42: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation Erklärvideoproduktion"	313
Tabelle 11-43: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation erneute Erklärvideoproduktion"	315
Tabelle 11-44: Unterkategorien für die Kategorie "Motivation Selbstlernbuch" und deren Häufigkeit (N = 4).	320
Tabelle 12-1: Überblick zu den internationalen und nationalen Veranstaltungen zu den Themen „Erklärvideoproduktion“ und „Selbstlernbuch“ gestaltet von der Autorin.	334

14 Literatur

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Arnold, S., & Zech, J. (2019). *Kleine Didaktik des Erklärvideos: Erklärvideos für und mit Lerngruppen erstellen und nutzen* (Druck A). Westermann.
- Artelt, C. (2000). *Strategisches Lernen*. Waxmann.
- Aufenanger, S., Daum, T., & Diethelm, I. (2020). *Gesellschaft digital? Herausforderungen der Digitalisierung für Gesellschaft, Bildung und Unterricht*. <https://www.gew.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=99011&token=b5540c31d69af244742417f0fbc7bfea3faa85b5&sdownload=&n=20200903-Gesellschaft-digital-2020-web.pdf>
- Bach, Alexandra. (2019). *Kriterien zur Bewertung und Reflexion des digitalen Medieneinsatzes in der bautechnischen Berufsbildung*. Universitätsverlag Berlin. <https://doi.org/10.25656/01:18043>
- Backfisch, I. (2022). *Skill or Will? Comprehensive Conceptualization of Technology-Enhanced Teaching and its Relation to Teachers' Professional Knowledge and Motivation* [Universität Tübingen]. <https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/104473>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Balcke, D. (2022). Erklärvideos – Eine kritische Analyse ihres Selbstanspruchs aus fach- und allgemeindidaktischer Perspektive. *Bildung und Erziehung*, 75(1), 24–40. <https://doi.org/10.13109/buer.2022.75.1.24>
- Barke, H.-D., Engida, T., & Yitbarek, S. (2009). Concept Cartoons. Diagnose, Korrektur und Prävention von Fehlvorstellungen im Chemieunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, 58(8), 44–49.
- Barke, H.-D., & Harsch, G. (2001). *Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56621-9>
- Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S., & Marohn, A. (2018). *Chemiedidaktik kompakt*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56492-9>
- Barton, D. (2023a). „Im Mathe-Projekt fühlte ich mich ziemlich kompetent.“ Der Einfluss des Kompetenzerlebens auf intrinsische Motivation im Unterrichtsprojekt „Film ab!“ <https://doi.org/10.17877/DE290R-23549>
- Barton, D. (2023b). *Medienprojekte im Mathematikunterricht: Projektentwicklung und Evaluation affektiv-motivationaler Merkmale und Leistung* (Bd. 13). Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-43598-1>
- Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F., & Winne, P. H. (2018). Inducing Self-Explanation: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 30(3), 703–725. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9434-x>
- Bleckmann, P., & Lankau, R. (Hrsg.). (2019). *Digitale Medien und Unterricht: Eine Kontroverse* (1. Auflage). Beltz.

- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31(6), 445–457. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2)
- Bohl, T. (2010). Einführung und Vorerklärungen. In T. Bohl, K. Kansteiner, M. Kleinknecht, B. Kohler, & A. Nold (Hrsg.), *Selbstbestimmung und Classroom-Management: Empirische Befunde und Entwicklungsstrategien zum guten Unterricht ; [... Im Rahmen einer Tagung in Tübingen ...]* (S. 15–30). Klinkhardt.
- Bohrmann-Linde, C., Colberg, F., Degner, T., Faas, S., & Goltz, G. (2019). *Chemie Baden-Württemberg. Gesamtband 8-10: Gesamtband / bearbeitet von Claudia Bohrmann-Linde, Frank Colberg, Thomas Degner, Sandra Eberhardt, Stefanie Faas, Georg Goltz [und 11 weitere]* (1. Auflage). C.C. Buchner.
- Brandhofer, G., & Wiesner, C. (2018). Medienbildung im Kontext der Digitalisierung: Ein integratives Modell für digitale Kompetenzen. *R&E-SOURCE*, 10, Article 10. <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/574>
- Brehmer, J., & Becker, S. (2017). *Erklärvideos“–...als eine andere und/oder unterstützende Form der Lehre.* Georg-August-Universität Göttingen. https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/5d0fa49e220547bded74a21f21d44fc0.pdf/03_Erklärvideos.pdf
- Brennan, R. L., & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699. <https://doi.org/10.1177/001316448104100307>
- Breuer-Küppers, P., & Bach, R. (2016). *Schüler mit Lernbeeinträchtigungen im inklusiven Unterricht: Praxistipps für Lehrkräfte* (1. Auflage). Ernst Reinhardt Verlag.
- Brod, G., & Gold, A. (2020). Gedächtnis und Wissen. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage, S. 54–78). Springer.
- Broman, K., & Parchmann, I. (2014). Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15(4), 516–529. <https://doi.org/10.1039/C4RP00051J>
- Brown, W. H., & Poon, T. (2021). *Einführung in die Organische Chemie. Band 1* (J. Podlech, Übers.). WILEY-VCH.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). (2025, Juni 24). *Digitalpakt Schule*. https://www.bmbf.de/DE/Bildung/Schule/Digitalisierung/DigitalpaktSchule/digitalpaktschule_node.html
- Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A., & Tsai, C.-C. (2018). The Role of Collaboration, Computer Use, Learning Environments, and Supporting Strategies in CSCL: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 88(6), 799–843. <https://doi.org/10.3102/0034654318791584>
- Chi, M. T. H. (2021). The Self-Explanation Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 381–393). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.040>
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407>
- Cornelius, S., & Bohrmann-Linde, C. (2022). Digitalisierung: Mit einem E-Book in die organische Chemie starten. *Nachrichten Aus Der Chemie*, 70(1), 34–36. <https://doi.org/10.1002/nadc.20224117593>

- Cornelius, S., & Bohrmann-Linde, C. (2022). Einsatz eines digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs zur Einführung in die Organische Chemie—Erste Erprobungen im Chemieunterricht und motivationale Betrachtungen. *Chemie & Schule*, 4, 5–9.
- Cornelius, S., & Bohrmann-Linde, C. (2023). Kompetenzförderung durch Erklärvideos in einem Selbstlernbuch zum Einstieg in die Organische Chemie. *MNU-Journal*, 01.2023, 48–54.
- de Jong, T. (2021). The Guided Inquiry Principle in Multimedia Learning. In L. Fiorella & R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 394–402). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.041>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). *Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. <https://doi.org/10.25656/01:11173>
- Dorgerloh, S., & Wolf, K. D. (Hrsg.). (2020). *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos: Mit E-Book inside* (1. Auflage). Beltz.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dresel, M., & Ziegler, A. (2004). Notebookeinsatz beim selbstgesteuerten Lernen. Mehrwert für Motivation, Lernklima und Qualität des Lernens? In *Campus 2004. Kommen die digitalen Medien an den Hochschulen in die Jahre? Bd. Medien in der Wissenschaft* (Nummer 29, S. 181–191). Waxmann : Münster u. a. <https://doi.org/10.25656/01:11276>
- Duit, R. (2025, Juni 14). *Bibliography—STCSE* [<http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/>]. Bibliography STCSE – Teachers’ and students’ conceptions and science education. Kiel: IPN – Leibniz Institute for Science and Mathematics Education. <https://archiv.leibniz-ipn.de/stcse/>
- Dumont, H. (2019). Neuer Schlauch für alten Wein? Eine konzeptuelle Betrachtung von individueller Förderung im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22(2), 249–277. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0840-0>
- Dyrna, J. (2021a). Selbstgesteuert, -organisiert, -bestimmt, -reguliert? In J. Dyrna, J. Riedel, S. Schulze-Achatz, & T. Köhler (Hrsg.), *Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Weiterbildung. Ein Handbuch für Theorie und Praxis* (S. 84–106). Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830993643>
- Dyrna, J. (2021b). Sprechen wirklich alle vom Gleichen? Eine empirische Begriffsanalyse. In J. Dyrna, J. Riedel, S. Schulze-Achatz, & T. Köhler (Hrsg.), *Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Weiterbildung. Ein Handbuch für Theorie und Praxis* (S. 51–64). Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830993643>
- Dyrna, J., Riedel, J., Schulze-Achatz, S., & Köhler, T. (2021). Über dieses Handbuch. In J. Dyrna, J. Riedel, S. Schulze-Achatz, & T. Köhler (Hrsg.), *Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Weiterbildung. Ein Handbuch für Theorie und Praxis* (S. 15–23). Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830993643>
- Eickelmann, B. (2018). Digitalisierung in der schulischen Bildung. Entwicklungen, Befunde und Perspektiven für die Schulentwicklung und die Bildungsforschung. In N. McElvany, F. Schwabe, W. Bos, & H. G. Holtappels (Hrsg.), *Digitalisierung in der schulischen Bildung: Chancen und Herausforderungen*. Waxmann.
- Eickelmann, Birgit, Bos, Wilfried, & Labusch, Amelie. (2020). *Die Studie ICILs 2018 im Überblick. Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven*. Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18319>

- Emden, M., Ropohl, M., & Rossow, M. (2024). Experimentieren im Chemieunterricht. In J. Paul, S. Schanze, & B. F. Sieve (Hrsg.), *Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69820-4>
- Epple, T., Fleischer, H., & Hein, A. (2017). *Fokus Chemie. SI Gesamtband [Schülerbuch]: [Schülerbuch] / Autoren: Dr. Thomas Epple, Dr. Holger Fleischer, Andrea Hein, Thorsten Krefß, Hannes Rehm, Markus Seitz, Chaya Stützel* (1. Auflage, 1. Druck). Cornelsen.
- Ergut, A., Levendis, Y. A., & Carlson, J. (2007). Emissions from the combustion of polystyrene, styrene and ethylbenzene under diverse conditions. *Fuel*, 86(12–13), 1789–1799. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.01.009>
- European Commission. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>
- European Commission. (2024). *Selfie. A tool to support learning in the digital age*. European Education Area. <https://education.ec.europa.eu/de/selfie/get-started/how-it-works>
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2025). *Rohstoff Holz. Eigenschaften und Aufbau*. Themenportal Holz. <https://holz.fnr.de/rohstoff-holz/eigenschaften-und-aufbau-1>
- Findeisen, S., Horn, S., & Seifried, J. (2019). Lernen durch Videos – Empirische Befunde zur Gestaltung von Erklärvideos. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 16–36. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.01.X>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2014). Role of expectations and explanations in learning by teaching. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.01.001>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). *Learning as a Generative Activity: Eight Learning Strategies that Promote Understanding* (1. Aufl.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107707085>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight Ways to Promote Generative Learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 717–741. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2021a). Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning: Coherence, Signaling, Redundancy, Spatial Contiguity, and Temporal Contiguity Principles. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 185–198). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.019>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2021b). The Generative Activity Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 339–350). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.036>
- Fischer, C., Rott, D., & Schuster, C. (2021). Konzepte des selbstregulierten Lernens. In C. Fischer, D. Hillmann, M. Kaiser-Haas, & M. Konrad (Hrsg.), *Strategien selbstregulierten Lernens in der Individuellen Förderung. Ein Praxishandbuch zum Förder-Förder-Projekt* (S. 32–46). Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830993056>
- Fischer, N., & Richey, P. (2021). *Pädagogische Beziehungen für nachhaltiges Lernen: Eine Einführung für Studium und Unterrichtspraxis* (1. Aufl.). W. Kohlhammer GmbH. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-036886-6>
- Gläser-Zikuda, M., Hofmann, F., & Frederking, V. (Hrsg.). (2022). *Emotionen im Unterricht: Psychologische, pädagogische und fachdidaktische Perspektiven* (1. Auflage). Verlag W. Kohlhammer.

- Gnahn, D., & Seidel, S. (2002). Überblick über selbstbestimmtes Lernen in der Weiterbildung. In P. Faulstich, D. Gnahn, S. Seidel, & M. Bayer (Hrsg.), *Praxishandbuch selbstbestimmtes Lernen: Konzepte, Perspektiven und Instrumente für die berufliche Aus- und Weiterbildung* (S. 13–24). Juventa-Verl.
- Grandrath, R. (2021). *Brennstoffzell-Systeme mit Fokus auf biologischen Brennstoffzellen: Entwicklung und Optimierung von schulgeeigneten Experimenten, Konzepten und Medien*. <https://doi.org/10.25926/60FQ-9C04>
- Greitemann, L., Melle, I., & Habig, S. (with Technische Universität Dortmund). (2022). *Wirkung des Tablet-Einsatzes im Chemieunterricht der Sekundarstufe I unter besonderer Berücksichtigung von Wissensvermittlung und Wissenssicherung*. Logos Verlag Berlin.
- Gropengießer, H., & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 49–67). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_4
- Grund, A., & Steuer, G. (2024). *Motivation und Selbstregulation: Theoretische Grundlagen und ihre Anwendung in Lernkontexten*. UTB.
- Größ-Niehaus, T., Hundertmark, S., & Schanze, S. (2024). Und was kommt an? – Konzeptentwicklung als ein Teil des Lernens. In J. Paul, S. Schanze, & B. F. Sieve (Hrsg.), *Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis* (S. 109–140). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-69820-4_4
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference*, 41–50. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- Haas, J., & Marohn, A. (2022). The teaching concept chem:LEVEL – promoting technical language on the basis of the Johnstone triangle. *CHEMKON*, 29(S1), 213–217. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100092>
- Harr, A. (2019). *Jetzt halt doch mal die Klappe ... : Tipps und Ideen für junge Filmemacher und Filmemacherinnen -...wir drehen einen Film* (3. Auflage als Print-Buch). Andreas Harr - film-events.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* (5., überarbeitete Auflage). Verlag W. Kohlhammer.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (Reprinted). Routledge.
- Heinen, R., & Kerres, M. (2015). *Individuell fördern mit digitalen Medien. Handlungsfelder für die systematische, lernförderliche Integration digitaler Medien in Schule und Unterricht*. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_iFoerderung_digitale_Medien_2015.pdf
- Helmke, A., & Weinert, F. E. (2021). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (8. Auflage). Klett / Kallmeyer.
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Bertelsmann Stiftung. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf

- Hesser, R., & Rubner, I. (2023). Actionbound: Ein digitales Tool für den Chemieunterricht. *DiCE-Tagung 2023 - Digitalisation in Chemistry Education*, Bd. Tooltips. <https://doi.org/10.22032/DBT.59427>
- Hilbe, R. (2022). *Selbst organisiertes Lernen am Gymnasium. Eine Untersuchung interindividueller Unterschiede bei Schülerinnen und Schülern im Umgang mit der Lernerautonomie*. 519 pages. <https://doi.org/10.25656/01:25272>
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe: Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit* (Zentrum für Internationale Vergleichsstudien, Hrsg.). Waxmann.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, *153*, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Holz-Ebeling, F. (2017). *Erfolg und Misserfolg beim selbstregulierten Lernen Arbeitsprobleme im Kontext von Lernstrategien, Lernmotivation und Studienerfolg*. Waxmann. <https://rds-tue.ibs-bw.de/link?kid=895377306>
- Hoogerheide, V., Loyens, S. M. M., & Van Gog, T. (2014). Effects of creating video-based modeling examples on learning and transfer. *Learning and Instruction*, *33*, 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.04.005>
- Hussy, W., Schreier, M., & Echterhoff, G. (2010). Qualitative Forschungsmethoden. In W. Hussy, M. Schreier, & G. Echterhoff, *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor* (S. 183–212). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-95936-6_5
- Huwer, J., Banerji, A., & Thyssen, C. (2020). Digitalisierung -- Perspektiven für den Chemieunterricht. *Nachrichten Aus Der Chemie*, *68*(10), 10–16. <https://doi.org/10.1002/nadc.20204100187>
- Huwer, J., Bock, A., & Seibert, J. (2018). The School Book 4.0: The Multitouch Learning Book as a Learning Companion. *American Journal of Educational Research*, *6*(6), 763–772. <https://doi.org/10.12691/education-6-6-27>
- Huwer, J., & Brünken, R. (2018). Naturwissenschaftlich auf neuen Wegen. Individualisierung mit Tablets im Chemie-Unterricht. In *Computer + Unterricht* (Bd. 30, Nummer 110, S. 7–10).
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. (o. J.). *GESTIS-Stoffdatenbank*. DGUV. Abgerufen 4. Februar 2025, von <https://gestis.dguv.de/>
- Janicka, M. (2019). Effizienz der Methode Lernen durch Lehren (LdL) – Ergebnisse eines Experiments. *Glottodidactica*, *46*(1), Article 1. <https://doi.org/10.14746/gl.2019.46.1.01>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, *7*(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, *70*(9), 701. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Johnstone, A. H. (2010). You Can't Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, *87*(1), 22–29. <https://doi.org/10.1021/ed800026d>
- Jordan, J. T., Box, M. C., Eguren, K. E., Parker, T. A., Saraldi-Gallardo, V. M., Wolfe, M. I., & Gallardo-Williams, M. T. (2016). Effectiveness of Student-Generated Video as a Teaching Tool for an

- Instrumental Technique in the Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 141–145. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00354>
- Jörissen, B., Jebe, F., & Rat für Kulturelle Bildung (Hrsg.). (2019). *Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung: Studie: eine repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-Jährigen zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten*. Rat für Kulturelle Bildung.
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>
- Kerres, M. (2024). *Mediendidaktik: Lernen in der digitalen Welt*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783111201078>
- Kiesler, N. (2020). Medienkompetenzförderung im Lehramtsstudium der Goethe-Universität: Ein Projektbericht zur erfolgreichen Medienproduktion am Beispiel studentischer Erklärvideos. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 477–506. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.19.X>
- Kleefeld, S. (2019). *Der Wärme auf der Spur*. (Arbeitskreis Bohrmann-Linde, Didaktik der Chemie, Hrsg.). Bergische Universität Wuppertal. https://elpub.bib.uni-wuppertal.de/receive/dupublico_mods_00000705
- Kleefeld, S., & Bohrmann-Linde, C. (2019). Die Wärmebildkamera im naturwissenschaftlichen Unterricht. In *MNU Journal / Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts* (Bd. 72, Nummer 3, S. 209–216).
- KMK. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife 18.06.2020*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf
- KMK. (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021)*. https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf
- Koehler, M., Yadav, A., & Phillips, M. (2005). What is Video Good For? Examining How Media and Story Genre Interact. *Journal of Educational Multimedia & Hypermedia*, 14(3), 249–272.
- Koltzenburg, S., Maskos, M., & Nuyken, O. (2014). *Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen*. Springer Berlin Heidelberg.
- Konrad, K., & Traub, S. (1999). *Selbstgesteuertes Lernen in Theorie und Praxis* (1. Aufl.). Oldenbourg.
- Kramer, K., & Gabler, S. (2021). Ausgewählte entwicklungspsychologische Grundlagen für eine gelingende Teilhabe an einer digitalisierten Welt im Kindes- und Jugendalter. *merz / medien + erziehung*. www.merz-zeitschrift.de/fileadmin/user_upload/merz/PDFs/online-exklusiv-klaudia-kramer-sandra-gabler-ausgewaehlte-entwicklungspsychologische-grundlagen-fuer-eine-gelingende-teilhabe-an-einer-digitalisierten-welt-im-kindes-und-jugendalter.pdf
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2020). *Fokussierte Interviewanalyse mit MAXQDA: Schritt für Schritt*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31468-2>
- Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T., & Schehl, J. (2013). *Statistik: Eine verständliche Einführung* (2., überarb. Aufl. 2013). VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19890-3>

- Kulgemeyer, C. (2019). Qualitätskriterien zur Gestaltung naturwissenschaftlicher Erklärvideos. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 285–288).
- Kulgemeyer, C. (2020). Didaktische Kriterien für gute Erklärvideos. In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos: Mit E-Book inside* (1. Auflage, S. 70–75). Beltz.
- Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2017). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2021). *Ergänzungspapier zum „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“ zur KMK-Strategie "Bildung in der digitalen Welt."*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf
- Kunter, M., & Trautwein, U. (2018). *Psychologie des Unterrichts*. Ferdinand Schöningh.
- Kunze, U. R., & Schwedt, G. (2009). *Grundlagen der quantitativen Analyse* (6., aktualisierte und erg. Aufl). Wiley-VCH.
- Küster, F. W. (with Thiel, A., Ruland, A., Ruland, U., & Ruland, U.). (2016). *Analytik: Daten, Formeln, Übungsaufgaben* (108th ed). De Gruyter, Inc.
- Lamnek, S., & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung: Mit Online-Materialien* (6., vollständig überarbeitete Aufl). Beltz.
- Lathwesen, C., & Eilks, I. (2023). Schaffen Sie es zurück zur Erde?: Ein digitaler Escape Room zur Grünen Chemie. *DiCE-Tagung 2023 - Digitalisation in Chemistry Education*, Bd. Vortrag. <https://doi.org/10.22032/DBT.59414>
- Latscha, H. P., Kazmaier, U., & Klein, H. (2023). *Organische Chemie: Chemie-Basiswissen II*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-67010-1>
- Leitz, I. (2015). *Motivation durch Beziehung*. Springer VS.
- Lewalter, D., Diedrich, J., Goldhammer, F., Köller, O., & Reiss, K. (Hrsg.). (2023). *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Waxmann.
- Liao, Y.-K. C., & Lai, W.-C. (2018). Meta-analyses of Large-Scale Datasets: A Tool for Assessing the Impact of Information and Communication Technology in Education. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 1125–1141). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71054-9_78
- Matissek, R., & Hahn, A. (2023). *Lebensmittelchemie*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66925-9>
- Mayer, H. O. (2012). Interview und schriftliche Befragung: Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung. In *Interview und schriftliche Befragung*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. <https://doi.org/10.1524/9783486717624>

- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning* (1. Aufl.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2. Aufl., S. 43–71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- Mayer, R. E. (2021). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In L. Fiorella & R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 57–72). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.008>
- Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2021). Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pre-training, and Modality Principles*. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 243–260). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.025>
- Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung* (5. Auflage). Beltz.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13. Neuausgabe). Julius Beltz GmbH & Co. KG.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. (2024). *JIM-Studie 2024: Jugend, Information, Medien*. <https://mpfs.de/studie/jim-studie-2024/>
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden- Württemberg. (2022). *Bildungsplan des Gymnasiums Chemie-überarbeitete Fassung vom 25. MÄRZ 2022*.
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2019). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Chemie*.
- Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76–78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P., & Warr, M. (2021). Contextualizing TPACK within systems and cultures of practice. *Computers in Human Behavior*, 117, 106673. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106673>
- Mortimer, C. E., & Müller, U. (2010). *Chemie: Das Basiswissen der Chemie* (10., überarb. Aufl). Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-002-54081>
- Muckel, P., & Breuer, F. (2016). Die Praxis der Reflexiven Grounded Theory. In C. Equit & C. Hohage (Hrsg.), *Handbuch Grounded Theory: Von der Methodologie zur Forschungspraxis* (S. 158–179). Beltz Juventa.
- Mulford, D. R., & Robinson, W. R. (2002). An Inventory for Alternate Conceptions among First-Semester General Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 739. <https://doi.org/10.1021/ed079p739>
- Neumann, J. (2022). *Praxishandbuch Chemie im Unterricht: Experimente – Modelle – Übergänge Illustriert und erläutert mit Tafelbildern aus dem Unterricht*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64964-0>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., Del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video Improves Learning in Higher Education: A Systematic Review. *Review of Educational Research*, 91(2), 204–236. <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>

- O' Dwyer, A., & Childs, P. E. (2017). Who says Organic Chemistry is Difficult? Exploring Perspectives and Perceptions. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00748a>
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030. OECD Learning Compass 2030*. OECD.
- OECD (Hrsg.). (2020). *OECD Lernkompass 2030 – Rahmenkonzept des Lernens [deutsche Übersetzung]*. Bertelsmann Stiftung u. a. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/oecd-lernkompass-2030-all>
- Osterland, T., Kopriva, M., Dabbagh, P., & Rößner, E. (2023). Low-Cost-Messtechnik am Beispiel Leitfähigkeitssensor in Modellreaktoren. *DiCE-Tagung 2023 - Digitalisation in Chemistry Education*, Bd. Tooltips. <https://doi.org/10.22032/DBT.59433>
- Otto, B., Perels, F., & Schmitz, B. (2011). Selbstreguliertes Lernen. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel, & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung: Gegenstandsbereiche* (S. 33–44). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-93021-3_3
- Paul, J., Schanze, S., & Sieve, B. F. (Hrsg.). (2024). *Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69820-4>
- Peschel, Falko. (2019). *Qualitätsmaßstäbe—Hilfen zur Beurteilung der Offenheit von Unterricht*. <https://doi.org/10.25656/01:17637>
- Petri-Ouani, F., & Löffler, S. N. (2023). Wie wirken sich unterschiedliche Lehr-/Lernmaterialien auf die studentische Lernmotivation und das Lernergebnis aus? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 1010-0652/a000361. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000361>
- Probst, C. (2022). *Chemieunterricht in der Transformation: Auswirkungen des Einsatzes digitaler Medien auf Motivation, Selbstwirksamkeit, Selbstregulation und Lernzuwachs*. Pädagogische Hochschule Weingarten. <https://hsbwgt.bs-zbw.de/frontdoor/deliver/index/docId/409/file/Dis14-02-2022.pdf>
- Puentedura, R. R. (2012). *The SAMR model: Background and exemplars*. http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExemplars.pdf
- Rädiker, S., & Kuckartz, U. (2019). *Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA: Text, Audio und Video*. Springer VS.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators :DigCompEdu*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/178382>
- Reiners, C. S. (2022). *Chemie vermitteln: Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-65511-5>
- Reinmann, G. (2022). Was macht Design-Based Research zu Forschung?: Die Debatte um Standards und die vernachlässigte Rolle des Designs. *EDeR. Educational Design Research*, 6(2). <https://doi.org/10.15460/eder.6.2.1909>
- Renkl, A. (2015). Wissenserwerb. In E. Wild, *Pädagogische Psychologie* (2., vollständig überarb. und aktualisierte Aufl, S. 4–24). Springer.
- Richard, B., & Philippi, B. (2016). Tutorials, Let's play und Erklärfilme auf YouTube. Das Internet als neuartiger Bildungsraum. In A. Schippling, C. Grunert, & N. Pfaff (Hrsg.), *Kritische Bildungsforschung: Standortbestimmungen und Gegenstandsfelder*. B. Budrich.
- Richter, J., Scheiter, K., & Schanze, S. (2016). eChemBook: Gestaltung eines digitalen Schulbuchs. *Lehren & Lernen. Zeitschrift für Schule und Innovation aus Baden-Württemberg*, 7, 23–29.

- Roelle, J., Lachner, A., & Heitmann, S. (2023). *Lernen: Theorien und Techniken*. Brill | Schöningh.
- Rost, M. (2021). *Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I: Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive*. Logos Verlag Berlin.
- Schanze, S., & Girwidz, R. (2018). Lernen mit digitalen Medien. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 177–192). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5>
- Scharpf, S., & Gabes, D. (2022). Motivation und digitale Medien am Beispiel des Sachunterrichts. In M. Haider & D. Schmeinck (Hrsg.), *Digitalisierung in der Grundschule. Grundlagen, Gelingensbedingungen und didaktische Konzeptionen am Beispiel des Fach Sachunterrichts*. Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5938-07>
- Schaumburg, H. (2018). Empirische Befunde zur Wirksamkeit unterschiedlicher Konzepte des digital unterstützten Lernens. In N. McElvany, F. Schwabe, W. Bos, & H. G. Holtappels (Hrsg.), *Digitalisierung in der schulischen Bildung: Chancen und Herausforderungen*. Waxmann.
- Schiefele, U., & Pekrun, R. (1993). *Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens*. Univ. der Bundeswehr.
- Schmidkunz, H., Rentzsch, W., & Kunze-Snigula, H. (2019). *Chemische Freihandversuche: Kleine Versuche mit großer Wirkung. Band 2 / Heinz Schmidkunz ; unter Mitarbeit von Werner Rentzsch ; überarbeitet von Heike Kunze-Snigula* (1. Auflage (Überarbeitete Fassung der letzten Ausgabe von 2013)). Aulis.
- Schmidt, B., & Hermanns, J. (2022). *Grundlagen der Organischen Chemie* (J. Buddrus, Hrsg.). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110700886>
- Schmidt, B., Hermanns, J., & Buddrus, J. (2022). *Grundlagen der organischen Chemie* (6., überarbeitete Auflage). De Gruyter.
- Schmiedebach, M., & Wegner, C. (2022). *Design-Based Research als Ansatz zur Lösung praxisrelevanter Probleme in der fachdidaktischen Forschung*. <https://doi.org/10.25656/01:23920>
- Schmitz, B., & Schmidt, M. (2007). Einführung in die Selbstregulation. In M. Landmann & B. Schmitz (Hrsg.), *Selbstregulation erfolgreich fördern: Praxisnahe Trainingsprogramme für effektives Lernen* (1. Aufl.). W. Kohlhammer GmbH. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-022785-9>
- Schneider, S., Nebel, S., Beege, M., & Rey, G. D. (2018). The autonomy-enhancing effects of choice on cognitive load, motivation and learning with digital media. *Learning and Instruction*, 58, 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.06.006>
- Schneijderberg, C., Wiczorek, O., & Steinhardt, I. (2022). *Qualitative und quantitative Inhaltsanalyse: Digital und automatisiert: eine anwendungsorientierte Einführung mit empirischen Beispielen und Softwareanwendungen* (1. Auflage). Beltz Juventa.
- Schrader, C., Kalyuga, S., & Plass, J. L. (2021). Motivation and Affect in Multimedia Learning. In L. Fiorella & R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 121–131). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.012>
- Schreier, M., Echterhoff, G., Bauer, J. F., Weydmann, N., & Hussy, W. (2023). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-66673-9>
- Schriever, E., Marutzky, R., & Merkel, D. (1983). Emissionen bei der Verbrennung von Holz in Kleinf Feuerungsanlagen. *WTI-Frankfurt-digital GmbH, Bd. 43*.

- Schwedt, G. (with Schreiber, J.). (2013). *Experimente Rund Um Die Kunststoffe des Alltags* (1st ed). John Wiley & Sons, Incorporated.
- Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens: Lehrbuch für Pädagogen und Psychologen ; mit 12 Tabellen und zahlreichen Übungsaufgaben* (2., aktualisierte und erw. Aufl). Reinhardt.
- Seel, N. M., & Hanke, U. (2010). *Lernen und Behalten*. Beltz.
- Seibert, J., Kay, C. W. M., & Huwer, J. (2019). EXPLAINistry: Creating Documentation, Explanations, and Animated Visualizations of Chemistry Experiments Supported by Information and Communication Technology To Help School Students Understand Molecular-Level Interactions. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2503–2509. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00819>
- Seibert, J., Schmoll, I., Kay, C. W. M., & Huwer, J. (2020). Promoting Education for Sustainable Development with an Interactive Digital Learning Companion Students Use to Perform Collaborative Phosphorus Recovery Experiments and Reportin. *Journal of Chemical Education*.
- Simons, P. R.-J. (1992). Lernen, selbstständig Lernen—Ein Rahmenmodell. In H. Mandl & H. F. Friedrich, *Lern- und Denkstrategien Analyse und Intervention*. Hogrefe, Verl. für Psychologie. <https://rds-tue.ibs-bw.de/link?kid=118234595>
- Slopiniski, A. (2016). *Selbstbestimmt motiviertes Lernen durch die Produktion von Lern- und Erklärvideos* (S. 10–14). Medienproduktion - Online Zeitschrift für Wissenschaft und Praxis.
- Spinath, B. (2011). Lernmotivation. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel, & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung: Gegenstandsbereiche* (S. 45–55). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-93021-3_4
- Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Springer.
- Stahmer, K.-W., & Gerhold, M. (2014). *Brenn- und Explosionskenngrößen von Zuckerstaub*. Methan bildet bei Volumenkonzentrationen von 5 bis 15 Prozent in Luft explosive Gemische. https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2014_093.pdf
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 331–347. <https://doi.org/10.1037/a0034752>
- Steiner, G., & Steiner, H. (2007). *Der Kick zum effizienten Lernen: Erfolgreich und nachhaltig ausbilden dank lernpsychologischer Kompetenz - vermittelt an 30 Beispielen* (1. Aufl). hep.
- Sung, Y.-T., Yang, J.-M., & Lee, H.-Y. (2017). The Effects of Mobile-Computer-Supported Collaborative Learning: Meta-Analysis and Critical Synthesis. *Review of Educational Research*, 87(4), 768–805. <https://doi.org/10.3102/0034654317704307>
- Sweller, J. (2019). Cognitive load theory. In S. Tindall-Ford, S. Agostinho, & J. Sweller (Hrsg.), *Advances in Cognitive Load Theory: Rethinking Teaching* (1. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429283895>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer Science & Business Media.
- Syring, M., Bohl, T., Kleinknecht, M., Kuntze, S., Rehm, M., & Schneider, J. (2015). Videos oder Texte in der Lehrerbildung? Effekte unterschiedlicher Medien auf die kognitive Belastung und die motivational-emotionalen Prozesse beim Lernen mit Fällen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18(4), 667–685. <https://doi.org/10.1007/s11618-015-0631-9>

- Taskin, V., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2017). Student Teachers' Knowledge About Chemical Representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 39–55. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9672-z>
- Tenberg, R. (2021). *Didaktische Erklärvideos: Ein Praxis-Handbuch*. Franz Steiner Verlag.
- Tillmann, A., & Bremer, C. (2017). Einsatz von Tablets in Grundschulen. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht: Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien* (S. 241–276). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13809-7_11
- Tindall-Ford, S., Agostinho, S., & Sweller, J. (Hrsg.). (2019). *Advances in Cognitive Load Theory: Rethinking Teaching* (1. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429283895>
- Tschiersch, A., Krug, M., Huwer, J., & Banerji, A. (2021). Augmented Reality in chemistry education – an overview. *CHEMKON*, 28(6), 241–244. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100009>
- Valentin, Katrin. (2018). *Subjektorientierte Erforschung des Aneignungsverhaltens von Rezipierenden von Video-Tutorials*. <https://doi.org/10.25656/01:15413>
- Van Gog, T. (2021). The Signaling (or Cueing) Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Aufl., S. 221–230). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.022>
- van Vorst, H., Fechner, S., & Sumfleth, E. (2013). Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie. In S. Bernholt, *Inquiry-based Learning—Forschendes Lernen. : Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Hannover 2012*. Kiel: IPN. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tagungsbaende/GDCP_Band33.pdf
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens :with new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/490274>
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S., & Brande, L. V. den. (2016). *DigComp 2.0: The digital competence framework for citizens*. Publications Office.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- Wehage, H. (2022). Was verstehen Studierende unter Erklärvideos?: Ergebnisse einer schriftlichen Befragung von Lehramtsstudierenden. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 48, 94–107. <https://doi.org/10.21240/mpaed/48/2022.06.10.X>
- Weinert, F. E. (1996). Für und Wider die „neuen Lerntheorien“ als Grundlagen pädagogisch-psychologischer Forschung. In *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* (Bd. 10, Nummer 1, S. 1–12).
- Wintergerst, D. R. (2023). *Digitale Schulen a Perspektive von Schülerinnen und Schülern*. <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-08/Bitkom-Praesentation-Schuelerstudie-2023.pdf>
- Wolf, K. D. (2020). Sind Erklärvideos das bessere Bildungsfernsehen? In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (S. S.163-170). Beltz.
- Wolters, C. A., & Benzon, M. B. (2013). Assessing and Predicting College Students' Use of Strategies for the Self-Regulation of Motivation. *The Journal of Experimental Education*, 81(2), 199–221. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.699901>

- Zeller, D. (2020). *Didaktische Erschließung von Titandioxid für den Chemieunterricht—Entwicklung und Optimierung von Experimenten, didaktischen Konzepten und Medien*. <https://doi.org/10.25926/422A-AV55>
- Zeller, D., & Bohrmann-Linde, C. (2021). Videos in der chemiedidaktischen Lehre – von der Rezeption zur Produktion. In N. Graulich, J. Huwer, & A. Banerji (Hrsg.), *Digitalisation in Chemistry Education. Digitales Lehren und Lernen an Hochschule und Schule im Fach Chemie*. Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830994183>

15 Liste über Publikationen, Vorträge und Fortbildungen

Publikationsliste

- S. Cornelius und R. Spencer, „Alles im grünen Bereich. Unterrichtskonzepte zu Fotosynthese und Biogas“. Science on Stage Deutschland e.V, 2016. [Online]. Verfügbar unter: https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/allesimgruenbereich_de.pdf
- S. Cornelius, „Die perfekte Winterjacke. Ein praxisnahes Unterrichtsbeispiel zum Thema Wärmelehre“. Science on Stage Deutschland e.V., 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/broschuere_waermedaemmung_druck.pdf
- S. Cornelius und C. Bohrmann-Linde, „Digitalisierung: Mit einem E-Book in die organische Chemie starten“, Nachrichten aus der Chemie, Bd. 70, Nr. 1, S. 34–36, Jan. 2022, doi: 10.1002/nadc.20224117593.
- S. Cornelius und C. Bohrmann-Linde, „Einsatz eines digitalen und interaktiven Selbstlernbuchs zur Einführung in die Organische Chemie - erste Erprobungen im Chemieunterricht und motivationale Betrachtungen.“, Chemie & Schule, Nr. 4, S. 5–9, 2022.
- S. Cornelius und C. Bohrmann-Linde, „Kompetenzförderung durch Erklärvideos in einem Selbstlernbuch zum Einstieg in die Organische Chemie“, MNU-Journal, Bd. 01.2023, S. 48–54, 2023.
- S. Cornelius und C. Bohrmann-Linde, „Mit einem interaktiven und digitalen Selbstlernbuch in die organische Chemie starten“, DiCE-Tagung 2023 - Digitalisation in Chemistry Education, Bd. Bd. Vortrag, 2023, doi: 10.22032/DBT.59412.
- S. Cornelius und C. Bohrmann-Linde, „Claudia Der Fleck muss weg! – Mit Selbstlernbüchern digitale Lernumgebungen zum Kompetenzerwerb für die Produktion eines Erklärvideos schaffen.“, Unterricht Chemie, Bd. 202/203, S. 56–61.
- S. Cornelius, „Alles eine Frage des Filters?! Schönheitsidealen im Netz mit eigenen Erklärfilmen kritisch begegnen“. Landesmedienzentrum Baden-Württemberg, 2024. Zugegriffen: 24. Januar 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://bitte-was.de/fileadmin/Redaktion/downloads/Schoenheitsideale/BW_Schoenheitsideale_Erklae_rfilme_Konzept.pdf
- S. Cornelius und A. Neuhaus, „Explore energy production with the escape game ‘Village of the Future’“, Science in School, Bd. Issue 71, Feb. 2025, Zugegriffen: 20. Juni 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.scienceinschool.org/article/2025/village-of-the-future/>
- Huwer, J., Wilke, T., Banerji, A., Cornelius, S., & Bohrmann-Linde, C. (Hrsg.). (2025). Motivieren mit (Teil-) Aufgaben zur Produktion im Chemieunterricht. In Progress in Digitalisation in Chemistry Education 2024: Digitales Lehren und Lernen an Hochschule und Schule im Fach Chemie. Waxmann.
- Grandrath, R., Cornelius, S., & Bohrmann-Linde, C. (2024). Fortbildungsreihe der Chemiedidaktik Wuppertal im ComeMINT-Projekt. In H. van Vorst (Hrsg.), Entdecken, lehren und forschen im Schülerlabor. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik., Editor, Entdecken, lehren und forschen im Schülerlabor. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.: Bd. Jahrestagung in Bochum (S. 900–903).
- R. Grandrath, S.Cornelius, P. Pollmeier, S. Fechner, C. Bohrmann-Linde, I. Rubner. Beiträge des ComeNet Chemie zur digitalen Transformation des Chemieunterrichts Buchbeitrag in der Reihe lernen:digital (im Reviewverfahren)

Auszeichnungen/Stipendien

- Stipendiatin des Förderprogramms FundaMINT Deutsche Telekom-Stiftung. (01.09.2013-01.08.2015)
- Entwicklung eines Unterrichtskonzepts für die Implementierung des Design-Thinking-Ansatzes für den NwT-Unterricht unter dem Namen: Projektarbeit macht Spaß! Design Thinking im NWT. Gefördert durch die Vector-Stiftung. (01.06.2022 - heute)
- Ferry-Porsche Challenge 2021 „Gemeinsam die Digitalisierung in Schulen voranbringen“ Belegung des 3. Platzes (Fördersumme 25.000 €) für die NwT-Unterrichtseinheit „Digitalisierung und Optimierung eines Tischfußballkickers.“
- Stipendiatin der Promotionsförderung der Stiftung des Deutschen Volkes. (01.03.2021-heute)
- Vortragspreis (2. Platz) für den Vortrag zum Thema Motivieren mit (Teil-)Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Chemieunterricht. DiCE-Tagung 2024 - Digitalisation in Chemistry Education. 06.03.2024
- Teilnahme am Programm “TaLea - Tandem Leadership for Learning” der Stiftung der Deutschen Wirtschaft in den Schuljahren 22/23 und 24/25.

Posterbeiträge

- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Erklärvideos erklären – chemische Inhalte durch die Produktion von Erklärvideos elaborieren und kommunizieren.; GDCh FGCU-Tagung 2022, Osnabrück. 15.09.2022
- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Wirksamkeit der Erklärvideoproduktion im Chemieunterricht. Einschätzung der SchülerInnen und Lehrkräfte; GDCh FGCU-Tagung 2024, Regensburg. 18.09.2024
- Grandrath, R.; Zeller, D.; Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Fortbildungsreihe der Chemiedidaktik Wuppertal im ComeMINT-Projekt. GDCh-Tagung 2024, Bochum. 10.09.2024
- Grandrath, R.; Zeller, D.; Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Das Projekt ComeMINT in der Chemiedidaktik Wuppertal: Eindrücke, Ergebnisse und Reflexionsanlässe aus der Fortbildungsreihe 2024; GDCh FGCU-Tagung 2024, Regensburg. 18.09.2024
- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Wirksamkeit von selbstproduzierten Erklärvideos im Chemieunterricht: Eine Fallstudie der University of Helsinki und der Bergischen Universität Wuppertal, FGCU-Tagung Erlangen (angenommen)
- Cornelius, S.; Rubner, I. Science4Exit_{Teach} – adaptierbare Escape Games für den Chemieunterricht. FGCU-Tagung 2025 Erlangen (angenommen)

Vorträge

- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Mit einem interaktiven und digitalen Selbstlernbuch in die organische Chemie starten DiCE-Tagung 2023 - Digitalisation in Chemistry Education. 23.03.2023
- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Motivieren mit (Teil-)Aufgaben zur Erklärvideoproduktion im Chemieunterricht. DiCE-Tagung 2024 - Digitalisation in Chemistry Education. 06.03.2024
- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. Erklärvideos erklären – selbstreguliert fachliche und digitalisierungsbezogene Kompetenzen im Chemieunterricht erwerben; GDCh FGCU-Tagung 2024, Regensburg. 18.09.2024
- Cornelius, S.; Bohrmann-Linde, C. KI als Werkzeug für die Produktion von Erklärvideos. DiCE-Tagung 2025 - Digitalisation in Chemistry Education. 03.04.2025
- Rubner, I.; Cornelius, S. MAKING Science4Exit. Tooltip. DiCE-Tagung 2025 - Digitalisation in Chemistry Education. 03.04.2025
- Cornelius, S.; Rubner, I.; Siepmann, K.; Fechner, S.; Pollmeier, P.; Sommer, K. Grandrath, R.; Bohrmann-Linde, C. Lernen:digital: ComeNet Chemie im Projekt ComeMINT. Digitalisierungsbezogene Lehrkräftefortbildungen. FGCU-Tagung 2025 Erlangen (angenommen)

Workshops und Fortbildungen

- Fortbildung Uni Wuppertal zum Thema: "Digitalisierungsbezogene Kompetenzen fördern mit Erklärvideos" am 05.06.2023
- Gestaltung eines Workshops zum ProjektWorkFlow mit dem Spiel PrototypReflexion beim Programm TaLes der Stiftung der Deutschen Wirtschaft am 16.06.2023
- Workshop im Programm Mintoring der Stiftung der deutschen Wirtschaft zum Thema „Motivieren mit Erklärvideos Teil II“ 20.06.2023
- Workshop zum Thema „Interaktive Selbstlernbücher für den Naturwissenschaftsunterricht mit dem iPad erstellen - selbstorganisiertes Lernen mit digitalen Medien im Fachunterricht ermöglichen“ bei der MNU-Tagung in Köln am 12.09.2023
- Halten des digitalen Praktikums „Experimente für den Sachunterricht in der Primarstufe“ für den Lehrstuhl Chemie Didaktik am 18. und 20.09.2023
- Workshop im Programm Mintoring der Stiftung der deutschen Wirtschaft zum Thema „Motivieren mit Erklärvideos“ 25.03.2024
- Weiterbildung zum Thema „Motivieren mit Erklärvideos“ an der Autonomen Hochschule Eupen (Belgien) am 15.01.2024
- Workshopgestaltung Treffen internationales Projekt von Science on Stage zur Erklärvideoproduktion für die Grundschule zum Thema „save our nature by understanding it!“ in der Rolle als Koordinatorin in Prag (15.03.24 bis 17.03.24). Weitere Betreuung von zwei internationalen Gruppen bei der Erklärvideoproduktion über insgesamt zwei Jahre.
- Planung und Durchführung mehrerer Workshops zur Erklärvideoproduktion im Rahmen der Tätigkeit als freie Referentin am LMZ, sowie die Ausarbeitung und Veröffentlichung eines Workshops mit einer Erklärvideoproduktionsaufgabe zum Thema Schönheitsideale im Netz.

- Fortbildung Uni Wuppertal zum Thema: "Digitalisierungsbezogene Kompetenzen fördern mit Erklärvideos" am 05.06.2023
- Gestaltung eines Workshops zum ProjektWorkFlow mit dem Spiel PrototypReflexion beim Programm TaLes der Stiftung der Deutschen Wirtschaft am 16.06.2023
- Workshop im Programm Mintoring der Stiftung der deutschen Wirtschaft zum Thema „Motivieren mit Erklärvideos Teil II“ 20.06.2023
- Workshop zum Thema „Interaktive Selbstlernbücher für den Naturwissenschaftsunterricht mit dem iPad erstellen - selbstorganisiertes Lernen mit digitalen Medien im Fachunterricht ermöglichen“ bei der MNU-Tagung in Köln am 12.09.2023
- Halten des digitalen Praktikums „Experimente für den Sachunterricht in der Primarstufe“ für den Lehrstuhl Chemie Didaktik am 18. und 20.09.2023
- Workshop im Programm Mintoring der Stiftung der deutschen Wirtschaft zum Thema „Motivieren mit Erklärvideos“ 25.03.2024
- Weiterbildung zum Thema „Motivieren mit Erklärvideos“ an der Autonomen Hochschule Eupen (Belgien) am 15.01.2024
- Workshopgestaltung Treffen internationales Projekt von Science on Stage zur Erklärvideoproduktion für die Grundschule zum Thema „save our nature by understanding it!“ in der Rolle als Koordinatorin in Prag (15.03.24 bis 17.03.24). Weitere Betreuung von zwei internationalen Gruppen bei der Erklärvideoproduktion über insgesamt zwei Jahre.
- Planung und Durchführung mehrerer Workshops zur Erklärvideoproduktion im Rahmen der Tätigkeit als freie Referentin am LMZ, sowie die Ausarbeitung und Veröffentlichung eines Workshops mit einer Erklärvideoproduktionsaufgabe zum Thema Schönheitsideale im Netz.
- Fortbildung Uni Wuppertal zum Thema: "Lernförderliche Erklärvideos für den Unterricht produzieren" am 11.09.2024
- Weiterbildung zum Thema „Escape Games erstellen mit KI und anderen digitalen Tools“ an der Autonomen Hochschule Eupen (Belgien) am 21.05.2025
- Veranstaltung im Rahmen der Reihe From Science to School an der PH Ludwigsburg zum Thema "EduEscape Games im naturwissenschaftlichen Unterricht" am 10.07.2025
- Fortbildung an der FAU Erlangen-Nürnberg zum Thema "EduEscape Games für den Chemieunterricht mit KI-Tools und Genially entwickeln" am 16.09.2025
- Cornelius, S.; Rubner, I. EduEscape Games mit digitalen Tools. FGCU-Tagung 2025 Erlangen (angenommen)

16 Digitaler Anhang

Im digitalen Anhang sind die folgenden Materialien enthalten:

- **Pilotierung SJ20/21:**
 - Selbstlernbuch – Pilotversion
 - Begleitende Materialien
- **Erste Intervention SJ 21/22:**
 - Selbstlernbuch – erste Version
 - Begleitende Materialien
 - Erhebungsinstrumente
 - zusammengefasste Fragebogenergebnisse
 - Transkripte der Leitfadeninterviews
- **Zweite Intervention SJ22/23:**
 - Selbstlernbuch – zweite Version
 - Begleitende Materialien
 - Erhebungsinstrumente
 - zusammengefasste Fragebogenergebnisse
 - Transkripte der Leitfadeninterviews
- **Dritte Intervention SJ23/24:**
 - Selbstlernbuch – dritte Version
 - Begleitende Materialien
 - Erhebungsinstrumente
 - zusammengefasste Fragebogenergebnisse
 - Transkripte der Leitfadeninterviews
- **Checkliste für Erklärvideoproduktion**
- **Bewertungsbögen**
- **Storyboardübungen**
- **Konzept der Lehrkräftefortbildung und begleitende Materialien (Aufbereitung für das Projektes lernen:digital im Projektverbund Com^eMINT)**



[https://my.hidrive.com
/share/jv7mvjk7qt](https://my.hidrive.com/share/jv7mvjk7qt)