

Förderung des Interesses an Physik durch Unterrichtsqualität in der unteren Sekundarstufe

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von
Lena Agnes Steidtmann

Kiel

Juli 2023

Erstgutachter: Prof. Dr. Thilo Kleickmann

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Mirjam Steffensky

Tag der mündlichen Prüfung: 17.11.2023

Durch den 2. Prodekan für Studium und Lehre, Prof. Dr. Jörg Kilian, zum Druck genehmigt: 18.01.2024

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich für die wissenschaftliche und emotionale Unterstützung bedanken, die ich während meiner Promotion erhalten habe.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Thilo Kleickmann und Prof. Dr. Mirjam Steffensky für ihre Betreuung und Unterstützung während meiner gesamten Promotionszeit, ihre konstruktive Kritik und die vielen kognitiv anregenden und zu Pandemiezeiten ermutigenden (Video-)Gespräche. Vielen Dank, dass ihr es mir ermöglicht habt die Promotion trotz pandemiebedingter Einschränkungen weiterzuführen und abzuschließen.

Mirjam möchte ich außerdem für die bereichernde Erfahrung danken, in einem spannenden Forschungsprojekt eingebunden zu sein. Ein herzliches Dankeschön für die gute Zusammenarbeit gilt dem gesamten ViU:P-Team. Meinen Projektkolleginnen Isabel Eßling, Dr. Madeleine Müller und Isabell Tucholka möchte ich zudem für die zahlreichen Videogespräche sowie konstruktive und emotionale Unterstützung danken.

Auch meinen lieben Kolleg:innen aus Kiel und Hamburg möchte ich meinen Dank aussprechen für die schöne Zeit im Büro, den gemeinsamen Austausch sowie das Feiern kleinerer und größerer Erfolge.

Ein besonderes Dankeschön gilt dabei Dr. Julia Barenthien und Katharina Junge, als Wegbegleiterinnen innerhalb und außerhalb des Büros.

Abschließend danke ich meinem privaten Umfeld, das mich während der gesamten Phase der Promotion begleitet, unterstützt und ermutigt hat.

Zusammenfassung

Das Interesse von Schüler:innen zu fördern gilt aufgrund seiner positiven Zusammenhänge mit einer Reihe von kognitiven und nicht-kognitiven Variablen als ein zentrales Bildungsziel. Das Interesse von Schüler:innen an naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere an der Physik, nimmt jedoch im Laufe der Sekundarstufe deutlich ab. Dabei fehlte es bislang an Befunden zur Entwicklung im Interesse an Physik für die Schuljahre der unteren Sekundarstufe. Die vorliegende Arbeit konzentrierte sich auf die Entwicklung im Interesse an Physik in der unteren Sekundarstufe in den Klassenstufen 5 bis 7. Zudem wurde untersucht, welche Rolle Unterricht und Unterrichtsqualität für diese Interessenentwicklung spielen. Mit ihren vier Forschungsfragen untersuchte diese Arbeit zunächst im Längsschnitt die Entwicklung im Interesse an Physik auf Klassenebene. In einem quasi-experimentellen Design wurde anschließend untersucht, welche Rolle die Tatsache, ob Klassen in einem Schuljahr in Physik unterrichtet wurden oder nicht, für die Entwicklung im Interesse an Physik auf Klassenebene spielt. Darüber hinaus wurde für die Klassen, die in Physik unterrichtet wurden, untersucht, welche Rolle die wahrgenommene Unterrichtsqualität, erhoben mit den Dimensionen der kognitiven Aktivierung, kognitiver Unterstützung, emotionaler Unterstützung sowie Klassenführung, für die Entwicklung im Interesse auf Klassenebene spielt. Trotz plausibler Argumente dafür, dass sich die Zusammenhänge zwischen Dimensionen der Unterrichtsqualität und der Interessenentwicklung an Naturwissenschaften bei Mädchen und Jungen auf Klassenebene unterscheiden könnten, lagen bislang keine Erkenntnisse über differentielle Effekte von Unterrichtsqualität vor. Daher untersuchte die vorliegende Arbeit in einem weiteren Schritt, ob sich die Zusammenhänge von Dimensionen der Unterrichtsqualität und der Entwicklung im Interesse an Physik zwischen den Gruppen der Mädchen und Jungen auf Klassenebene unterscheiden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass das Interesse an Physik von der Klassenstufe 5 bis Klassenstufe 7 abnimmt. Der Rückgang fällt dabei von Klassenstufe 5 zu 6 stärker aus als von Klassenstufe 6 zu 7. Ob die untersuchten Klassen Physikunterricht

erhielten oder nicht, hat das Interesse an der Physik weder merklich vermindert noch gefördert. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die Dimensionen der wahrgenommenen Unterrichtsqualität den Rückgang im Interesse an Physik abmilderten, insbesondere die kognitive Aktivierung und die kognitive Unterstützung. Die Ergebnisse zeigen dabei kaum Unterschiede in den Zusammenhängen der Dimensionen von Unterrichtsqualität und der Entwicklung im Interesse zwischen den Gruppen der Mädchen und Jungen. Die größten Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigen sich für die Klassenführung, die für die Entwicklung im Interesse an Physik für Jungen weniger relevant zu sein scheint als für Mädchen.

Abstract

Promoting students' interest is considered a key educational goal due to its positive correlations with a number of cognitive and non-cognitive outcomes. However, students' interest in science subjects declines significantly during secondary school, especially in physics. There has been a lack of findings on the development of interest in physics in the lower secondary school years. The present research focused on the development of interest in physics in lower secondary school in grades 5 to 7 and investigated the role of teaching and teaching quality on this development. With its four research questions, this research work first longitudinally examined the development of interest in physics at the level between classes. A quasi-experimental design was used to investigate the role of whether or not classes were taught physics in a school year on the development in interest in physics at the class level. In addition, for the classes that were taught physics, the role of perceived teaching quality, with the dimensions of cognitive activation, cognitive support, emotional support, and classroom management, was examined for development of interest at the class level. Despite plausible arguments that the relationships between dimensions of teaching quality and the development of science interest might differ between girls and boys at the class level, no evidence on differential effects of teaching quality was previously available. Therefore, the present research took a further step to investigate whether the associations of dimensions of teaching quality and development in interest in physics differed between the groups of girls and boys.

The results of the present research show that interest in physics declines from grade 5 to grade 7. The decline is more pronounced from grade 5 to grade 6 than from grade 6 to grade 7. Whether or not the classes studied received physics instruction did not noticeably reduce or promote interest in physics. The results also show that dimensions of perceived teaching quality mitigated the decline in interest in physics, particularly cognitive activation and cognitive support. In this regard, the results show little difference in the correlations of the dimensions of teaching quality and the development of interest in physics between the groups of girls and boys. The largest differences between the genders are found for

classroom management, which seems to be less relevant for the development of interest in physics for boys than for girls.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Abstract	iii
Einleitung	1
1 Interesse.....	5
1.1 Merkmale von Interesse.....	6
1.2 Entstehung und Entwicklung von Interesse.....	11
1.2.1 Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung.....	12
1.2.1.1 Das ausgelöste situationale Interesse.....	13
1.2.1.2 Das anhaltende situationale Interesse	15
1.2.1.3 Das entstehende individuelle Interesse.....	15
1.2.1.4 Das gut entwickelte individuelle Interesse.....	17
1.2.2 Entwicklung von Interesse im Rahmen der Selbstbestimmungs-Theorie	19
1.3 Relevanz von Interesse im Schulkontext	23
1.3.1 Rückgang im Interesse	26
1.3.2 Interesse an Naturwissenschaften und Geschlecht.....	32
1.4 Interesse an Naturwissenschaften – das Wesentliche zusammengefasst.....	34
2 Faktoren, die die Interessenentwicklung an Naturwissenschaften beeinflussen ...	37
2.1 Faktoren für eine rückgängige Entwicklung im Interesse an	
Naturwissenschaften	37
2.1.1 Nicht-unterrichtsbezogene Faktoren.....	37
2.1.2 Unterrichtsbezogene Faktoren	41
2.2 Unterrichtsbezogene Faktoren zur Förderung des Interesses an	
Naturwissenschaften	46
2.2.1 Kontextualisieren von Inhalten.....	51
2.2.2 Hervorheben des Nutzwertes	55
2.2.3 Unterrichtsqualität.....	57
2.2.3.1 Klassenführung	60
2.2.3.2 Konstruktive Unterstützung.....	62
2.2.3.3 Kognitive Aktivierung.....	65
2.2.3.4 Hinweise auf differentielle Effekte zwischen den Geschlechtern	69
2.2.3.5 Schüler:innen-Ratings von Unterrichtsqualität	73
2.2.3.6 Betrachtung von Unterrichtsqualität auf Klassenebene.....	74
2.2.3.7 Unterrichtsqualität – das Wesentliche zusammengefasst.....	76

3	Fragestellungen	77
3.1	Veränderung im Interesse an Physik	77
3.2	Die Rolle von Unterricht	79
3.3	Die Rolle von Unterrichtsqualität	81
3.4	Differentielle Effekte von Unterrichtsqualität	82
3.5	Überblick über die geplante Vorgehensweise	84
4	Methoden	87
4.1	Stichprobe und Design	87
4.2	Instrumente	88
4.2.1	Interesse an Physik	88
4.2.2	Unterrichtsqualität	89
4.3	Analysen	90
4.3.1	Mehrebenen- und Längsschnittstruktur der Daten	90
4.3.2	Messinvarianz	95
4.3.3	Umgang mit fehlenden Werten	97
5	Ergebnisse	99
5.1	Ergebnisse zu FF1 – Veränderung im Interesse an Physik	100
5.2	Ergebnisse zu FF2 – Zusammenhänge mit Unterricht	103
5.3	Ergebnisse zu FF3 – Zusammenhänge mit Unterrichtsqualität	104
5.4	Ergebnisse zu FF4 – differentielle Zusammenhänge von Unterrichtsqualität	106
6	Diskussion	109
6.1	Zu FF1 – Rückgang im Physikinteresse	110
6.2	Zu FF2 – Unterricht hindert Interesse nicht aber fördert es auch nicht	111
6.3	Zu FF3 – wahrgenommene Unterrichtsqualität macht einen Unterschied	112
6.4	Zu FF4 – keine differentiellen Zusammenhänge von Unterrichtsqualität	116
6.5	Implikationen	119
6.6	Limitationen und Ausblick	125
7	Fazit	130
8	Literatur	133
	Anhang	A

Einleitung

Das Interesse von Schüler:innen zu fördern, gilt als eine zentrale Herausforderung im Bildungswesen (Harackiewicz et al., 2016; Krapp et al., 1992). Interesse verbessert die Qualität des Lernens und wirkt sich deutlich positiv auf das Aufmerksamkeitsgedächtnis, die Zielsetzung, das anhaltende Engagement und die Leistung aus (Renninger & Hidi, 2021). Interesse steht aber auch in einem positiven Zusammenhang mit einer Reihe von nicht-kognitiven Ergebnissen und sogar mit der Berufswahl (Eccles, 2009; Hazari et al., 2020; Kaleva et al., 2023; Kang et al., 2019; Potvin & Hasni, 2014; Pugh et al., 2021; Renninger & Hidi, 2016; Schiefele et al., 1992; Wigfield & Cambria, 2010). Als ein wichtiges Bildungsziel gilt daher, das Interesse von Schüler:innen an Schulfächern zu steigern oder zumindest aufrechtzuerhalten (Daniels, 2008; Harackiewicz et al., 2016; Krapp et al., 1992; Reeve et al., 2015; Renninger & Hidi, 2016). Es gibt jedoch zahlreiche Belege dafür, dass das Interesse der Schüler:innen und damit zusammenhängende Variablen in verschiedenen Schulfächern im Laufe der Zeit abnehmen, oft schon in der unteren Sekundarstufe (Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2016). Besonders stark fällt der Rückgang im Interesse im Fach Mathematik und in den Fächern der Naturwissenschaften aus. Dabei liegt das Niveau des Interesses bei Mädchen oft noch niedriger als bei Jungen (Frenzel et al., 2012; Gottfried et al., 2001; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014; Wigfield & Cambria, 2010). In den Naturwissenschaften sind wiederum die Fächer Chemie und Physik stärker von dem Interessenrückgang betroffen als das Fach Biologie (Häußler & Hoffmann, 2002; Krapp & Prenzel, 2011). Mehrere Längsschnittstudien zeigen einen deutlichen Rückgang im Interesse an Chemie und Physik sowie an interessenbezogenen Konstrukten (z.B. Gottfried et al., 2001; Höft & Bernholt, 2019; Wang & Hazari, 2018). Außerdem zeigen Schüler:innen der Sekundarstufe ein erhebliches Desinteresse an Chemie und Physik und schätzen diese Fächer als weniger beliebt und interessant ein als Biologie (Keller et al., 2017; Krapp & Prenzel, 2011).

Die frühe Adoleszenz gilt jedoch als eine der wichtigsten Phasen für die Bildung von Interessen an mathematischen und naturwissenschaftlichen Inhalten, in der auch die ersten Berufsentscheidungen getroffen und der weitere Berufsweg festgelegt werden (Babarovic, 2021). Allerdings zeigt sich das mangelnde Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern als einer der Hauptfaktoren dafür, dass immer weniger Schüler:innen naturwissenschaftliche Fächer in der Sekundarstufe II wählen (Subotnik et al., 2010).

Dabei haben die Naturwissenschaften, ihre Erkenntnisse und ihre Produkte einen zunehmenden Einfluss auf die Gesellschaft und das tägliche Leben jedes Einzelnen. Dies führt zu einem wachsenden Bedarf an naturwissenschaftlich interessierten Schüler:innen, die eine zukünftige Karriere in einem naturwissenschaftlichen Beruf anstreben (Bøe & Henriksen, 2013). Insbesondere in Anbetracht der gegenwärtig hohen Nachfrage nach Fachkräften in naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen ist die aktuelle Tendenz des zurückgehenden Interesses besorgniserregend. Darüber hinaus ist es wichtig, die naturwissenschaftliche Kompetenz zu verbessern, damit Bürger:innen Alltagsphänomene verstehen und in der Lage sind unter Anwendung naturwissenschaftlicher Kompetenzen an gesellschaftlichen Prozessen und Debatten über sozialwissenschaftliche Fragen teilzunehmen (Fischler et al., 2018; Gago & Parchmann, 2004; Kang et al., 2019; Krapp & Prenzel, 2011; Shahali et al., 2019; Sjøberg & Schreiner, 2010; Stoll et al., 2017).

Haben Schüler:innen erst einmal das Interesse an Naturwissenschaften verloren, kann es schwierig sein, es wieder zu gewinnen (Lindahl, 2003). Denn bereits im Alter von 14 Jahren haben die meisten Schüler:innen eine relativ stabile Haltung gegenüber Naturwissenschaften entwickelt (Griethuijsen et al., 2015). Die Identifizierung von Faktoren, die die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Interesses fördern oder zumindest den Rückgang in der Sekundarstufe abmildern, ist daher von entscheidender Bedeutung (Cheung, 2018).

Als Schlüsselfaktoren, die das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften beeinflussen, gelten der naturwissenschaftliche Unterricht sowie die Qualität des Unterrichts (Krapp & Prenzel, 2011; Logan & Skamp, 2013). Zum naturwissenschaftlichen Unterricht

liegen verschiedene Befunde vor. So haben experimentelle Studien positive Auswirkungen spezifischer Interventionen im Unterricht auf motivationsbezogene Konstrukte wie das Interesse von Schüler:innen nachgewiesen, beispielsweise die Einbettung von Inhalten in Kontexte, die das anfängliche Interesse wecken oder Interventionen, die den Nutzwert ansprechen (z.B. Curry et al., 2020; Häußler & Hoffmann, 2002; Hulleman et al., 2017; Rosenzweig et al., 2020). Andere Befunde deuten jedoch darauf hin, dass die Teilnahme am naturwissenschaftlichen Unterricht auch negative Auswirkungen auf das Interesse der Schüler:innen an Naturwissenschaften haben kann, beispielsweise wenn die Lehrkräfte einen eng gefassten oder lehrkraftzentrierten Unterrichtsstil verwenden (z.B. Seidel et al., 2006; Hansson et al., 2021).

Für Erkenntnisse über die Qualität des Unterrichts verwenden eine Reihe von Studien umfassende Modelle der Unterrichtsqualität, beispielsweise das Modell der drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität (Praetorius & Charalambous, 2018; Praetorius et al., 2018). So konnte in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass Basisdimensionen von Unterrichtsqualität wie kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung und Klassenführung sich positiv auf das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften auswirken (Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016). Allerdings deuten Befunde aus ersten Studien zur Entwicklung von Interesse oder interesseähnlichen Konstrukten, z.B. Motivation oder Engagement, in verschiedenen Domänen sowie insbesondere Befunde aus der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung darauf hin, dass Merkmale von Unterricht sich auf die Interessenentwicklung bei Mädchen und Jungen unterschiedlich auswirken könnten (Begrich et al., 2023; Bru et al., 2021; Fredricks et al., 2018; Häußler & Hoffmann, 1995; Hochweber & Vieluf, 2018; Lietaert et al., 2015; Senden et al., 2021).

Insgesamt weist die bisherige Forschung zur Rolle des Unterrichts und der Unterrichtsqualität für das Interesse der Schüler:innen an den Naturwissenschaften jedoch mehrere Einschränkungen auf. Ein Großteil dieser Forschung basiert hauptsächlich auf

Querschnitts- oder kurzfristigen Längsschnittstudien, die sich auf einzelne Unterrichtseinheiten im Zeitraum von einigen Wochen oder Monaten konzentrieren (z.B. Fauth et al., 2014; Tröbst et al., 2016). Insbesondere fehlt es an Längsschnittstudien zum Physikunterricht, einem naturwissenschaftlichen Bereich, in dem das Interesse der Schüler:innen in der Sekundarstufe besonders gering ist (z.B. Krapp & Prenzel, 2011; Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [OECD], 2016). Es gibt zudem einen Mangel an Studien, die sich auf die Entwicklung im Interesse an Physik in den unteren Klassen der Sekundarstufe konzentrieren.

Darüber hinaus wird sich die Bildungsforschung zunehmend der Tatsache bewusst, dass Prädiktoren wie die Unterrichtsqualität möglicherweise nicht auf alle Schüler:innengruppen die gleiche Wirkung haben und ihre Effekte beispielsweise nach Geschlecht variieren könnten (Begrich et al., 2023; Senden et al., 2021). Die Befundlage zu solchen differentiellen Effekten von Unterrichtsmerkmalen ist jedoch äußerst spärlich (Begrich et al., 2023; Bru et al., 2021). Dies gilt insbesondere für differentielle Effekte von Unterrichtsqualität auf das Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern zwischen Mädchen und Jungen. Dabei wären Erkenntnisse zu solchen differentiellen Effekten von hoher Relevanz, um Unterschiede im Interesse zwischen den Geschlechtern besser verstehen und auch reduzieren zu können (Hochweber & Vieluf, 2018). Obwohl es ausgehend von naturwissenschaftsdidaktischer Forschung plausible Argumente dafür gibt, dass sich die Zusammenhänge zwischen Dimensionen der Unterrichtsqualität und der Entwicklung im Interesse an Physik bei Mädchen und Jungen auf Klassenebene unterscheiden könnten (z.B. Fredricks et al., 2018; Häußler & Hoffmann, 1995; Martinez-Gamez et al., 2021), existieren bislang keine Erkenntnisse über differentielle Effekte von Unterrichtsqualität.

Um diese wichtigen Forschungslücken für das Fach Physik zu schließen, werden in der vorliegenden Arbeit längsschnittliche und quasi-experimentelle Daten verwendet, um (1) die Entwicklung des Physikinteresses in Klassen der Sekundarstufe I (Klassenstufe 5 bis 7), (2) die Rolle der Teilnahme bzw. Nichtteilnahme am Physikunterricht für die Entwicklung im

Interesse an Physik, (3) die Rolle der wahrgenommenen Unterrichtsqualität für die Entwicklung im Interesse an Physik und (4) differentielle Zusammenhänge zwischen Dimensionen der Unterrichtsqualität und der Interessenentwicklung am Fach Physik zwischen Mädchen und Jungen auf Klassenebene zu untersuchen. Da diese Arbeit darauf abzielt, die Rolle des Unterrichts und der Unterrichtsqualität für die Entwicklung im Interesse an Physik zu untersuchen, konzentriert sie sich speziell auf die Veränderungen im Interesse der Schüler:innen auf Klassenebene, unter Verwendung latenter Change-Score-Modelle.

Der erste Teil der vorliegenden Arbeit geht zunächst auf das Konstrukt des Interesses ein. Theoretische Annahmen über Entstehung und Entwicklung von Interesse sowie die Relevanz von Interesse im Schulkontext werden beschrieben. Der Rückgang im Interesse wird durch empirische Befunde aus den Domänen der Mathematik und Naturwissenschaften untermauert. Der zweite Teil der Arbeit bezieht sich auf Faktoren, von denen angenommen wird, dass sie die rückgängige Entwicklung im Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern beeinflussen. Hierbei wird eine Unterscheidung zwischen nicht-unterrichtsbezogenen und unterrichtsbezogenen Faktoren getroffen, wobei im weiteren Verlauf auf unterrichtsbezogene Faktoren fokussiert wird, die in der Literatur als förderlich für die Entwicklung des Interesses von Schüler:innen beschrieben werden. Aus den ersten beiden Teilen werden anschließend vier Forschungsfragen für diese Arbeit abgeleitet und Vermutungen aufgestellt.

Nachfolgend findet sich die Beschreibung der gewählten Methoden, bevor die Ergebnisse für die einzelnen Forschungsfragen präsentiert werden. Im Diskussionsteil der Arbeit werden die Ergebnisse für alle vier Forschungsfragen separat diskutiert, Implikationen formuliert und Limitationen der Arbeit sowie Anschlusspunkte für zukünftige Forschung aufgezeigt. Die Arbeit schließt mit einem zusammenfassenden Fazit.

1 Interesse

Das Konstrukt des Interesses hat eine lange Geschichte in der Psychologie und Pädagogik, beginnend mit Herbarts (1806/1965a, 1841/1965b) Ansicht, dass die Erziehung unspezialisierte, vielseitige Interessen fördern sollte, die wiederum das Lernen erleichtern

würden. Dewey (1913) baute auf dieser Ansicht auf und betonte Interesse und Vergnügen als zentrale Motivationskräfte in der Bildung.

Heute wird Interesse unterschiedlich konzeptualisiert (Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2016). Die neuere pädagogisch-psychologische Interessenforschung folgt vor allem der etablierten Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (Krapp, 2002b). Dieser Theorie folgend werden in dieser Arbeit zunächst Merkmale des Interessenkonstrukts beschrieben, bevor darauf eingegangen wird wie Interesse entsteht und sich weiterentwickelt. Für einen genaueren Einblick in die Entstehung und Entwicklung von Interesse werden die vier Phasen des Modells der Interessenentwicklung nach Hidi und Renninger (2006) näher beschrieben. Im Anschluss daran wird zudem auf die Entwicklung von Interesse im Rahmen der Selbstbestimmungs-Theorie nach Deci und Ryan (2000) eingegangen. Außerdem wird die Relevanz von Interesse im Schulkontext verdeutlicht und die Problematik des Interessenrückgangs hervorgehoben.

1.1 Merkmale von Interesse

Gemäß der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses entsteht Interesse aus vielfältigen Beziehungen zwischen Personen und Gegenständen, aus der Interaktion einer Person mit den Aktivitäten und der Umwelt, in der sie sich bewegt, sowohl in sozialen als auch in institutionellen Kontexten (Krapp, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2002). Grundsätzlich sind alle Menschen dazu veranlagt, Interesse zu entwickeln, unabhängig von persönlichen Eigenschaften wie Alter, Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit, sozioökonomischem Status oder Vorerfahrungen (Renninger et al., 2019; Renninger & Hidi, 2021).

Das Konzept des Interesses steht in enger Verbindung zu anderen Konstrukten wie der (intrinsischen) Lernmotivation (Krapp, 1998). Das entscheidende Kriterium, das Interesse von anderen benachbarten motivationalen Konzepten klar unterscheidet, ist seine inhaltliche Spezifität (Krapp & Prenzel, 2011). Man kann nicht einfach ein Interesse haben, man muss sich für etwas interessieren (Gardner, 1996). Interesse gilt daher als *inhalts- oder*

gegenstandsspezifisch (Krapp, 2000). Es ist also immer auf einen bestimmten Gegenstand, eine Tätigkeit, einen Wissensbereich oder auf ein bestimmtes Ziel gerichtet und keine Veranlagung, die für alle Aktivitäten gilt (z.B. Hidi & Renninger, 2006; Krapp & Prenzel, 2011).

Gemäß der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses wird davon ausgegangen, dass eine Person als potentielle Quelle einer Handlung und ein Aspekt der Umwelt als Gegenstand der Handlung eine dynamische Einheit bilden (Krapp, 2000, 2002b). Das Potenzial für das Interesse liegt dabei in der Person. Der Inhalt und das Umfeld können die Richtung des Interesses beeinflussen und tragen zu dessen Entwicklung bei (Hidi & Renninger, 2006). Daher wird Interesse als relationales Konzept konzipiert und repräsentiert eine mehr oder weniger dauerhafte spezifische Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand aus ihrer Lebenswelt (Krapp, 2000, 2002a, b; Krapp & Prenzel, 2011).

Der Interessensgegenstand bezieht sich nicht nur auf reale Objekte. Er kann sich sowohl auf konkrete Dinge beziehen, als auch auf ein Fachgebiet, eine abstrakte Idee, eine Aktivität oder eine Reihe von Aktivitäten in einem bestimmten Bereich, oder jeden anderen Inhalt der kognitiv repräsentierten Lebenswelt, über die Wissen erworben und ausgetauscht werden kann (Krapp, 2002b; Schiefele, 2009). Grundsätzlich kann jeder Wissensbereich einer Person zum Gegenstand eines Interesses werden, wodurch Interessensmuster einer Person sehr individuell sind (Krapp, 2002a). Eine Person wird für einige dieser Objekte ihrer Lebenswelt über einen kürzeren oder längeren Zeitraum ein Interesse entwickeln (Krapp & Prenzel, 2011). Andere Personen, die Organisation des Umfelds und die eigenen Bemühungen einer Person, beispielsweise ihre Selbstregulierung, können die Entwicklung von Interessen unterstützen (Hidi & Renninger, 2006).

Personen mit einem bestimmten Interesse haben häufig Kontakt zu anderen Personen mit ähnlichen oder vergleichbaren Interessen, sie kommunizieren über diese Interessen und bewerten sie (Krapp, 2002b). Überall dort, wo die Interessen von der direkten Zusammenarbeit mit anderen abhängen, beispielsweise im Sport oder in Schulfächern, werden die Bedeutungen von Interessengegenständen maßgeblich durch die soziale Gruppe

sowie durch Traditionen, Normen und Gewohnheiten bestimmt (Krapp, 2002b). In manchen Fällen sind Interessengebiete dabei in hohem Maße institutionell standardisiert, beispielsweise in der Gesamtheit der Inhalte oder Aktivitäten in einem bestimmten Bereich. Dies ist insbesondere in der Schule der Fall, wo der Gegenstand des Interesses primär durch Inhalte oder Wissensgebiete eines Schulfaches definiert ist (Krapp, 1998; 2002a, b).

Aus der Gesamtheit aller möglichen Person-Gegenstands-Beziehungen wird eine Person nur zu einigen wenigen Gegenständen oder Gegenstandsbereichen eine engere Beziehung über einen längeren Zeitraum entwickeln, die unter bestimmten Bedingungen zu einem echten dauerhaften Interesse werden kann (Krapp, 2002a, b). Je nach dem, welche Stellung ein bestimmtes Interesse im Selbstsystem einer Person einnimmt, hat es einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die Entwicklung der Persönlichkeit (Krapp, 2003). So können zentrale Interessen einer Person vorübergehend oder dauerhaft zum Bestandteil ihres Selbstkonzeptes bzw. ihrer Identität werden (Krapp, 1998). Diese zentralen Interessen werden von innen und von außen als Merkmale der eigentlichen und längerfristigen Identität einer Person erkannt (Krapp, 2003). Im Rahmen der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses wird außerdem davon ausgegangen, dass Veränderungen in der zentralen Interessenstruktur einer Person eng mit der Identitätsbildung oder persönlichem Wachstum verbunden sind (Krapp, 2007). Interessen können daher als Teil der Biografie einer Person betrachtet werden (Hofer, 2010).

Ein weiteres Merkmal von Interesse besteht darin, dass es als *multidimensionales Konstrukt* betrachtet wird, zu dessen Komponenten Gefühle und Werte gehören, genauso wie eine kognitive Komponente in Form von Wissen, und das die intrinsische Qualität von interessenbasierten Aktivitäten berücksichtigt (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2021). Diese Komponenten sind Teil des Engagements einer Person bei interessenbezogenen Aktivitäten, wobei sich die wichtigsten Merkmale auf die Werte und Gefühle einer Person beziehen (Krapp, 1998, 2000; Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2002). Die Besonderheit des Interesses liegt im subjektivem Erleben

zweier positiver Bewertungstendenzen, die während einer interessenbezogenen Aktivität zusammentreffen: einer positiven Einschätzung der emotionalen Erfahrung der Interessenhandlung sowie einer hohen subjektiven Wertschätzung des mit dem Interesse verbundenen Gegenstandsbereiches (Krapp, 1998, 2000). Diese positiven Bewertungstendenzen werden als positive emotionale und wertbezogene Valenzen bezeichnet (Krapp, 1998).

Die *emotionale* oder auch affektive, beziehungsweise gefühlsbezogene, Komponente des Interesses bezieht sich auf positive Erlebniszustände während der Ausübung einer interessen geleiteten Handlung. Gefühle der Freude, des Engagements und der Stimulation werden hierbei als typisch angesehen (Krapp, 2002a; Renninger & Hidi, 2002). Diese Zustände und Erfahrungen, die der Aktivität mit dem Interessengegenstand vorausgehen, sie begleiten oder ihr folgen, werden im kognitiv-emotionalen Repräsentationssystem einer Person als positive gefühlsbezogene Valenzen gespeichert (Krapp, 2002b). Grundsätzlich können im Prozess einer interessen geleiteten Handlung auch negative Erlebniszustände auftreten, beispielsweise das Empfinden von Druck durch erhöhte Anstrengungen. Die meisten Aspekte interessen geleiteter Handlungen sind jedoch mit positiven emotionalen Erfahrungen verbunden (Krapp, 2000, 2002a).

Es wird außerdem angenommen, dass ein Interesse eine *persönliche Bedeutung* hat. Dem mit dem jeweiligen Interesse verbundenen Gegenstandsbereich wird eine hohe subjektive Wertschätzung entgegengebracht (Krapp, 2000, 2002a, b; Krapp & Prenzel, 2011). Die positive Bewertung des Interessengegenstands resultiert entweder daraus, dass eine Person den Gegenstand als intrinsisch interessant erlebt oder sich aufgrund seiner Relevanz und Bedeutung für diesen Gegenstand interessiert. Die Person fühlt sich subjektiv betroffen, weil der Interessengegenstand eine mehr oder weniger stabile Relevanz für ihr Selbstempfinden hat (Krapp, 2002b). Entwickelt eine Person eine individuelle Wichtigkeit für den Interessengegenstand, erlangt sie eine wertbezogene Valenz (Krapp, 1998). Die Wertkomponente eines Interesses wird in der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses

auch mit dem Begriff der Selbstintentionalität in Zusammenhang gebracht (Krapp, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011). Damit ist gemeint, dass interessenbezogene Ziele und Absichten mit den Einstellungen, Erwartungen, Werten und Idealen einer Person vereinbar sind (Krapp, 2002b, 2007; Krapp & Prenzel, 2011).

Die *kognitive oder kognitiv-epistemische Komponente* eines Interesses bezieht sich auf das mehr oder weniger differenzierte Wissen einer Person über ihren Interessengegenstand (Krapp, 1998). Eine Person, die sich für etwas interessiert, gibt sich nicht mit ihrem derzeitigen Wissensstand oder ihren Fähigkeiten auf dem Interessengebiet zufrieden (Krapp, 2002b, 2007). „Aus Interesse zu handeln bedeutet somit, sich einen Gegenstand zu erschließen. Über seine Interessen erarbeitet sich der Mensch Sach- und Sinnzusammenhänge“ (Krapp, 1998, S. 186). Das geweckte Interesse ermutigt also dazu, nach weiteren Informationen zu suchen und den Inhalt des Interessenobjekts weiter zu verstehen, was wiederum gleichzeitig belohnend wirkt (Renninger & Hidi, 2021). Somit entsteht durch das Interessiertsein eine hohe Bereitschaft sich neue Informationen anzueignen, neues gegenstandsspezifisches Wissen zu lernen und die eigenen Kompetenzen in diesem Bereich zu erweitern. Es besteht aber auch eine hohe Bereitschaft, interessenbezogene Kompetenzen in Situationen zu aktivieren, die kein neues Lernen erfordern. Die Bereitschaft interessenbezogene Kompetenzen zu nutzen und zu erweitern ist wiederum für die Planung und Durchführung zukünftiger interessenbezogener Handlungen oder Gedanken über sinnvolle Ziele von Bedeutung (Krapp, 2000, 2002b, 2007; Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2002). Außerdem hat Interesse „die Tendenz zu wachsen“ (Krapp, 2002b, S. 414). Eine hochinteressierte Person weiß, was sie noch nicht weiß, aber in Zukunft gerne wissen und können würde (Krapp, 2000). Die Tendenz, interessenbezogene Kompetenzen weiter zu entwickeln und zu verbessern, gilt daher auch als ein wesentlicher Indikator für die aktuelle Dynamik und Lebendigkeit des Interesses (Krapp, 2000, 2002b). Verschwindet diese Tendenz bei einer Person, würde man nicht mehr von Interesse sprechen. Es wäre vielmehr ein Indikator dafür, dass die Person ihr Interesse aufgegeben hat (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2000, 2002b).

Interessenbasierte Handlungen erfüllen das Kriterium der Selbstintentionalität (s.o.). Damit ist ein weiteres wesentliches Merkmal von Interesse dessen *intrinsischer Charakter* (Krapp & Prenzel, 2011). Aus diesem Grund schreibt die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses einer interessenbasierten Handlung die Qualität einer intrinsischen Motivation zu, da eine Person sich ohne äußeren Druck und freiwillig mit dem Interessengegenstand beschäftigt. Es gibt dabei keinen Widerspruch zwischen dem, was die Person in einer bestimmten Situation tun sollte, und dem, was die Person gerne tut (Krapp, 1998, 2000, 2002b). Sofern die Beziehung einer Person zu einem Gegenstand den oben genannten Kriterien eines Interesses entspricht, wird die Person eine damit verbundene (Lern-)Aufgabe also als intrinsisch motiviert erleben (Krapp, 2002b).

Als weiteres Merkmal des Interessenkonstrukts unterscheidet die Person-Gegenstands-Theorie zwei Komponenten des Interesses, die in Relation zueinanderstehen. Einerseits Interesse als situationsspezifischer, psychischer Zustand des interessiert Seins (*state*) und andererseits Interesse als relativ stabiles Persönlichkeitsmerkmal (*trait*) (Krapp et al., 1992, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011).

Interesse im Sinne des *traits* wird als individuelles Interesse bezeichnet. Nach der Personen-Gegenstands-Theorie handelt es sich hierbei um eine relativ stabile Tendenz einer Person, sich im Laufe der Zeit wiederholt und freiwillig mit einem bestimmten Interessengegenstand zu beschäftigen (Krapp et al., 1992, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011). Interesse im Sinne des *states* ist dagegen situationsabhängig und lässt sich noch einmal untergliedern in aktualisiertes Interesse und situationales Interesse. Während der Zustand des interessiert Seins beim aktualisierten Interesse weitestgehend durch das individuelle Interesse einer Person hervorgerufen wird, entsteht das situationale Interesse, indem es durch äußere Faktoren verursacht wird (Krapp et al., 1992; Krapp, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011). Im Folgenden wird näher auf die Entstehung und Entwicklung von Interesse sowie auf die Unterscheidung zwischen individuellem und situationalem Interesse eingegangen.

1.2 Entstehung und Entwicklung von Interesse

In diesem Abschnitt der Arbeit wird auf zwei Theorien über die Entstehung und (Weiter-)Entwicklung von Interesse zurückgegriffen. Zunächst wird das gut etablierte Modell der Interessenentwicklung nach Hidi & Renninger (2006) dargelegt. Dabei wird auf die verschiedenen Phasen über die Entstehung und (Weiter-)Entwicklung von Interesse eingegangen. Im Anschluss wird außerdem die Entwicklung von Interesse gemäß der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (2000) thematisiert.

1.2.1 Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung

Wie in der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses wird auch im Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung zwischen einem situationsbezogenen und einem individuellen Interesse unterschieden (Hidi & Renninger, 2006; Krapp et al., 1992; Krapp, 2002b). Dabei wird das situationale Interesse im Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung als Grundlage für die Bildung eines individuellen Interesses beschrieben (Hidi & Renninger, 2006). In diesem Modell werden zudem sowohl für das situationsbezogene situationale Interesse als auch für das individuelle Interesse jeweils zwei verschiedene Phasen unterschieden (Hidi & Renninger, 2006). Demnach lässt sich das situationale Interesse in eine Phase unterteilen, in der das Interesse ausgelöst wird, und in eine anschließende Phase, in der das Interesse aufrechterhalten wird. Das individuelle Interesse wird unterteilt in die Phase des aufkommenden individuellen Interesses und die Phase des gut entwickelten individuellen Interesses (ebd.). Diese vier Phasen charakterisieren die Entwicklung des Interesses über alle Altersstufen und Kontexte hinweg, sowohl innerhalb als auch außerhalb formaler Umfelder wie dem Arbeitsplatz oder der Schule. Die Länge und der Charakter einer bestimmten Phase können dabei zwischen und innerhalb von Personen variieren, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Erfahrung oder Temperament (Renninger & Hidi, 2016). Die Entwicklung des Interesses verläuft demnach nicht linear (Renninger & Hidi, 2021).

Auch im Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung wird Bezug genommen auf affektive und kognitive Prozesse in den Phasen des situativen und individuellen Interesses (Hidi &

Renninger, 2006). Demnach ist jede Phase durch Affekte gekennzeichnet sowie durch eine Form von kognitiver Verarbeitung oder Wissen. Die frühen Phasen der Interessenentwicklung werden dabei primär durch Affekte wie fokussierte Aufmerksamkeit und positive Gefühle beschrieben, weil zu Beginn möglicherweise nur wenig bereits vorhandenes Wissen existiert (Hidi & Renninger, 2006). Wenn ein situatives Interesse aufrechterhalten werden soll, müssen die Gefühle und die gespeicherten Bewertungen einer Person im Laufe der Zeit zu einem erneuten Engagement führen (Hidi & Renninger, 2006). Die späteren Phasen sind daher sowohl durch positive Gefühle als auch zunehmend durch gespeicherte Werte, mehr Wissen sowie wiederholtes Engagement gekennzeichnet (Hidi & Renninger, 2006). Jede Phase des Interesses ist außerdem durch ein unterschiedliches Maß an Anstrengung, Selbstwirksamkeit, Zielsetzung und die Fähigkeit zur Selbstregulierung des Verhaltens gekennzeichnet. Diese Variablen verändern sich, wenn das Interesse zu- oder abnimmt (Hidi & Renninger, 2006).

Um einen genaueren Einblick in die Entstehung und Entwicklung von Interesse zu erhalten, werden im Folgenden die vier Phasen des Modells der Interessenentwicklung nach Hidi und Renninger (2006) näher beschrieben.

1.2.1.1 Das ausgelöste situationale Interesse

Die Entwicklung von Interesse wird immer durch das Auslösen von Interesse eingeleitet (Renninger & Hidi, 2021). Entsprechend wird im Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung das ausgelöste situationale Interesse als erste Phase beschrieben. Das ausgelöste situationale Interesse bezieht sich auf einen psychologischen Zustand des Interesses, der aus kurzfristigen Veränderungen in der affektiven und kognitiven Verarbeitung resultiert (Hidi & Renninger, 2006). Dieses Interesse wird durch bestimmte Bedingungen und oder Reize in der Umgebung hervorgerufen, die die Aufmerksamkeit fokussieren. Dies können beispielsweise Umwelt- oder Textmerkmale sein, die inkongruente oder überraschende Informationen enthalten oder Identifikation ermöglichen durch

persönliche Relevanz oder durch einen gegebenen Charakter (Hidi & Harackiewicz, 2000; Hidi & Renninger, 2006).

Die erste affektive Reaktion auf ausgelöstes situationales Interesse kann sowohl positiv als auch negativ ausfallen (Hidi & Harackiewicz, 2000; Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016). Psychologische und neurowissenschaftliche Befunde unterstreichen jedoch die Bedeutung eines positiven Affekts für die Entstehung und Entwicklung von Interesse. Sollten anfänglich negative Gefühle vorhanden sein, können das Erleben positiver Gefühle sowie Unterstützung durch andere Personen bei der Entwicklung von Interesse die negativen Gefühle abschwächen (Hidi & Renninger, 2006).

Sobald das situationsbedingte Interesse ausgelöst wurde, kann es als Phase über kurze oder längere Zeiträume andauern und die Grundlage dafür bilden, dass eine Person beginnt, eine Verbindung zum Inhalt herzustellen (Hidi & Renninger, 2006). Ob ein ausgelöstes Interesse aufrechterhalten wird, hängt von den Vorerfahrungen, Stärken und Bedürfnissen einer Person ab, von der Unterstützung durch andere sowie von den Merkmalen der verfügbaren interessenbezogenen Aufgaben oder Aktivitäten. Für Unterrichtsbedingungen und Lernumgebungen, die Gruppenarbeiten, Rätsel oder Computer beinhalten, konnte beispielsweise gezeigt werden, dass sie in der Lage sind situationales Interesse auszulösen. Zudem wurde festgestellt, dass Auslöser für Interesse, die Verbindungen zum eigenen Selbst herstellen eher zu anhaltendem Interesse führen können (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2021). Das ausgelöste situationale Interesse ist in der Regel, aber nicht ausschließlich, von außen unterstützt, beispielsweise durch andere Personen (Hidi & Renninger, 2006). Dabei hängt die Form der Unterstützung davon ab, ob sich die Person mit ausgelöstem situationalem Interesse darüber bewusst ist, dass Hilfe von Nutzen sein könnte und ob sie potenzielle Anregungen in Anspruch nimmt (Renninger & Hidi, 2016). Wird ein ausgelöstes Interesse aufrechterhalten und eine Person beginnt, Verbindungen zwischen dem Interessensgegenstand und ihren eigenen Fähigkeiten, Kenntnissen sowie früheren

Erfahrungen herzustellen, kann dies, bei anhaltender Unterstützung von außen, zur zweiten Phase des Interesses führen (Renninger & Hidi, 2016).

1.2.1.2 Das anhaltende situationale Interesse

Als zweite Phase wird das anhaltende situationale Interesse beschrieben (Hidi & Renninger, 2006). Dieser Zustand von Interesse folgt dem ausgelösten situationalen Interesse und ist gekennzeichnet durch konzentrierte Aufmerksamkeit sowie Ausdauer über eine längere Zeitspanne. Das Interesse in dieser Phase der Interessenentwicklung kann bereits durch persönliches Engagement erhalten bleiben. Zudem kann es bereits wiederkehren und erneut anhalten (Hidi & Renninger, 2006). Wie bei dem ausgelösten situationalen Interesse wird jedoch auch eine Person mit anhaltenden situationalen Interesse in der Regel weiterhin Unterstützung benötigen durch Merkmale der Umgebung, einschließlich anderer Personen, Aktivitäten oder der Sinnhaftigkeit von Aufgaben. Durch diese Unterstützung kann die Person eine Grundlage für die Verbindung zum Interessengegenstand entwickeln und Wege finden, neue Informationen mit anderen verfügbaren Informationen zu verknüpfen, um so eine fortgesetzte Entwicklung und Vertiefung des Interesses zu erreichen (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016). In dieser Phase beginnt eine Person auch, einen Wert für den Inhalt zu entwickeln (Hidi & Renninger, 2006). Wenn beispielsweise Schüler:innen eine Aufgabe als sinnvoll erleben und sich persönlich einbringen können, können sie ihre Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf diese Aufgabe richten und es entsteht ein anhaltendes situatives Interesse. Auf diese Weise können Lernumgebungen, die sinnvolle und persönlich involvierende Aktivitäten bieten, wie projektbasiertes Lernen oder kooperative Gruppenarbeiten, zur Aufrechterhaltung des situativen Interesses beitragen (Hidi & Renninger, 2006). Das entstandene anhaltende situationale Interesse an einem bestimmten Inhalt kann ein Vorläufer sein für die Entwicklung einer Neigung, sich im Laufe der Zeit wieder mit diesem Inhalt zu befassen, wie es bei stärker entwickelten Formen des Interesses der Fall ist (Hidi & Renninger, 2006).

1.2.1.3 Das entstehende individuelle Interesse

Die dritte Phase im Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung ist das entstehende individuelle Interesse. Es bezieht sich auf einen psychologischen Zustand des Interesses sowie auf die Anfangsphase einer relativ dauerhaften Neigung, sich im Laufe der Zeit immer wieder mit bestimmten Inhalten zu befassen (Hidi & Renninger, 2006). In dieser Phase beginnt eine Person, sich wiederholt mit einem Inhalt zu beschäftigen, setzt die Beschäftigung mit oder ohne explizite externe Unterstützung fort und festigt das damit verbundene Wissen. Typischerweise sind Personen mit aufkommendem individuellem Interesse engagiert und begeistert von ihrem sich entwickelnden Wissen (Renninger & Hidi, 2016). Entsprechend ist das entstehende individuelle Interesse gekennzeichnet durch positive Gefühle, gespeichertes Wissen und gespeicherte Werte (Hidi & Renninger, 2006). Aufgrund ihrer früheren Auseinandersetzungen mit bestimmten Inhalten schätzt eine Person mit aufkommendem individuellen Interesse die Möglichkeit sich erneut mit diesen Inhalten zu beschäftigen oder mit Aktivitäten, die mit ihrem aufkommenden individuellen Interesse zusammenhängen (Hidi & Renninger, 2006). Wenn sie die Wahl hat, wird sich diese Person deshalb dafür entscheiden diese Aktivität auszuführen. Zudem wird damit begonnen regelmäßig eigene Fragen über den Interessengegenstand zu stellen. Damit eröffnet sich ein Prozess, der wiederum zu selbstgesteuerten Aktivitäten, zur Anhäufung von mehr Informationen und zu mehr Wertschätzung führen kann (Hidi & Renninger, 2006). Beginnt eine Person also die Initiative zu ergreifen, indem sie selbstständig nachdenkt und sich erneut mit dem Interessengegenstand engagiert, nach Antworten sucht oder Ressourcen identifiziert, die es ihr ermöglicht ihr Wissen zu vertiefen, lässt sich über diese Person sagen, dass sie ein entstehendes individuelles Interesse entwickelt hat (Renninger & Hidi, 2016). Auch wenn Schüler:innen positive Gefühle gegenüber einem zu lernenden Thema haben und die Möglichkeit schätzen, sich erneut mit diesem Thema zu beschäftigen, wird ihr Interesse als entstehendes individuelles Interesse bezeichnet (Hidi & Renninger, 2006).

In dieser Phase der Interessenentwicklung beginnen Personen außerdem damit, ihr Interesse selbst zu wecken, sich selbst zu regulieren und dem weiteren Verständnis und der Beschäftigung mit dem Gegenstand ihres Interesses Vorrang vor anderen Dingen

einzuräumen (Renninger & Hidi, 2016). Das entstehende individuelle Interesse wird also in der Regel, aber nicht ausschließlich, aus eigenem Antrieb aufrechterhalten (Hidi & Renninger, 2006). Es kann trotzdem eine gewisse Unterstützung von außen erfordern, beispielsweise in der Form von Gleichaltrigen oder Expert:innen (Hidi & Renninger, 2006). Personen mit einem entstehenden individuellen Interesse beschäftigen sich noch in erster Linie mit ihren eigenen Fragen und reagieren möglicherweise nicht auf Rückmeldungen. Zur Weiterentwicklung der Fähigkeiten und des eigenen Verständnisses für den Inhalt des Interesses wird weiterhin externe Unterstützung benötigt (Renninger & Hidi, 2016). Eine solche Unterstützung von außen, die zu einem besseren Verständnis beitragen kann, kann unter anderem in Form von Aufgaben oder Umgebungen präsentiert werden, die eine Herausforderung darstellen (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016). Das bedeutet, dass auch Unterrichtsbedingungen oder Lernumfelder die Weiterentwicklung eines entstehenden individuellen Interesses ermöglichen können (Hidi & Renninger, 2006). Möglicherweise benötigt eine Person mit entstehendem individuellem Interesse auch Unterstützung in Form von Ermutigung durch andere, um durchzuhalten, wenn sie mit zu großen Herausforderungen oder Schwierigkeiten konfrontiert ist (Hidi & Renninger, 2006). Am Ende kann das entstehende individuelle Interesse zu einem gut entwickelten individuellen Interesse führen, muss es aber nicht (Hidi & Renninger, 2006).

1.2.1.4 Das gut entwickelte individuelle Interesse

Als letzte Phase im Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung wird das gut entwickelte individuelle Interesse beschrieben (Hidi & Renninger, 2006). Das gut entwickelte individuelle Interesse bezieht sich sowohl auf den psychologischen Zustand des Interesses als auch auf eine relativ dauerhafte Veranlagung sich im Laufe der Zeit mit bestimmten Inhalten (erneut) zu beschäftigen (Hidi & Renninger, 2006). In dieser Phase des Interesses erleben Personen positive Gefühle und suchen aktiv nach wiederholten Gelegenheiten, sich freiwillig und selbstständig wieder mit dem Interessengegenstand oder Inhalt zu beschäftigen (Renninger & Hidi, 2016). Eigene Fragestellungen, Selbstregulierung, Wertschätzung und die Fähigkeit,

Frustration abzuschwächen sowie kreatives Denken aufrechtzuerhalten, prägen dieses erneute Engagement (Hidi & Renninger, 2006). Die letzte Phase der Interessenentwicklung zeichnet sich zudem durch mehr gespeichertes Wissen und mehr gespeicherte Werte für bestimmte Inhalte aus als für andere, einschließlich des entstehenden individuellen Interesses. Ein gut entwickeltes individuelles Interesse ermöglicht es einer Person, langfristige konstruktive und kreative Bemühungen aufrechtzuerhalten und bringt mehr Arten sowie tiefere Ebenen von Strategien für die Bewältigung von Aufgaben hervor (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016). Wenn sie ein gut entwickeltes individuelles Interesse erreicht haben, sind Personen in der Lage, sich auf Informationen über den Interessensgegenstand zu konzentrieren, die über das hinausgehen, was unmittelbar mit ihren eigenen Fragen verbunden ist (Renninger & Hidi, 2016). Sie sind außerdem dazu in der Lage, Beiträge anderer zum Interessengebiet zu erkennen, sich mit diesen zu beschäftigen und diese Beiträge zu verstehen (Renninger & Hidi, 2016).

Ein gut entwickeltes individuelles Interesse wird in der Regel selbst erzeugt. Doch auch eine Person mit gut entwickeltem individuellem Interesse kann von externer Unterstützung profitieren, die zu einem noch besseren Verständnis des Interessensgegenstandes beiträgt, beispielsweise durch andere Personen wie Gleichaltrige oder Expert:innen. Denn eine Person mit gut entwickeltem individuellem Interesse strebt eigenständig nach weiterem Verständnis und bemüht sich um Rückmeldungen, um aus diesen weiter lernen zu können (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016).

Außerdem ist eine Person mit gut entwickeltem individuellem Interesse in der Lage selbst unter dem Erleben von Frustration positive Gefühle für den Inhalt des Interesses aufrechtzuerhalten. Angesichts von Schwierigkeiten oder Frustration ist es der Person deshalb möglich durchzuhalten, sich weiter mit dem Interessensgegenstand zu beschäftigen und auftretende Probleme oder Fragen zu überarbeiten oder neu zu überdenken (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016). Unterrichtsbedingungen, die Gelegenheit zur Interaktion bieten sowie Herausforderungen, die zum Wissensaufbau führen, können die

Entwicklung und Vertiefung eines gut entwickelten individuellen Interesses erleichtern (Hidi & Renninger, 2006). Im Unterricht treibt ein gut ausgeprägtes individuelles Interesse die Schüler:innen dazu an, Fragen zu stellen und diese selbst zu beantworten (Hidi & Renninger, 2006).

Die vier Phasen der Interessentwicklung zeigen, wie sich aus situationalem Interesse ein individuelles Interesse entwickeln kann. Hidi und Renninger (2006) betonen dabei, dass der Wechsel zwischen den Phasen des Interesses sowohl positive Gefühle als auch Möglichkeiten zur Wissensentwicklung beinhalten muss. Obwohl dieses Modell als entwicklungsorientiert beschrieben wird, wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Phasen nicht um Entwicklungsstufen handelt, die aufeinander aufbauen (müssen).

Individuelle Interessen müssen sich also nicht immer erst entwickeln, nachdem ein situatives Interesse ausgelöst oder sogar aufrechterhalten wurde. Zudem kann die Dauer der einzelnen Phasen sehr unterschiedlich ausfallen (Hidi & Renninger, 2006). Daher sollte das Modell nicht als eine starke oder automatische Entwicklungsprogression angesehen werden. Der Prozess der Interessenentwicklung sollte als Kontinuum interpretiert werden (ebd.; Krapp & Prenzel, 2011). Dennoch ist es sinnvoll, typische Phasen zu postulieren, beispielsweise um den tatsächlichen oder gewünschten Motivationsstatus von Schüler:innen zu analysieren und zu bewerten (Krapp & Prenzel, 2011).

1.2.2 Entwicklung von Interesse im Rahmen der Selbstbestimmungs-Theorie

Wie in Kapitel 1.1 beschrieben, erfüllen interessenbasierte Handlungen das Kriterium der Selbstintentionalität, weshalb eines der Merkmale von Interesse dessen intrinsischer Charakter ist (Krapp & Prenzel, 2011). So schreibt die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses einer interessenbasierten Handlung die Qualität einer intrinsischen Motivation zu, da eine Person sich ohne äußeren Druck und freiwillig mit dem Interessengegenstand beschäftigt. Es gibt dabei keinen Widerspruch zwischen dem, was die Person in einer bestimmten Situation tun sollte, und dem, was die Person gerne tut (Krapp, 1998, 2000, 2002b). Auch in Bezug auf die affektive und kognitive Komponente sowie die Auswirkungen

auf das Verhalten ähnelt das Interesse dem Konzept der intrinsischen Motivation (Krapp, 2005; Ryan & Deci, 2000). Das Konzept des Interesses steht daher auch in enger Verbindung zur motivationalen Theorie der Selbstbestimmung, weshalb die Entwicklung von Interesse auch im Rahmen der Selbstbestimmungstheorie diskutiert wird (Ryan & Deci, 2000; Krapp, 1998, 2002b). Nach Dewey (1913) muss eine Tätigkeit die unmittelbaren Bedürfnisse einer Person wecken und anregen, damit diese Tätigkeit interessant ist. Ein ähnlicher Gedanke wird auch in der Selbstbestimmungstheorie aufgegriffen.

Im Rahmen der Selbstbestimmungstheorie wird angenommen, dass die Art oder die Qualität der Motivation einer Person für die Vorhersage wichtiger Ergebnisse wie psychische Gesundheit, effektive Leistung, kreative Problemlösung und tiefes oder konzeptionelles Lernen wichtiger ist als die Gesamtmenge der Motivation dieser Person (Deci & Ryan, 1993; 2000a, b; Ryan & Deci, 2017). Nach der Selbstbestimmungstheorie lassen sich motivierte Handlungen nach dem Grad ihrer Selbstbestimmung, beziehungsweise nach dem Ausmaß ihrer Kontrolliertheit unterscheiden. In dem Ausmaß, in dem eine motivierte Handlung als frei gewählt erlebt wird, gilt sie als selbstbestimmt oder autonom (Deci & Ryan, 1993). Die wichtigste Unterscheidung wird daher zwischen autonomer Motivation und kontrollierter Motivation getroffen (Deci & Ryan, 2008b). Autonome Motivation bedeutet, dass sich eine Person mit vollem Willen und voller Entscheidungsfreiheit verhält, während kontrollierte Motivation bedeutet, dass eine Person sich unter der Erfahrung von Druck oder Forderungen nach bestimmten Ergebnissen verhält, die von Kräften herrühren, die die Person als außerhalb des eigenen Selbst wahrnimmt (Deci & Ryan, 2008a).

Die Selbstbestimmungstheorie geht grundlegend davon aus, dass Menschen von Natur aus aktiv und selbstmotiviert, neugierig und interessiert, vital und erfolgshungrig sind, denn der Erfolg selbst ist persönlich befriedigend und lohnend (Deci & Ryan, 2008a). Die Theorie erkennt jedoch an, dass diese Grundannahme nicht immer gilt, sondern Personen auch entfremdet, mechanisiert oder passiv und unzufrieden sein können (Deci & Ryan, 2008a). Erklärt werden diese Unterschiede mit der Art der Motivation, die sich ergibt aus der

Interaktion zwischen der angeborenen aktiven Natur des Menschen und dem sozialen Umfeld, das diese Natur entweder unterstützt oder behindert. Im Rahmen der Selbstbestimmungstheorie werden drei angeborene psychologische Bedürfnisse postuliert, die für die Motivation sowie für die Veränderung motivationaler Dispositionen eine wichtige Rolle spielen: Das Bedürfnis nach Autonomie oder Selbstbestimmung, das Bedürfnis nach Kompetenz oder Wirksamkeit und das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit (Deci & Ryan, 1993; Deci & Ryan, 2000a, b; Krapp, 1998; Ryan & Deci, 2017).

Autonomie ist in diesem Zusammenhang nicht gleichbedeutend mit Unabhängigkeit, sondern bedeutet freiwillig zu handeln, mit einem Gefühl der Wahl (Deci & Ryan, 2008a). Das Bedürfnis nach Autonomie beschreibt damit das Bedürfnis einer einzelnen Person, sich als eigenständiges Handlungszentrum zu erleben, für die eigenen Handlungen verantwortlich zu sein sowie Ziele und Vorgehensweisen der eigenen Handlung selbst zu bestimmen (Ryan & Deci, 2017; Krapp, 1998).

Das Bedürfnis nach *Kompetenz* bezieht sich auf das Gefühl, in der Interaktion mit dem sozialen Umfeld effektiv zu sein und sich als handlungsfähig zu erleben, das heißt Möglichkeiten und Unterstützung für die Ausübung, Erweiterung und den Ausdruck der eigenen Fähigkeiten und Talente zu erfahren (Ryan & Deci, 2017). Eine Person möchte den gegebenen und absehbaren Anforderungen gewachsen sein und anstehende Aufgaben oder Probleme aus eigener Kraft bewältigen können (Krapp, 1998).

Eingebundenheit bezieht sich darauf, sich mit anderen verbunden und einbezogen zu fühlen und ein Gefühl der Zugehörigkeit zu haben. Dieses Bedürfnis wird sowohl befriedigt, wenn eine Person merkt, dass sich um sie gekümmert wird, als auch, wenn diese Person die Möglichkeit hat, anderen gegenüber wohlwollend zu sein. Beide Richtungen der Fürsorge verstärken das Gefühl der Eingebundenheit (Ryan & Deci, 2017). Das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit bildet im Hinblick auf die Entstehung und Weiterentwicklung motivationaler Dispositionen die Grundlage für die Bereitschaft sich einem neuen, bislang wenig vertrauten Tätigkeits- oder Wissensbereich zuzuwenden und liefert zugleich eine

Erklärung dafür, warum sich eine Person mit dem jeweils erreichten Wissensstand nicht zufriedengibt (Krapp, 1998). Denn der Wunsch nach Eingebundenheit basiert auf einer Identifikation mit bestimmten Personen oder Personengruppen. Man möchte von „signifikanten Anderen“ akzeptiert und anerkannt werden (Krapp, 1998, 2005). Ein wichtiger Aspekt ist das Gefühl der Zugehörigkeit zu einer realen oder virtuellen Gruppe von Personen, die dieselben Interessen teilen (Krapp, 2005).

Angesichts der Ähnlichkeit der Konzepte von Interesse und intrinsischer Motivation wird die Erfüllung der Grundbedürfnisse nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Verbundenheit auch als eine wesentliche Voraussetzung für das Erleben von situativem Interesse und schließlich für die Entwicklung eines dauerhaften individuellen Interesses an einem bestimmten Bereich gesehen (Deci & Ryan, 2000a; Krapp, 1988, 2005). Es wird angenommen, dass Personen dazu neigen sich mit interessanten Aktivitäten zu beschäftigen, Fähigkeiten zu trainieren und nach Verbundenheit in sozialen Gruppen zu streben. Also Ziele, Bereiche und Beziehungen zu verfolgen, die ihre Bedürfnisbefriedigung ermöglichen oder unterstützen (Krapp, 2002b). Dabei interessieren Personen sich mehr oder weniger für bestimmte Aktivitäten je nach dem, wie sie bei diesen Aktivitäten Bedürfnisbefriedigung erfahren und wie frühere Erfahrungen der Bedürfnisbefriedigung bzw. -vereitelung die Aktivität beeinflussen (Deci & Ryan, 2000a). Soziale Kontexte, die die Befriedigung dieser drei psychologischen Grundbedürfnisse erleichtern, fördern eine optimale Motivation und führen zu den positivsten psychologischen, entwicklungs- und verhaltensbezogenen Ergebnissen (Ryan & Deci, 2000a, b). Soziale Umgebungen, die die Befriedigung dieser Bedürfnisse dagegen behindern, führen zu weniger optimalen Formen der Motivation und haben sogar nachteilige Auswirkungen auf eine Vielzahl von Ergebnissen des Wohlbefindens (Deci & Ryan, 2008a). Wenn die Bedürfnisbefriedigung während des Handelns ausbleibt, hat dies also in der Regel nicht optimale oder sogar dysfunktionale Folgen (Deci & Ryan, 2000a, 2008a).

Intrinsisch motivierte Handlungen werden aus freiem Interesse und ohne die Notwendigkeit abgrenzbarer Konsequenzen ausgeübt. Die Person muss also nicht zum Handeln gedrängt

werden. Bei der Beschäftigung mit einem Interessengegenstand, und um diese aufrechtzuerhalten, müssen Kompetenz und Eigenständigkeit erlebt werden (Deci & Ryan, 2000a; Krapp, 1998).

Auch empirische Befunde unterstützen diese Annahme, indem sie zeigen, dass ein höheres Maß an Interesse mit Autonomie- und Kompetenzerfahrungen zusammenhängt (z.B. Hidi & Harackiewicz, 2000; Kunter, Baumert & Köller 2007; Tsai et al., 2008, s. Kapitel 2.2).

Abschließend lässt sich somit festhalten, dass es Hinweise darauf gibt, dass Interesse durch Bedingungen gefördert wird, die zur Befriedigung psychologischer Bedürfnisse beitragen. Ob und in welche Richtung ein Interesse aufgebaut wird, hängt in entscheidendem Ausmaß von den Möglichkeiten zur Befriedigung dieser Bedürfnisse ab (Deci & Ryan, 2000a; Krapp, 1998). Dabei gehen Deci und Ryan (2000b) in ihrer Selbstbestimmungstheorie davon aus, dass die drei menschlichen Grundbedürfnisse nach Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit zwar universell sind, dass der Grad dieser Bedürfnisse zwischen Individuen jedoch stark variieren kann.

1.3 Relevanz von Interesse im Schulkontext

Dieser Abschnitt der Arbeit widmet sich der Relevanz von Interesse im Schulkontext, dem Rückgang im Interesse von Schüler:innen im Laufe der Schulzeit sowie Unterschieden im Interesse zwischen Mädchen und Jungen. Dabei fokussiert diese Arbeit insbesondere auf den Bereich der Naturwissenschaften.

Die Frage, wie sich das Interesse der Schüler:innen auf ihre akademischen Leistungen auswirkt, ist nach Deweys (1913) Arbeit über die Verbindung von Interesse und Lernanstrengung zu einem der wichtigsten Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht geworden (vgl. Kang & Keinonen, 2018). Neben der Schaffung der Voraussetzungen für erfolgreiche Lernprozesse kann die Aufrechterhaltung von situativem Interesse als ein eigenständiges Unterrichtsziel betrachtet werden. Schüler:innen, deren situatives Interesse wiederholt ausgelöst wird, können eine beständigere Disposition in Form eines individuellen Interesses an dem jeweiligen Fachgebiet entwickeln (Hidi & Renninger, 2006; Renninger &

Hidi, 2011). Entsprechend gilt auch der Aufbau stabiler Interessen per se als ein wichtiges Ziel schulischer Bildung (Daniels, 2008; Krapp, 1998). Dafür ist aus pädagogischer Sicht entscheidend, dass Schüler:innen im naturwissenschaftlichen Unterricht immer wieder spannende, lustige, herausfordernde und sinnvolle Lernaktivitäten erleben, da solche Erfahrungen situatives Interesse auslösen können, das sich im Laufe der Zeit zu einem individuellen Interesse an Naturwissenschaften entwickeln kann und somit zu einer kontinuierlichen, selbstgesteuerten Beschäftigung mit Naturwissenschaften motiviert (Hidi & Renninger, 2006; Palmer et al., 2017).

Aus pädagogisch-bildungstheoretischer Sicht gelten Interessen damit als wichtige Komponenten gelungener Bildung (Krapp, 1998). Die Entwicklung von Interesse kommt dem Lernen zugute, unabhängig von Alter oder Lernkontext (Renninger et al., 2019). Denn Interesse an dem, was eine Person lernt, wirkt sich deutlich positiv auf das Aufmerksamkeitsgedächtnis, die Zielsetzung, das anhaltende Engagement und die Leistung dieser Person aus (Renninger & Hidi, 2021). Daher gilt Interesse am Lerngegenstand auch als Voraussetzung für eigenständiges Lernen (Prenzel et al., 1986). So motiviert ein Interesse an Naturwissenschaften dazu, sich intensiv mit Lernaufgaben zu beschäftigen, was zu positiven Bildungsergebnissen und sogar zur Berufswahl in den Naturwissenschaften führen kann (Ainley & Ainley, 2011a).

Aufgrund des starken Einflusses auf das Lernen wird Interesse typischerweise als ein Prädiktor für schulische Leistung herangezogen (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002b). Interesse eignet sich zur Vorhersage des Ausmaßes oder der Qualität von Lernmotivation, des Einsatzes von Lernstrategien oder der akademischen Leistung von Schüler:innen und anderer bildungsrelevanter Ergebnisvariablen, z.B. der Wahl eines Bildungsprogramms oder einer beruflichen Laufbahn in einem (natur-)wissenschaftlichen Bereich (Krapp & Prenzel, 2011). Der positive Zusammenhang von Interesse und kognitiven wie nicht-kognitiven Ergebnissen, beispielsweise Identität oder Kurs- und Berufswahl, konnte empirisch für die Mathematik und Naturwissenschaften in zahlreichen Studien gezeigt werden (z.B. Ainley &

Ainley, 2011a; Harackiewicz et al., 2016; Hazari et al., 2020; Kang et al., 2019; Kim et al., 2015; Lazarides et al., 2020; Nugent et al., 2015; Pugh et al., 2021; Renninger & Hidi, 2016). Positive Einflüsse von Interesse wurden unter anderem gezeigt für das effektive Lernen von Schüler:innen (Hulleman et al., 2010), für ihre Aufmerksamkeit und Engagement (Harackiewicz et al., 2016; Kim et al., 2015; Renninger & Hidi, 2016), die Leistung (z.B. Ainley & Ainley, 2011a; Harackiewicz et al., 2008; Hulleman et al., 2010; Hulleman & Harackiewicz, 2009; Jansen et al., 2016; Kim et al., 2015) oder ihre Selbstwirksamkeit (Lipstein & Renninger, 2007).

Auch für den Zusammenhang von Interesse mit Bildungsentscheidungen und der Berufswahl von Schüler:innen wurden im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich eine Reihe an positiven Befunden hervorgebracht (z.B. Kaleva et al., 2023; Kang et al., 2019; Lazarides et al., 2020; Nugent et al., 2015; Pike & Dunne, 2011; Pugh et al., 2021). Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des Interesses an Mathematik und Naturwissenschaften für die Wege der Schüler:innen zu mathematisch-naturwissenschaftlichen Karrieren (Nugent et al., 2015). Demnach belegen Schüler:innen, die sich für Mathematik interessieren, mit größerer Wahrscheinlichkeit Mathematikurse in höheren Klassenstufen und zeigen Berufsinteressen in Mathematik (Lazarides et al., 2020; Wang, 2012). Auch für die Naturwissenschaften bestätigen Befunde, dass das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften ihr Interesse an einer naturwissenschaftlichen Karriere beeinflusst (Kaleva et al., 2023; Taskinen et al., 2013; Nugent et al., 2015). Dabei erweist sich Interesse als wichtiger direkter Prädiktor für die Studien- und Berufswahl (Pugh et al., 2021). Zudem wurde gezeigt, dass Schüler:innen, die in der Mittelstufe ein Interesse an einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Karriere bekundet haben, mit einer zwei- bis dreimal höherer Wahrscheinlichkeit einen mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiengang abschlossen als ihre Altersgenossen, die keine derartigen Interessen geäußert hatten (Tai et al., 2006). Mangelndes Interesse an Naturwissenschaften wurde dagegen als einer der Hauptfaktoren dafür identifiziert, dass immer weniger Schüler:innen naturwissenschaftliche Fächer in der Sekundarstufe II wählen (Subotnik et al., 2010).

Aus pädagogischer Sicht ist im Schulkontext das Schaffen und Aufrechterhalten einer interessenbasierten Motivation beim Lernen und Unterrichten ein wichtiges Instrument zur Verbesserung der kognitiven Ergebnisse (Krapp, 2005). Mit Blick auf die gegenwärtig hohe Nachfrage nach Fachkräften, insbesondere in naturwissenschaftlich und technischen Bereichen (Maltese & Harsh, 2015), erscheint jedoch auch der Zusammenhang von Interesse mit nicht-kognitiven Ergebnissen der Kurs- und Berufswahlentscheidungen in diesen Bereichen von besonderer Relevanz. Da Naturwissenschaften, ihre Erkenntnisse und ihre Produkte einen zunehmenden Einfluss auf die Gesellschaft und das tägliche Leben jedes Einzelnen haben, besteht ein wachsender Bedarf an naturwissenschaftlich interessierten Schüler:innen, die eine zukünftige Karriere in einem naturwissenschaftlichen Beruf anstreben (Bøe & Henriksen, 2013).

Während es noch relativ einfach sein mag, das Interesse durch unterschiedliche Reize zu wecken, scheint es jedoch anspruchsvoller zu sein, das Interesse der Schüler:innen über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten (Ainley, 2012; Krapp, 2002b; Mitchell, 1993). Auf das mangelnde Interesse wird im Folgenden näher eingegangen.

1.3.1 Rückgang im Interesse

In Kapitel 1.2.1 wurde bereits beschrieben, wie sich Interesse nach dem Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung (Hidi & Renninger, 2006) in einem Prozess von einem ausgelösten situationalen Interesse hin zu einem gut entwickelten individuellen Interesse qualitativ verändern, also weiterentwickeln, kann. Davon lässt sich eine weitere Perspektive auf die Interessenentwicklung unterscheiden, die sich auf die quantitative Entwicklung im Interesse konzentriert. Diese Perspektive fokussiert darauf, ob sich die Ausprägung des Interesses von Personen im Laufe der Zeit verändert, also ob das Niveau des Interesses an einem Gegenstand stabil bleibt, zu- oder abnimmt.

Empirische Studien, die dieser Perspektive folgen, haben über die Jahre hinweg sowohl in Querschnitt- als auch in Längsschnittmethoden negative Trends im Interesse der Schüler:innen an der Schule aufgezeigt (Krapp & Prenzel, 2011). Anzeichen für einen

solchen allgemeinen Rückgang im Interesse an Schulfächern wurden bereits im ersten Jahr der Grundschule festgestellt, sie sind aber besonders deutlich in der Sekundarstufe (Krapp, 2002b). Der Rückgang im Interesse beginnt in der Regel um das 11. Lebensjahr herum, also nach dem Übergang von der Grundschule zur weiterführenden Schule (Hoff et al., 2018; Krapp & Prenzel, 2011). Es gibt Hinweise darauf, dass der Übergang zur *Junior High School*, der ebenfalls etwa in diesem Alter stattfindet, ein signifikanter Prädiktor für den Rückgang der schulischen Interessen ist (Dotterer et al., 2009).

Grundsätzlich sind alle Schulfächer und Schulformen von diesem Rückgang im Interesse betroffen (Krapp & Prenzel, 2011). Verschiedene Befunde weisen darauf hin, dass der Rückgang im Interesse in den früheren Jahren des Abwärtstrends stärker ausgeprägt ist als in späteren Schuljahren (Anderhag et al., 2016; Babarovic, 2021; Dotterer et al., 2009; Frenzel et al., 2010; Krapp et al., 1992; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Der Rückgang im Interesse scheint also in der Regel kurvilinear zu verlaufen. Ähnliche Verläufe wurden auch für andere motivationale Variablen beobachtet, die als mit dem Interesse verwandt betrachtet werden, beispielsweise die akademische intrinsische Motivation, die Zielorientierung oder der intrinsische Wert (z.B. Gottfried et al., 2001; Gottfried et al., 2007; Jacobs et al., 2002; Watt, 2004; Wigfield & Cambria, 2010).

Der Rückgang im Interesse lässt sich in allen Schulfächern zu beobachten. Am deutlichsten fällt der Rückgang jedoch im Fach Mathematik sowie in den naturwissenschaftlichen Fächern aus (Anderhag et al., 2016; Cheung, 2018; Frenzel et al., 2012; Gottfried et al., 2001; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014; Wigfield & Cambria, 2010). Besonders für die Mathematik ist der Rückgang im Interesse, und verwandten Konstrukten, durch viele längsschnittliche Studien in der unteren Sekundarstufe ab der Klassenstufe 5 gut belegt. Für die naturwissenschaftlichen Fächer liegen dagegen für die Klassenstufen der unteren Sekundarstufe deutlich weniger Befunde vor. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit zunächst auf Ergebnisse zum Rückgang im Interesse für die untere Sekundarstufe aus der

Domäne der Mathematik zurückgegriffen, einer Domäne, die neben den Naturwissenschaften als besonders vom Interessenrückgang betroffen gilt.

Als Langzeitstudien untersuchten beispielsweise Gottfried et al. (2001) sowie Jacobs et al. (2002) die Entwicklung interessenähnlicher Konstrukte in mehreren Schulfächern von der Kindheit bis in die späte Jugendzeit. Dafür untersuchten Gottfried et al. (2001) die akademische intrinsische Motivation von Schüler:innen von ihrem 9. bis zum 17. Lebensjahr. Die untersuchten Fächer und Fächergruppen umfassten Lesen und Englisch, Mathematik, Sozialwissenschaften und Geschichte sowie Naturwissenschaften. Insgesamt zeigte sich für alle untersuchten Bereiche ein Rückgang in der akademischen intrinsischen Motivation. Die Rückgänge im Fach Mathematik fielen dabei deutlich stärker aus als in den anderen untersuchten Schulfächern (Gottfried et al., 2001).

Jacobs et al. (2002) untersuchten den subjektiven Aufgabenwert in den Schuljahren 1-12. Für diese Untersuchung wurden Schüler:innen für die Fächer Mathematik, Sprache (Lesen) und Sport dazu befragt, wie interessant das jeweilige Fach war, wie wichtig sie es fanden darin gut zu sein und für wie nützlich sie dieses Fach hielten. Während die Durchschnittswerte für Mathematik im Laufe der Grundschule etwas weniger schnell sanken als für Sprache, nahm der negative Verlauf für Mathematik ab der Klassenstufe 6 deutlich zu und zeigte den stärksten Rückgang während der Oberstufe (Jacobs et al., 2002).

Besonders für die Zeit direkt nach dem Schulübertritt liefert die Domäne der Mathematik gut belegte Befunde über die längsschnittliche, rückläufige Entwicklung im Interesse von Schüler:innen. Da vergleichbare Befunde für die Naturwissenschaften fehlen, werden zunächst einige Studien aus der Domäne der Mathematik aufgezeigt.

Für die Klassenstufen 5 und 6 untersuchten Lazarides et al. (2019) die Veränderung des Mathematikinteresses von Schüler:innen vom Beginn der Klassenstufe 5 zum Beginn der Klassenstufe 6 an Haupt- und Realschulen in Baden-Württemberg sowie an Mittelschulen in Sachsen. Die Veränderung des Interesses wurde auf Klassenebene betrachtet und zeigte einen signifikanten Rückgang.

Ebenfalls direkt nach dem Schulübertritt untersuchten Frenzel et al. (2010) längsschnittlich die Entwicklung im Mathematikinteresse in der unteren Sekundarstufe für Schüler:innen in den Klassenstufen 5 bis 9 an Gymnasien, Realschulen und Hauptschulen in Bayern. Auch hier zeigten die Ergebnisse einen Abwärtstrend im Interesse der Schüler:innen, das in den späteren Schuljahren auf einem Plateau stagnierte. Zudem deutete sich für die Schüler:innen, die eine Hauptschule besuchten, ein günstigerer Verlauf im Interesse an, im Vergleich zu Schüler:innen, die eine Realschule oder Gymnasium besuchten (Frenzel et al., 2010).

Mit einer australischen Stichprobe hat Helen Watt (2004) unter anderem die Veränderungen im intrinsischen Wert von Schüler:innen in Englisch und Mathematik in den Klassenstufen 7 bis 11 untersucht. Die Ergebnisse zeigten einen Rückgang der intrinsischen Werte, insbesondere in den Klassenstufen 7 und 11, die jeweils nach den Schulübertritten in die Sekundar- bzw. Oberstufe lagen.

Auch die Veränderung der Interessen an Naturwissenschaften im Laufe der Schulzeit wurde in vielen Ländern mit unterschiedlichen Methoden untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass unter den naturwissenschaftlichen Fächern die "harten" Disziplinen Chemie und Physik von der negativen Entwicklung besonders betroffen sind (Krapp & Prenzel, 2011). Im Durchschnitt zeigen Schüler:innen der Sekundarstufe ein erhebliches Desinteresse an diesen Fächern. Darüber hinaus schätzen Schüler:innen die Fächer Chemie und Physik als weniger beliebt und weniger interessant ein als das Fach Biologie (Keller et al., 2017; Krapp & Prenzel, 2011; Stanat et al., 2019; Teppo et al., 2021). Das Fach Biologie ist zwar im Vergleich weniger betroffen, doch auch hier sind in der Sekundarstufe erhebliche Einbrüche im Interesse zu verzeichnen (Krapp & Prenzel, 2011). Auch für die Naturwissenschaften zeigen einige empirische Befunde im Längsschnitt einen Rückgang im Interesse.

In ihrer bereits für das Fach Mathematik skizzierten Langzeitstudie untersuchten Gottfried et al. (2001) die akademische intrinsische Motivation von Schüler:innen im Alter von 9 bis 17 Jahren auch für das Fach Naturwissenschaften. Hier zeigte sich ein ähnlich rückgehender

Verlauf wie für die Mathematik. Da diese Studie in Amerika durchgeführt wurde, geben die Ergebnisse allerdings keine Auskunft über einzelne Disziplinen der Naturwissenschaften.

Ebenfalls längsschnittlich betrachteten Höft & Bernholt (2019) das individuelle Interesse an naturwissenschaftlichen Aktivitäten im Fach Chemie von Schüler:innen in den Klassenstufen 9 bis 11 an Gymnasien und stellten auch hier einen Rückgang im Interesse der Schüler:innen fest.

Einen Rückgang im Interesse zeigte sich auch für Schüler:innen in einer Interventionsstudie vom Beginn bis zum Ende der Klassenstufe 7 im Physikunterricht. Dabei war insbesondere die Kontrollgruppe betroffen, jedoch zeigten auch die Interventionsgruppen ein rückgängiges Interesse (Häußler & Hoffmann, 2002).

Im Rahmen ihrer Studie zur Physikidentität von Schüler:innen an amerikanischen Sekundarschulen untersuchten Wang und Hazari (2018) auch das Interesse der Schüler:innen an Physik. Im Laufe eines Schuljahres wurden sechs Messzeitpunkte erhoben. Die Ergebnisse zeigen, dass das Physikinteresse relativ hoch startete und dann in allen untersuchten Klassen sank. Die genaue Klassenstufe wird allerdings nicht angegeben (Wang & Hazari, 2018).

In einem querschnittlichen Design mit Prä- und Posttest untersuchten Tröbst et al. (2016) die Entwicklung im Interesse am Sachunterricht und an Physik über eine Unterrichtseinheit in vierten Klassen an Grundschulen und in sechsten Klassen an Hauptschulen und Gymnasien in Nordrhein-Westfalen. Die deskriptiven Ergebnisse zeigen, dass das individuelle Interesse aller Schüler:innen im Laufe der Unterrichtseinheit leicht abnahm. Es zeigte sich zudem, dass Schüler:innen in der Grundschule ein höheres situationales und individuelles Interesse an Naturwissenschaften angaben, als Schüler:innen aus der Sekundarstufe. Ähnlich zu den Ergebnissen von Frenzel et al. (2010) wurde auch hier für die sechsten Klassen festgestellt, dass Schüler:innen, die eine Hauptschule besuchten, ein höheres Interesse angaben, als Schüler:innen an Gymnasien (Tröbst et al., 2016).

In einer weiteren Studie im Fach Chemie untersuchten Höft et al. (2019) in einem querschnittlichen Design die Entwicklung im Interesse an verschiedenen naturwissenschaftlichen Tätigkeiten von der Klassenstufe 5 bis 11 an Gymnasien. Auch hier kamen sie zu dem Ergebnis, dass das Interesse der Schüler:innen mit steigender Klassenstufe abnahm. Obwohl das Instrument in dieser Studie eine feinere Differenzierung des Schüler:inneninteresses in sieben Dimensionen verschiedener schulischer Wissenschaftsaktivitäten (RIASEC+N-Modell) ermöglichte, ist der Gesamttrend in allen Dimensionen vergleichbar. Während die Bewertung der Interessen der Schüler:innen in Bezug auf die verschiedenen naturwissenschaftlichen Aktivitäten in der Schule nur sporadisch von Jahr zu Jahr signifikant abnahm, ließen sich in allen sieben Dimensionen etwa alle zwei Jahre deutliche Rückgänge beobachten. Insgesamt gaben die Schüler:innen der Klassenstufe 5 in allen sieben Dimensionen ein deutlich höheres Interesse an als die Schüler:innen der Sekundarstufe II (Höft et al., 2019). Dabei war die Stichprobe bereits positiv selektiert, da Schüler:innen, die Chemie im Laufe der Schuljahre abgewählt hatten, nicht berücksichtigt wurden (Höft et al., 2019, S. 200).

Im Vergleich zu den längsschnittlichen Befunden aus der Mathematik zur Entwicklung im Interesse ab der Klassenstufe 5, mangelt es erheblich an Längsschnittbefunden für die Disziplinen der Naturwissenschaften wie die Physik, für die ein besonders starker Rückgang im Interesse vermutet wird. So gibt es aktuell kaum Längsschnittuntersuchungen über die Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften oder Physik in der unteren Sekundarstufe (Sekundarstufe I). Zudem betrachten Studien aus internationalen Bildungskontexten die Naturwissenschaften gemeinsam und nehmen keine Trennung nach naturwissenschaftlichen Disziplinen vor (vgl. Gottfried et al., 2001). Zusammengenommen liefern die vorgestellten Befunde jedoch Anhaltspunkte dafür, dass das Interesse an Naturwissenschaften und insbesondere im Fach Physik im Laufe der Sekundarstufe erheblich abnehmen könnte. Die Befunde legen außerdem nahe, dass, ähnlich wie für die Mathematik gezeigt, die Jahre nach dem Übertritt in die untere Sekundarstufe eine besonders kritische Phase in diesem Verlauf sein könnte (vgl. Dotterer et al., 2009; Frenzel et al., 2010; Jacobs et al., 2002; Lazarides et

al., 2019; Tröbst et al., 2016). Die Entwicklung im Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern bei jüngeren Jugendlichen scheint allerdings ein Bereich zu sein, der noch nicht ausreichend erforscht ist (Babarovic, 2021). Um diesen wichtigen Mängeln entgegenzukommen, wird sich diese Arbeit mit der Entwicklung im Interesse von Schüler:innen in der unteren Sekundarstufe beschäftigen und dabei auf die Physik fokussieren, als ein Fach, für das innerhalb der Naturwissenschaften ein besonders starker Rückgang im Interesse angenommen wird (Krapp & Prenzel, 2011).

1.3.2 Interesse an Naturwissenschaften und Geschlecht

Im Schulkontext zeigen Mädchen und Jungen grundsätzlich Unterschiede in ihren Motivationen, wobei meist entweder das eine oder das andere Geschlecht in Bezug auf den betreffenden Fachbereich benachteiligt zu sein scheint (Katz, 2017; Wigfield et al., 2002). So scheinen Mädchen generell ein geringeres Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern zu zeigen als Jungen (z.B. Babarovic, 2021; Bong et al., 2015; Häußler & Hoffmann, 2000; Krapp & Prenzel, 2011; Sjøberg & Schreiner, 2010). Allerdings hängen die geschlechtsspezifischen Unterschiede im naturwissenschaftlichen Interesse in hohem Maße von den Fachgebieten ab. Während das Interesse an der Biologie oder den Biowissenschaften bei Mädchen genauso stark ausgeprägt ist wie bei Jungen, zum Teil sogar stärker (Stanat et al., 2019), zeigt sich bei den sogenannten "harten Wissenschaften" ein anderes Bild (Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Denn in den Fächern Chemie und Physik geben männliche Schüler ein höheres Interesse und ein höheres Selbstkonzept an als weibliche Schülerinnen (Jansen et al., 2014, 2019; Stanat et al., 2019).

Die geschlechtsspezifischen Unterschiede im Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern scheinen allerdings erst mit dem Übergang von der Grundschule in die Mittelstufe deutlicher zu werden (Tracey, 2002). Für Schüler:innen der 4. Klassenstufe konnten noch keine geschlechtsspezifischen Unterschiede im Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht festgestellt werden (Jocz et al., 2014). Auch nach Tröbst et al. (2016) interessierten sich Jungen in verschiedenen Schulformen der unteren Sekundarstufe mehr für

Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichen Unterricht als Mädchen, wohingegen diese Unterschiede zum Ende der Grundschule noch nicht auftauchten.

In ihrem meta-analytischen Review untersuchten Su und Rounds (2015) geschlechtsspezifische Unterschiede in den Interessen an Naturwissenschaften ab dem 12. Lebensjahr genauer. Auch sie kamen zu dem Ergebnis, dass geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf das Interesse stark abhängig sind von dem jeweiligen Fachbereich. Demnach wurden die größten geschlechtsspezifischen Unterschiede im Interesse in den Ingenieurwissenschaften zugunsten der männlichen Teilnehmenden festgestellt. Im Gegensatz dazu ergaben sich in den Sozialwissenschaften und im medizinischen Bereich geschlechtsspezifische Unterschiede im Interesse zugunsten der weiblichen Teilnehmenden (Su & Rounds, 2015).

Die ROSE (*Relevance of Science Education*) Studie zeigte, dass die Interessen von 15-jährigen Schüler:innen je nach Geschlecht von unterschiedlichen Kontexten abhängig sind. Zusammengefasst kamen die Autor:innen zu dem Ergebnis, dass sich Jungen für Technisches, Mechanisches, Elektrisches, Spektakuläres oder Gewalttätiges interessieren und die Interessen der Mädchen sich auf Gesundheit und Medizin, Schönheit, den menschlichen Körper, Ethik, Ästhetik und (paranormale) Wunder beziehen (Sjøberg & Schreiner, 2010).

Manche Befunde in Bezug auf das rückgängige Interesse an Naturwissenschaften deuten darauf hin, dass Mädchen sich im Laufe ihrer Schulzeit stärker von den Naturwissenschaften abwenden als Jungen und dass der Rückgang im Interesse in den Fächern Chemie, Physik sowie Mathematik bei Mädchen stärker ausgeprägt zu sein scheint als bei Jungen (Krapp, 2002b; Krapp & Prenzel, 2011).

Für den Physikunterricht der Sekundarstufe I zeigte sich in der Tat, dass der Anteil an Jungen mit großem Interesse in den Klassenstufen 5 bis 10 konstant recht hoch blieb, während der Anteil an Mädchen mit großem Interesse an Physik bereits in Klassenstufe 5 geringer ausfiel und sich von Klassenstufe 5 bis zur Klassenstufe 10 in etwa halbierte

(Häußler & Hoffmann, 1995). Dagegen deuten andere Befunde darauf hin, dass der Rückgang im Interesse ähnlich verläuft, Mädchen und Jungen sich aber in ihren Ausgangsniveaus unterscheiden. So wurde für die Mathematik gezeigt, dass Jungen ihr Interesse an Mathematik zwar höher angaben als Mädchen, beide Geschlechter aber ähnliche abwärts gerichtete Wachstumskurven aufwiesen (Frenzel et al., 2010). Auch für MINT-Interesse wurde festgestellt, dass Jungen insgesamt ein höheres Interesse aufwiesen, die geschlechtsspezifischen Unterschiede sich in den meisten MINT-Bereichen im Laufe der Zeit aber nicht veränderten oder gar vergrößerten (Babarovic, 2021). Allerdings wurden auch hier die Naturwissenschaften gemeinsam betrachtet und nicht nach Disziplinen unterschieden.

1.4 Interesse an Naturwissenschaften – das Wesentliche zusammengefasst

Bevor es im nächsten Teil der Arbeit um Faktoren geht, die die Interessenentwicklung an Naturwissenschaften beeinflussen, werden zum Schluss dieses Kapitels noch einmal die wesentlichen Aspekte zum Interesse zusammengefasst.

Interesse ist ein motivationales Konstrukt, das die Aufmerksamkeit einer Person lenkt und Aktivitäten in Bezug auf bestimmte Objekte, Reize oder Ereignisse antreibt (Krapp, 2002). Es beschreibt die Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand, z.B. einem konkreten Objekt oder einer bestimmten Tätigkeit (Krapp & Prenzel; Renninger & Hidi, 2016). Das Erleben von Interesse wird in der Regel von positiven Emotionen wie Freude begleitet. Gleichzeitig werden interessengeleitete Aktivitäten als persönlich bedeutsam wahrgenommen und gehen mit dem Wunsch einher, mehr über den Interessengegenstand zu erfahren (Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2016). In der Interessensforschung wird zwischen situationalem und individuellem Interesse unterschieden (Hidi & Renninger, 2006). Situationales Interesse beschreibt ein aktuelles Engagement, welches in erster Linie durch bestimmte Merkmale oder Reize der unmittelbaren Umgebung ausgelöst wird. Individuelles Interesse beschreibt das dispositionale Interesse einer Person und wird als relativ stabile Tendenz gesehen, sich im Laufe der Zeit wiederholt mit einem

Interessengegenstand zu beschäftigen (Hidi & Renninger, 2006; Krapp & Prenzel, 2011; Renninger & Hidi, 2016).

Im Schulkontext zeigt sich Interesse als relevante Variable sowohl in Bezug auf kognitive Ergebnisse wie Lernqualität und Leistung als auch in Bezug auf nicht-kognitive Erträge wie Kurs- und Berufswahlentscheidungen (z.B. Ainley & Ainley, 2011a; Kaleva et al., 2023; Kim et al., 2015; Pugh et al., 2021; Renninger & Hidi, 2016). Allerdings nimmt das Interesse von Schüler:innen an den Inhalten der Schulfächer im Laufe der Schulzeit im Durchschnitt deutlich ab. Der Rückgang im Interesse, und in verwandten motivationalen Konstrukten wie der intrinsischen Motivation, beginnt in der Regel im Alter von 11 Jahren, nach dem Übergang von der Grundschule zur weiterführenden Schule, und betrifft alle Schulfächer und Schulformen (Krapp & Prenzel, 2011). Besonders stark fällt der Interessenrückgang für die Mathematik und die Fächer in den Naturwissenschaften aus (z.B. Cheung, 2018; Frenzel et al., 2012; Kim et al., 2015; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Dabei sind die Fächer Physik und Chemie stärker vom Interessenrückgang betroffen als das Fach Biologie (Keller et al., 2017; Krapp & Prenzel, 2011). Mädchen zeigen im Durchschnitt ein noch geringeres Interesse an diesen Fächern als Jungen (z.B. Krapp & Prenzel, 2011; Sjøberg & Schreiner, 2010; Tröbst et al., 2016). Es gibt außerdem Hinweise darauf, dass der Rückgang im Interesse kurvilinear verläuft und das Interesse in den ersten Schuljahren der weiterführenden Schule stärker abnimmt als in den späteren Schuljahren. Diese Befunde legen nahe, dass die Jahre nach dem Übertritt in die untere Sekundarstufe eine besonders kritische Phase für den Interessenverlauf sein könnten (vgl. Dotterer et al., 2009; Frenzel et al., 2010; Jacobs et al., 2002; Lazarides et al., 2019; Tröbst et al., 2016).

Im Vergleich zu den zahlreichen längsschnittlichen Befunden aus der Mathematik zur Entwicklung im Interesse ab der Klassenstufe 5, mangelt es erheblich an Längsschnittbefunden für die Disziplinen der Naturwissenschaften. So gibt es aktuell kaum Längsschnittuntersuchungen über die Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften oder Physik in der unteren Sekundarstufe. Grundsätzlich gilt die Entwicklung im Interesse an

naturwissenschaftlichen Fächern bei jüngeren Jugendlichen als ein Bereich, der noch nicht ausreichend erforscht ist (Babarovic, 2021). Aus diesem Grund wird sich diese Arbeit auf die längsschnittliche Entwicklung im Interesse an Physik in der unteren Sekundarstufe ab Klassenstufe 5 fokussieren.

2 Faktoren, die die Interessenentwicklung an Naturwissenschaften beeinflussen

Nach dem Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung (Hidi & Renninger, 2006) entwickelt sich das anfängliche Interesse durch die Auslösung von situativem Interesse und muss durch externe Unterstützung und anhaltende Stimulation aufrechterhalten werden. Wenn das Interesse nicht aufrechterhalten wird, kann es erlöschen oder sogar aufgegeben werden (Harackiewicz et al., 2016; Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2016). In diesem Teil der Arbeit werden Faktoren in den Blick genommen, die die Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften positiv oder negativ beeinflussen können. Aus einer Reihe möglicher nicht unterrichtsbezogener und unterrichtsbezogener Faktoren werden jeweils einige zentrale Faktoren vorgestellt, die für die Interessenentwicklung von Schüler:innen an Naturwissenschaften als hemmend, beziehungsweise unterstützend, bekannt sind. Der Schwerpunkt wird dabei in dieser Arbeit auf die unterrichtsbezogenen Faktoren gelegt.

2.1 Faktoren für eine rückgängige Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften

Für den Interessenrückgang in der Sekundarstufe heben Krapp und Prenzel (2011) drei Hauptgründe hervor, nämlich Entwicklungsthemen (Schüler:innen in der Adoleszenz priorisieren neue Entwicklungsaufgaben), Differenzierungsprozesse des Interesses in der Adoleszenz sowie die Art und Qualität des Unterrichts. Diese Hauptgründe für den Interessenrückgang von Schüler:innen werden im Folgenden als nicht-unterrichtsbezogene, beziehungsweise unterrichtsbezogene Faktoren für die rückgängige Entwicklung am Interesse an Naturwissenschaften, beziehungsweise an Physik, vorgestellt.

2.1.1 Nicht-unterrichtsbezogene Faktoren

Die Entwicklung schulischer Interessen steht in engem Zusammenhang mit dem Bedürfnis von Kindern und Jugendlichen, sich selbst zu entwickeln und zu beweisen (Kessels & Hannover, 2007). Ein nicht-unterrichtsbezogener Erklärungsansatz für das rückläufige Interesse stützt sich auf Erkenntnisse aus der Entwicklungstheorie (Krapp & Prenzel, 2011). Durch die Bewältigung altersgemäßer Aufgaben in verschiedenen Lebensabschnitten

können sich Interessen verschieben, je nach den sich ändernden Lebensaufgaben (Hofer, 2010). Nach Hofer (2010) neigen Schüler:innen in der Adoleszenz dazu, die Bewältigung neuer Entwicklungsaufgaben in den Vordergrund zu stellen und sind nicht mehr dazu bereit, ihre ganze Energie in schulisches Lernen zu investieren.

Eine der wichtigsten Entwicklungsaufgaben im Jugend- und jungen Erwachsenenalter ist die Entwicklung eines kohärenten Selbst- und Identitätsgefühls (Erikson, 1968). Persönliche Identität bezieht sich auf das Gefühl, die Person zu sein, die man wirklich ist, einschließlich eines subjektiven Gefühls der Selbstgleichheit und Kontinuität über Kontexte und Zeit hinweg (Branje et al., 2021). Ab der frühen Adoleszenz beginnen Jugendliche, ihre Identität zu hinterfragen und zu erforschen, das heißt die Person, die sie sind und sein wollen, die Rollen, die sie im Erwachsenenalter einnehmen wollen, und ihren Platz in der Gesellschaft (Meeus et al., 2010). Um herauszufinden, wer sie sind und was sie in ihrem Leben werden wollen, überprüfen Jugendliche ihre Fähigkeiten und Interessen sowie die Identifikationen, die sie in der Kindheit gebildet haben und unterziehen diese einer kritischen Bewertung. Sie beginnen so damit ihre persönlichen Ziele, Ambitionen und ihre Identität zu klären (Branje et al., 2021; Krapp & Prenzel, 2011; Pellerone et al., 2015). Die Interessenentwicklung lässt sich somit als ein Prozess verstehen, in dem eine Person herausfindet, wer sie ist und wer sie sein möchte (Hofer, 2010). Dabei werden auch verschiedene Identitätsmöglichkeiten in Betracht gezogen, beispielsweise welche Art von Beruf zu den eigenen Interessen und Fähigkeiten passt, und neue Verpflichtungen zu Identifikationen eingegangen (Branje et al., 2021).

Als weitere wichtige Entwicklungsaufgabe der Adoleszenz gilt die Berufswahl (Pellerone et al., 2015). Zwar hat sich in der Adoleszenz eine erste Vorstellung von der späteren beruflichen Laufbahn entwickelt und persönliche Interessengebiete beginnen sich zu stabilisieren, die Motivation zum Lernen und an der Schule allgemein lässt allerdings bei vielen Jugendlichen spürbar nach, insbesondere in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereichen (Hofer, 2010; Hoffman et al., 2020). Zu dieser Zeit sind

Freunde, Hobbys und andere Interessen zunehmend wichtiger als das Verfolgen erster beruflicher Vorstellungen oder schulischer Erfolge (Hofer, 2010).

Es wird davon ausgegangen, dass Entwicklungsveränderungen nicht linear verlaufen und insbesondere in Zeiten von Übergängen oder Lebensereignissen auftreten können, die die Identitätsentwicklung fördern (Branje et al., 2021). Auch der Eintritt in eine neue Bildungsform hat vermutlich Auswirkungen auf die Identitätsbildung von Schüler:innen, beispielsweise auf ihre Bildungsidentität (Klimstra et al., 2010). Solche Übergangsphasen sind durch einen erheblichen vorübergehenden Anstieg der intraindividuellen Variabilität oder durch Schwankungen in den Identitätsprozessen gekennzeichnet. Im Anschluss daran tritt eine Restabilisierung ein und es bildet sich eine reifere Identität heraus (Branje et al., 2021). Die Schüler:innen müssen also herausfinden, was ihre neue Bildung(sform) für sie bedeutet. Dazu müssen sie unter anderem herausfinden, ob die Wahl bestimmter Fächer ihren Bedürfnissen entspricht oder nicht und diese Wahl gegebenenfalls erneut anpassen (Klimstra et al., 2010). Es ist beispielsweise möglich, dass Schüler:innen Naturwissenschaften zwar interessant finden aber gleichzeitig als nicht ihr wahrnehmen (Archer et al., 2010). Schüler:innen, die sich gegen einen Verbleib in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern entschieden haben, gaben an, dass sie diese als stabil, starr und unbeweglich und damit als eine zu enge Plattform für die Entwicklung und den Aufbau ihrer gewünschten Identitäten empfanden (Holmegaard et al. 2014). Demzufolge dient die Vorliebe für bestimmte Schulfächer und die Abneigung gegen andere Fächer den jugendlichen Schüler:innen als Mittel zur Entwicklung ihrer Identität als Person mit spezifischen Interessen und Eigenschaften (Kessels & Hannover, 2007). Die Differenzierung von Interessen ist somit ein Indikator für den Grad der Identitätsbildung (Pellerone et al., 2015). Die negative Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften von Schüler:innen ist damit in erster Linie eine unvermeidliche Folge der normalen Interessendifferenzierung, die in der Adoleszenz stattfindet (Daniels, 2008). Auf diese Weise spezifiziert sich mit zunehmendem Alter neben der Identität auch das Selbstkonzept der heranwachsenden Schüler:innen (Branje et al., 2021). Das bedeutet, dass sie Vorstellungen über ihre aktuelle

und künftige Position in der Gesellschaft entwickeln und ihr Interessenprofil immer stärker an ihre Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Begabungen anpassen (Krapp, 1998). Alle Interessen, die nicht mit dem idealen Selbstkonzept der Schüler:innen vereinbar scheinen, werden abgewertet und aus dem persönlich wichtigen Interessenmuster ausgeschlossen. Nicht (mehr) passende Person-Umwelt-Bezüge werden in der Folge aufgegeben (Kessels & Hannover, 2004; Krapp, 1998; Krapp & Prenzel, 2011). Interessen können daher als Teil der Biografie einer Person betrachtet werden (Hofer, 2010).

In der Phase der Adoleszenz werden darüber hinaus gezielt Tätigkeiten ausgesucht, die das soziale Ansehen steigern, um Anerkennung des sozialen Umfeldes zu erfahren. Dies gilt auch für Schulfächer, an denen Interesse gezeigt wird (Thole & Schoneville, 2010). Für die Entstehung von Interesse und für das Niveau, auf dem es sich entwickelt, spielen scheinbar auch durch Gleichaltrige vermittelte Werte eine Rolle. Denn Klassenkamerad:innen scheinen sich gegenseitig in ihrer Wertschätzung und ihrem daraus resultierenden Interesse an bestimmten akademischen Bereichen zu beeinflussen (Frenzel et al., 2010). Dadurch entstehen gruppenspezifische „kollektive“ Interessen (Krapp, 1998, S. 190).

Im Verlauf der adoleszenten Entwicklung gewinnt des Weiteren die Geschlechtsrollenidentität an Bedeutung, was zur Folge hat, dass die mit dem jeweiligen Rollenstereotyp nicht zu vereinbarenden Interessenbezüge in den Hintergrund gedrängt werden (Krapp, 1998). Für die persönlichen Interessen und Entscheidungen von Schüler:innen dient beispielsweise eine geschlechtsspezifische Einteilung der Schulfächer als Richtlinie. Das Nichtinteresse an Schulfächern, die als unpassend für das eigene Geschlecht angesehen werden, kann als Mittel dienen, die eigene Identität als "werdende Frau" oder "werdender Mann" zu entwickeln und zu demonstrieren (Kessels et al., 2006). Physik gilt beispielsweise als ein besonders schwieriges Fach, das außerdem mit Männlichkeit und Fremdbestimmung assoziiert ist (Kessels et al., 2006). Dabei scheint dieses Bild der Physik für heranwachsende Mädchen stärker ausgeprägt zu sein als für Jungen. Sich für Physik zu interessieren, würde somit ihre neu erworbene Identität als

zukünftige Frau gefährden. Das männliche Bild der Physik verwehrt Mädchen, die das Fach mögen, Weiblichkeit und Beliebtheit bei Jungen. Aus diesem Grund ist es für die sich entwickelnde Geschlechtsidentität von Mädchen funktional, wenn sie Physik meiden (Kessels et al., 2006). Im Hinblick auf die Entwicklung der Geschlechterrollen bedeutet es deshalb, dass Mädchen verlieren, wenn sie sich für Physik interessieren. Dagegen gewinnen sie, wenn sie kein Interesse an Physik zeigen. Jungen gewinnen allerdings in beiden Fällen nicht (Kessels et al., 2006). Ein Grund dafür ist, dass stereotype Vorstellungen über naturwissenschaftliche Schulfächer Hindernisse für Schüler:innen darstellen können (Hannover & Kessels, 2002). So gelten sowohl männliche als auch weibliche Personen, die Physik mögen, als weniger attraktiv, weniger sozial kompetent, isolierter und arroganter, als Personen, die Sprachen bevorzugen. Sie gelten allerdings auch als intelligenter und fleißiger als Letztere (Hannover & Kessels, 2004). Wenn also Jugendliche die Annahme teilen, dass eine Person, die sich für Naturwissenschaften interessiert, typischerweise ein schlecht gekleideter und sozial isolierter Streber ist, hängt das Engagement für dieses Schulfach nicht nur von der Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts ab, den die Schüler:innen erleben, sondern auch davon, ob sie mit dieser spezifischen sozialen Bedeutung in Verbindung gebracht werden möchten (Kessels & Hannover, 2007, S. 284).

2.1.2 Unterrichtsbezogene Faktoren

Wenn Interesse aus der Interaktion von Lehrkräften, Schüler:innen und Inhalten entsteht und sich durch Unterrichtsaktivitäten entwickelt (Turner et al., 2015), muss auch der Unterricht selbst als ein potentieller Faktor für das rückgehende Interesse der Schüler:innen an Naturwissenschaften betrachtet werden. Yager und Penick (1986) schlossen einst ihre Untersuchung über die Einstellung von Schüler:innen zu Naturwissenschaften von der Klassenstufe drei bis elf mit der Feststellung ab: "The more years our students enrol in science courses, the less they like it. Obviously, if one of our goals is for students to enjoy science and feel successful at it, we should quit teaching science in third grade. Or perhaps we should try teaching it differently" (p. 360).

Demzufolge wird angenommen, dass der fortschreitende Rückgang im Interesse an Naturwissenschaften nicht nur mit dem Alter der Schüler:innen und den damit verbundenen nicht-unterrichtsbezogenen Faktoren zusammenhängt (vgl. Kapitel 2.1.1), sondern auch mit dem Lehrplan und den Unterrichtsmethoden (Hasni & Potvin, 2015). "Denn durch Bedingungen des Unterrichts können Interessen nicht nur unterstützt, sondern auch beeinträchtigt werden" (Krapp, 1998, S. 197). In ihrem Review kommen Potvin und Hasni (2014) zu dem Ergebnis, dass Schule nicht der Lage zu sein scheint, die anfängliche Stärke des Interesses von Schüler:innen an Naturwissenschaften zu erhalten oder gar zu fördern. Viele Hinweise deuten eher darauf, dass der Rückgang im Interesse auf die Schule selbst zurückzuführen ist und dass es einen deutlichen Rückgang im Interesse zwischen Grundschule und Sekundarstufe gibt (Dotterer et al., 2009; Potvin & Hasni, 2014). Als mögliche Erklärung hierfür werden unter anderem große Unterschiede zwischen den Funktionsweisen der Grundschule und der Sekundarschule genannt (Potvin & Hasni, 2014). Die Entwicklung oder das Nachlassen des Interesses hängt wahrscheinlich damit zusammen, ob die Erfahrungen im Klassenzimmer die Schüler:innen dabei unterstützen, sich auf den naturwissenschaftlichen Prozess einzulassen, beispielsweise durch hinterfragen, untersuchen, erforschen, und nicht nur auf die Beherrschung des naturwissenschaftlichen Inhalts (Renninger et al., 2015). So wurde beispielsweise für den Physikunterricht gezeigt, dass die Mehrheit der Schüler:innen - sowohl Mädchen als auch Jungen - das Interesse an der Physik verliert, wenn der Physikunterricht vor allem darauf abzielt, naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten darzustellen und mathematisch zu rekonstruieren (Krapp & Prenzel, 2011). Außerdem scheinen eine Reihe von Unterrichtspraktiken das Interesse und den Wert, die Schüler:innen der Mathematik und den Naturwissenschaften beimessen, zu untergraben. Dazu gehören beispielsweise der Einsatz von wettbewerbsorientierten, öffentlichen Motivationsstrategien, der häufige Einsatz von öffentlichem Drill und Übungen sowie der unaufrichtige Einsatz von Lob und Kritik (vgl. Frenzel et al., 2010).

Die Ergebnisse einer längsschnittlichen qualitativen Untersuchung des naturwissenschaftlichen Interesses von Schüler:innen von Klassenstufe 7 bis 11 geben Hinweise darauf, dass die naturwissenschaftliche Didaktik der Lehrkräfte deutlich zum Anstieg oder Rückgang im naturwissenschaftlichen Interesse der befragten Schüler:innen beigetragen haben (Logan & Skamp, 2013). Der Rückgang im Interesse an Naturwissenschaften scheint dabei in pädagogisch traditionellen Kontexten stärker ausgeprägt zu sein (Potvin & Hasni, 2014). Damit offenbart sich die Wahl eines traditionellen, lehrkraftzentrierten Unterrichtsansatzes als eine weitere Möglichkeit wie Unterricht sich negativ auf das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften auswirken kann. Als lehrkraftzentrierten Ansatz wird ein Unterricht bezeichnet, in dem die Lehrkraft eine führende Rolle spielt und den Inhalt und Verlauf des Unterrichts weitestgehend selbst bestimmt (Ormrod, 2012). Dieser Unterrichtsansatz zeichnet sich unter anderem durch einen eng fokussierten Fragestil oder durch von Lehrkräften geleitete Aktivitäten aus, bei denen die Schüler:innen bloß als passive Lernende auftreten, und scheint typischerweise im naturwissenschaftlichen Unterricht genutzt zu werden (Hansson et al., 2021; Mostafa et al., 2018; Seidel et al., 2006; Stigler et al., 1999; Taasoobshirazi & Carr, 2008; Teppo et al., 2021). Tatsächlich wurde für verschiedene Länder gezeigt, dass der naturwissenschaftliche Unterricht in der Sekundarstufe häufig durch einen lehrkraftzentrierten Unterrichtsansatz gekennzeichnet ist (OECD, 2016). Dabei sind Schüler:innen lehrkraftzentrierten Unterrichtspraktiken in naturwissenschaftlichen Fächern häufiger ausgesetzt als in anderen Fächern (Mostafa et al., 2018).

Für den deutschen Physikunterricht der Sekundarstufe I wurde ebenfalls ein lehrkraftzentrierter Ansatz festgestellt, da er „im überwiegenden Maße als Demonstrationsunterricht angelegt ist“ (Seidel et al., 2006, S. 805). Finnische Schüler:innen der 9. Klassenstufe nehmen den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Fächern Chemie und Physik ebenfalls eher traditionell wahr. Demnach werden direkter Unterricht, das Lösen grundlegender Probleme, das Lesen von Lehrbüchern und die Durchführung praktischer Arbeiten häufig eingesetzt (Juuti et al., 2009).

Lehrkraftzentrierte Unterrichtsansätze im naturwissenschaftlichen Unterricht wurden auch für die Sekundarstufe II belegt. So ergab eine Analyse der Ansichten von schwedischen Physiklehrkräften der oberen Sekundarstufe über Unterrichtsstrategien, dass die Lehrkräfte im Durchschnitt den lehrkraftzentrierten Unterricht im Vergleich zu schüler:innenorientiertem Unterricht bevorzugten (Hansson et al., 2021). In einer weiteren aktuellen Studie waren Schüler:innen sowie deren Lehrkräfte der Klassenstufe 6 (gemeinsames Fach Naturwissenschaften) und Klassenstufe 9 (Naturwissenschaften als einzelne Fächer) der Meinung, dass lehrkraftzentrierte Ansätze im naturwissenschaftlichen Unterricht häufiger verwendet wurden als andere (Teppo et al., 2021). Zu den am häufigsten verwendeten Methoden zählten demnach das Halten von Vorträgen oder Vorlesungen, Fragen stellen durch die Lehrkraft sowie lehrkraftgeleitete Diskussionen in der Klasse (Teppo et al., 2021). Die Ergebnisse deuten insgesamt darauf hin, dass der Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern stark lehrkraftzentriert ist und sehr wenig Wert auf sozial-konstruktivistische Ansätze gelegt wird (Teppo et al., 2021).

Allerdings werden lehrkraftzentrierte Ansätze von Schüler:innen insgesamt als weniger interessant, angenehm und wertvoll empfunden als schüler:innenorientierte Lernumgebungen, weshalb sie schüler:innenorientierte Unterrichtsmethoden präferieren (Hasni & Potvin, 2015; Sturm & Bogner, 2008). Nachteile, die sich aus der lehrkraftzentrierten Unterrichtspraxis ergeben können, sind unter anderem eine geringere Motivation und eine negative Einstellung zum Lerngegenstand (Mostafa et al., 2018). Schon Seidel et al. (2003) konnten zeigen, dass die Einführung von Unterrichtsgesprächen negative Auswirkungen auf die Interessenentwicklung von Schüler:innen der Mittelstufe in Physik hat. Vermutlich fühlen Schüler:innen sich durch diese Unterrichtsansätze in ihren psychologischen Grundbedürfnissen nach Autonomie und Kompetenz eingeschränkt und verlieren dadurch das Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht (Sturm & Bogner, 2008).

In einer Studie wünschte sich die Mehrheit der befragten Schüler:innen zwar keine größeren Änderungen der Unterrichtsmethoden, dafür aber mehr Diskussionen in kleinen Gruppen und Debatten (Juuti et al., 2009). Um positive Gefühle zu verstärken und damit potentiell das Interesse der Schüler:innen zu erhöhen, wurde daher vorgeschlagen, dass Physiklehrkräfte weniger auf Lehrkräftevorträge oder Lesen von Lehrbüchern zurückgreifen und stattdessen mehr Diskussionen ermöglichen sollten (Juuti et al., 2009).

Die Rolle des lehrkraftzentrierten Unterrichtsansatzes ist allerdings insgesamt nicht ganz klar. Denn es gibt gleichermaßen Hinweise darauf, dass lehrkraftzentrierter Unterricht auch in einem positiven Zusammenhang mit dem Interesse und Freude an Naturwissenschaften stehen kann. Die Ergebnisse der PISA-Erhebungen 2015 (*Programme for International Student Assessment*) zeigten einige positive Zusammenhänge zwischen lehrkraftzentriertem Unterricht und dem Interesse und Freude an Naturwissenschaften. Die Autor:innen kommen daher zu dem Schluss, dass lehrkraftzentrierter Unterricht durchaus das Potenzial haben kann, das Interesse an und die Begeisterung für das Fach zu fördern (Mostafa et al., 2018). Positive Zusammenhänge zwischen lehrkraftzentrierten Aktivitäten im naturwissenschaftlichen Unterricht und dem Interesse der Schüler:innen am naturwissenschaftlichen Lernen in Klassenstufe 6 berichten auch Teppo et al. (2021). Für Klassenstufe 9 zeigten sich die Ergebnisse dagegen gemischt. Während sich für die Fächer Geografie und Chemie positive Zusammenhänge zwischen lehrkraftzentriertem Unterricht und dem Interesse der Schüler:innen zeigten, fiel der Zusammenhang für Biologie nur gering aus. Für Physik zeigte sich kein Effekt von lehrkraftzentriertem Unterrichten auf das Interesse (Teppo et al., 2021). Dagegen zeigte sich, dass Schüler:innen umso mehr Interesse am Biologie- und Physikunterricht hatten, je mehr Aktivitäten zur Problemlösung bzw. Entscheidungsfindung im Alltag in den Unterricht integriert wurden (Teppo et al., 2021). Andere Studien haben allerdings aufgezeigt, dass genau diese Verbindungen zum Alltagsleben im Physikunterricht oft nicht hergestellt werden (Taasobshirazi & Carr, 2008).

Insgesamt deuten verschiedene Befunde an, dass unterrichtsbezogene Faktoren sowohl hinderlich als auch förderlich für das Interesse von Schüler:innen sein können (z.B. Juuti et al., 2009; Logan & Skamp, 2013; Mostafa et al., 2018). Die Rolle des Unterrichts für das Interesse an Physik oder an Naturwissenschaften allgemein ist daher eher unklar. Nachdem in diesem Abschnitt unterrichtsbezogene Faktoren vorgestellt wurden, von denen ausgegangen wird, dass sie primär den Rückgang im Interesse an naturwissenschaftlichem Unterricht begünstigen, wird der Blick im Folgenden auf unterrichtsbezogene Faktoren gerichtet, von denen angenommen wird, dass sie für das Interesse förderlich sind.

2.2 Unterrichtsbezogene Faktoren zur Förderung des Interesses an Naturwissenschaften

Verschiedene Forschungsbereiche widmen sich einer Reihe unterrichtsbezogener Faktoren für die Interessenentwicklung. Aus diesem Grund werden in diesem Abschnitt einige unterrichtsbezogene Faktoren vorgestellt, für die gezeigt werden konnte, dass sie das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften oder speziell an Physik fördern können, bevor genauer auf die für diese Arbeit zentralen unterrichtsbezogenen Faktoren eingegangen wird.

Sowohl das Interessenniveau als auch der Verlauf der Interessenentwicklung in den naturwissenschaftlichen Fächern hängen einerseits stark von der wahrgenommenen Attraktivität der Unterrichtsinhalte des vorherrschenden Lehrplans und andererseits von der Art und Weise ab, wie naturwissenschaftliches Wissen präsentiert und vermittelt wird (Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Um das Interesse der Schüler:innen zu wecken gehört deshalb unter anderem auch dazu, den Einsatz visueller Hilfsmittel, neuartiger Demonstrationen, Computersimulationen oder verblüffender Fakten zu nutzen (Mitchell, 1993; Hidi & Renninger, 2006; Palmer, 2007). Als wichtige Quellen für das Interesse von Schüler:innen werden daneben unter anderem die Neuheit der Inhalte, Autonomie und soziale Einbindung genannt (Palmer, 2009).

Angesichts der Ähnlichkeit der Konzepte von Interesse und intrinsischer Motivation erscheint außerdem die Erfüllung der psychologischen Grundbedürfnisse im Unterricht als eine wesentliche Voraussetzung für das Erleben situativen Interesses und die Entwicklung eines dauerhaften individuellen Interesses an Unterrichtsinhalten (vgl. Deci & Ryan, 2000a; Krapp, 2005, Kapitel 1.2.2). Entsprechend scheinen Unterrichtspraktiken, die geeignet sind, die psychologischen Grundbedürfnisse zu befriedigen, in der Lage zu sein, das Interesse von Schüler:innen zu fördern (Niemic & Ryan, 2009). Laut ihrem Review erweisen sich zur Förderung der Autonomie das Angebot von Wahlmöglichkeiten, sinnvolle Begründungen für Lernaktivitäten, die Anerkennung der Gefühle der Schüler:innen sowie die Minimierung von Druck und Kontrolle (Niemic & Ryan, 2009). Zur Förderung der Verbundenheit gehört demnach die Vermittlung von Wärme, Fürsorge sowie Respekt gegenüber Schüler:innen und zu den Strategien zur Förderung der Kompetenz gehören die Bereitstellung von effizienzrelevantem Feedback und optimal herausfordernde Aufgaben (ebd.).

Empirische Befunde deuten darauf hin, dass die Befriedigung der psychologischen Grundbedürfnisse positive Zusammenhänge mit dem Interesse aufweisen (z.B. Beerenwinkel & von Arx, 2017; Kunter, Baumert & Köller, 2007; Minnaert et al., 2007; Tsai et al., 2008). Ergebnisse konnten beispielsweise zeigen, dass ein höheres Maß an Interesse der Schüler:innen mit Autonomie- und Kompetenzerfahrungen zusammenhängt, aber nicht unbedingt mit der Erfahrung von sozialer Verbundenheit (Kunter, Baumert & Köller, 2007). Die Ergebnisse von Beerenwinkel & von Arx (2017) deuten darauf hin, dass erlebte Kompetenz durch einen klar strukturierten Physikunterricht in Verbindung mit einem hohen Maß an Autonomie zur Motivation der Schüler:innen beitragen kann, sodass ihnen der Unterricht besser gefällt und sie sich intrinsisch motivierter fühlen. Auch nach Tsai und Kolleg:innen (2008) trägt wahrgenommene Autonomieunterstützung zum Interesse der Schüler:innen im Klassenzimmer bei. Zudem scheint es das Interesse zu steigern, Schüler:innen Wahlmöglichkeiten zu geben, selbst wenn diese scheinbar trivial und für den Unterricht irrelevant sind (Hidi & Harackiewicz, 2000).

Auch bei Minnaert und Kolleg:innen (2007) stand das Interesse signifikant im Zusammenhang mit der Befriedigung aller drei psychologischen Bedürfnisse in mehreren Phasen eines problemorientierten Lernauftrages. Die soziale Verbundenheit und Autonomie leisteten während des gesamten Projekts einen Beitrag für das Interesse der Berufsschüler:innen, die Beziehung zwischen Kompetenz und Interesse fiel dagegen am stärksten bei Abschluss des Projekts aus.

Für die Befriedigung des Kompetenzgefühls von Schüler:innen und zur Förderung ihres Interesses an Naturwissenschaften identifizierten Tröbst et al. (2016) das Einholen von Erklärungen der Schüler:innen, den Einsatz von Schüler:innenexperimenten und die Vermittlung von Klarheit als drei wirksame Unterrichtspraktiken. Schüler:innen scheinen sich außerdem kompetenter zu fühlen und positivere Einstellungen zu Naturwissenschaften zu haben, wenn sie an vielen schulischen (und häuslichen) naturwissenschaftlichen Erfahrungen teilgenommen haben, im Vergleich zu Schüler:innen, die an weniger naturwissenschaftlichen Erfahrungen teilgenommen haben (Liu & Shunn, 2018).

Auch Lehrkräfte als Personen können einen entscheidenden Einfluss auf den Verlauf der Interessenentwicklung von Schüler:innen nehmen (Krapp, 2002b). Für das Interesse von Schüler:innen scheint es einen Unterschied zu machen, wie eine Lehrkraft unterrichtet und ob sie dabei beispielsweise ihre Freude am Lernen der Schüler:innen zeigen oder weniger an ihnen interessiert sind (Turner et al., 2015). Diese (eigenschaftsähnliche) Emotion, die das Maß an Freude, Aufregung und Vergnügen widerspiegelt, das Lehrkräfte typischerweise bei ihren beruflichen Aktivitäten empfinden, wird als Enthusiasmus der Lehrkraft bezeichnet und als eine entscheidende Komponente der Motivation von Lehrkräften beschrieben (Kunter et al., 2008). Der Enthusiasmus von Lehrkräften hängt mit der Interessenentwicklung der Schüler:innen zusammen. Befunde zeigen beispielsweise eine positive Beziehung zwischen den verbalen und nonverbalen Botschaften von Lehrkräften über den Wert des Lernmaterials einerseits und dem Interesse der Schüler:innen andererseits (vgl. Frenzel et al., 2010). Ergebnisse aus der Mathematik deuten zudem darauf hin, dass der Enthusiasmus einer

Lehrkraft für den Unterricht in engem Zusammenhang steht mit dem Grad des Interesses und der Freude an Mathematik, den die Schüler:innen im Unterricht erleben, und den Rückgang im Interesse auf Klassenebene zu verlangsamen scheint (Frenzel et al., 2009; Kunter et al., 2011; Lazarides et al., 2019). Auch für die Naturwissenschaften wurde beschrieben, dass der Einsatz von Humor sowie der Enthusiasmus von Naturwissenschaftslehrkräften die Atmosphäre im Klassenzimmer verbessert und zu einer positiven Entwicklung von Interesse beitragen kann (Palmer, 2007). So wird beispielsweise für den Enthusiasmus von Grundschullehrkräften im Sachunterricht ein positiver Zusammenhang mit dem Interesse der Schüler:innen berichtet (Fauth et al., 2019). Ebenso wurden im deutschen Physikunterricht Effekte des Enthusiasmus der Lehrkraft auf das Schüler:inneninteresse gefunden, jedoch nur in einem geringen Ausmaß (Keller et al., 2014). Aus pädagogischer Sicht unterstreichen die Ergebnisse „die Bedeutung des Affekts der Lehrkräfte im Unterricht, da begeisterte Lehrkräfte ihre positiven Emotionen auf ihre Schüler:innen übertragen und somit die adaptive Motivationsentwicklung ihrer Schüler:innen beeinflussen“ (Lazarides et al., 2019, S. 7). Allerdings wurde für den Physikunterricht auch gezeigt, dass die überwiegende Mehrheit der Lehrkräfte nur als wenig bis etwas enthusiastisch eingestuft wurde und dass fast keine Lehrkraft ein besonders hohes Maß an enthusiastischem Lehrverhalten zeigte (Keller et al., 2014).

Nach dem Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung sollten Lehrkräfte für ihren Unterricht außerdem Ressourcen auswählen oder schaffen, die das Problemlösen und die Strategieentwicklung fördern (Hidi & Renninger, 2006). Verschiedene Studien heben hervor, dass ein untersuchungsbasierter oder problembasierter naturwissenschaftlicher Unterricht mit häufigem Einsatz von praktischen Lernmöglichkeiten und angewandten Problemlöseaufgaben in der Regel positive Auswirkungen auf das Interesse der Schüler:innen zeigt (Logan & Skamp, 2013; Jocz et al., 2014; Potvin & Hasni, 2014; Potvin et al., 2017; Taasobshirazi & Carr, 2008). Die meisten praktischen Aktivitäten, die nicht so viel Reflexion erfordern, fördern das Interesse der Schüler:innen dagegen weniger (vgl. Frenzel

et al., 2010; Logan & Skamp, 2013; Jocz et al., 2014; Potvin & Hasni, 2014; Potvin et al., 2017). Forschungsbasierter (und nicht nur praktischer) naturwissenschaftlicher Unterricht begünstigt also das Interesse von Schüler:innen. Doch auch wenn Schüler:innen reflektierter und aktiver in den Lernprozess einbezogen werden, wissen sie möglicherweise immer noch nicht, wie sie ihre neu erworbenen naturwissenschaftlichen Fähigkeiten und Kenntnisse außerhalb des Klassenzimmers anwenden können (Taasoobshirazi & Carr, 2008).

Verschiedene Befunde heben deshalb hervor, dass forschungsbasierter Unterricht idealerweise mit dem Ansatz des kontextbasierten Lernens verknüpft werden sollte, um die alltäglichen Anwendungen der Naturwissenschaften zu betonen und Verbindungen zum Leben außerhalb der Schule herzustellen (z.B. Broman et al., 2020; Hasni & Potvin, 2015; Jocz et al., 2014; Potvin & Hasni, 2014). Der Ansatz des kontextbasierten Lernens zielt darauf ab, das Lernen naturwissenschaftlicher Konzepte mit außerschulischen Situationen zu verbinden, die die Anwendung und Relevanz naturwissenschaftlicher Kenntnisse veranschaulichen, und so das Interesse und die Lernleistung der Schüler:innen in diesen Fächern zu steigern (Van Vorst & Aydogmus, 2020). Auch für den Physikunterricht wird davon ausgegangen, dass die Kontextualisierung ein effektiverer Weg ist, um motivationale Zielkriterien der Schüler:innen zu verbessern (Taasoobshirazi & Carr, 2008).

Zur Förderung des Interesses von Schüler:innen sollten Lehrkräfte deshalb Methoden in den naturwissenschaftlichen Unterricht integrieren, um die Naturwissenschaften real zu machen durch die Arbeit mit Themen und Phänomenen aus der realen Welt und um die Naturwissenschaften relevant zu machen durch Verbindung mit der altersgemäßen Lebenserfahrung der Schüler:innen (Butler, 2009). Außerdem heben verschiedene Studien hervor, dass zusätzlich immer auch die Qualität des Unterrichts als Faktor berücksichtigt werden muss, um das Interesse der Schüler:innen zu fördern oder zumindest aufrechtzuerhalten (Krapp & Prenzel, 2011; Logan & Skamp, 2013; Tröbst et al., 2016; Potvin & Hasni, 2014).

Im Folgenden wird auf die unterrichtsbezogenen Faktoren näher eingegangen, die in dieser Arbeit besonders im Fokus stehen und für die angenommen wird, dass sie für das Interesse von Schüler:innen förderlich sind. Dazu werden zunächst zwei Arten von Lebensweltbezügen konkretisiert, die die Naturwissenschaften real beziehungsweise relevant machen, nämlich das Kontextualisieren von Inhalten und das Schaffen von Relevanz durch Hervorheben des Nutzwertes von Inhalten. Außerdem werden als ein Schwerpunkt dieser Arbeit insbesondere die Maßnahmen von Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht beschrieben.

2.2.1 Kontextualisieren von Inhalten

„Die intrinsische Qualität einer interessenorientierten Lernhandlung wird durch die persönliche Identifikation mit dem Interessengegenstand unterstützt und gefördert“ (Krapp, 1998). Schüler:innen darin zu unterstützen, eine selbstbezogene Verbindung oder persönliche Identifikation zu Lerninhalten zu erkennen oder herzustellen, schafft somit eine Grundlage, um Interesse auszulösen. Auf diese Weise lässt sich außerdem die Vertiefung schon bestehender Interessen fördern. Persönliche Verbindungen zum Inhalt spielen daher eine Rolle, wenn sich das Interesse (weiter-)entwickelt (Renninger & Hidi, 2021). Damit bildet die Interessentheorie die Grundlage für zwei Ansätze, um die Entwicklung von Interesse von Schüler:innen im Unterricht zu unterstützen. Zum Einen das Auslösen und Aufrechterhalten situationalen Interesses, beispielsweise durch Angebote für Aktivitäten, die strukturelle Merkmale nutzen, wie Probleme, Herausforderungen oder Überraschungen, um die Aufmerksamkeit und das Engagement der Schüler:innen zu fördern (Mitchell, 1993; Hidi & Renninger, 2006; Palmer, 2007; Renninger & Hidi, 2016).

Zum Anderen kann bei Schüler:innen, die bereits ein anfängliches Interesse am Inhalt haben, die selbstbezogene Informationsverarbeitung sowie die Vertiefung des Interesses durch anhaltende Beschäftigung und Informationssuche gefördert werden. Aufkommende und gut entwickelte individuelle Interessen können in ihrem weiteren Aufbau unterstützt werden, beispielsweise durch das Anbieten von Inhalten und Aufgaben, die akademische Themen mit

bestehenden Interessen verbinden (Harackiewicz et al., 2016; Renninger & Hidi, 2021). Unterrichtsinhalte, die von Schüler:innen typischerweise als persönlich bedeutsam und interessant empfunden werden, sind Themen, die für ihr tägliches Leben wichtig sind oder einen Bezug dazu aufweisen (Mitchell, 1993; Palmer, 2009). Einige Befunde zeigen die positiven Auswirkungen solcher Verbindungen zwischen dem Unterrichtsinhalt und der eigenen Person auf das Interesse von Schüler:innen, zum Beispiel durch Einbettung der Inhalte in Kontexte, die Schüler:innen kennen oder die sie interessieren. Kontexte im naturwissenschaftlichen Unterricht werden in der Regel als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Konzepts eingesetzt. Sie zielen darauf ab, das alltägliche Vorwissen der Schüler:innen aufzugreifen und dieses Wissen mit den zugrundeliegenden naturwissenschaftlichen Konzepten zu verknüpfen, um deren Anwendung in einem realistischen Szenario mit Alltagsbezug zu veranschaulichen (Van Vorst & Aydogmus, 2020).

Für Schüler:innen in den Klassenstufen 5 bis 10 konnte in einer Querschnittstudie gezeigt werden, dass das Interesse an Physik steigt, wenn die Inhalte in anwendungsbezogene Kontexte eingebettet sind und an alltägliche Erfahrungen anknüpfen, die gesellschaftliche Bedeutung ansprechen oder Bezüge zum menschlichen Körper herstellen. Das reine Entdecken oder Nachvollziehen von Gesetzmäßigkeiten wurde von Schüler:innen dagegen als wenig interessant empfunden (Häußler & Hoffmann, 1995). Häußler und Hoffmann unterstrichen damit die Wichtigkeit von Kontextualisierungen und Bezügen zur Lebenswelt der Schüler:innen. Sie hielten fest, dass Schüler:innen „der Sekundarstufe I [...] im allgemeinen keine „kleinen Forscher“ (sind), die physikalische Erkenntnisse um ihrer selbst willen in Form von allgemeinen Regeln und Gesetzen zu erwerben suchen. Ihr Interesse an der Physik ist vielmehr bevorzugt darauf gerichtet, was sie mit diesen Gesetzen und Erkenntnissen anfangen können. Mit anderen Worten: Sie interessieren sich weniger für die Physik als wissenschaftliche Disziplin, sondern mehr für ihre Anwendung und ihren lebenspraktischen Nutzen“ (Häußler & Hoffmann, 1995, S. 113).

Eine an diese Ergebnisse anschließende Interventionsstudie im Physikunterricht kontextualisierte die Inhalte der Klassenstufe 7. Dazu wurde unter anderem die Physik mit früheren Erfahrungen der Schüler:innen verknüpft, Diskussionen über die gesellschaftliche Bedeutung der Inhalte angeregt, physikalische Inhalte mit Anwendungsmöglichkeiten verknüpft und Physik auf den menschlichen Körper bezogen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Interesse der Schüler:innen an Physik sowie das Selbstkonzept positiver entwickelten als in der Kontrollgruppe (Häußler & Hoffmann, 2002).

Für die Sekundarstufe II wurde ebenfalls darauf hingewiesen, dass das Interesse an bestimmten physikalischen Inhalten der Jahrgangsstufen 12 und 13 durch Einbettung in medizinische Kontexte im Vergleich zu herkömmlichem Unterricht deutlich höher lag (Berger, 2002). Wenn Physikwissen also so vermittelt wird, dass die Schüler:innen einen direkten Bezug zu praktischen Lebenssituationen erkennen können, an denen sie persönlich interessiert sind, dann bestehen gute Chancen, dass ihr Interesse stabil bleibt oder sogar zunimmt (Krapp & Prenzel, 2011).

Auch aktuellere Studien deuten darauf hin, dass Schüler:innen ein größeres Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern zeigen, wenn die Lehrkräfte naturwissenschaftliche Inhalte stärker mit lebensbezogenen Themen der Schüler:innen verknüpfen (Kang & Keinonen, 2018; Logan & Skamp, 2013). So wurde mittels quantitativer und qualitativer Daten gezeigt, dass Schüler:innen der Klassenstufen 10 bis 12 kontextbezogene, offene Aufgaben insbesondere dann als interessant und relevant empfinden, wenn die Aufgaben einen engen Bezug zu ihrer eigenen Person aufweisen (Broman et al., 2020).

Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass die Verwendung von Kontexten im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht immer für alle Schüler:innen gleichermaßen von Vorteil ist (Durik et al., 2015). Während für Schüler:innen mit geringem Interesse alltägliche oder persönliche Kontextualisierung die meisten positiven Auswirkungen zeigen, scheinen sich Schüler:innen mit einem höheren Interesse eher für Themenbereiche zu interessieren, mit denen sie nicht vertraut sind (Durik et al., 2015; Habig et al., 2018; Häußler & Hoffmann,

2000). Zudem hat sich gezeigt, dass Mädchen sensibler auf Kontextwechsel reagieren als Jungen (Häußler & Hoffmann, 1995). Um Mädchen und Jungen gleichermaßen in der Entwicklung ihres Interesses zu unterstützen, wurde daraus gefolgert, dass es sinnvoll wäre, sich zur Einbettung der Inhalte an Kontexten zu orientieren, die besonders Mädchen interessant finden (Berger, 2002; Häußler & Hoffmann, 1995). Befunde haben bestätigt, dass Maßnahmen, die das Interesse von Mädchen begünstigen, auch bei Jungen zu Steigerungen im Interesse führen (Häußler & Hoffmann, 2002; Potvin & Hasni, 2014).

Eine gute Kontextualisierung der zu vermittelnden Inhalte scheint nicht nur wichtig zu sein, um das Interesse der Schüler:innen zu wecken. Wenn die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts sich auf Aktivitäten oder Themen konzentriert, die Schüler:innen besonders interessant oder nützlich für ihren Alltag oder ihr zukünftiges Leben erscheinen, lässt sich eine Verschiebung der Motivation hin zu einer intrinsischeren Form verzeichnen (Potvin & Hasni, 2014). Befunde zeigen allerdings auch, dass es Schüler:innen im naturwissenschaftlichen Unterricht oft an Kontextualisierung fehlt und sie nur wenig Verbindungen zu ihrem Leben außerhalb der Schule wahrnehmen (Hasni & Potvin, 2015; Taasobshirazi & Carr, 2008).

Ein weiterer Weg, motivationale Zielkriterien von Schüler:innen zu erhalten, besteht außerdem darin, Naturwissenschaften relevant zu machen und Schüler:innen zu helfen, Sinn und Wert in ihrem Unterricht zu finden (Butler, 2009; Harackiewicz et al., 2016). Denn Sinnhaftigkeit und persönliche Relevanz wurden bereits als wichtige Vorläufer des situativen Interesses bestätigt (Tröbst et al., 2016). Ein wichtiger Aspekt für die Entwicklung von Interesse besteht deshalb darin, dass die Schüler:innen Verbindungen zwischen dem Unterrichtsinhalt und ihrem eigenen Leben herstellen (Hulleman et al., 2017). Im Folgenden wird auf diese Möglichkeit, das Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern, eingegangen.

2.2.2 Hervorheben des Nutzwertes

Das Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung legt nahe, dass das Empfinden eines persönlichen Wertes für einen bestimmten Bereich oder eine bestimmte Tätigkeit ein entscheidender Aspekt ist, der zu einem tieferen Interesse führen kann (Hidi & Renninger, 2006). Für das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften, ihre Teilnahme an Naturwissenschaften sowie ihre Motivation, sich in Zukunft mit Naturwissenschaft zu beschäftigen, hat es sich als einen wichtigen Prädiktor gezeigt, dass die Schüler:innen einen persönlichen Wert und Sinn in den ausgeübten Tätigkeiten finden (Ainley & Ainley, 2011b; Hidi & Renninger, 2006). Damit wird an die Erwartungs-Wert-Theorie angeknüpft (Eccles et al., 1983). Nach dieser Theorie entscheiden sich Personen für anspruchsvolle Aufgaben oder Beschäftigungen, wenn sie diese schätzen und erwarten, dass sie diese erfolgreich absolvieren können. Der Wert einer Aufgabe (Aufgabenwert) wird definiert im Hinblick auf die Qualitäten verschiedener Aufgaben und darauf, wie diese Qualitäten den Wunsch einer Person beeinflussen, diese Aufgabe zu erledigen (Eccles et al., 1983).

Eccles et al. (1983) definieren Aufgabenwerte als die wahrgenommene Bedeutung einer Aufgabe. Dabei wird berücksichtigt, inwiefern eine konkrete Aufgabe für andere Aufgaben, Aspekte oder Ziele des aktuellen oder zukünftigen Lebens einer Person nützlich oder relevant ist (Nutzwert) und inwiefern die Aufgabe Spaß macht und Freude bereitet (intrinsischer Wert). Außerdem wird beachtet, inwieweit eine gute Leistung bei dieser Aktivität das Selbstkonzept, den Selbstwert und die Identität einer Person beeinflusst (Leistungswert) und in welchem Maße es wahrgenommene negative Aspekte der Beschäftigung mit einer konkreten Aufgabe gibt, wie Anstrengung, Zeitkosten oder negative emotionale Zustände, wie Leistungsangst oder Angst vor dem Versagen (Kostenwert).

In engem Zusammenhang mit situationalem Interesse steht der intrinsische Wert, der, wie auch der Leistungswert, akademisches Interesse und Ausdauer voraussagt (Eccles, 1983; Eccles & Wigfield, 2002; Wigfield & Eccles, 2000). Allerdings ist der Nutzwert ein idealeres Ziel für Interesseninterventionen, da er der Aufgabenwert ist, der am ehesten von außen

beeinflussbar ist (Harackiewicz et al., 2016). Dies macht den Nutzwert besonders geeignet für situative Interventionen durch Lehrkräfte oder Eltern, die den Schüler:innen helfen können, Verbindungen zwischen einer Aufgabe und ihrem Leben zu entdecken und wertzuschätzen (Hulleman et al., 2010). Indem eine starke Verbindung zwischen dem Material und der eigenen Person hergestellt wird, kann das Hervorheben eines persönlichen Nutzens und der praktischen Relevanz eines Unterrichtsinhalts eine wirksame Strategie sein, um ein aufkommendes Interesse zu fördern und zu verbessern (Hecht et al., 2021; Renninger & Hidi, 2016).

Auf der Grundlage der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles, 1983; Wigfield & Eccles, 2000) sind Nutzwertinterventionen ein prominentes und gut untersuchtes Beispiel für Interventionen, die sowohl auf das Auslösen als auch auf das Erhalten von Interesse abzielen (z.B. Hulleman et al., 2017; Hulleman & Harackiewicz, 2009; Rosenzweig et al., 2020; Shin et al., 2019). Nutzwertinterventionen leiten Schüler:innen durch Aktivitäten, die die Anwendung und Relevanz des Unterrichtsmaterials für ihr eigenes Leben hervorheben, und sollen den Schüler:innen dabei helfen, Unterrichtsinhalte mit ihrem täglichen Leben zu verbinden (Harackiewicz et al., 2016; Hulleman et al., 2021).

Es gibt zwei Möglichkeiten, Nutzwertinterventionen im Unterricht umzusetzen. Zum einen können Lehrkräfte den Nutzwert eines Themas oder Unterrichtsinhalts direkt vermitteln und den Schüler:innen Beispiele dafür geben, wie das gegebene Thema für sie persönlich jetzt oder in Zukunft nützlich und wichtig sein kann. Hierbei handelt es sich um einen direkt kommunizierten Ansatz. Zum anderen können Lehrkräfte den Nutzwert aber auch vermitteln, indem sie ihre Schüler:innen beauftragen, diesen Wert für sich selbst zu entdecken. Dieser selbstgenerierte Ansatz kommt unter den Nutzwert-Interventionen häufiger vor (Harackiewicz & Priniski, 2018; Hecht et al., 2021). Der Schlüssel liegt darin, die Schüler:innen aktiv daran arbeiten zu lassen, den Wert für sich selbst zu finden. Sie sollen eigenständig und nach ihren Vorstellungen persönliche, spezifische und inhaltlich relevante Verbindungen zwischen dem Unterrichtsinhalt und ihrem eigenen Leben herstellen. Bei dieser Art von

Nutzwertinterventionen handelt es sich meist um kurze Lese- und Schreibaktivitäten, die auf die Überzeugungen der Schüler:innen über Sinn und Zweck des Gelernten abzielen. Dies kann beispielsweise über eine Hausaufgabe oder eine Schreibübung geschehen, in der die Schüler:innen die Unterrichtsthemen auf ihr eigenes Leben beziehen oder darüber nachdenken sollen, wie das Unterrichtsthema in ihrem (zukünftigen) Leben von Nutzen sein könnte. Diese Aktivitäten helfen den Schüler:innen, den entsprechenden Unterrichtsinhalt wertzuschätzen und ein tieferes Engagement zu fördern (Harackiewicz et al., 2016; Harackiewicz & Priniski, 2018; Hecht et al., 2021; Hulleman et al., 2021).

Für mathematische und naturwissenschaftliche Inhalte konnte das Potenzial von Nutzwertinterventionen zur Förderung des Interesses von Schüler:innen in der Sekundarstufe durch verschiedene Studien bestätigt werden (z.B. Curry et al., 2020; Durik & Harackiewicz, 2007; Gaspard et al., 2015; Hecht et al., 2021; Hulleman et al., 2010, 2021; Hulleman & Harackiewicz, 2009; Rosenzweig & Wigfield, 2016). In der Regel wurden Nutzwertinterventionen von Klassenstufe 9 an erfolgreich eingesetzt (Gaspard et al., 2015). Die positiven Auswirkungen der Nutzwert-Intervention werden als Signal dafür gesehen, dass im Lernkontext etwas fehlt, das, wenn es vorhanden wäre, die motivationalen und kognitiven Ergebnisse der Schüler:innen fördern würde (Hulleman et al., 2021).

2.2.3 Unterrichtsqualität

Insgesamt deuten Studien darauf hin, dass Lernangebote sowie die verwendeten Lehr- und Lernansätze im naturwissenschaftlichen Unterricht sich positiv auf das Interesse der Schüler:innen auswirken können, dass aber die Qualität des Unterrichts als Faktor berücksichtigt werden muss, um das Interesse von Schüler:innen zu fördern oder zumindest aufrechtzuerhalten (Hidi & Renninger, 2006; Krapp & Prenzel, 2011; Liu & Schunn, 2018; Logan & Skamp, 2013; Potvin & Hasni, 2014; Tröbst et al., 2016). Als einen besonders entscheidenden unterrichtsbezogenen Faktor für die Interessenentwicklung widmet sich ein Forschungsbereich umfangreichen Modellen der Unterrichtsqualität, um die grundlegenden Dimensionen der Unterrichtsqualität zu ermitteln, die Schüler:innenergebnisse vorhersagen

(z.B. Kyriakides et al., 2018; Patrick et al., 2011; Pianta & Hamre, 2009; Praetorius & Charalambous, 2018). Konkret bezieht sich die Unterrichtsqualität auf die Qualität des Unterrichts, den eine Lehrkraft in der Interaktion mit den Schüler:innen im Klassenzimmer umsetzen kann (Klieme et al., 2009). Dabei wird in der Regel auf die Klassenebene konzentriert, da Unterricht konzeptionell ein Konstrukt auf Klassenebene ist und das Verhalten der Lehrkräfte im Klassenzimmer widerspiegelt (Fauth et al., 2014; Teig & Nilsen, 2022; Tröbst et al., 2016).

Unterrichtsqualität wird unterschiedlich konzeptualisiert (Praetorius et al., 2018; Senden et al., 2021). Es gibt verschiedene Modelle zur Ermittlung der grundlegenden Dimensionen von Unterrichtsqualität, die wiederum die Ergebnisse in den Zielvariablen von Schüler:innen vorhersagen können, wie beispielsweise die Entwicklung von Interesse oder Leistung von Schüler:innen (Kyriakides et al., 2018; Patrick et al., 2011; Pianta & Hamre, 2009; Praetorius & Charalambous, 2018; Praetorius et al., 2020a). „Diese [verschiedenen Modelle] unterscheiden sich darin, welche Dimensionen von Unterrichtsqualität einbezogen werden, wie diese strukturiert und benannt sind“ (Praetorius et al., 2020a). Gemeinsam haben die Modelle allerdings, dass die Konzeptualisierungen in der Regel drei Kernaspekte umfassen und zwar Aspekte im Zusammenhang mit Klassenführung, Aspekte der sozio-emotionalen Unterstützung im Klassenzimmer und Aspekte eines Unterrichts, der klar und kognitiv anspruchsvoll ist (Praetorius et al., 2018; Senden et al., 2021; Steffensky & Neuhaus, 2018). Diese drei Kernaspekte wurden insbesondere von Klieme et al. (2001) für den Mathematikunterricht aufgestellt mit den Dimensionen der effektiven Klassenführung, des unterstützenden und schüler:innenorientierten Klimas und der kognitiven Aktivierung. Auch international sind beispielsweise im amerikanischen Raum mit dem CLASS-Modell (*Classroom Assessment Scoring System*) drei ähnliche grundlegende Kriterien guten Unterrichts definiert worden, mit den drei übergeordneten Dimensionen *Emotional Support*, *Classroom Organization* und *Instructional Support* (z.B. Pianta et al., 2012; Pianta & Hamre, 2009).

Im deutschsprachigen Raum ist zur Beschreibung von Unterrichtsqualität der Ansatz der drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualität etabliert (Baumert et al., 2010; Klieme et al., 2009; Kunter & Voss, 2013; Praetorius et al., 2018). Dieser gilt „als prominentester Ansatz zur Erforschung von Unterrichtsqualität in der deutschsprachigen quantitativen empirischen Unterrichtsforschung“ (Praetorius et al., 2020b). Das Modell der drei Basisdimensionen unterscheidet Klassenführung, konstruktive Unterstützung und kognitive Aktivierung als die drei zentralen Dimensionen von Unterrichtsqualität (Klieme et al., 2009; Kunter & Voss, 2011; Praetorius et al., 2018). Nach diesem Modell lassen sich die Entwicklung der Schüler:innenleistung sowie die Motivation durch effektive Klassenführung (die Maximierung der Lernzeit durch die Verringerung oder Vermeidung von Unterbrechungen und Störungen während des Unterrichts), die Unterstützung der Schüler:innen (Unterstützung bei der Bewältigung von Lernanforderungen sowie der Erfahrung von Kompetenz, Autonomie und sozialer Verbundenheit) und die kognitive Aktivierung (das Ausmaß, in dem der Unterricht höheres Denken und kognitive Autonomie fördert) vorhersagen (Baumert et al., 2010; Praetorius et al., 2018). Allerdings wurde Unterrichtsqualität meist im Zusammenhang mit der Leistung von Schüler:innen untersucht (Teig & Nilsen, 2022). Die Wirkung der drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualität auf die Zielkriterien der Schüler:innen lassen sich durch bekannte psychologische Faktoren erklären: Lernzeit, Selbstbestimmung und kognitiv-konstruktives Lernen (Praetorius et al., 2018). Theoretisch sind diese Dimensionen so konzipiert, dass sie von Natur aus generisch sind und daher über alle Schulfächer, Klassenstufen und möglicherweise sogar Länder und Kulturen hinweg anwendbar sind (Praetorius et al., 2018, S. 408). In der Tat kamen Dorfner et al. (2019) zu der Einschätzung, dass dieses Modell zur Beschreibung der Qualität im Biologieunterricht unabhängig vom Inhalt verwendet werden kann.

Die drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualität – Klassenführung, konstruktive Unterstützung und kognitive Aktivierung – werden im Folgenden näher erläutert.

2.2.3.1 Klassenführung

Klassenführung beschreibt die Koordination und Steuerung des „komplexen Geschehens im Klassenzimmer mit dem Ziel, die zur Verfügung stehende Lernzeit optimal zu nutzen und Zeitverluste durch nicht lernbezogene Aktivitäten zu vermeiden“ (Kunter & Voss, 2011). Die Klassenführung ist sowohl eine Voraussetzung dafür, dass die Schüler:innen aufmerksam werden (z.B. durch Überwachung durch die Lehrkraft), als auch ein Anzeichen dafür, dass die Schüler:innen aufmerksam sind (z.B. fehlende Unterbrechungen im Unterricht) (Praetorius et al., 2018, S. 409). Nach Kounin (1970; 2006) sind für die Klassenführung besonders proaktive Handlungen einer Lehrkraft zur Prävention von Unterrichtsstörungen relevant, wie das Festlegen und Einhalten von Regeln und Routinen oder klar strukturierte Unterrichtsabläufe, und weniger der reaktive Umgang mit Unterrichtsstörungen. Im Rahmen des Modells der drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität wird davon ausgegangen, dass Klassenführung aufgrund effektiverer Lernzeit den Lernerfolg von Schüler:innen fördert (Kunter & Voss, 2011; Praetorius et al., 2018). Allerdings konnten auch Zusammenhänge mit motivationalen Erträgen der Schüler:innen empirisch bestätigt werden (Rakoczy et al., 2007). Kontinuierliche Überwachung durch die Lehrkraft, das Festlegen und Einhalten von Regeln sowie klare Abläufe können dazu dienen, ein gut strukturiertes Umfeld zu schaffen, in dem sich die Schüler:innen als autonom und kompetent wahrnehmen und somit ein fachbezogenes Interesse entwickeln. Längsschnittstudien, in denen die wahrgenommene Unterrichtsqualität der Klassenführung anhand von Schüler:innenratings erhoben wurde, haben gezeigt, dass Aspekte der Klassenführung positiv mit der Interessenentwicklung von Schüler:innen im naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht zusammenhängen (Fauth et al., 2014 für naturwissenschaftlichen Unterricht; Klieme et al., 2009; Kunter, Baumert, et al., 2007; Kunter, Klusmann, et al., 2007; Rakoczy et al., 2007 für Mathematik). Die Befunde der Längsschnittstudien stützen also die Annahme, dass sich Klassenführung positiv auf die Entwicklung des Schüler:inneninteresses auswirkt. Allerdings konnten für das Fach Mathematik die positiven Effekte von Klassenführung auf das Interesse an Mathematik nur auf Schüler:innenebene festgestellt werden, nicht aber auf Klassenebene (Kunter,

60

Baumert, et al., 2007; Kunter, Klusmann, et al., 2007). Dies deutet darauf hin, dass diese Dimension der Unterrichtsqualität besonders wirksam für die einzelnen Schüler:innen innerhalb einer Klasse sein könnte (Kunter, Baumert, et al., 2007; Kunter, Klusmann, et al., 2007).

Querschnittliche Befunde konnten jedoch auch auf Klassenebene positive Zusammenhänge zwischen Klassenführung und dem Interesse von Schüler:innen nachweisen. Dabei wurden positive Zusammenhänge der wahrgenommenen Strukturiertheit des Unterrichts und des Mathematikinteresses von Schüler:innen sowohl auf Schüler:innenebene als auch auf Klassenebene gezeigt (Daniels, 2008). Ebenfalls wurden sowohl auf Schüler:innen- als auch auf Klassenebene positive Effekte der Klassenführung auf das Fachinteresse der Schüler:innen in den Klassenstufen 5 und 6 berichtet, wobei der Effekt auf Klassenebene stärker ausgeprägt war (Schiefele, 2017).

Auch einige Studien mit kurzfristigen Längsschnittdesigns untersuchten Zusammenhänge zwischen Klassenführung und dem Interesse von Schüler:innen auf Klassenebene. Dorfner et al. (2018) zeigten signifikante Effekte von Klassenführung im Biologieunterricht auf das situationale Interesse von Schüler:innen der sechsten Klasse. Für die Freude an Mathematik erwies sich Klassenführung ebenfalls als signifikanter Prädiktor (Kunter et al., 2013; Kunter & Voss, 2011). Es liegen jedoch Befunde vor, die die Wirkung der Klassenführung auf das Interesse von Schüler:innen weniger eindeutig erscheinen lassen. So stand das Schüler:inneninteresse an naturwissenschaftlichem Unterricht in vierten und sechsten Klassen nicht im Zusammenhang mit Klassenführung (Kleickmann et al., 2020). Auch für die Klassenstufen 9 und 10 für das Schüler:inneninteresse im Fach Mathematik auf Klassenebene konnten keine Zusammenhänge mit der von Schüler:innen wahrgenommenen Klassenführung berichtet werden (Becker & Keller, 2022). Im Ländervergleich zwischen Korea und Singapur unter Verwendung der Daten von PISA 2012 im Fach Mathematik kam es zu uneindeutigen Ergebnissen, indem Klassenführung einen positiven Effekt auf das Mathematikinteresse der Schüler:innen in Singapur zeigte, für Schüler:innen in Korea aber keinen signifikanten Effekt aufwies. Waldis et al. (2010) konnten im querschnittlichen Teil

ihrer Studie positive Zusammenhänge zwischen Beobachter:inneneinschätzung der Klassenführung und dem individuellen Interesse von Schüler:innen an Mathematik berichten, es wurden jedoch in der längsschnittlichen Untersuchung keine Effekte der Klassenführung auf die Interessenentwicklung gefunden.

2.2.3.2 Konstruktive Unterstützung

Das Konzept der konstruktiven Unterstützung umfasst sowohl Merkmale der Strukturierung als auch die Wahrnehmung der Qualität der sozialen Interaktionen und der Beziehungen zwischen Lehrkräften und Schüler:innen (Kunter & Voss, 2011; Praetorius et al., 2018).

Kognitiv aktivierende Lerngelegenheiten erfordern ein hohes Maß an aktiver Beteiligung der Schüler:innen. Um sie „zur aktiven Beteiligung anzuregen, ist eine unterstützende Lernumgebung notwendig“ (Kunter & Voss, 2011). Im Mittelpunkt dieser Basisdimension von Unterrichtsqualität stehen daher die Unterstützung der Schüler:innen bei Verständnisproblemen sowie „die Schaffung eines Lernklimas, in dem die Interaktion zwischen Lehrkräften und Lernenden von Respekt und Wertschätzung geprägt ist“ (Kunter & Ewald, 2016, S. 16). Zudem sind Faktoren wie Differenzierung, Wahlmöglichkeiten und ein angemessenes Tempo im Einklang mit den individuellen Bedürfnissen und Interessen der Schüler:innen relevant (Praetorius et al., 2018). Die konstruktive Unterstützung erfordert von Lehrkräften ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und Sensibilität für Verständnisprobleme von Schüler:innen, die Fähigkeit zur Diagnose der Struktur von Schwierigkeiten sowie einen geduldigen Umgang mit denselben. Erklärungen und Rückmeldungen sollten zudem in der Form gestaltet sein, dass Schüler:innen als autonome Personen geschützt und wertgeschätzt werden (Kunter & Voss, 2011). Die konstruktive Unterstützung gilt sowohl als eine Voraussetzung für die Entwicklung von Lernmotivation, beispielsweise Sensibilität der Lehrkraft für die individuellen Bedürfnisse von Schüler:innen, als auch als ein Anzeichen für eine selbstbestimmte Motivation der Schüler:innen, zum Beispiel durch geringen Leistungsdruck (Praetorius et al., 2018).

Theoretisch basiert die Dimension der konstruktiven Unterstützung damit auf Grundannahmen der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Ryan & Deci (2000). Daher wird angenommen, dass Unterricht das Erleben von Kompetenz (z.B. durch konstruktives inhaltliches Feedback), das Erleben von Autonomie (z.B. durch Wahlmöglichkeiten für die Schüler:innen) sowie das Erleben sozialer Eingebundenheit (z.B. durch einen wertschätzenden Umgang der Schüler:innen und Lehrkräfte sowie der Schüler:innen untereinander) ermöglichen sollte (Praetorius et al., 2018; 2020b). Auf diese Weise kann konstruktive Unterstützung die Motivation der Schüler:innen fördern (Praetorius et al., 2018). Konkret wird davon ausgegangen, dass sich Schüler:innen in Klassen mit einem positiv ausgeprägten Klima, das von gegenseitiger Wertschätzung und von Respekt geprägt ist, wohler fühlen, dass sie positivere Beziehungen untereinander sowie zu ihrer Lehrkraft entwickeln und dass sie „sich stärker sozial eingebunden, selbstbestimmter und auch kompetenter erleben, was nach der Selbstbestimmungstheorie eine höhere intrinsische Motivation und demzufolge ein stärkeres Engagement für das Lernen nach sich ziehen sollte“ (Lipowsky, 2020, S. 96).

In der Tat haben mehrere Studien positive Auswirkungen von Schüler:innenunterstützung auf das Interesse von Schüler:innen an Mathematik und Naturwissenschaften festgestellt. Bereits Klieme & Rakoczy (2003) berichteten in ihrer Studie zur Unterrichtsqualität die engsten Zusammenhänge zwischen Unterstützungsverhalten der Lehrkräfte als Unterrichtsmerkmal und dem mathematischen Interesse der Schüler:innen als Lernergebnis. Aufgrund der Struktur der PISA-Daten befinden sich die Ergebnisse allerdings auf Schulebene und nicht auf Klassenebene (Klieme & Rakoczy, 2003). Ebenfalls querschnittlich für Schüler:innen aus den Klassen acht bis zehn wurde gezeigt, dass Schüler:innen aus Klassen mit einem hohen Maß an wahrgenommener inhaltlicher und sozialer Unterstützung durch die Lehrkraft auch signifikant höhere Werte für ihr Interesse am Mathematikunterricht angaben als Schüler:innen aus Klassen mit weniger wahrgenommener Unterstützung (Lazarides & Ittel, 2012). Für die Klassenstufen 9 und 10 zeigten sich positive Zusammenhänge der über Schüler:innenratings erhobenen konstruktiven Unterstützung und

dem situationalen Interesse der Schüler:innen im Fach Mathematik auf Klassenebene (Becker & Keller, 2022).

Für die Klassenstufen 7 bis 12 wurde in mehreren Erhebungswellen gezeigt, dass die von Schüler:innen wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft präventiv gegen eine ungünstige Veränderung in Motivationsüberzeugungen zu wirken scheint (Lazarides et al., 2020). In einer längsschnittlichen Untersuchung über ein Schuljahr von Beginn der Klassenstufe 5 bis Beginn der Klassenstufe 6 im Fach Mathematik wurde außerdem gezeigt, dass die von den Schüler:innen wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft die Veränderung des Schüler:inneninteresses auf Klassenebene positiv voraussagte und somit den Rückgang im Interesse abmilderte (Lazarides et al., 2019). Auch in einer weiteren längsschnittlichen, fächerübergreifenden Untersuchung von Beginn der achten Klasse bis Ende der neunten Klasse wurde gezeigt, dass Unterstützung der Schüler:innen in ihrer Kompetenz und sozialer Eingebundenheit sich positiv auf motivationale Kriterien auswirkt und den Rückgang der untersuchten Motivationsvariablen vermindert (Lazarides & Raufelder, 2017).

Ähnliche erste Befunde werden auch in naturwissenschaftlichen Fächern gezeigt. So gibt es Hinweise darauf, dass die Unterstützung der Schüler:innen in ihrer Kompetenz und Autonomie im Physikunterricht in einem positiven Zusammenhang mit ihrer intrinsischen Motivation steht (Beerenwinkel & von Arx, 2017). Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht fanden Fauth und Kolleg:innen (2014) positive Zusammenhänge zwischen der durch Schüler:innen wahrgenommenen konstruktiven Unterstützung und ihrem situationalen Interesse. Ein weiterer Befund für konstruktive Unterstützung, ebenfalls erhoben über Schüler:innenratings, berichtet ebenso einen positiven Zusammenhang mit dem Schüler:inneninteresse im naturwissenschaftlichen Unterricht in vierten Klassen (Kleickmann et al., 2020). Hierbei wurde die konstruktive Unterstützung unterschieden in die kognitive und die emotionale Unterstützung, die sich beide prädiktiv für das Interesse von Schüler:innen zeigten (Kleickmann et al., 2020). Auch für das situationale Interesse von

Schüler:innen der sechsten Klasse im Biologieunterricht zeigten sich signifikante positive Effekte des unterstützenden Klimas, erhoben über Beobachter:innenratings (Dorfner et al., 2018).

Allerdings ist die Evidenz für die Basisdimension der konstruktiven Unterstützung nicht ganz einheitlich, da andere Befunde keinen Effekt der Schüler:innenunterstützung auf das Interesse oder unklare Ergebnisse berichten (z.B. Lazarides & Ittel, 2013; Yi & Lee, 2017): In ihrer Studie über drei Monate mit zwei Messzeitpunkten konnten Lazarides und Ittel (2013) keine Effekte von Unterstützung durch die Lehrkraft auf das Interesse der Schüler:innen an Mathematik in den Klassenstufen 8 bis 10 zeigen. Zu unklaren Ergebnissen kamen Yi und Lee (2017) unter Verwendung der Daten von PISA 2012 im Fach Mathematik für die Länder Korea und Singapur. Zwar konnten sie für beide Länder positive Effekte von Lernunterstützung auf das Mathematikinteresse berichten. Unterstützung in Form von Schüler:innenorientierung zeigte jedoch nur für Singapur positive Effekte auf das Interesse der Schüler:innen, während sich für Schüler:innen aus Korea negative Effekte zeigten (Yi & Lee, 2017). Waldis und Kolleg:innen (2010) konnten in ihrem querschnittlichen Teil der Studie positive Zusammenhänge zwischen Beobachter:inneneinschätzung der konstruktiven Unterstützung und dem individuellen Interesse an Mathematik berichten, es wurden jedoch in der längsschnittlichen Untersuchung keine Effekte der konstruktiven Unterstützung auf die Interessenentwicklung gefunden.

2.2.3.3 Kognitive Aktivierung

Der Begriff der kognitiven Aktivierung hat sich im deutschen Sprachraum durchgesetzt zur Beschreibung von Lerngelegenheiten, die Schüler:innen zur aktiven Auseinandersetzung mit Lerninhalten auf einem für sie angemessenen Niveau anregen und damit zum verständnisvollen fachlichen Lernen im Unterricht stimulieren (Baumert & Köller, 2000; Leuders & Holzäpfel, 2011; Kunter et al., 2005). So wird durch kognitive Aktivierung ein Unterricht beschrieben, der „zum vertieften Nachdenken und zu einer elaborierten Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand anregt“ (Lipowsky, 2006, S. 60).

Hintergrund der kognitiven Aktivierung sind neuere Ansätze der Unterrichtsforschung, die auf (ko-)konstruktivistischen Perspektiven und Theorien des Wissenserwerbs beruhen und in denen Lernen als ein konstruktiver, kumulativer und reflexiver Prozess dargestellt wird, der die selbstständige und aktive Auseinandersetzung Lernender mit Wissen beinhaltet (Klieme et al., 2009; Kunter et al., 2005; Lipowsky, 2020; Palincsar, 1998; Praetorius et al., 2018). Diese Perspektiven gehen davon aus, dass Lehrkräfte das Vorwissen und die Denkweisen von Schüler:innen explorieren und darauf aufbauen sollten (Praetorius et al., 2018).

Unterricht wird dann als kognitiv aktivierend angesehen, wenn er inhaltliches Verstehen unterstützt, indem fachliche Konzepte explizit gemacht werden und die Beziehungen elementarer Einheiten sowie grundlegende Ideen, Gesetze, Verfahren oder Repräsentationen verdeutlicht werden und außerdem neue Inhalte an das Vorwissen der Schüler:innen, an ihre Ideen sowie Interessen anknüpfen (Klieme et al., 2009; Kunter et al., 2005; Praetorius et al., 2018). Von einem kognitiv aktivierenden Unterricht kann ausgegangen werden, wenn Schüler:innen kognitiv anspruchsvolle Tätigkeiten ausüben und Aufgaben- und Problemstellungen zum Einsatz kommen, die bereits bestehende Konzepte hinterfragen und die höhere kognitive Ansprüche an Schüler:innen stellen, indem sie zum Austausch von Argumenten, zum Diskutieren, zum Erklären unterschiedlicher Lösungswege, zum Vergleichen und Beurteilen, zum Formulieren von Vermutungen oder zum Übertragen von Wissen auf andere Situationen herausfordern (Klieme et al., 2009; Kunter et al., 2005; Lipowsky, 2020).

Die kognitive Aktivierung ist sowohl eine Voraussetzung dafür, dass die Schüler:innen Wissen aufbauen (z.B. durch anspruchsvolle Aufgaben, die in angemessenem Tempo bearbeitet werden), als auch ein Anzeichen dafür, dass die Schüler:innen übergeordnetes Denken anwenden, beispielsweise wenn sie ihre Antworten begründen (Praetorius et al., 2018).

Aufgrund ihrer Inhaltlichkeit wird kognitive Aktivierung auch als Schlüsseldimension der Unterrichtsqualität für das Lernen im Klassenzimmer angesehen (Klieme et al., 2009). Von

der kognitiven Aktivierung wird deshalb in erster Linie erwartet, dass sie das vertiefte Verständnis der Lernenden fördert (Praetorius et al., 2018; Lipowsky, 2020). Ziel eines verständnisvollen Lernprozesses ist der Aufbau eines konzeptuellen Verständnisses, gekennzeichnet durch Vernetzung von Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, das als grundlegendes Werkzeug zur Problemlösung und zur Anwendung dieses Wissens in neuen Situationen dient (Kunter et al., 2005). Durch kognitive Aktivierung sollen aber nicht nur rein kognitive Ziele erreicht werden, sondern gleichzeitig auch motivationale Merkmale gefördert werden, wie das Interesse von Schüler:innen und deren Motivation an den Unterrichtsinhalten sowie am Unterricht selbst (Clausen, 2002; Kunter et al., 2005).

Tatsächlich sollte die kognitive Aktivierung ein großes Potenzial zu haben, das Interesse von Schüler:innen zu fördern. Zum einen weist die kognitive Aktivierung wesentliche Merkmale auf, die ein situatives Interesse auslösen und aufrechterhalten können, wie beispielsweise das Bereitstellen herausfordernder Aufgaben oder das Schaffen kognitiver Konflikte, die zu überraschenden Einsichten führen. Zum Anderen weist die kognitive Aktivierung auch Merkmale auf, die das individuelle Interesse aufrechterhalten können, beispielsweise durch das Hervorheben von Verbindungen zwischen dem Lehrstoff und dem Alltagsleben der Schüler:innen. Auch empirisch weisen einige Autor:innen auf das Potenzial der kognitiven Aktivierung zur Förderung der Motivation und des Interesses von Schüler:innen an Naturwissenschaften hin (z.B. Fauth et al., 2014). Die Befunde für diese Annahme sind jedoch nicht einheitlich (Praetorius et al., 2018; Yi & Lee, 2017).

Positive Effekte der kognitiven Aktivierung auf das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften legen beispielsweise einige Studien mit kurzfristigen Längsschnittdesigns nahe. Für die durch die Schüler:innen wahrgenommene kognitive Aktivierung zeigten sich positive Zusammenhänge mit ihrem situationalen Interesse im naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Grundschule (Fauth et al., 2014). Gleichmaßen wurde für den naturwissenschaftlichen Unterricht in vierten und sechsten Klassen ein positiver Zusammenhang zwischen kognitiver Aktivierung, ebenfalls erhoben

über Schüler:innenratings, und dem Schüler:inneninteresse berichtet (Kleickmann et al., 2020). Unterrichtspraktiken wie das Erfragen von Schüler:innenerklärungen und der Einsatz von Schüler:innenexperimenten zeigten sich prädiktiv für das Interesse der Schüler:innen im naturwissenschaftlichen Unterricht in Grund- und Sekundarschulen (Tröbst et al., 2016). Auch für die Klassenstufen 9 und 10 zeigten sich positive Zusammenhänge der durch Schüler:innen wahrgenommenen kognitiven Aktivierung und ihrem situationalen Interesse auf Klassenebene im Fach Mathematik (Becker & Keller, 2022).

Befunde aus dem Biologieunterricht in der Klassestufe 6 an Gymnasien konnten positive Zusammenhänge kognitiver Aktivierung, die durch Beobachter:innen eingeschätzt wurde, mit dem situationalen Interesse von Schüler:innen belegen (Dorfner et al., 2018; Förtsch et al., 2017). Außerdem wurde gezeigt, dass ein qualitativ hochwertiger Unterrichtsdiskurs, der als ein Aspekt kognitiv aktivierenden Unterrichts gesehen werden kann, das situative Interesse von Schüler:innen an dem entsprechenden Thema in Physik steigerte (Seidel et al., 2003).

Wie bei den anderen beiden Basisdimensionen von Unterrichtsqualität zeigen sich allerdings auch für die kognitive Aktivierung uneindeutige Befunde oder Ergebnisse, die keine Hinweise auf das erwartete Muster finden (Waldis et al., 2010; Yi & Lee, 2017). So zeigte kognitive Aktivierung zwar positive Effekte auf das Interesse an Mathematik für Schüler:innen in Korea aber keinen Effekt auf das Interesse an Mathematik für Schüler:innen in Singapur (Yi & Lee, 2017). Waldis und Kolleg:innen (2010) konnten zwar im querschnittlichen Teil ihrer Studie positive Zusammenhänge zwischen Beobachter:inneneinschätzungen der kognitiven Aktivierung und dem individuellen Interesse von Schüler:innen an Mathematik berichten, es wurden jedoch in der längsschnittlichen Untersuchung keine Effekte der kognitiven Aktivierung auf die Interessenentwicklung gefunden. Bei Kunter und Voss (2011) zeigte sich ein hohes Maß an kognitiver Aktivierung für die Entwicklung von Freude an Mathematik weder förderlich, noch hatte es einen negativen Effekt.

2.2.3.4 Hinweise auf differentielle Effekte zwischen den Geschlechtern

Wie vorstehend unter 2.2.3 beschrieben, deuten bisherige Befunde überwiegend darauf hin, dass die drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität in mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächern positiv mit der Entwicklung fachbezogener Interessen von Schüler:innen assoziiert sind (z.B. Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Förtsch et al., 2017; Kunter et al., 2013; Lazarides et al., 2020; Schiefele, 2017; Tröbst et al., 2016).

Weniger untersucht ist allerdings die Frage, inwiefern Unterrichtsmerkmale einen differentiellen Einfluss auf die Interessenentwicklung von Jungen und Mädchen haben, da differentielle Unterrichtseffekte bislang nur selten betrachtet wurden (vgl. Begrich et al., 2023; Bru et al., 2021). In diesem Bereich besteht Forschungsbedarf, da sich die Bildungsforschung zunehmend der Tatsache bewusst wird, dass Prädiktoren wie die Unterrichtsqualität möglicherweise nicht auf alle Schüler:innengruppen die gleiche Wirkung haben und ihre Effekte beispielsweise nach Geschlecht variieren könnten (Begrich et al., 2023; Senden et al., 2021). Tatsächlich legen Befunde vornehmlich aus der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung solche differentiellen Effekte nahe.

Einige der Befunde beziehen sich auf Lebensweltbezüge. Diese haben sich im Unterricht für das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften als relevant erwiesen (Krapp & Prenzel, 2011, vgl. Kapitel 2.2.1, 2.2.2 dieser Arbeit). Für Mädchen und Jungen wurde beispielsweise gleichermaßen gezeigt, dass das Interesse an Physik steigt, wenn die zu vermittelnden Inhalte in einen anwendungsbezogenen Kontext eingebettet sind (Häußler & Hoffmann, 1995). Dabei wurde allerdings auch deutlich, dass Mädchen im Vergleich zu Jungen sensibler auf Kontextbereiche zu reagieren scheinen, während für Jungen die Art der Bezüge offenbar weniger wichtig ist. Besonders für das Interesse von Mädchen an physikalischen Inhalten in den Klassenstufen 5 bis 10 scheint ein Unterricht förderlicher zu sein, der stärker die gesellschaftliche Bedeutung der Physik herausstellt oder Bezüge zum menschlichen Körper herstellt (Häußler & Hoffmann, 1995). So konnte beispielsweise in der Studie gezeigt werden, dass es für Mädchen deutlich interessanter war „etwas über eine

Pumpe zu erfahren, die als künstliches Herz Blut pumpt als über eine Pumpe, die Erdöl aus großer Tiefe heraufpumpt“ (Häußler & Hoffman, 1995, S. 111/112). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch die ROSE-Studie, die zeigte, dass die Interessen von 15-jährigen Schüler:innen je nach Geschlecht von unterschiedlichen Kontexten abhängig sind. Demnach interessieren sich Jungen unter anderem eher für Technisches, Mechanisches, Spektakuläres oder Gewalttätiges, während sich die Interessen der Mädchen beispielsweise auf den menschlichen Körper, Gesundheit und Medizin, Schönheit oder Ethik beziehen (Sjøberg & Schreiner, 2010). Diese Ergebnisse bestätigten sich auch in der Studie von Van Vorst und Aydogmus (2020) für einen kontextbasierten Chemieunterricht, in dem Schüler:innen der Klassenstufe 9 Kontexte selbst auswählen konnten.

Für den Physikunterricht deuten aktuellere Befunde ebenfalls darauf hin, dass weibliche Schülerinnen, wenn sie die freie Wahl haben, sich eher biologische Kontexte im Physikunterricht aussuchen, während männliche Schüler sich eher für traditionelle physikalische Kontexte als für andere Kontexte entscheiden (Wheeler & Blanchard, 2019). Dies steht in Einklang mit dem Befund, dass männliche Schüler sich eher für die Physik um der Physik willen interessieren, während weibliche Schülerinnen scheinbar dazu neigen sich für die Physik zu interessieren, weil die Physik der Menschheit und anderen sozialen Vereinigungen helfen kann (Bøe & Henriksen, 2013). Es wurde außerdem gezeigt, dass Inhalte im naturwissenschaftlichen Unterricht, die in der realen Welt und in ihrem eigenen Leben Anwendung finden, das emotionale Engagement von Mädchen in den Naturwissenschaften positiv beeinflussen (Fredricks et al., 2018). Auch Überzeugungen über den Nutzwert von Naturwissenschaften zeigten sich für die Entwicklung des Interesses von 15-jährigen Schüler:innen für weibliche Schülerinnen wichtiger als für männliche Schüler (Dohn, 2022).

Offenbar scheint es Mädchen grundsätzlich schwerer zu fallen zu erkennen, inwiefern Mathematik oder Naturwissenschaften für ihre Zukunft nützlich oder relevant sind (Fredricks et al., 2018; Taasobshirazi & Carr, 2008). Einen persönlichen oder sozialen Nutzen der

Naturwissenschaften sowie ihre Bedeutung für die Gesellschaft herzustellen und erkennen zu können scheint daher für Mädchen und ihre Entwicklung von Interesse besonders wichtig (Dohn, 2022; Fredricks et al., 2018; Martin-Gamez et al., 2022; Wang & Degol, 2017).

Hinzu kommen Hinweise darauf, dass ein diskursiver Unterrichtsansatz, der durch Reflexion, Kommunikation und Gegenüberstellungen von Ideen gekennzeichnet ist, insbesondere das Interesse von Mädchen an Naturwissenschaften fördern sollte (Martin-Gamez et al., 2022).

Auch für den Mathematikunterricht konnte gezeigt werden, dass kollaborative Aktivitäten, wie die gemeinsame Beurteilung alternativer Methoden zur Lösung mathematischer Probleme, positive Effekte auf das Interesse von Mädchen hat (Cantley et al., 2017). Für die Domäne der Mathematik wurde außerdem berichtet, dass es für den Erfolg von Mädchen wichtig sei, "ihr eigenes Wissen [zu] generieren und sich mit dem Wissen anderer Schüler:innen vernetzen" zu können und sie daher die Möglichkeit haben sollten, ihr Lernen in kleinen Gruppen zu teilen (Jacobs, 2010, S.443). Diskussion über Lerninhalte könnte dabei das Gefühl der Kompetenz und sozialen Eingebundenheit verstärken (Ryan & Deci, 2000).

Sowohl das Kontextualisieren von Inhalten als auch ein diskursiver Unterricht, der Reflexion und Argumentation einfordert, stellen zentrale Merkmale der kognitiven Aktivierung im Unterricht dar (Praetorius et al., 2018). Aus diesem Grund könnten insbesondere Mädchen in ihrer Entwicklung im Interesse stärker von kognitiver Aktivierung im naturwissenschaftlichen Unterricht profitieren.

Es ist außerdem gut belegt, dass Mädchen im Vergleich zu Jungen trotz ähnlicher Noten zu einem geringeren Selbstkonzept in den Naturwissenschaften neigen (z.B. Jansen et al., 2019; Krapp & Prenzel, 2011; OECD, 2015; Schröders & Jansen, 2020). Darüber hinaus schätzen Mädchen ihre naturwissenschaftlichen Fähigkeiten geringer ein als Jungen und empfinden Naturwissenschaften eher als schwierig (Fredricks et al., 2018; Jansen et al., 2014; Kessels et al., 2006). Vor diesem Hintergrund sollte es für Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht besonders wichtig sein, sich als kompetent erleben zu können. Dafür ist die konstruktive Unterstützung zentral und insbesondere ein

unterstützendes Unterrichtsklima, das durch eine gute Schüler:innen-Lehrkraftbeziehung, einen wertschätzenden und respektvollen Umgang, wie auch einen konstruktiven Umgang mit Fehlern geprägt ist (Praetorius et al., 2018). Es gibt zudem Hinweise darauf, dass enge Beziehungen zu Erwachsenen und zu Gleichaltrigen für das Interesse und Engagement von Mädchen in Mathematik und Naturwissenschaften wichtiger sind als für Jungen und dass das Bereitstellen klarer Erwartungen an Noten sowie Rückmeldungen zur Verbesserung der Arbeit das Interesse von Mädchen an Naturwissenschaften fördern (Fredricks et al., 2018; Wang & Degol, 2017). Insofern könnten Mädchen bei der Entwicklung von Interesse an Naturwissenschaften von konstruktiver Unterstützung stärker profitieren als Jungen.

Einige wenige Studien zu interesseähnlichen Konstrukten wie Motivation oder Engagement in verschiedenen Domänen haben bereits unterschiedliche Merkmale des Unterrichts auf differentielle Effekte bei Mädchen und Jungen untersucht. Die Befunde fallen allerdings wenig eindeutig aus. Für den Leseunterricht in der Sekundarstufe wurde beispielsweise gezeigt, dass Jungen besonders von einem hohen Maß in den Basisdimensionen von Unterrichtsqualität profitieren und dadurch ihr niedrigeres Niveau in Leseleistung und Lesefreude erhöht werden kann (Hochweber & Vieluf, 2018). Ebenfalls wurden differentielle Effekte im Sprachunterricht berichtet, indem wahrgenommene Autonomieunterstützung durch die Lehrkraft einen größeren Effekt auf das Engagement der Jungen als der Mädchen zeigte (Lietaert, 2015). Die Stichprobe in dieser Studie war jedoch relativ klein, sodass Ergebnisse lediglich auf Schüler:innenebene berichtet werden konnten. Eine weitere Studie erbrachte allerdings einen ähnlichen Befund, wonach durch die Förderung von Autonomie im deutschen Physikunterricht die Motivation männlicher Schüler gesteigert werden konnte, während sich für weibliche Schülerinnen keine Effekte auf die Motivation zeigten (Beerenwinkel und von Arx, 2017, S. 250). Von der wahrgenommenen Unterstützung des Lernprozesses profitierten hingegen Mädchen in ihrem emotionalen Engagement stärker als Jungen (Bru et al., 2021). In dieser Studie werden allerdings keine Informationen über die untersuchten Schulfächer gegeben. Katz (2017) konnte dagegen in ihrer fachübergreifenden

Betrachtung keine differentiellen Effekte wahrgenommener Unterstützung durch die Lehrkraft auf die akademische Motivation von Schüler:innen feststellen.

Studien zu differentiellen Effekten von Unterrichtsmerkmalen auf die Interessenentwicklung von Jungen und Mädchen existieren bislang kaum (Bru et al., 2021). Ergebnisse zu differentiellen Effekten von Unterrichtsqualität, insbesondere im naturwissenschaftlichen Bereich, scheinen ebenfalls nicht vorzuliegen. Dennoch deuten bisherige Befunde darauf hin, dass differentielle Effekte von Unterrichtsqualität auf die Interessenentwicklung von Mädchen und Jungen vorliegen könnten. Die vorliegende Arbeit soll dieser Forschungslücke näherkommen und wird dies für das Fach Physik untersuchen.

2.2.3.5 Schüler:innen-Ratings von Unterrichtsqualität

Unterrichtsqualität kann mithilfe von Beobachtungen, Bewertungen durch Schüler:innen oder Selbsteinschätzungen der Lehrkräfte erhoben werden (Praetorius et al., 2018). Im Gegensatz zu Beobachtungen sind Bewertungen von Lehrkräften durch Schüler:innenfragebögen kostengünstiger und weniger zeitaufwändig. Sie werden in der Bildungsforschung häufig verwendet (Senden et al., 2021). Eine Zeit lang war es umstritten, ob Schüler:innen das Verhalten von Lehrkräften wirksam beurteilen können. Kritiker:innen haben unter anderem angeführt, dass es den Schüler:innen an Kompetenz oder Stabilität mangelt, um das Verhalten ihrer Lehrkräfte zu bewerten, und dass sie beispielsweise von der Beliebtheit der Lehrkraft, der Attraktivität des Fachs oder Noten beeinflusst werden könnten (Senden et al., 2021). Außerdem wurde das Alter der Schüler:innen als ein Faktor genannt, der die Bewertungen beeinflussen könnte, da junge Schüler möglicherweise nur begrenzt zwischen Aspekten der Unterrichtsqualität unterscheiden können. Jüngste Forschungsarbeiten haben jedoch die meiste Kritik widerlegt, indem sie den Nachweis erbrachten, dass Schüler:innenbewertungen ab der dritten Klasse eine zuverlässige und gültige Datenquelle zur Messung der Unterrichtsqualität darstellen (Senden et al., 2021). Indem es gelang die dreidimensionale Struktur entlang der Basisdimensionen von Unterrichtsqualität zu identifizieren, konnte gezeigt werden, dass schon Drittklässler:innen in

der Lage sind verschiedene Aspekte der Unterrichtsqualität in Befragungen zu unterscheiden. Damit wurde die diskriminante Validität der Bewertungen der Unterrichtsqualität durch Grundschüler:innen belegt (Fauth et al., 2014).

Ein starkes Argument für Schüler:innenratings liegt zudem darin, dass die Wahrnehmung der Schüler:innen auf ihren täglichen Erfahrungen mit verschiedenen Lehrkräften, Unterrichtsstilen und verschiedenen Fächern über einen längeren Zeitraum hinweg beruht, was sie zu "Expert:innen" in diesem Bereich macht (Senden et al., 2021). Es hat sich gezeigt, dass Schüler:innenbewertungen ein zuverlässiges Maß für die Unterrichtsqualität sind und dass die Bewertung zu einem einzigen Zeitpunkt oft ausreicht, um zuverlässige Schätzungen der „allgemeinen“ Unterrichtsqualität zu erhalten (Wagner et al., 2016).

So wurde schon in einer Reihe von Studien zur Unterrichtsqualität auf die Bewertungen von Schüler:innen zur Beurteilung der Unterrichtsqualität zurückgegriffen, insbesondere im Fach Mathematik (z.B. Becker & Keller, 2022; Wagner et al., 2016; Lazarides et al., 2019; für eine Übersicht siehe Praetorius et al., 2018). Auch einige Studien zur Unterrichtsqualität in naturwissenschaftlichen Fächern haben bereits Schüler:innen-Ratings genutzt (z.B. Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020; Praetorius et al., 2018; Tröbst et al., 2016).

Grundsätzlich ermöglichen Schüler:innenbewertungen eine Messung auf mehreren Ebenen. Zunächst auf der Schüler:innenebene, die die Wahrnehmung der einzelnen Schüler:innen widerspiegelt. Des Weiteren auf der Klassenebene, die die gemeinsame Wahrnehmung der Schüler:innen in der Klasse darstellt, und schließlich auf der Schulebene, die die gemeinsame Wahrnehmung der Schüler:innen innerhalb einer Schule darstellt (Lüdtke et al., 2006). Auf die ersten beiden Ebenen wird im Folgenden näher eingegangen.

2.2.3.6 Betrachtung von Unterrichtsqualität auf Klassenebene

Die Unterrichtsqualität bezieht sich auf die Qualität des Unterrichts, den eine Lehrkraft in der Interaktion mit den Schüler:innen im Klassenzimmer umsetzen kann (Klieme et al., 2009). Je nach Fragestellung kann die Unterrichtsqualität sowohl auf der Ebene der Schüler:innen als

auch auf der Ebene der Klassenräume untersucht werden. Allerdings ist die Unterrichtsqualität auf den beiden Ebenen konzeptionell unterschiedlich (Teig & Nilsen, 2022). Auf der Ebene der Schüler:innen kann das Konzept als individuelle, idiosynkratische Wahrnehmung der Unterrichtsqualität der einzelnen Schüler:innen interpretiert werden. Hier spiegeln sich die Unterschiede zwischen den Schüler:innen innerhalb einer Klasse wider (Lüdtke et al., 2009). Auf der Klassenebene kann das Konzept als die gemeinsamen Wahrnehmungen der Unterrichtsqualität durch Schüler:innen in einer Klasse interpretiert werden. Hier spiegeln sich die Unterschiede zwischen verschiedenen Klassen, also Unterschiede zwischen den Lernumgebungen (Lüdtke et al., 2009; Teig & Nilsen, 2022). Von besonderer Bedeutung ist hier, dass die Unterrichtsqualität konzeptionell ein Konstrukt auf Klassenebene ist, das von den Schüler:innen individuell wahrgenommen wird (Fauth et al., 2014). Grundsätzlich gelten Kontexte innerhalb eines Klassenraums aber als Konstrukte auf Klassenebene (Marsh et al., 2012). Da die Unterrichtsqualität als Konstrukt das Verhalten der Lehrkräfte im Klassenraum widerspiegelt, liegt die primäre Analyseeinheit für die Untersuchung der Unterrichtsqualität daher auf der Klassenebene (Lüdtke et al., 2009).

Zur Betrachtung der Messzeitpunkte auf der Klassenebene werden die Individualurteile der einzelnen Schüler:innen einer Klasse in Klassenmittelwerte aggregiert (Becker & Keller, 2022). Die aggregierten Bewertungen der Schüler:innen spiegeln damit die gemeinsame Lernumgebung wider und können zudem die individuellen Eigenheiten korrigieren, die beispielsweise durch unterschiedliche Merkmale oder Hintergründe von Schüler:innen entstehen könnten (Teig & Nilsen, 2022).

Auch für die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Unterrichtsqualität und Interesse fokussierten bereits eine Reihe von Studien auf die Klassenebene (z.B. Becker & Keller, 2022; Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016).

2.2.3.7 Unterrichtsqualität – das Wesentliche zusammengefasst

Zur Beschreibung von Unterrichtsqualität ist im deutschsprachigen Raum der Ansatz der drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualität etabliert mit den Dimensionen der Klassenführung, der konstruktiven Unterstützung sowie kognitive Aktivierung (Baumert et al., 2010; Klieme et al., 2009; Kunter & Voss, 2013; Praetorius et al., 2018). Klassenführung zielt darauf ab, die aktive Lernzeit der Schüler:innen zu maximieren, konstruktive Unterstützung darauf, dass sich Schüler:innen im Unterricht als autonom, kompetent und sozial verbunden erleben können, und kognitive Aktivierung darauf, eine vertiefte Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten anzuregen (Praetorius et al., 2018).

Zur Erhebung von Unterrichtsqualität werden häufig Schüler:innen-Ratings eingesetzt. Diese haben sich als valide Quelle zur Beurteilung der Qualität des Unterrichts gezeigt (Senden et al., 2021). Konzeptionell ist Unterrichtsqualität ein Konstrukt auf Klassenebene, das von den Schüler:innen individuell wahrgenommen wird (Fauth et al., 2014; Lüdtke et al., 2009). Aus diesem Grund werden für die Bewertung der Unterrichtsqualität auf Klassenebene die Individualurteile der Schüler:innen in Klassenmittelwerte aggregiert (Becker & Keller, 2022). Die aggregierten Bewertungen der Schüler:innen spiegeln damit die gemeinsame Lernumgebung wider (Teig & Nilsen, 2022).

Bisherige Studien legen nahe, dass alle drei Basisdimensionen in einem positiven Zusammenhang mit der Entwicklung des Interesses an naturwissenschaftlichem Unterricht stehen (z.B. Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020). Allerdings weisen Studien aus naturwissenschaftsdidaktischer Forschung darauf hin, dass sich die Zusammenhänge zwischen Dimensionen der Unterrichtsqualität und der Interessenentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht zwischen den Schüler:innengruppen der Mädchen und der Jungen auf Klassenebene unterscheiden könnten (z.B. Cantley et al., 2017; Dohn, 2022; Senden et al., 2021; Wang & Degol, 2017). Erkenntnisse über differentielle Effekte von Unterrichtsqualität zwischen den Geschlechtern existieren bislang jedoch nicht.

3 Fragestellungen

In der vorliegenden Arbeit soll das Interesse an Physik untersucht werden, einem Fach, das besonders stark vom Rückgang im Interesse betroffen zu sein scheint. Dabei soll sich auf die Entwicklung im individuellen Interesse der Schüler:innen an Physik konzentriert werden, also eine mögliche Veränderung im Niveau des individuellen Interesses. In diesem Kapitel werden die für diese Arbeit relevanten bisherigen Befunde noch einmal aufgegriffen und zusammengefasst, um die Forschungsfragen dieser Arbeit abzuleiten und Vermutungen zu formulieren. Es wird außerdem ein knapper Überblick auf die geplante Vorgehensweise gegeben.

3.1 Veränderung im Interesse an Physik

Die vorgestellten bisherigen Befunde aus den Domänen der Mathematik und den Naturwissenschaften liefern erste Anhaltspunkte dafür, dass das Interesse an Physik in der Sekundarstufe erheblich abnimmt (z.B. Gottfried et al., 2001; Häußler & Hoffmann, 2002; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Während der Rückgang im Interesse für das Fach Mathematik ab der unteren Sekundarstufe vielfältig belegt werden konnte, scheinen für das Fach Physik keine längsschnittlichen Befunde zur Interessenentwicklung für die Klassen in der unteren Sekundarstufe vorzuliegen, sondern erst für die Sekundarstufe II (z.B. Keller et al., 2017; Wang & Hazari, 2018). Insgesamt gilt die Entwicklung im Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern bei jüngeren Jugendlichen als ein Bereich, der noch nicht ausreichend erforscht ist (Babarovic, 2021). Dabei kann auch für den Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts angenommen werden, dass die Jahre nach dem Übergang von der Grundschule in die untere Sekundarstufe eine besonders kritische Phase für die Entwicklung des Interesses von Schüler:innen darstellen, wie es auch für die Domäne der Mathematik vermutet wird (Lazarides et al., 2019). Im naturwissenschaftlichen Unterricht ist diese Phase mit einer Reihe wichtiger Veränderungen verbunden, beispielsweise überwiegend Fachlehrkräfte in der Sekundarstufe gegenüber allgemeinbildenden Lehrkräften

in der Grundschule, die nicht unbedingt einen akademischen Hintergrund in naturwissenschaftlichen Fächern haben (Potvin & Hasni, 2014; Fauth et al., 2019).

Studien zur Identitäts- und Selbstbildung im Jugendalter deuten darauf hin, dass solche Übergangsphasen häufig mit Schwankungen der Identität eingehen, die ihrerseits eng mit Veränderungen in Motivationskonstrukten in Verbindung stehen (Branje et al., 2021; Klimstra et al., 2010). Dabei ist die frühe Adoleszenz gleichzeitig eine der wichtigsten Phasen für die Bildung von naturwissenschaftlichen Interessen und eine Phase, in der die ersten Berufsentscheidungen getroffen und der weitere Berufsweg festgelegt wird (Babarovic, 2021). Die Sekundarstufe I kann deshalb die Grundlagen für die Interessenentwicklung und die Kurs- sowie Berufswahl der Schüler:innen in der Sekundarstufe II legen (Harackiewicz et al., 2016; Kang et al., 2019; Nugent et al., 2015; Renninger & Hidi, 2016). Da zudem Domänenspezifität ein wichtiger Aspekt des Interessenkonstruktes ist (Krapp & Prenzel, 2011), ist es wichtig, dass für die Physik eigene Befunde zur Entwicklung des Interesses in der unteren Sekundarstufe vorliegen.

Die bestehende Forschung in diesem Bereich unterliegt jedoch zugleich einer weiteren Einschränkung. Es konnten keine Längsschnittstudien identifiziert werden, die über einen Zeitraum von mehreren Schuljahren durchgeführt wurden und in denen die Variabilität zwischen den Klassen von der Variabilität innerhalb der Klassen im Verlauf des Schüler:inneninteresses an Naturwissenschaften oder Physik getrennt wurde. Wenn es im weiteren Verlauf der Arbeit darum geht, die Auswirkungen von Unterricht und Unterrichtsqualität als Konstrukte auf Klassenebene zu untersuchen, ist die Variabilität zwischen den Klassen in den Interessenverläufen jedoch von großer Bedeutung (z.B. Fauth et al., 2014; Lüdtke et al., 2009; Marsh et al., 2012; Tröbst et al., 2016). Der Anteil der Variabilität in den Interessenverläufen zwischen den Klassen (im Gegensatz zur Variabilität innerhalb der Klassen) ist damit für das Fach Physik immer noch eine offene Frage.

Aus diesem Grund soll sich die erste Forschungsfrage dieser Arbeit (FF1) der Entwicklung im Interesse an Physik in den Klassenstufen nach dem Schulübertritt widmen und folgendermaßen lauten:

Wie verändert sich das durchschnittliche Interesse an Physik auf der Klassenebene von der 5. bis zur 7. Klasse?

Basierend auf den Ergebnissen bisheriger Studien aus der Mathematik und den Naturwissenschaften zur Entwicklung im Interesse und verwandter motivationaler Konstrukte wird ein Rückgang im Interesse von Klassenstufe fünf bis sieben erwartet (Frenzel et al., 2010; Gottfried et al., 2001; Jacobs et al., 2002, Tröbst et al., 2016). Aufgrund des kurvilinearen Verlaufs in früheren Studien (z.B. Frenzel et al., 2010; Gottfried et al., 2001), wird auch für diese Arbeit ein besonders starker Rückgang im Interesse von der fünften bis zur sechsten Klasse erwartet. Darüber hinaus werden Unterschiede auf Klassenebene im Ausgangsniveau und in den Interessenverläufen erwartet.

3.2 Die Rolle von Unterricht

Nutzwert-Interventionen sind ein bekanntes und gut untersuchtes Beispiel für Interventionen, die Interesse auslösen und aufrechterhalten können (Hulleman et al., 2017; Hulleman & Harackiewicz, 2009; Rosenzweig et al., 2020; Shin et al., 2019). Ähnliche Ansätze wurden auch im kontextbasierten naturwissenschaftlichen Unterricht verwendet, haben aber keine konsistenten Ergebnisse erbracht (Taasoobshirazi & Carr, 2008). Beide Mechanismen sowie die Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (z.B. Krapp, 1998, 2000) deuten darauf hin, dass es für die Entwicklung von Interesse wichtig ist, dass sich Schüler:innen mit dem jeweiligen Gegenstand beschäftigen. Für die Entwicklung und Aufrechterhaltung des Interesses an Physik scheint der Physikunterricht, beziehungsweise die Teilnahme daran, somit eine wichtige Voraussetzung zu sein, zumal viele Schüler:innen nur in der Schule die Möglichkeit haben, mit Physik in Kontakt zu kommen (Kaya & Lundeen, 2010; Liu & Shunn, 2018; Shymansky et al., 2000). Aus der Literatur ist jedoch auch bekannt, dass Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern das Interesse der Schüler:innen an Naturwissenschaften

nicht nur fördern, sondern auch untergraben kann. Der Trend zum Rückgang im naturwissenschaftlichen Interesse wirft somit die Frage auf, ob der Unterricht das Interesse von Schüler:innen möglicherweise eher behindert als fördert. Verschiedene Befunde weisen auf mögliche nachteilige Auswirkungen von naturwissenschaftlichem Unterricht auf das Interesse an Naturwissenschaften hin. So wurde mehrfach belegt, dass naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe häufig durch einen lehrkraftzentrierten Unterrichtsansatz gekennzeichnet ist, wie zum Beispiel einen eng fokussierten Fragestil oder von Lehrkräften geleitete Aktivitäten, bei denen Schüler:innen als passive Lernende auftreten (Hansson et al., 2021; Mostafa et al., 2018; Seidel et al., 2006; Stigler et al., 1999). Andere Studien haben gezeigt, dass der Physikunterricht oft keine Verbindungen zum Alltag herstellt, was eine wichtige Maßnahme ist, um den Nutzen der Physik aufzuzeigen (Taasobshirazi & Carr, 2008). Es gibt also keine eindeutigen Belege dafür, ob der Physikunterricht in der Sekundarstufe den durchschnittlichen Rückgang im Interesse der Schüler:innen am Fach Physik abschwächt oder sogar noch fördert. Es konnten keine Studien gefunden werden, die sich mit dieser wichtigen Frage befassen und die Entwicklung im Interesse an Physik zwischen Klassen mit und ohne Physikunterricht über einen längeren Zeitraum miteinander vergleichen. Auch sind bisher keine Studien bekannt, die die durchschnittlichen Auswirkungen des Physikunterrichts im Vergleich zu Klassen ohne Physikunterricht auf das Interesse an Physik in unteren Sekundarschulklassen im Längsschnitt untersuchen. Die zweite Forschungsfrage (FF2) soll daher lauten:

Welche Rolle spielt es für die Veränderung im Interesse, ob Klassen am Physikunterricht teilnehmen oder nicht?

Das Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung legt nahe, dass das Interesse, insbesondere in frühen Phasen der Entwicklung, ohne externe Unterstützung und Stimulation abnehmen oder sogar ganz aufgegeben werden kann (Harackiewicz et al., 2016; Hidi & Renninger, 2006). Die gemischte Befundlage zur Wirkung von Unterricht auf das Interesse von Schüler:innen lässt jedoch keine eindeutige Vermutung zu. Die Frage, ob das

Interesse aufrechterhalten oder sogar gefördert werden kann, sollte außerdem insbesondere von der Qualität des Unterrichts abhängen (Krapp & Prenzel, 2011; Logan & Skamp, 2013; Pianta & Hamre, 2009; Praetorius & Charalambous, 2018). Daher wird für die zweite Forschungsfrage keine gerichtete Hypothese formuliert und die Unterrichtsqualität mit einer weiteren Forschungsfrage gesondert betrachtet.

3.3 Die Rolle von Unterrichtsqualität

Möglicherweise ist es nicht die Frage, ob Unterricht erhalten wird oder nicht, sondern eher eine Frage der wahrgenommenen Qualität des Unterrichts, die das Interesse der Schüler:innen beeinflusst. Es gibt Hinweise darauf, dass die drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualität das Interesse von Schüler:innen an der Physik fördern könnten. Die beschriebenen Befunde bestätigen die theoretischen Annahmen über die Auswirkungen von Unterrichtsqualität auf die Interessenentwicklung jedoch nur teilweise. Allerdings weist die bisherige Forschung auch einige Einschränkungen auf. Viele Studien, in denen untersucht wurde, wie sich die Basisdimensionen von Unterrichtsqualität auf das Interesse von Schüler:innen an Naturwissenschaften oder Mathematik auswirken, haben Querschnittsdesigns verwendet (z.B. Lazarides & Ittel, 2012; Schiefele, 2017; Yi & Lee, 2017) oder Längsschnittsdesigns, die nur über wenige Wochen gingen (z.B. Dorfner et al., 2018; Förtsch et al., 2017; Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016). Darüber hinaus befassen sich bisherige Studien zum Interesse von Schüler:innen entweder mit Schüler:innen der Primar- oder der späteren Sekundarstufe. Es fehlt an längerfristiger Längsschnittforschung, die die potentiell kritische Phase der unteren Sekundarstufe nach dem Übergang von der Grundschule zur Sekundarschule im Fach Physik untersucht. Außerdem beziehen sich viele Befunde zur Entwicklung des Schüler:inneninteresses auf kurzzeitige Interventionsstudien. Darüber hinaus berücksichtigen nicht alle Studien die Interessenentwicklung auf Klassenebene. Aus diesen Gründen ist es unklar, wie sich die Ergebnisse von Querschnitts- oder kurzfristigen Längsschnittstudien auf die langfristige Entwicklung im Interesse über mehrere Schuljahre hinweg beziehen. Einige der bisherigen

Studien berücksichtigen zudem nur bestimmte Dimensionen oder Merkmale der Unterrichtsqualität. Dabei sind die Befunde nicht ganz einheitlich. Darüber hinaus beziehen sich die meisten Ergebnisse auf die mathematische Domäne. Es konnten keine Studien ausfindig gemacht werden, die die Auswirkungen von Unterrichtsqualität im Physikunterricht auf Klassenebene in einer längsschnittlichen Betrachtung untersuchen. Die dritte Forschungsfrage (FF3) lautet daher:

Welche Rolle spielt die Unterrichtsqualität für die Entwicklung im Interesse an Physik?

Auf Basis theoretischer Annahmen und der bisher beschriebenen längsschnittlichen Studien wird angenommen, dass die Basisdimensionen von Unterrichtsqualität, also kognitive Aktivierung, Schüler:innenunterstützung und Klassenführung, positive Auswirkungen auf die Entwicklung im Interesse an Physik haben (z.B. Fauth et al., 2014; Förtsch et al., 2017; Kleickmann et al., 2020; Praetorius et al., 2018; Tröbst et al., 2016).

3.4 Differentielle Effekte von Unterrichtsqualität

Das Interesse an Naturwissenschaften und insbesondere an den Fächern Physik und Chemie nimmt in der Sekundarstufe im Durchschnitt erheblich ab, wobei das Niveau des Interesses bei Mädchen noch niedriger ist als bei Jungen (Häußler & Hoffmann, 2002; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Unterrichtsqualität hat sich als Faktor erwiesen, der mit der Interessenentwicklung assoziiert ist und somit als Ansatzpunkt zur Förderung des Interesses gesehen werden kann (z.B. Fauth et al., 2014; Förtsch et al., 2017; Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016). Befunde aus naturwissenschaftsdidaktischer Forschung lassen jedoch die Annahme zu, dass die verschiedenen Dimensionen von Unterrichtsqualität unterschiedlich stark mit der Interessenentwicklung von Mädchen und Jungen an Naturwissenschaften in Zusammenhang stehen könnten (Fredricks et al., 2018; Häußler & Hoffmann, 1995; Martin-Gamez et al., 2022, Senden et al., 2021). Die Befundlage zu differentiellen Effekten von Unterrichtsqualität auf die Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften kann aktuell allerdings als unzureichend beschrieben werden (Begrich et al., 2023). Grundsätzlich gibt es erst wenige Befunde zu differentiellen Effekten zwischen

den Geschlechtern (Bru et al., 2021), wobei überwiegend entweder auf sprachliche Fächer fokussiert (Hochweber & Vieluf, 2018; Lietaert et al., 2015) oder fachübergreifend untersucht wurde (Katz, 2017). Wie die Lage in den naturwissenschaftlichen Fächern aussieht, ist daher unklar.

In dieser Arbeit soll deshalb als weitere Fragestellung untersucht werden, ob Basisdimensionen von Unterrichtsqualität bei Mädchen und Jungen unterschiedlich stark mit der Entwicklung im Interesse an Physik assoziiert sind. Studien, die differentielle Effekte untersucht haben, haben die Ebenen innerhalb und zwischen Klassen nicht immer unterschieden oder aufgrund zu geringer Stichprobengrößen ausschließlich die Ebene der Schüler:innen berichtet (Katz, 2017; Lietaert et al., 2015). In der Regel handelte es sich zudem bisher um querschnittliche Designs, die nicht die Untersuchung kausaler Zusammenhänge ermöglichen (Bru et al., 2021; Katz, 2017; Lietaert et al., 2015).

Da Unterricht bzw. Unterrichtsqualität konzeptionell ein Konstrukt auf der Klassenebene ist (Fauth et al., 2014; Lüdtke et al., 2009; Teig & Nilsen, 2022; Tröbst et al., 2016), wird auch zur Beantwortung dieser Frage die Klassenebene betrachtet (vgl. 3.3). Die vorliegende Arbeit soll somit die bisherigen Befunde sowohl inhaltlich als auch methodisch erweitern und die vierte Forschungsfrage (FF4) beantworten:

Unterscheiden sich die Zusammenhänge zwischen der wahrgenommenen Unterrichtsqualität und der Entwicklung im Interesse an Physik zwischen Mädchen und Jungen?

Es wird angenommen, dass die verschiedenen Dimensionen von Unterrichtsqualität unterschiedlich (stark) auf die Interessenentwicklung der Geschlechter am Fach Physik wirken. In Anlehnung an die Befunde aus naturwissenschaftsdidaktischer Forschung und bisherigen empirischen Befunden zu differentiellen Effekten wird vermutet, dass kognitive Aktivierung für die Entwicklung im Interesse an Physik für Mädchen wichtiger sein könnte als für Jungen (Cantley et al., 2017; Dohn, 2022; Häußler & Hoffmann, 1995; Martin-Gamez et al., 2022; Wheeler & Blanchard, 2019).

Bisherige Befunde zur konstruktiven Unterstützung durch die Lehrkraft fallen in Bezug auf angenommene differentielle Effekte gemischt aus (Bru et al., 2021; Katz, 2017). Aufgrund ihres in den Naturwissenschaften in der Regel geringer ausgeprägten Selbstkonzeptes (Krapp & Prenzel, 2011; Schröders & Jansen, 2020) wird jedoch vermutet, dass die Dimension der konstruktiven Unterstützung für die Entwicklung im Interesse an Physik für Mädchen wichtiger sein könnte als für Jungen.

Zu differentiellen Effekten von Klassenführung existieren bisher keine Befunde. Für Strukturierung im Unterricht, die als ein Aspekt der Klassenführung gesehen werden kann, werden differentielle Effekte sowohl berichtet (Bru et al., 2021) als auch nicht (Lietaert, et al., 2015). Aus diesem Grund wird für die Dimension der Klassenführung keine gerichtete Vermutung formuliert.

3.5 Überblick über die geplante Vorgehensweise

Zur Beantwortung der vier Fragestellungen soll ein großer Datensatz im Längsschnitt von Klassenstufe 5 bis 7 mit drei Messzeitpunkten jeweils am Ende der Klassenstufen 5, 6 und 7 untersucht werden. Damit wird die potentiell kritische Phase für die Entwicklung des Interesses an Physik direkt nach dem Übertritt von der Grundschule in die untere Sekundarstufe abgedeckt. Die Fragen sollen in einem längsschnittlichen Design untersucht werden. Für Forschungsfrage 2 soll zudem ein quasi-experimenteller Ansatz genutzt werden, mit einem Vergleich von Klassen, die in den jeweiligen Klassenstufen in Physik unterrichtet wurden, und Klassen, die nicht in Physik unterrichtet wurden. Damit soll der durchschnittliche Zusammenhang des Unterrichts in Physik mit der Veränderung im Interesse der Schüler:innen bestimmt werden. Zur Beantwortung der Fragen 3 und 4 werden ausschließlich die Klassen herangezogen, die in den jeweiligen Klassenstufen in Physik unterrichtet wurden, um die Zusammenhänge der Unterrichtsqualität und der längerfristigen Entwicklung des Interesses an der Physik auf Klassenebene zu untersuchen und auf Unterschiede zwischen den Gruppen der Geschlechter zu überprüfen. Die gewählten

Fragestellungen dieser Arbeit bauen somit aufeinander auf. Einen grafischen Überblick über den Zusammenhang der Fragestellungen dieser Arbeit bietet Abbildung 1.

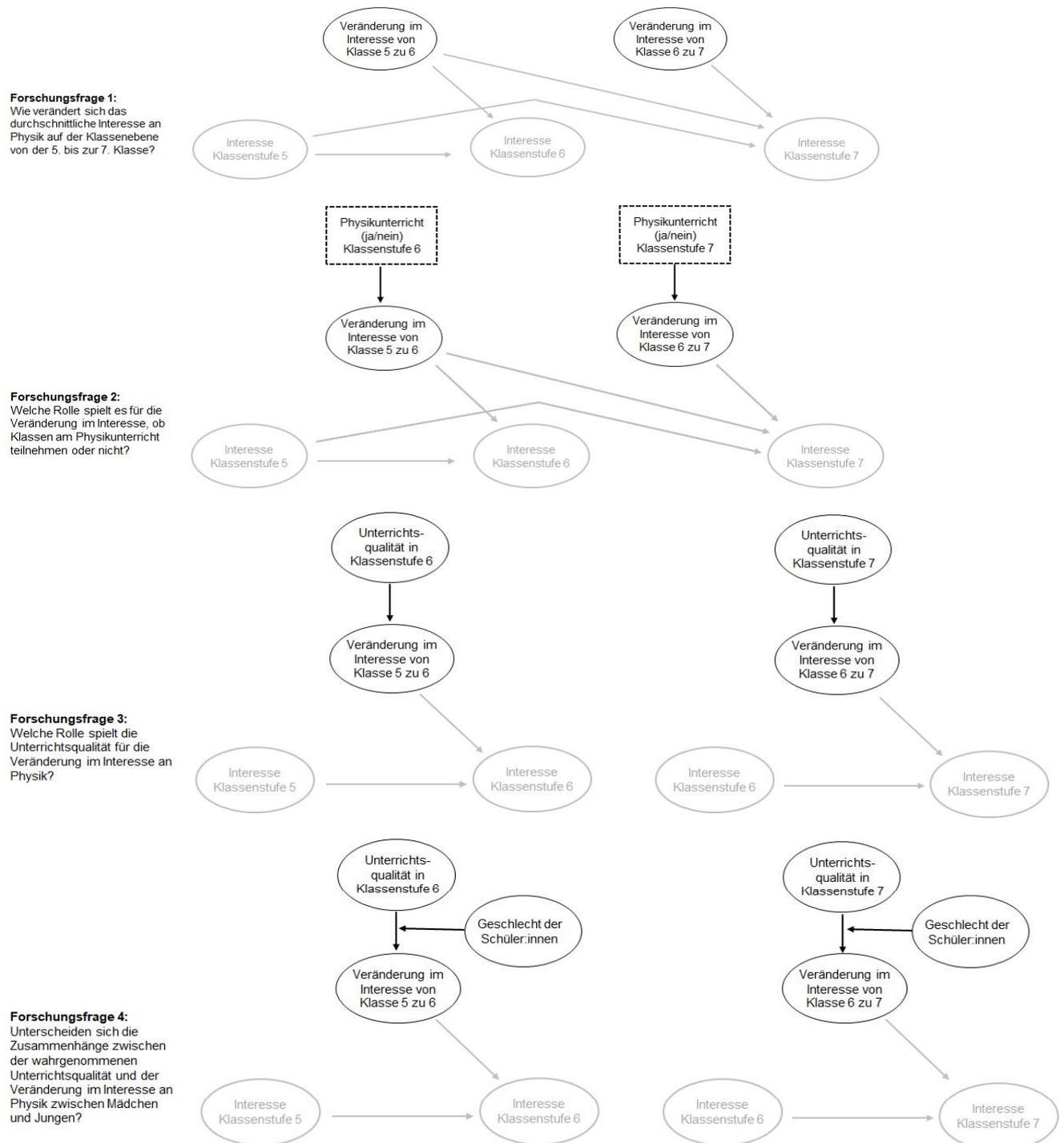


Abbildung 1. Konzeptueller Überblick über die Forschungsfragen und Analysen. Die grauen Teile beziehen sich auf die latenten Veränderungsscore-Modelle, die zur Modellierung der Veränderung im Interesse verwendet werden. Rechtecke bezeichnen manifeste Variablen und Ovale bezeichnen latente Variablen. Eine detaillierte Beschreibung der Modelle befindet sich im Abschnitt Analysen (siehe Kapitel 4.3).

Grundsätzlich kann die Entwicklung von Interesse auf der Ebene der Schüler:innen (innerhalb ihrer Klassen) oder auf Klassenebene (zwischen den Klassen) untersucht werden. Da Unterricht bzw. Unterrichtsqualität konzeptionell ein Konstrukt auf der Klassenebene ist (Fauth et al., 2014; Lüdtke, 2009; Marsh et al., 2012; Teig & Nilsen, 2022; Tröbst et al., 2016), wird in dieser Arbeit auf die Klassenebene fokussiert. Die Vorgehensweisen für die einzelnen Forschungsfragen werden im Kapitel 4 näher beschrieben.

Teile der Studie (Fragestellungen 1-3) wurden in folgendem Artikel publiziert:

Steidtmann, L., Kleickmann, T., & Steffensky, M. (2023). Declining interest in science in lower secondary school classes: Quasi-experimental and longitudinal evidence on the role of teaching and teaching quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 60 (1), 164-195. <https://doi.org/10.1002/tea.21794>.

4 Methoden

Nachdem eine einführende Übersicht über die Vorgehensweise dieser Arbeit gegeben wurde, werden in diesem Kapitel die gewählten Methoden näher erläutert. Zu diesem Zweck werden zunächst Stichprobe und Design der Arbeit vorgestellt und die verwendeten Instrumente beschrieben, bevor auf die Analysen zur Beantwortung der vier Forschungsfragen genauer eingegangen wird.

4.1 Stichprobe und Design

Die Analysen zur Beantwortung der beschriebenen Forschungsfragen basieren auf den Daten der PLUS-Studie zum naturwissenschaftlichen Unterricht in deutschen vierten bis siebten Klassen (Kauertz et al., 2011).

Die verwendete Stichprobe besteht aus 3577 Schüler:innen der Sekundarstufe I (51 % weiblich) in 140 Klassen aus Gymnasien und Hauptschulen in Nordrhein-Westfalen. Die Längsschnittdaten umfassen drei Messzeitpunkte von Klassenstufe 5 bis 7 und wurden jeweils am Ende jedes Schuljahres erhoben. Zum ersten Messzeitpunkt am Ende der Klassenstufe 5 waren die Schüler:innen im Durchschnitt 11,8 Jahre alt (SD = 0,5 Jahre). Somit deckt die Stichprobe dieser Arbeit die potenziell kritische Phase der unteren Sekundarstufe ab, in die die Schüler:innen in der Regel im Alter von 11 Jahren eintreten und für die basierend auf Forschungsbefunden eine Abnahme des Interesses vermutet werden kann (z.B. Frenzel et al., 2010; Gottfried et al., 2001; Lazarides et al., 2019; Watt, 2000, 2004).

In Nordrhein-Westfalen wird Physik nicht in jedem Jahr der Sekundarstufe I unterrichtet. Jede Schule in Nordrhein-Westfalen entscheidet selbst, ob Physik in Klassenstufe 5, 6 und oder 7 unterrichtet wird. Verbindlich ist nur die Anzahl der Physikstunden für die Klassenstufen 5 und 6 sowie für die Klassenstufen 7 bis 10 (vgl. Studententafel Sekundarstufe

I, Schulministerium NRW 2021). Die Information darüber, ob eine Klasse in einem bestimmten Schuljahr in Physik unterrichtet wurde oder nicht, wurde über die Lehrkräfte eingeholt. Für die Fragestellungen 3 und 4 wurden nur die Teilstichproben der Klassen verwendet, die im jeweiligen Schuljahr in Physik unterrichtet wurden (2.543 Schüler:innen in 107 Klassen für die Klassenstufe 6 und 1.962 Schüler:innen in 85 Klassen für die Klassenstufe 7).

Die Teilnahme an der Studie war für die Schüler:innen freiwillig und erforderte das Einverständnis der Erziehungsberechtigten. Die teilnehmenden Schüler:innen füllten eine Reihe von Fragebögen aus, unter anderem die für diese Arbeit relevanten Fragebögen zu ihrem Interesse an Physik und zur wahrgenommenen Unterrichtsqualität im Physikunterricht. Die für diese Arbeit relevanten Instrumente werden im Folgenden näher beschrieben.

4.2 Instrumente

Die Formulierung aller Items zum Interesse an Physik und zur Unterrichtsqualität war einfach gehalten und alle Items dieser Fragebögen wurden von den Lehrkräften der jeweiligen Klassen gemäß einer Beschreibung in einem Handbuch laut vorgelesen. Auf diese Weise sollten Sprach- und Leseprobleme minimiert und die Standardisierung des Erhebungsverfahrens maximiert werden. Alle Schüler:innen hatten ihre eigenen Fragebögen vorliegen, in denen sie eigenständig ihre Kreuze zur Beantwortung setzten. Mittelwerte, Standardabweichungen und ICC1 für jede Skala sind in Tabelle 2 aufgeführt.

4.2.1 Interesse an Physik

Um das Interesse der Schüler:innen an Physik zu erheben, wurden fünf Items verwendet. Die Items wurden ursprünglich von Blumberg (2008) konstruiert und wurden seitdem in weiteren Studien eingesetzt und validiert (z.B. Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016; Walper, 2017). Aus diesen fünf Items erfassten zwei Items eine affektive Komponente (z.B. "Mich mit diesen Themen zu beschäftigen macht mir Freude"), zwei Items eine kognitive Komponente (z.B. "Ich möchte unbedingt mehr über diese Themen erfahren.") und ein Item

erfasste eine Verhaltenskomponente ("Zu Hause lese ich oft etwas über diese Themen").

Der Wortlaut aller Items ist in Tabelle A1 im Anhang enthalten. Alle Items wurden auf einer vierstufigen Skala bewertet, die von "stimmt gar nicht" (1) bis "stimmt genau" (4) reichte. Die Schüler:innen wurden angewiesen, bei der Beantwortung der Items Themen wie Akustik, Magnetismus und Optik als Beispiele für physikalische Themen zu betrachten.

Für das Interesse an Physik in den Klassenstufen 5, 6 und 7 betragen Cronbachs Alphas $\alpha = .82, .84$ und $.86$. Die Reliabilitäten auf Klassenebene betragen für die Klassenstufen 5, 6 und 7 $ICC2 = .78, .69$ und $.69$.

4.2.2 Unterrichtsqualität

Die teilnehmenden Schüler:innen bewerteten die wahrgenommene Unterrichtsqualität, es handelt sich also um Schüler:innenratings der Unterrichtsqualität. Bewertet wurde die Unterrichtsqualität anhand von 20 Items, die die kognitive Aktivierung, zwei Dimensionen von Schüler:innenunterstützung (kognitive und emotionale Unterstützung) und Klassenführung messen (Kleickmann et al., 2020). Jede dieser vier Dimensionen wurde mit fünf Items erhoben. Die einzelnen Dimensionen werden im Folgenden vorgestellt und Werte zur Reliabilität angegeben.

Kognitive Aktivierung zielt darauf ab, höheres Denken zu fördern und wurde durch das Erleben von kognitiven Konflikten, das Begründen von Ideen, das Testen von Hypothesen und die Anwendung von Physikkonzepten auf Alltagssituationen operationalisiert (z.B. „Unsere Lehrkraft fordert uns immer wieder dazu auf, unsere Vermutungen zu begründen.“). Cronbachs Alphas für die Klassenstufen 6 und 7 betragen $\alpha = .71$ und $\alpha = .68$. Die Reliabilitäten auf Klassenebene für die Klassenstufen 6 und 7 betragen $ICC2 = .90$ bzw. $.88$.

Kognitive Unterstützung zielt darauf ab, die kognitiven Anforderungen im Unterricht zu verringern und inhaltliche Klarheit zu fördern. Kognitive Unterstützung wurde operationalisiert durch Klarheit von Zielen und Vorgehensweisen, das Fehlen unverständlicher Begriffe und eine angemessene Reduzierung der Komplexität der Inhalte (z.B. „Im Unterricht geht es oft

um zu viele Fragen gleichzeitig“, rekodiert). Cronbachs Alphas für die Klassenstufen 6 und 7 betragen $\alpha = .66$ und $\alpha = .65$. Die Reliabilitäten auf Klassenebene für die Klassenstufen 6 und 7 betragen ICC2 = .88 und .88.

Emotionale Unterstützung zielt darauf ab, die Erfahrung von Autonomie und sozialer Eingebundenheit zu fördern und wurde durch Autonomieunterstützung, Lob sowie Sensibilität der Lehrkraft für die Probleme der Schüler:innen operationalisiert (z.B. „Die Lehrkraft kümmert sich um meine Probleme“). Cronbachs Alphas für die Klassenstufen 6 und 7 betragen $\alpha = .83$ und $\alpha = .84$. Die Reliabilitäten auf Klassenebene für die Klassenstufen 6 und 7 betragen ICC2 = .92 bzw. .91.

Die Dimension der Klassenführung hat die Maximierung der Lernzeit zum Ziel und wurde durch das Fehlen von Störungen und Zeitverschwendung operationalisiert (z.B. „Im Unterricht wird andauernd Blödsinn gemacht“, rekodiert). Cronbachs Alphas für die Klassenstufen 6 und 7 betragen $\alpha = .89$ bzw. $\alpha = .91$. Die Reliabilitäten auf Klassenebene für die Klassenstufen 6 und 7 betragen ICC2 = .93 bzw. .92.

Der Wortlaut aller Items ist in Tabelle A2 im Anhang aufgeführt. Auch hier wurden alle Items auf einer vierstufigen Skala bewertet, die von "stimmt gar nicht" (1) bis "stimmt genau" (4) reicht. Eine aktuelle Studie liefert Belege für die faktorielle und prädiktive Validität der vier Skalen, die zur Erhebung der Unterrichtsqualität aus der Perspektive der Schüler:innen verwendet wurden (Kleickmann et al., 2020).

4.3 Analysen

Zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen wurden verschiedene Analyseschritte unternommen, die im Folgenden erläutert werden.

4.3.1 Mehrebenen- und Längsschnittstruktur der Daten

Bei den vorliegenden Daten handelt es sich um hierarchisch geschachtelte und längsschnittliche Daten. Hierarchisch, weil die erhobenen Schüler:innen aus unterschiedlichen Schulklassen stammen und daher in Klassen geschachtelt sind.

Längsschnittlich, weil es drei Messzeitpunkte gab, an denen das Interesse der Schüler:innen an Physik erhoben wurde.

Bei der Analyse von Schüler:innenbewertungen der Unterrichtsqualität kann zwischen Varianz innerhalb und zwischen Klassen unterschieden werden (z.B. Teig & Nilsen, 2022; Wagner et al., 2016). Die vorliegende Arbeit interessiert sich für die Rolle des Unterrichts und die Rolle der Unterrichtsqualität für die Entwicklung des Interesses der Schüler:innen an der Physik (Forschungsfragen 2 bis 4). Aus diesem Grund wird auf die jeweiligen Zusammenhänge auf der Ebene zwischen den Klassen, also der Klassenebene, fokussiert. Die Intraklassenkorrelationen, die das Verhältnis zwischen der Varianz innerhalb und zwischen den Klassen (ICC1) angeben, sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Um die Entwicklung des Interesses über die drei Messpunkte hinweg zu untersuchen, wurden Mehrebenen-Strukturgleichungsmodelle verwendet. Genauer gesagt, Zwei-Ebenen-Veränderungswert-Modelle, die die Varianz in intraindividuelle Varianz, Varianz innerhalb von Klassen und Varianz zwischen Klassen zerlegen (Bollen & Curran, 2006; Kievit et al., 2018; McArdle, 2009).

Ein latentes Veränderungswert-Modell für eine gegebene Variable, die zu zwei Zeitpunkten gemessen wurde, basiert auf der Annahme, dass der Wert der zweiten Messung dieser gegebenen Variable zerlegt werden kann in den Wert der Messung des ersten Zeitpunkts, also das Ausgangsniveau der gegebenen Variable, und einen Faktor, der die Differenz zwischen dem ersten und den zweiten Messwert der gegebenen Variable darstellt. Diese Differenz bildet den latenten Veränderungswert ab, der die intraindividuelle Veränderung in der gegebenen Variable modelliert (Geiser, 2010). Für diese Arbeit bedeutet das konkret, dass angenommen wird, dass das Interesse an Physik in Klassenstufe 6 zerlegbar ist in das Ausgangsniveau des Interesses an Physik in Klassenstufe 5 und den Faktor, der die Differenz im Interesse zwischen den Klassenstufen 5 und 6 repräsentiert. Diese Annahme kann in ein Strukturgleichungsmodell übertragen werden, indem ein autoregressives Modell aufgestellt wird, bei dem das Regressionsgewicht von Interesse in Klassenstufe 6 auf

Interesse in Klassenstufe 5 auf 1 fixiert wird. Darüber hinaus wird Interesse in Klassenstufe 6 auf den latenten Veränderungsfaktor regressiert, wobei das Regressionsgewicht auf 1 fixiert wird (McArdle, 2009). Die Residualvarianz des Interesses in Klassenstufe 6 wird auf 0 fixiert. Dadurch wird das Interesse in Klassenstufe 6 durch das Interesse in Klassenstufe 5 und den latenten Faktor des Veränderungswertes perfekt vorhergesagt. Zur Modellierung von drei Messpunkten wurden Neighbor-Change-Modelle angewandt. Gegenstand der Analyse von Neighbor-Change-Modellen sind Veränderungen zwischen unmittelbar aufeinanderfolgenden, sozusagen „benachbarten“ Messzeitpunkten (Geiser, 2010). Es wird somit die Veränderung vom ersten zum zweiten, vom zweiten zum dritten, vom dritten zum vierten Messzeitpunkt usw. mittels latenter Differenzvariablen untersucht (Geiser, 2010). In diesem Fall wird die Veränderung im Interesse von Klassenstufe 5 zu Klassenstufe 6 wie oben beschrieben modelliert. Die Veränderung im Interesse zwischen Klassenstufe 6 und Klassenstufe 7 wird modelliert, indem das Interesse in Klassenstufe 7 regressiert wird auf das Interesse in Klassenstufe 5, den Faktor, der die latente Veränderung zwischen Interesse in Klassenstufe 5 und Klassenstufe 6 darstellt, und auf einen Faktor, der die latente Veränderung zwischen Interesse in Klassenstufe 6 und Klassenstufe 7 darstellt. Auch hier müssen die jeweiligen Regressionsgewichte auf 1 und die Residualvarianz des Interesses in Klassenstufe 7 auf 0 gesetzt werden (siehe Abbildung 2; McArdle, 2009). Für das Interesse von Klassenstufe 5 bis Klassenstufe 7 wurden Messmodelle auf der Grundlage von fünf Indikatoren, nämlich der fünf Items zur Bewertung des Interesses der Schüler:innen an der Physik, einbezogen.

Es wurde ein latentes Neighbor-Change-Modell erstellt, das sowohl die Ebene innerhalb als auch zwischen den Klassen berücksichtigt, unter Verwendung des doppelt latenten Ansatzes (Marsh et al., 2009) für die drei Messmodelle (Interesse am Ende der Klassenstufe 5 bis zum Ende der Klassenstufe 7). Das Geschlecht (auf der Ebene innerhalb und zwischen den Klassen) und die Schulform (Gymnasium bzw. Hauptschule auf der Ebene zwischen den Klassen) wurden als zeitinvariante Kovariaten des Intercept-Faktors, also dem Niveau des Interesses am Ende der Klassenstufe 5, und der beiden latenten Veränderungswert-

Faktoren eingegeben. Wie bereits an einigen Stellen erwähnt, fokussiert diese Arbeit jedoch auf die Klassenebene, also die Ebene zwischen den Klassen.

Um die Forschungsfrage 1 zu untersuchen, wurden die Mittelwerte und Varianzen der latenten Intercept- und Veränderungswert-Faktoren untersucht, die die Entwicklung des Interesses an Physik auf der Ebene zwischen den Klassen modellieren. Die Abbildung 2 zeigt das Zwei-Ebenen-Veränderungswertmodell, das zur Modellierung der latenten Veränderung des Interesses an Physik von der Klassenstufe 5 zu 6 und von der Klassenstufe 6 zu 7. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur die Klassenebene des doppelt latenten Modells dargestellt.

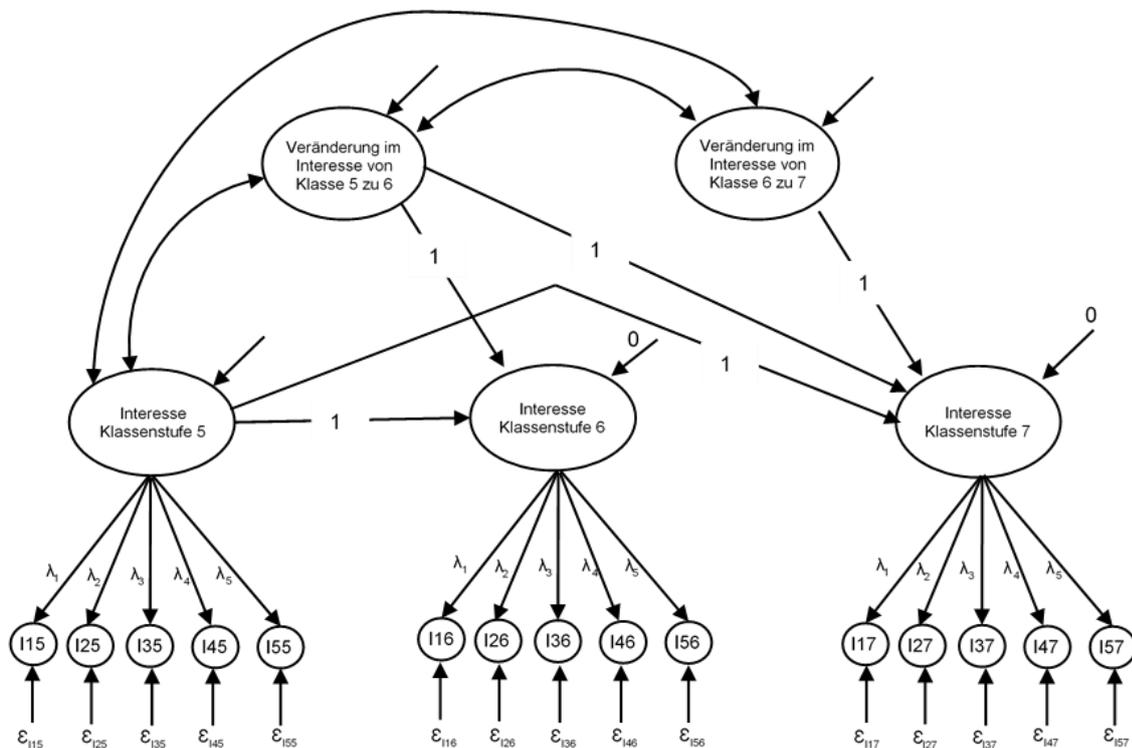


Abbildung 2. Zwei-Ebenen-Veränderungswertmodell. Ovale und Kreise beziehen sich auf latente Variablen. Kurze Pfeile, die nicht von einer Variablen ausgehen, bezeichnen Varianzen oder Residualvarianzen. Lambdas (λ) bezeichnen Faktorladungen. Epsilons (ϵ) bezeichnen die Fehlerterme in den Messmodellen. Korrelationen zwischen Residuen der gleichen Interessenitems über die verschiedenen Messzeitpunkte hinweg wurden in das Modell aufgenommen, sind aber nicht dargestellt. Kovariaten (Geschlecht und Schulform) wurden ebenfalls in das Modell aufgenommen, sind aber nicht dargestellt. Bei dem hier verwendeten doppelt latenten Ansatz stellen die Indikatoren I15 bis I57 (Kreise) latente Intercepts auf der Ebene zwischen den Klassen dar (latente Aggregation, Marsh et al., 2009).

Zur Untersuchung der Forschungsfrage 2 wurden für die Information, ob Physik in dem Schuljahr unterrichtet wurde oder nicht, zwei Dummy-Variablen für Klassenstufe 6 und Klassenstufe 7 auf der Ebene zwischen den Klassen eingeführt. Diese dienten als Prädiktoren für die latenten Veränderungswerte für die Klassenstufen 5 bis 6 und 6 bis 7. Die Teilnahme am Physikunterricht wurde somit als zeitvariable Kovariate betrachtet.

Zur Untersuchung der Forschungsfrage 3 wurden die beiden Teilstichproben der teilnehmenden Schüler:innen mit Physikunterricht in Klassenstufe 6 (Teilstichprobe 1, $n = 2.543$) und in Klassenstufe 7 (Teilstichprobe 2, $n = 1.962$) untersucht. Für die Teilstichprobe 1 wurde ein latentes Veränderungswert-Modell für die Veränderung im Interesse von Klassenstufe 5 zu Klassenstufe 6 erstellt. Für die Teilstichprobe 2 wurde ein latentes Veränderungswert-Modell für die Veränderung im Interesse von Klassenstufe 6 zu Klassenstufe 7 erstellt. Anschließend wurden latente Faktoren eingeführt, die die Dimensionen der Unterrichtsqualität auf der Ebene innerhalb und zwischen den Klassen modellieren. Der latente Veränderungswert, der die Veränderung im Interesse modelliert, wurde auf den jeweiligen Faktor für die Unterrichtsqualität regressiert. Darüber hinaus wurde die Unterrichtsqualität auf das anfängliche Interesse in Klassenstufe 5, beziehungsweise Klassenstufe 6 regressiert (siehe Abbildung 4). Auf diese Weise wurde somit für den Effekt des anfänglichen Interesses in Klassenstufe 5 auf die wahrgenommene Unterrichtsqualität kontrolliert. Alle Signifikanztests wurden auf dem Niveau von 0,05 durchgeführt.

Zur Untersuchung der Forschungsfrage 4 wurden ebenfalls die beiden Teilstichproben der teilnehmenden Schüler:innen mit Physikunterricht in Klassenstufe 6 (Teilstichprobe 1, $n = 2.543$) und in Klassenstufe 7 (Teilstichprobe 2, $n = 1.962$) untersucht. Um zu prüfen, ob die Dimensionen von Unterrichtsqualität bei Mädchen und Jungen unterschiedlich stark mit der Veränderung im Interesse an Physik assoziiert sind, wurden die entsprechenden Zusammenhänge für die Teilgruppe der Mädchen und die Teilgruppe der Jungen separat berechnet. Konkret wurden dazu fiktive Halbklassen erstellt, indem jeweils die Mädchen bzw. die Jungen aus der Berechnung für die Analysen ausgeschlossen wurden.

4.3.2 Messinvarianz

Eine notwendige Voraussetzung für die Analyse von Veränderungen in Längsschnittstudien ist die Messinvarianz über verschiedene Messzeitpunkte hinweg (Bollen & Curran, 2006; Frenzel et al., 2012; McArdle, 2009). Für die Forschung über die Veränderung im Interesse von Schüler:innen scheint dieser Punkt besonders relevant zu sein, denn frühere Studien weisen auch auf qualitative Veränderungen im Konstrukt des Interesses während der Adoleszenz hin (z.B. Frenzel et al., 2012; Renninger & Hidi, 2011). Wie in der Literatur vorgeschlagen (z.B. Vandenberg & Lance, 2000), wurde die Modellpassung in einer Reihe von Latent-State- Modellen verglichen, wobei die Faktorladungen, Intercepts und Residuen schrittweise fixiert wurden.

Die Modellpassung wurde bewertet anhand des Comparative Fit Index (CFI), des Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), des Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) und des Bayesian Information Criterion (BIC). Der SRMR wurde separat für die Ebenen innerhalb und zwischen den Klassen berechnet (SRMR_{within}, SRMR_{between}). CFI-Werte über .90, RMSEA-Werte unter .05 und SRMR-Werte unter .08 gelten als Indikator für eine zufriedenstellende bis gute Modellpassung (Hu & Bentler, 1999; Yu, 2002). Bei den Modellvergleichen wurden die jeweiligen Veränderungen der Modellpassung (Chi-Quadrat-Differenztest, Delta-CFI und Delta-RMSEA) untersucht sowie des BIC. Bei letzterem weisen niedrigere Werte auf eine bessere Modellanpassung hin. Nach der absoluten Modellpassung zeigten CFI, TLI, RMSEA und SRMR eine akzeptable bis gute Passung für alle in Tabelle 1 dargestellten Modelle. Die Chi-Quadrat-Differenztests, Delta-TLI, Delta-RMSEA und BIC zeigten jedoch, dass das Modell mit starker Invarianz eine wesentlich bessere Modellanpassung aufwies als das Modell mit strikter Invarianz. Es wird daher von einer starken Invarianz des genutzten Physikinteressenmaßes ausgegangen, was für die Analyse von Veränderungen in Längsschnittstudien als ausreichend angesehen wird (McArdle, 2009; Vandenberg, 2002).

Tabelle 1. Messung des Physikinteresses in den Klassenstufen 5-7 anhand eines Zwei-Ebenen-Latent-State-Modells: Modellpassung für Modelle mit konfiguraler, schwacher, starker und strikter Messinvarianz über verschiedene Messzeitpunkte hinweg.

	Konfigural	Schwach	Stark	Strikt
χ^2	371	401	429	1,061
df	156	164	172	192
p	.000	.000	.000	.000
CFI	.988	.987	.986	.955
RMSEA	.020	.020	.021	.035
SRMR within	.024	.026	.027	.048
SRMR between	.075	.073	.072	.091
BIC	100,556	100,521	100,483	100,952
$\Delta \chi^2 / \Delta df$		30/8*	28/8*	632/20*
ΔCFI		.001	.001	.032 ^a
$\Delta RMSEA$.000	.001	.014 ^a
$\Delta SRMR$ between		.002	.001	.019 ^a

Anmerkung. Die Δ s beziehen sich auf den Vergleich mit dem Vorgängermodell; CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker-Lewis Index; SRMR = Standardized Root Mean Square Residual; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation. ^a = Anpassungsverlust, der auf Nichtinvarianz gemäß den Cut-off-Kriterien von Chen (2007) und Cheung und Rensvold (2002) hinweist. * $p < .01$ (Verlust der Anpassung statistisch signifikant).

Die Unterrichtsqualität wurde nicht als Längsschnittmaß gemessen, sondern in verschiedenen Teilstichproben. Nämlich Klassen, die in Klassenstufe 6 in Physik unterrichtet wurden, und Klassen, die in der Klassenstufe 7 in Physik unterrichtet wurden. Dennoch wurde zusätzlich die Messinvarianz für die Unterrichtsqualität in den Klassen getestet, die in der Klassenstufe 6 und 7 in Physik unterrichtet wurden ($n = 67$). Um die Modellkomplexität zu reduzieren, wurden Modelle für jede Dimension der Unterrichtsqualität erstellt. Basierend auf den oben beschriebenen Kriterien für die Modellpassung zeigten die Ergebnisse eine starke Messinvarianz für die vier Dimensionen der Unterrichtsqualität.

Zur Prüfung der Moderation der Zusammenhänge von Unterrichtsqualität und Interesse durch das Geschlecht der Schüler:innen ist für die vierte Fragestellung zusätzlich zur Messinvarianz über verschiedene Messzeitpunkte die Invarianz der Messmodelle zwischen den Gruppen der Mädchen und Jungen erforderlich (Bollen & Curran, 2006; Frenzel et al., 2012; McArdle, 2009). Dazu wurden analog zum Vorgehen der Invarianzprüfung im Längsschnitt die Parameter der Messmodelle schrittweise zwischen den Gruppen fixiert. Die Analysen zeigten, dass starke Invarianz der Modelle zwischen den Gruppen der Mädchen und Jungen vorlag (siehe Tabelle A3 für das Interesse und Tabelle A4 für Unterrichtsqualität im Anhang).

4.3.3 Umgang mit fehlenden Werten

In der empirischen Forschung, insbesondere in Längsschnittstudien, stellen fehlende Daten ein potenziell schwerwiegendes Problem dar (Allison, 2002; Schafer & Graham, 2002). Von der Gesamtstichprobe von $N = 3.577$ Schüler:innen zur Untersuchung der ersten beiden Forschungsfragen haben 3.234 Schüler:innen (90,4 %) die Items zum Physikinteresse in Klassenstufe 5 ausgefüllt. In Klassenstufe 6 haben 3.032 Schüler:innen die Items zum Physikinteresse ausgefüllt (84,8 %) und 3.121 Schüler:innen in Klassenstufe 7 (87,3 %). Schüler:innen mit Physikunterricht in Klassenstufe 7 unterschieden sich dabei weder im Physikinteresse in Klassenstufe 5 ($F(1,4223) = .382, p = .536, d = 0,02$), noch im Physikinteresse in Klassenstufe 6 ($F(1,3030) = .746, p = .388, d = 0,05$) signifikant von den Schüler:innen ohne Physikunterricht.

Die Untersuchung der Raten der fehlenden Werte auf Item-Ebene ergab, dass die niedrigste Kovarianzabdeckung bei 75 Prozent lag. Das bedeutet, dass für jede Kombination von zwei Messzeitpunkten (MZ1-MZ2; MZ1-MZ3; MZ2-MZ3) mindestens 75 Prozent der Schüler:innen das jeweilige Item zu beiden Messzeitpunkten ausgefüllt haben. Für die Teilstichproben, die zur Untersuchung der Forschungsfragen 3 und 4 (Rolle der Unterrichtsqualität für die Interessenentwicklung) herangezogen wurden, lagen die niedrigsten Kovarianzabdeckungen bei 79 Prozent für Klassenstufe 6 und 75 Prozent für Klassenstufe 7.

Die Überprüfung der fehlenden Werte bei den Items zur Unterrichtsqualität ergab in der Teilstichprobe der Schüler:innen, die in Klassenstufe 6 am Physikunterricht teilnahmen, dass bis zu 13,9 Prozent der Daten fehlten. Für die Schüler:innen, die in Klassenstufe 7 in Physik unterrichtet wurden, lag der Anteil der fehlenden Daten bei bis zu 12,8 Prozent.

Als sehr stabil erwies sich die Klassenzugehörigkeit der Schüler:innen. Nur 0,1 Prozent der teilnehmenden Schüler:innen wechselten von Klassenstufe 5 zu 6 die Klasse. Von Klassenstufe 6 zu 7 wechselten nur 0,3 % der teilnehmenden Schüler:innen die Klasse. Diese Schüler:innen wurden nach dem Wechsel der Klasse als fehlend eingestuft.

Um die moderaten Anteile der fehlenden Daten zu berücksichtigen, wurden Full-Information-Maximum-Likelihood-Schätzungen (FIML; Enders & Bandalos, 2001) mit robusten Standardfehlern in Mplus (Muthén & Muthén, 1998-2012) implementiert.

5 Ergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden die Ergebnisse zu den vier Forschungsfragen nacheinander vorgestellt. Bevor die konkreten Ergebnisse zu den einzelnen Forschungsfragen berichtet werden, wird zunächst ein Blick auf allgemeine deskriptive Ergebnisse der Analysen gerichtet.

Die deskriptiven Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen, dass das durchschnittliche Interesse der befragten Klassen in der Klassenstufe 5 mit einem Wert von 2,11 leicht unterhalb des Skalenmittelwertes von 2,5 Punkten liegt (Skala von 1 bis 4) und dass das durchschnittliche Interesse in den Klassenstufen 6 und 7 deskriptiv niedriger ausfällt. Die Mittelwerte der vier Dimensionen der Unterrichtsqualität reichen von 1,95 bis 2,81 Skalenpunkten (Skala von 1 bis 4), wobei Klassenführung die niedrigsten Werte aufweist.

Tabelle 2. Deskriptive Ergebnisse für das Interesse an Physik und die wahrgenommene Unterrichtsqualität: Mittelwerte, Standardabweichungen und manifeste Korrelationen auf der Ebene zwischen den Klassen.

	M	SD	ICC1	Manifeste Korrelationen											
				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
1. SI5	2.11	.06	.12	1											
2. SI6	1.80	.04	.08	.35	1										
3. SI7	1.65	.04	.08	.25	.65	1									
4. KA6	2.73	.13	.28	.15	.48	.19	1								
5. KA7	2.51	.11	.23	-.02	.06	.28	.07	1							
6. KU6	2.81	.10	.24	.08	.54	.26	.63	-.00	1						
7. KU7	2.73	.10	.23	.02	.40	.45	.24	.63	.44	1					
8. EU6	2.45	.23	.34	.22	.62	.37	.69	.14	.77	.38	1				
9. EU7	2.35	.20	.29	.19	.48	.44	.34	.66	.34	.71	.64	1			
10. KF6	1.95	.26	.36	-.15	.30	.11	.50	.20	.60	.31	.45	.29	1		
11. KF7	2.06	.32	.34	-.29	.14	.28	.20	.48	.29	.52	.18	.45	.50	1	

Anmerkung. SI = Schüler:inneninteresse an Physik; KA = kognitive Aktivierung; KU = Kognitive Unterstützung; EU = emotionale Unterstützung; KF = Klassenführung; Zahlen nach diesen Abkürzungen bezeichnen die Klassenstufe.

Der Anteil der Variabilität zwischen den Klassen (ICC1) in Bezug auf das Interesse an Physik war mit 0,12 für Klassenstufe 5, mit 0,08 für Klassenstufe 6 und mit 0,08 für Klassenstufe 7 eher gering. Bei der Unterrichtsqualität lag der Anteil der Variabilität zwischen den Klassen zwischen 0,23 für die kognitive Aktivierung und kognitive Unterstützung in Klassenstufe 7 und 0,36 für Klassenführung in Klassenstufe 6. Die untersuchten Klassen unterscheiden sich also eher in ihrer wahrgenommenen Unterrichtsqualität als in ihrem Interesse.

Tabelle 2 liefert außerdem Hinweise auf die Güte der Instrumente. Die Betrachtung der manifesten Korrelationen auf der Ebene zwischen den Klassen zeigt, dass die Rangordnungsstabilität des Physikinteresses von Klasse 5 bis 6 gering ($r = .35$) und von Klasse 6 bis 7 hoch ($r = .65$) sind. Die Korrelationen zwischen den vier Dimensionen der Unterrichtsqualität fallen mittel bis hoch aus, was auf eine ausreichende diskriminante Validität hinweist. Für die Klassenstufen 6 und 7 zeigen sich die Korrelationen zwischen den Dimensionen recht ähnlich, was auf ähnliche Konstruktbeziehungen hindeutet. Emotionale und kognitive Unterstützung sind die Konstrukte, die mit $r = .77$ bzw. $r = .71$ in den Klassen 6 und 7 die höchsten Korrelationen aufweisen.

Jede Dimension der Unterrichtsqualität steht in einem positiven Zusammenhang mit dem Interesse an Physik zum jeweiligen Messzeitpunkt. Die Korrelationen reichen von $r = .28$ für kognitive Aktivierung und Klassenführung mit dem Physikinteresse in Klassenstufe 7 bis $r = .62$ für emotionale Unterstützung mit dem Physikinteresse in Klassenstufe 6.

5.1 Ergebnisse zu FF1 – Veränderung im Interesse an Physik

Die Ergebnisse zur ersten Forschungsfrage basieren auf der vollständigen Stichprobe von $N = 3.577$ Schüler:innen in $N = 140$ Klassen. Um den Rückgang des Physikinteresses zu analysieren, wurde ein Zwei-Ebenen-Veränderungswertmodell verwendet, wie im letzten Kapitel in Abbildung 2 dargestellt.

Nach den üblichen Kriterien für die Bewertung von Modellen (Hu & Bentler, 1999; Yu, 2002) zeigte dieses Modell eine gute Passung mit den Daten (RMSEA = .02, CFI = .99, TLI = .98, SRMR_{within} = .03, SRMR_{between} = .07).

Der Mittelwert des latenten Intercept-Faktors, der in Abbildung 2 mit "Interesse Klassenstufe 5" bezeichnet ist, gibt den Mittelwert des Referenzindikators (Item 5: "Ich beschäftige mich gerne mit diesen Themen") in Klassenstufe 5 an. Der Mittelwert liegt mit 2,32 leicht unter dem Skalenmittelwert von 2,50. Wie die Mittelwerte der latenten Veränderungsvariablen (in Abbildung 2 mit "Veränderung im Interesse von Klasse 5 zu 6" und "Veränderung im Interesse von Klasse 6 zu 7" bezeichnet) zeigen, nahm das Interesse an Physik vom Ende der Klassenstufe 5 bis zum Ende der Klassenstufe 6 um 0,38 Skalenpunkte ab. Vom Ende der Klassenstufe 6 bis zum Ende der Klassenstufe 7 nahm das Interesse um weitere 0,18 Skalenpunkte ab.

Der latente Intercept, also das Interessenniveau zum Ende der Klassenstufe 5, sowie die beiden latenten Veränderungsvariablen zeigen eine signifikante Variabilität auf der Ebene zwischen den Klassen auf (siehe Tabelle 3). Das Interessenniveau in Klassenstufe 5 steht in einem negativen Zusammenhang mit den Veränderungen im Interesse, was auf eine kompensatorische Beziehung hindeutet. Das bedeutet, dass Klassen, die mit einem hohen Interesse in Klassenstufe 5 begannen, einen stärkeren Rückgang im Interesse von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 zu 7 zeigen.

Tabelle 3. Interessenniveau und Veränderung: Mittelwerte und Varianzen für die latenten Intercept- und Veränderungswert-Variablen auf der Ebene zwischen den Klassen.

Variable	M	SE	p	Var	SE	p
Interessenniveau Klasse 5	2.32	.03	<.01	.09	.02	<.01
Interessenveränderung Klasse 5 zu 6	-0.38	.03	<.01	.10	.02	<.01
Interessenveränderung Klasse 6 zu 7	-0.18	.02	<.01	.04	.01	<.01

Um für etwaige Auswirkungen des Geschlechts und der Schulform auf das Niveau und die Veränderungen im Interesse zu kontrollieren, enthielt das Modell das Geschlecht (auf der Ebene innerhalb und zwischen den Klassen) und die Schulform (auf der Ebene zwischen den Klassen) als dichotome zeitinvariante Kovariaten. Die Auswirkungen des Geschlechts und der Schulform auf das Niveau und die Veränderungen im Interesse sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4. Effekte des Geschlechts und des Schultyps auf das Interessenniveau und die Veränderung auf der Ebene innerhalb und zwischen den Klassen.

	Interessenniveau				Interessenveränderung				Interessenveränderung			
	Klasse 5				Klasse 5 zu 6				Klasse 6 zu 7			
	innerhalb		zwischen		innerhalb		zwischen		innerhalb		zwischen	
	β	SE	β	SE	β	SE	β	SE	β	SE	β	SE
Geschlecht	.15*	.03	-.02	.15	.05*	.02	.03	.19	-.01	.03	.14	.23
Schulform	--	--	-.02	.11	--	--	.01	.12	--	--	.07	.15

Anmerkung. * $p < .05$.

Die Ergebnisse zeigen, dass auf der Ebene zwischen den Klassen weder das Geschlecht noch die Schulform in signifikantem Zusammenhang mit dem Interessenniveau in der fünften Klasse oder der Veränderung im Interesse von der fünften zur sechsten oder von der sechsten zur siebten Klasse standen. Auf der Ebene innerhalb der Klasse hing das Geschlecht jedoch mit dem Interessenniveau ($\beta = 0,15$, $p < 0,01$) und der Veränderung im Interesse von der fünften zur sechsten Klasse ($\beta = 0,05$, $p < 0,01$) zusammen, was bedeutet, dass Jungen ein höheres Interessenniveau in der fünften Klasse aufweisen sowie eine positivere Steigung des Interessenverlaufs, also einen geringeren Rückgang im Interesse.

Bei den folgenden Analysen wurden Geschlecht und Schulform als Kovariaten auf der Ebene zwischen den Klassen weggelassen, das Geschlecht aber als Kovariate auf der Ebene innerhalb der Klasse beibehalten.

5.2 Ergebnisse zu FF2 – Zusammenhänge mit Unterricht

Die Ergebnisse zur zweiten Forschungsfrage basieren ebenfalls auf der vollständigen Stichprobe von $N = 3.577$ Schüler:innen in $N = 140$ Klassen. Zur Beantwortung dieser Frage wurde ebenfalls wieder das in Abbildung 2 dargestellte latente Change-Score-Modell verwendet. Dieses Mal wurden jedoch zusätzlich zwei Dummy-Variablen eingeführt, die auf der Ebene zwischen den Klassen als zeitvariable Kovariaten kodieren, ob eine Klasse in Klassenstufe 6, beziehungsweise Klassenstufe 7, in Physik unterrichtet wurde oder nicht (siehe Abbildung 3). Dieses Modell zeigte eine gute Modellpassung mit $RMSEA = .02$, $CFI = .98$, $TLI = .98$, $SRMR_{within} = .03$, $SRMR_{between} = .10$.

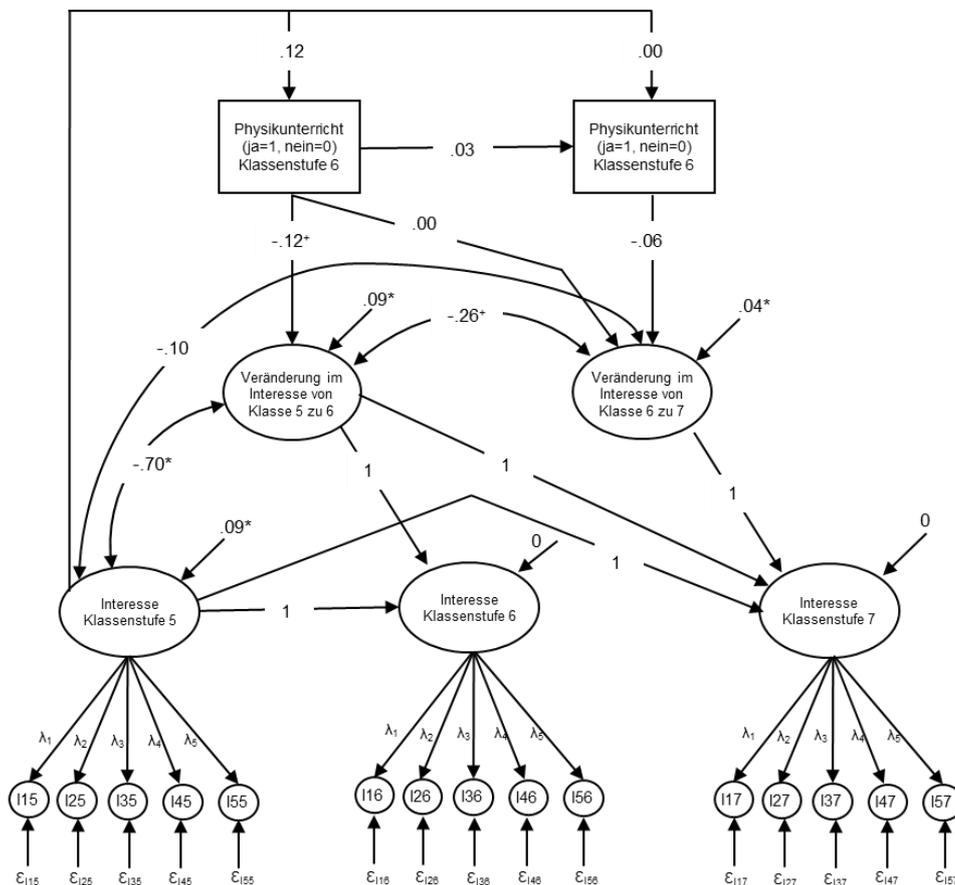


Abbildung 3. Auswirkungen der Teilnahme (im Vergleich zu keiner Teilnahme) am Physikunterricht auf die Veränderung im Interesse an Physik von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 zu 7 auf der Ebene zwischen den Klassen. Die Ergebnisse basieren auf einem Zwei-Ebenen-Veränderungswert-Modell und einer Maximum-Likelihood-Schätzung mit robusten Standardfehlern. Die Teilnahme (bzw. Nichtteilnahme) am Physikunterricht in Klassenstufe 6 oder 7 wird als manifeste zeitvariable Kovariate betrachtet. Ovale und Kreise beziehen sich auf latente Variablen und Rechtecke auf beobachtete Variablen. „Veränderung im Interesse“ bezeichnet die latente Veränderung des Physikinteresses. Kurze Pfeile, die nicht von einer Variablen ausgehen, bezeichnen Varianzen oder Residualvarianzen.

Lambdas (λ) bezeichnen Faktorladungen. Epsilons (ϵ) bezeichnen die Fehlerterme in den Messmodellen.

Abbildung 3 zeigt die Zusammenhänge der Teilnahme (im Vergleich zu keiner Teilnahme) am Physikunterricht mit der Veränderung im Interesse an Physik von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 zu 7 auf der Ebene zwischen den Klassen. Der Physikunterricht (ja = 1, nein = 0) in Klassenstufe 6 stand mit $\beta = -0,12$, $p = .08$ in einem marginalen und negativen Zusammenhang mit der Veränderung im Physikinteresse von Klassenstufe 5 zu 6. Weder der Physikunterricht in Klassenstufe 6 ($\beta = 0,00$, $p = .97$) noch der Physikunterricht in Klassenstufe 7 ($\beta = -0,06$, $p = .58$) stehen in signifikantem Zusammenhang mit der Veränderung im Physikinteresse von Klassenstufe 6 zu 7. Ob eine Klasse Physikunterricht erhalten hat oder nicht, zeigt also keine wesentlichen Auswirkungen auf die Veränderung im Interesse an Physik.

5.3 Ergebnisse zu FF3 – Zusammenhänge mit Unterrichtsqualität

Um die Zusammenhänge der Unterrichtsqualität mit den Veränderungen im Interesse an Physik auf Klassenebene zu untersuchen (Forschungsfrage 3), wurden die beiden Teilstichproben von Klassen verwendet, die in Klassenstufe 6 ($n = 2.543$ Schüler:innen, $n = 107$ Klassen) oder in Klassenstufe 7 ($n = 1.962$ Schüler:innen, $n = 85$ Klassen) in Physik unterrichtet wurden. Für jede der beiden Teilstichproben wurden Zwei-Ebenen-Veränderungswertmodelle angewandt. Die wichtigsten abhängigen Variablen waren die latenten Veränderungen im Interesse an Physik auf Klassenebene von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 auf 7. Jede der vier Dimensionen der Unterrichtsqualität, das heißt kognitive Aktivierung, kognitive Unterstützung, emotionale Unterstützung und Klassenführung, wurde in die Modelle aufgenommen. Die latenten Veränderungswertmodelle und die Zusammenhänge der Unterrichtsqualität mit den Veränderungen im Physikinteresse sind in Abbildung 4 abgebildet. Aus Gründen der Übersicht wird auch hier nur die Ebene zwischen den Klassen dargestellt.

Kognitive Aktivierung und kognitive Unterstützung standen sowohl mit der Veränderung im Interesse von Klassenstufe 5 zu 6 als auch mit der Veränderung im Interesse von

Klassenstufe 6 zu 7 in einem positiven Zusammenhang. Für emotionale Unterstützung und Klassenführung zeigt sich ein positiver Zusammenhang mit der Veränderung im Interesse an Physik nur von Klassenstufe 5 zu 6. Die Richtung der Effekte war also in allen Fällen dieselbe. Eine höhere Unterrichtsqualität stand in Zusammenhang mit einem positiveren Verlauf der Interessenkurve in den jeweiligen Klassen. Da die Ergebnisse zur ersten Forschungsfrage gezeigt haben, dass das Interesse im Durchschnitt von Klassenstufe 5 zu 6 und von der Klassenstufe 6 zu 7 abnahm (Tabelle 3), bedeutet dies, dass eine höhere Unterrichtsqualität mit einem geringeren Rückgang des Interesses in den jeweiligen Klassen verbunden war.

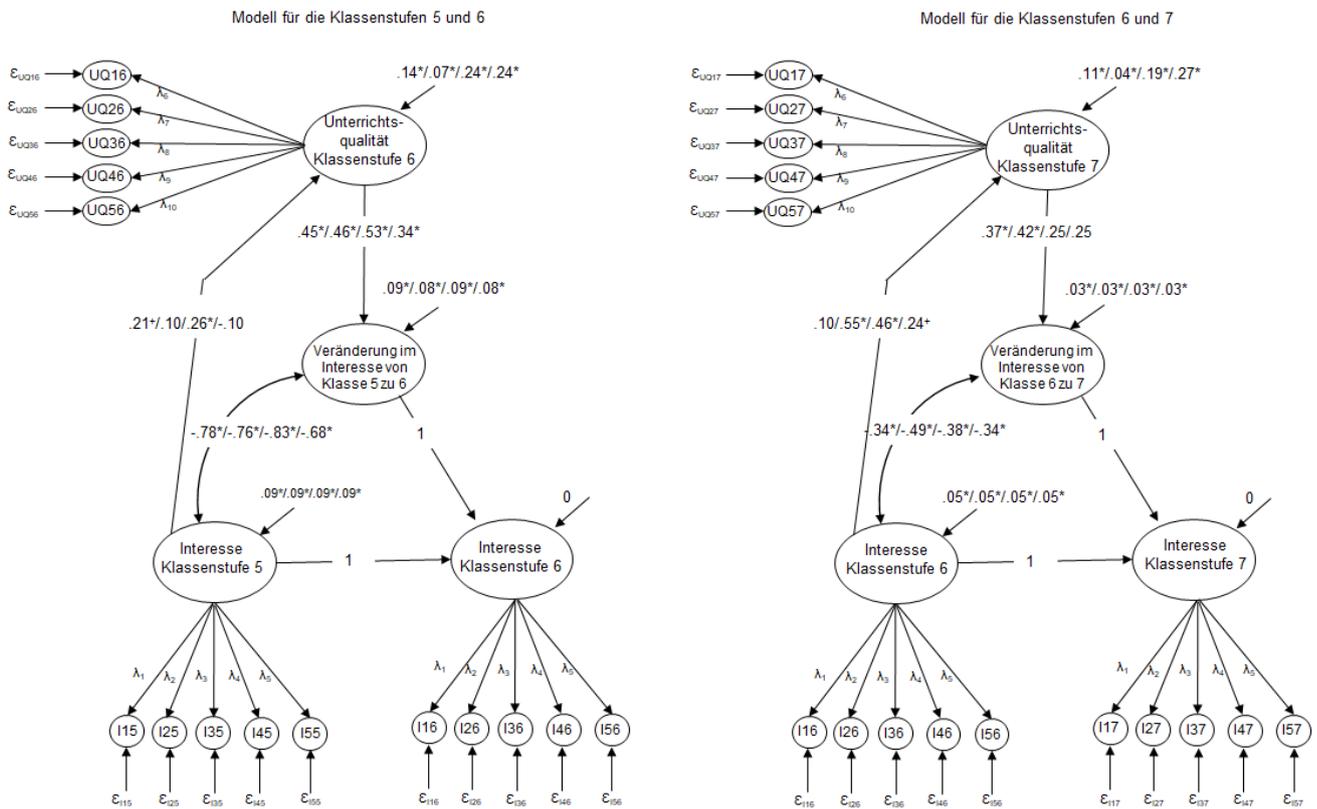


Abbildung 4. Zusammenhänge der Unterrichtsqualität mit der Veränderung im Interesse an Physik unter Berücksichtigung des vorherigen Interesses auf der Ebene zwischen den Klassen. Schrägstriche trennen die jeweiligen Pfadkoeffizienten, Varianzen und Residualvarianzen für kognitive Aktivierung, kognitive Unterstützung, emotionale Unterstützung und Klassenführung. Ovale und Kreise beziehen sich auf latente Variablen. Veränderung im Interesse bezeichnet die latente Veränderung des Interesses an Physik. Kurze Pfeile, die nicht von einer Variablen ausgehen, bezeichnen Varianzen oder Residualvarianzen. Lambdas (λ) bezeichnen Faktorladungen. Epsilons (ϵ) bezeichnen die Fehlerterme in den Messmodellen. Korrelationen zwischen Residuen der gleichen Interessenitems über die verschiedenen Messzeitpunkte hinweg wurden in das Modell aufgenommen, sind aber nicht dargestellt. Bei dem hier verwendeten doppelt latenten Ansatz stellen die Indikatoren I15 bis I57 und UQ16 bis UQ57 (Kreise) latente Intercepts auf der Ebene zwischen den Klassen dar (latente Aggregation, siehe Marsh et al., 2009). + $p < .10$. * $p < .05$.

Die jeweiligen Effektgrößen waren mittelgroß und reichten von $\beta = 0,34$ für Klassenführung in Klassenstufe 6 bis $\beta = 0,53$ für emotionale Unterstützung in Klassenstufe 6. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse erste Hinweise auf reziproke Effekte: Das Interessenniveau der Klassen am Ende der Klassenstufe 5 stand in einem positiven Zusammenhang mit der Wahrnehmung der emotionalen Unterstützung in Klassenstufe 6. Des Weiteren stand das Interessenniveau der Klassen am Ende der Klassenstufe 6 in einem positiven Zusammenhang mit der Wahrnehmung der kognitiven und emotionalen Unterstützung in der Klassenstufe 7 (siehe Abbildung 4).

Um die Robustheit der Zusammenhänge der Unterrichtsqualität zu untersuchen, wurden zusätzliche Modelle berechnet für die Zusammenhänge der einzelnen Dimensionen der Unterrichtsqualität mit den Veränderungen im Interesse von der fünften zur sechsten und von der sechsten zur siebten Klasse, einschließlich des Geschlechts und der Schulform als Kovariaten zwischen den Klassenstufen. Der Vergleich der Ergebnisse aus den Modellen mit und ohne diese Kovariablen auf Klassenebene ergab sehr ähnliche Zusammenhänge der Unterrichtsqualität mit der Interessenveränderung. Die Ergebnisse scheinen daher hinsichtlich der Einbeziehung solcher Kovariablen auf der Klassenebene robust zu sein.

5.4 Ergebnisse zu FF4 – differentielle Zusammenhänge von Unterrichtsqualität

Um mögliche differentielle Zusammenhänge der Unterrichtsqualität mit den Veränderungen im Interesse an Physik zwischen Schüler:innen auf Klassenebene zu untersuchen, wurden die beiden Teilstichproben von Klassen verwendet, die in Klassenstufe 6 ($n = 107$ Klassen, $n = 2.543$ Schüler:innen) oder Klassenstufe 7 ($n = 85$ Klassen, $n = 1.962$ Schüler:innen) in Physik unterrichtet wurden.

Die wichtigsten abhängigen Variablen waren die latenten Veränderungen im Physikinteresse auf Klassenebene von Klassenstufe 5 zu 6 bzw. von Klassenstufe 6 zu 7. Die Tabelle 5 zeigt die standardisierten Regressionskoeffizienten zum Zusammenhang der Dimensionen der Unterrichtsqualität mit der Veränderung im Interesse an Physik für die Teilgruppen der Mädchen und Jungen auf Klassenebene.

Tabelle 5. Standardisierte Regressionskoeffizienten zum Zusammenhang der Dimensionen von Unterrichtsqualität mit der Veränderung im Interesse an Physik für die Teilgruppen der Mädchen und

	Jungen				Mädchen			
	Klasse 5 zu 6		Klasse 6 zu 7		Klasse 5 zu 6		Klasse 6 zu 7	
	B	SE	B	SE	B	SE	B	SE
Modelle für Kognitive Aktivierung								
KA → Veränderung Interesse	.45*	.13	.40*	.17	.48*	.08	.30 ⁺	.17
Ausgangsinteresse → KA	.38	.13	.02	.22	.16	.16	.22	.18
RMSEA		.03		.03		.03		.03
TLI		.96		.95		.94		.96
Modelle für Kognitive Unterstützung								
KU → Veränderung Interesse	.46*	.12	.58*	.21	.57*	.09	.40*	.17
Ausgangsinteresse → KU	.19	.17	.51	.17	.17	.17	.25	.12
RMSEA		.04		.04		.03		.03
TLI		.92		.93		.93		.94
Modelle für Emotionale Unterstützung								
EU → Veränderung Interesse	.51*	.11	.38 ⁺	.23	.54*	.09	.33 ⁺	.19
Ausgangsinteresse → EU	.38	.15	.51	.17	.12	.14	.48	.13
RMSEA		.03		.03		.03		.03
TLI		.95		.96		.95		.96
Modelle für Klassenführung								
KF → Veränderung Interesse	.21 ⁺	.12	.14	.22	.41*	.10	.42*	.12
Ausgangsinteresse → KF	-.05	.15	.20	.18	-.20	.12	.17	.17
RMSEA		.03		.03		.03		.03
TLI		.96		.97		.97		.97

Jungen auf Klassenebene

Anmerkung. *p < 0.05, ⁺p < 0.10

Sowohl für die kognitive als auch emotionale Unterstützung zeigen sich in beiden Zeiträumen kaum Unterschiede in den Koeffizienten zwischen Jungen und Mädchen (siehe Tabelle 5).

Für die kognitive Aktivierung deuten sich dagegen im zweiten Untersuchungszeitraum (Klassenstufe 6 zu 7) Unterschiede an. Während kognitive Aktivierung von Klassenstufe 5 zu 6 noch für beide Geschlechtergruppen signifikante Zusammenhänge mit der Veränderung im Interesse an Physik aufweist, fällt von Klassenstufe 6 zu 7 nur noch der Zusammenhang für die Jungen signifikant aus ($\beta = .40$, $p < 0.05$), für die Mädchen jedoch nicht mehr ($\beta = .30$, $p < 0.1$).

Für die Dimension der Klassenführung zeigen sich für beide Zeiträume nur für die Teilgruppe der Mädchen signifikante Zusammenhänge mit der Veränderung im Interesse ($\beta = .41 / .42$, $p < 0.05$).

6 Diskussion

Die Förderung von Interesse gilt als ein zentrales Ziel von Schule (Harackiewicz et al., 2016; Krapp & Prenzel, 2011; Reeve et al., 2015). Dieses Ziel scheint jedoch im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht, insbesondere in den „harten“ Naturwissenschaften Physik und Chemie, nur selten erreicht zu werden, denn das Interesse an diesen Fächern nimmt im Laufe der Sekundarstufe deutlich ab (z.B. Anderhag et al., 2016; Frenzel et al., 2012; Gottfried et al., 2001; Häußler & Hoffmann, 2002; Höft et al., 2019; Krapp & Prenzel, 2011).

Bislang fehlt es jedoch an Studien, die sich mit dem Interesse an Physik im Längsschnitt und unterrichtsbezogenen Zusammenhängen mit der Interessenentwicklung in den Schuljahren der unteren Sekundarstufe beschäftigen. In dieser Arbeit wurden daher Klassenunterschiede in der Entwicklung im Physikinteresse sowie Zusammenhänge von Unterricht und Unterrichtsqualität mit dieser Entwicklung betrachtet. Mit einer großen Stichprobe von Schüler:innen der Sekundarstufe I in den Klassenstufen 5 bis 7 untersuchte diese Arbeit die Unterschiede zwischen den Klassen in der Entwicklung des eigenschaftsbezogenen individuellen Interesses über mehrere Schuljahre hinweg. Ergänzend zu Interventionsstudien, die spezifische unterrichtsbezogene Merkmale verändern (z.B. Nutzwertinterventionen), um deren Rolle bei der Entwicklung von Interesse oder verwandten motivationalen Konstrukten zu untersuchen, konzentrierte sich diese Arbeit auf die Zusammenhänge von normalem, regulärem Physikunterricht, also ohne die Manipulation durch Interventionsmaßnahmen. Um die Rolle der Unterrichtsqualität bei der Entwicklung von Interesse zu untersuchen, wurde für diese Arbeit außerdem, statt einzelner Merkmale, ein umfassendes Modell der Unterrichtsqualität (Kleickmann et al., 2020) verwendet.

Die Ergebnisse der einzelnen Forschungsfragen werden im Folgenden diskutiert.

6.1 Zu FF1 – Rückgang im Physikinteresse

Wie die Ergebnisse für Forschungsfrage 1 zeigen, ist das Interesse an Physik auf Klassenebene von Klassenstufe 5 bis 7 im Durchschnitt zurückgegangen. Die Vermutung für Forschungsfrage 1 konnte daher bestätigt werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit zum Verlauf des Interesses an Physik auf Klassenebene stehen somit im Einklang mit bisherigen Ergebnissen aus Studien zum Interesse an Naturwissenschaften oder Mathematik, die einen Rückgang im Interesse zeigen (z.B. Babarovic, 2021; Dotterer et al., 2009; Fredricks & Eccles, 2002; Frenzel et al., 2010; Krapp & Prenzel, 2011; Potvin & Hasni, 2014). Zudem zeigte sich, wie vermutet, dass der Rückgang im Interesse im Durchschnitt im ersten Zeitraum vom Ende der Klassenstufe 5 bis zum Ende der Klassenstufe 6 stärker ausfällt und im zweiten Zeitraum vom Ende der Klassenstufe 6 bis zum Ende der Klassenstufe 7 weniger stark ausgeprägt ist. Dies lässt einen nicht-linearen Verlauf in der negativen Entwicklung des Interesses an Physik in der unteren Sekundarstufe annehmen.

Frühere Studien aus der Mathematik zeigten bereits ebenfalls einen kurvilinearen Verlauf im Interessenrückgang (z.B. Frenzel et al., 2010; Jacobs et al., 2002; Kim et al., 2015; Watt, 2004). Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen damit die Vermutung, dass die Schuljahre der unteren Sekundarstufe eine relativ kritische Phase für die Entwicklung des Interesses von Schüler:innen darstellen (Höft & Bernholt, 2019; Tröbst et al., 2016).

Vor allem aber erweitert die vorliegende Arbeit mit ihrem Längsschnittdesign über mehrere Schuljahre hinweg den aktuellen Forschungsstand zur Interessenentwicklung im Fach Physik, der bislang vor allem Studien mit einem querschnittlichen Design oder einen Längsschnitt über einige Wochen umfasste (z.B. Häußler & Hoffmann, 1995; Wang & Hazari, 2018). Diese Arbeit ergänzt zudem die bisherigen Befunde aus längsschnittlichen Untersuchungen zur Interessenentwicklung im naturwissenschaftlichen Bereich, die sich bislang insbesondere auf die höheren Schuljahre der oberen Sekundarstufe fokussiert haben (z.B. Berger, 2002; Höft & Bernholt, 2019; Wang & Hazari, 2018). Die vorliegenden Ergebnisse bereichern zudem frühere Forschungsarbeiten, die sich in erster Linie auf die

110

Schüler:innenebene konzentrierten und nicht die Variabilität der Interessenverläufe innerhalb und zwischen den Klassen aufschlüsselten. Um in den weiteren Schritten dieser Arbeit die Zusammenhänge von Unterricht und Unterrichtsqualität mit der Entwicklung im Interesse zu untersuchen, ist jedoch die Variabilität zwischen den Klassen in den Interessenverläufen von besonderer Bedeutung (z.B. Lüdtke et al., 2009; Wagner et al., 2016).

Die Ergebnisse dieser Arbeit zu Forschungsfrage 1 legen außerdem nahe, dass bei Klassen, die mit einem höheren Interesse an Physik am Ende der Klassenstufe 5 starteten, im Verlauf bis zum Ende der Klassenstufe 7 ein stärkerer Rückgang in ihrem Interesse zu beobachten ist. Dass bei Personen mit einem höheren anfänglichen Interesse an Naturwissenschaften das Interesse im Laufe der Zeit steiler abnimmt und bei Personen mit einem anfänglich geringeren Interesse die Abnahme weniger stark ausfällt oder im Laufe der Zeit das Interesse sogar zunimmt, wurde bereits in anderen Studien beschrieben (z.B. Babarovic, 2021).

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass auf der Schüler:innen-Ebene Jungen am Ende der Klassenstufe 5 ein höheres Interesse aufwiesen als Mädchen und einen weniger stark ausgeprägten Rückgang im Interesse an Physik zeigen. Auch wenn die Schüler:innen-Ebene nicht der Fokus dieser Arbeit war, ist der Befund des durchschnittlich höheren Interesses an Physik bei Jungen im Vergleich zu Mädchen mit vorhandener Literatur vereinbar (z.B. Häußler & Hoffmann, 1995).

6.2 Zu FF2 – Unterricht hindert Interesse nicht aber fördert es auch nicht

Um für die zweite Forschungsfrage den Zusammenhang der Teilnahme, im Vergleich zur Nichtteilnahme, am normalen Physikunterricht und der Entwicklung im Interesse an Physik auf Klassenebene zu untersuchen, wurde ein quasi-experimentelles Design angewendet und der Physikunterricht als zeitlich veränderliche Kovariate auf Klassenebene betrachtet.

Im Vergleich zu keinem Unterricht zeigen die Ergebnisse für die Teilnahme am Unterricht in Physik auf Klassenebene keine oder nur sehr kleine und negative Zusammenhänge mit den Veränderungen im Interesse an Physik von Klassenstufe 5 zu 6, beziehungsweise

Klassenstufe 6 zu 7. Im Durchschnitt hat es also keinen großen Unterschied für die Entwicklung im Interesse auf Klassenebene gemacht, ob die Klassen in Physik unterrichtet wurden oder nicht. Der Physikunterricht hat demnach das Interesse der Klassen an der Physik im Durchschnitt weder in besonderem Maße gefördert noch vermindert. Es zeigten sich allenfalls geringe negative Zusammenhänge mit der Entwicklung im Interesse in den Klassenstufen 5 bis 6. Nach dem Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung (Hidi & Renninger, 2006) sind schulische Lernumgebungen allerdings wichtig, um Interesse zu wecken oder aufrechtzuerhalten. Dies scheint besonders für naturwissenschaftliche Fächer wichtig zu sein, da viele Kinder nur in der Schule die Möglichkeit haben, etwas über Naturwissenschaften zu lernen (Kaya & Lundeen, 2010; Shymansky et al., 2000). Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten jedoch darauf hin, dass der Physikunterricht im Durchschnitt das Ziel, den Rückgang im Interesse an Physik in der Sekundarstufe I zumindest abzumildern, möglicherweise nicht erreicht. Frühere Studien aus dem Bereich der Naturwissenschaften kamen bereits zu ähnlichen Ergebnissen (z.B. Potvin & Hasni, 2014). Damit zeigt sich das Ergebnis dieser Arbeit für die Physik konsistent mit früheren Befunden. Ein Grund für dieses Ergebnis könnte sein, dass aus Interventionsstudien bekannte förderliche Ansätze wie das Hervorheben der Nutzwerte oder die Kontextualisierung von naturwissenschaftlichen Inhalten (Broman et al., 2020; Curry et al., 2020; Hulleman et al., 2017; Rosenzweig et al., 2020; Shin et al., 2019) wahrscheinlich nach wie vor nicht regelmäßig genug im Schulunterricht umgesetzt werden (vgl. Taasobshirazi & Carr, 2008). Die Ergebnisse zur zweiten Forschungsfrage dieser Arbeit unterstreichen die Bedeutung solcher Ansätze und die Bedeutung der Verbesserung der Unterrichtsqualität, auf die in dieser Arbeit mit der dritten Forschungsfrage eingegangen wurde.

6.3 Zu FF3 – wahrgenommene Unterrichtsqualität macht einen Unterschied

Um die Rolle der wahrgenommenen Unterrichtsqualität bei den Veränderungen im Interesse an Physik auf Klassenebene zu analysieren und damit die Forschungsfrage 3 zu beantworten, wurden nur die Klassen untersucht, die in Klassenstufe 6 oder 7 in Physik

unterrichtet wurden. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten darauf hin, dass die Unterrichtsqualität einen wesentlichen Unterschied macht. Eine höhere Unterrichtsqualität war mit einer positiveren Entwicklung im Interesse an Physik verbunden. Das bedeutet, dass das Interesse in Klassen mit höherer Unterrichtsqualität gestiegen ist oder zumindest der Rückgang weniger stark ausfiel. Wie erwartet stand die kognitive Aktivierung in einem positiven Zusammenhang mit den Veränderungen im Interesse an Physik vom Ende der Klassenstufe 5 zum Ende der Klassenstufe 6 sowie von Klassenstufe 6 zu 7. Ebenfalls in einem positiven Zusammenhang mit den Veränderungen im Interesse an Physik von Klassenstufe 5 zu 6 sowie von Klassenstufe 6 zu 7 stand die kognitive Unterstützung. Die kognitiven Dimensionen der Unterrichtsqualität milderten somit den Rückgang im Interesse an Physik ab.

Für die beiden generischen Dimensionen der Klassenführung und der emotionalen Unterstützung wurden die erwarteten Muster jedoch nur teilweise bestätigt. Klassenführung und emotionale Unterstützung standen nur im Zusammenhang mit der Interessenveränderung von Klassenstufe 5 zu 6. Dabei zeigten sich Unterschiede zwischen den generischen Dimensionen. Während der Effekt für die Klassenführung relativ gering war, fiel der Zusammenhang der emotionalen Unterstützung mit der Entwicklung im Interesse an Physik sehr groß aus.

Die Untersuchung von Veränderungen im Interesse an Physik über zwei Zeiträume, vom Ende der Klassenstufe 5 zum Ende der Klassenstufe 6 sowie vom Ende der Klassenstufe 6 zum Ende der Klassenstufe 7, mit unterschiedlichen Stichproben ermöglicht es darüber hinaus Aussagen über die Robustheit der Zusammenhänge der vier Dimensionen der Unterrichtsqualität mit der Interessenentwicklung über die beiden Zeiträume hinweg zu treffen. Die Effekte der kognitiven Aktivierung und der kognitiven Unterstützung erwiesen sich über die beiden Zeiträume hinweg als stabil. Sie waren in beiden Zeiträumen signifikant und wiesen eine ähnlich ausgeprägte beträchtliche Effektgröße auf (vgl. Abbildung 4). Die Effekte der emotionalen Unterstützung und der Klassenführung scheinen dagegen weniger

robust zu sein, da sich die positiven Effekte aus dem ersten Zeitraum im zweiten Zeitraum nicht wiederholten. Zusätzliche Robustheitsanalysen, die Modelle mit und ohne die Kovariaten Geschlecht und Schulform zwischen den Klassenstufen verglichen, ergaben sehr ähnliche Auswirkungen der Unterrichtsqualität, was darauf hindeutet, dass die Ergebnisse auch hinsichtlich der Einbeziehung solcher Kovariaten robust sind.

An dieser Stelle lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Qualität des Unterrichts in einem wesentlichen Zusammenhang stand mit den Veränderungen im Interesse an Physik auf Klassenebene, trotz der geringen Variabilität im individuellen Interesse an Physik auf Klassenebene. Die Ergebnisse der dritten Forschungsfrage stehen dabei nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen aus Forschungsfrage 2. Vielmehr zeigen sie, dass es für die Veränderung im Interesse weniger wichtig ist, ob Schulklassen in Physik unterrichtet werden oder nicht. Entscheidend für die Veränderung im Interesse an Physik scheint die Art und Weise des Physikunterrichts zu sein. Dies unterstreicht die Bedeutung der Unterrichtsqualität und eines Physikunterrichts, der die Schüler:innen in ihrem Lernprozess unterstützt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zur Rolle der Unterrichtsqualität stimmen in einigen Teilen mit den Ergebnissen früherer Studien überein, die den Ansatz der drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität verwendet haben. Wie angenommen, zeigte die kognitive Aktivierung konsistente positive Zusammenhänge mit den Veränderungen im Interesse von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 zu 7. Frühere Studien mit kürzeren Längsschnittdesigns über mehrere Wochen oder Monate deuteten bereits auf positive Zusammenhänge der kognitiven Aktivierung mit dem Interesse auf Klassenebene hin (z.B. Becker & Keller, 2022; Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016). Die Langzeit-Längsschnittbefunde dieser Arbeit bestätigen somit das Potenzial kognitiv ansprechender Strategien, wie beispielsweise problemorientierte, herausfordernde Aufgaben, die das Denken der Schüler:innen anregen und ihre Vorstellungen herausfordern, oder Verbindungen zu Alltagsphänomenen, für die Entwicklung motivationaler Konstrukte, das

bereits in spezifischen Interventionsstudien (siehe Hulleman & Harackiewicz, 2009; Rosenzweig et al., 2020) und in der naturwissenschaftlichen Unterrichtsforschung (Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014, Kleickmann et al., 2020; Tröbst et al., 2016) hervorgehoben wurde.

Orientiert an frühere Studien, die zwischen kognitiver und emotionaler Unterstützung unterschieden (z.B. Kleickmann et al., 2020; Pianta et al., 2012), wurde auch in dieser Arbeit das Konstrukt der Schüler:innenunterstützung differenziert. Dabei zeigte die kognitive Unterstützung, ähnlich wie die kognitive Aktivierung, starke und konsistente positive Zusammenhänge mit den Veränderungen im Interesse auf Klassenebene von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 zu 7. Da sich die kognitive Unterstützung unter anderem auf die Reduzierung der Aufgabenkomplexität und die Strukturierung der Inhalte konzentriert, unterstützt sie die Klassen bei der Bewältigung kognitiv anspruchsvoller Aufgaben. Vor dem Hintergrund der Selbstbestimmungstheorie scheint es plausibel, dass wahrgenommene kognitive Unterstützung zu höherem Interesse führen kann, indem sie zu einem erhöhten Erleben von Kompetenz und Autonomie führt (Eccles, 2009; Ryan & Deci, 2000).

In Bezug auf die beiden eher allgemeinen, fachübergreifenden Dimensionen der Unterrichtsqualität, emotionale Unterstützung und Klassenführung, waren die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Zusammenhänge für die Veränderung im Interesse an Physik für den untersuchten Zeitraum der Klassenstufen 5 bis 7 weniger einheitlich als bei den kognitiven Dimensionen. Während emotionale Unterstützung den stärksten Zusammenhang mit der Veränderung im Interesse auf Klassenebene von Klassenstufe 5 zu 6 aufwies, wurde kein Zusammenhang für die entsprechende Veränderung im Interesse von Klassenstufe 6 zu 7 gefunden. Es könnte möglich sein, dass die emotionale Unterstützung durch Lehrkräfte in höheren Klassenstufen nicht mehr so wichtig ist, weil in diesem Alter beispielsweise die Interaktionen mit Gleichaltrigen an Bedeutung gewinnen. Diese Vermutung müsste jedoch weiter untersucht werden.

Für die Klassenführung wurde in der vorliegenden Arbeit nur ein geringer Zusammenhang mit der Veränderung im Interesse auf Klassenebene von Klassenstufe 5 zu 6 und Zusammenhang mit der Interessenveränderung von Klassenstufe 6 zu 7 festgestellt. Auch in manchen früheren Studien konnten keine Auswirkungen der Klassenführung auf die Interessenentwicklung auf Klassenebene gefunden werden, sondern nur auf der Schüler:innenebene (z.B. Kunter, Baumert, et al., 2007; Kunter, Klusmann, et al., 2007). Zwar wurden in diesen Studien unterschiedliche Aspekte von Klassenführung untersucht, da Kunter et al. (2007) in ihren Studien Überwachung und Regeln untersuchten, während sich die vorliegende Arbeit bei der Klassenführung auf die Abwesenheit von Störungen konzentrierte. Jedoch zeigte die Unterbindung von Unterrichtsstörungen bei Becker und Keller (2022) ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Interesse einer Klasse. So deuten die Ergebnisse übereinstimmend darauf hin, dass die Klassenführung nicht oder nur in einem geringen Maße mit der Interessenentwicklung auf Klassenebene im Zusammenhang zu stehen scheint.

Im Gegensatz zu früheren Studien zur Unterrichtsqualität, die sich überwiegend auf ein situatives Interesse konzentrierten (z.B. Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020), untersuchte diese Arbeit das eigenschaftsbezogene, individuelle Interesse von Schüler:innen. Trotzdem deuten die Ergebnisse dieser Arbeit darauf hin, dass die wahrgenommene Unterrichtsqualität in einem engen Zusammenhang mit Veränderungen im Interesse auf Klassenebene steht.

6.4 Zu FF4 – keine differentiellen Zusammenhänge von Unterrichtsqualität

Studien aus der Naturwissenschaftsdidaktik deuten darauf hin, dass Merkmale des Unterrichts unterschiedlich mit der Interessenentwicklung von Mädchen und Jungen in Zusammenhang stehen könnten (Dohn, 2022; Fredricks et al., 2018; Häußler & Hoffmann, 1995; Schröders & Jansen, 2020; Senden et al., 2021). Als erste aus dem naturwissenschaftlichen Bereich beschäftigte sich diese Arbeit in ihrer vierten Forschungsfrage mit der Fragestellung, ob sich die Zusammenhänge zwischen

Unterrichtsqualität und der Entwicklung im Interesse an Physik zwischen Teilgruppen von Mädchen und Jungen in den Klassenstufen 6 und 7 unterscheiden. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurden die Teilgruppen von Mädchen und Jungen der jeweiligen verwendeten Klassen voneinander getrennt betrachtet.

Es wurde angenommen, dass kognitive Aktivierung aufgrund ihrer Lebensweltbezüge und eines diskursiven Unterrichtsansatzes vor allem für die Entwicklung im Physikinteresse von Mädchen wichtig ist, da sich für sie gesellschaftliche Bezüge sowie kommunikative und kollaborative Unterrichtsaktivitäten als besonders hilfreich gezeigt haben, um das Interesse zu erhöhen (Cantley et al., 2017; Fredricks et al., 2018; Häußler & Hoffmann, 1995; Martin-Gamez et al., 2022). Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass kognitive Aktivierung sowohl für die Teilgruppe der Mädchen als auch für die Teilgruppe der Jungen in positivem Zusammenhang mit ihrer Veränderung im Interesse in Klassenstufe 6 steht. Im nächsten Schuljahr zeigt sich der signifikante Zusammenhang jedoch nur noch für die Jungen, für die Mädchen fällt der positive Zusammenhang nur marginal signifikant aus. Die Vermutung, dass kognitive Aktivierung für die Entwicklung von Interesse an Physik für Mädchen aufgrund von diskursiven Unterrichtsansätzen und Lebensweltbezügen wichtiger sein könnte als für Jungen, lässt sich somit nicht bestätigen. Allerdings bildet die genutzte Skala den Lebensweltbezug mit nur einem Item nicht deutlich ab und zielt eher auf Prozesse wie die Begründung von Aussagen oder das Experimentieren. Der diskursive Unterrichtsansatz sowie Möglichkeiten zum kollaborativen Arbeiten werden von der Skala zur Erhebung der kognitiven Aktivierung ebenfalls nicht berücksichtigt. Insofern handelt es sich hiermit um eine methodische Einschränkung, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte.

Aufgrund des bei Mädchen in der Regel geringer ausgeprägten naturwissenschaftlichen Selbstkonzeptes (Krapp & Prenzel, 2011; Schröders & Jansen, 2020) wurde für den Zusammenhang der konstruktiven Unterstützung und der Entwicklung im Interesse an Physik vermutet, dass diese Dimension für die Gruppe der Mädchen und ihre Entwicklung im

Interesse an Physik wichtiger sein könnte als für die Jungen. Die Ergebnisse können diese Annahme jedoch nicht bestätigen. Kognitive Unterstützung weist sowohl für Mädchen als auch für Jungen positive Zusammenhänge mit der Entwicklung im Interesse an Physik von Klassenstufe 5 zu 6 sowie Klassenstufe 6 zu 7 auf. Mädchen und Jungen scheinen in ihrer Entwicklung im Interesse an Physik also gleichermaßen von einer kognitiven Unterstützung im Unterricht zu profitieren. Emotionale Unterstützung zeigt dagegen nur im ersten Untersuchungszeitraum einen positiven Zusammenhang mit der Interessenentwicklung der Schüler:innen beider Geschlechter. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass emotionale Unterstützung für jüngere Mädchen und Jungen nach dem Übertritt in die Sekundarstufe zunächst gleichermaßen wichtig ist, in weiteren Schuljahren für beide Geschlechtergruppen für ihre Entwicklung im Interesse aber eine untergeordnete Rolle spielt. Die Vermutung, dass konstruktive Unterstützung für Mädchen aufgrund ihres geringeren naturwissenschaftlichen Selbstkonzeptes wichtiger sein könnte als für Jungen, konnte somit nicht bestätigt werden.

Zu differentiellen Effekten von Klassenführung existierten bisher keine Befunde. Frühere Studien aus anderen Domänen untersuchten unter anderem die Strukturiertheit einer Lernumgebung, kamen diesbezüglich aber zu unterschiedlichen Ergebnissen (z.B. Bru et al., 2021; Lietaert et al., 2015). Lietaert et al. (2015) berichteten keine differentiellen Effekte, allerdings war ihre Stichprobe recht klein, sodass nur Aussagen auf Schüler:innen-Ebene getroffen werden konnten. Dagegen zeigten Bru et al. (2021), dass Jungen stärker von einer Strukturierung der Lernumgebung profitierten als Mädchen. In der vorliegenden Arbeit zeigen sich für die Gruppe der Mädchen sowohl von Klassenstufe 5 zu 6 als auch von Klassenstufe 6 zu 7 signifikante Zusammenhänge der Klassenführung mit der Entwicklung im Interesse an Physik, für die Jungen dagegen nicht. Die im Vergleich zu Bru et al. (2021) konträren Ergebnisse lassen sich womöglich über die gewählte Operationalisierung von Klassenführung erklären, da Klassenführung in dieser Arbeit nicht auf Strukturierung des Unterrichtsgeschehens, sondern auf Störungen im Unterricht fokussierte. Dieser Aspekt der Klassenführung scheint für die Entwicklung im Interesse an Physik für Mädchen wichtiger zu sein als für Jungen. Möglicherweise ist für Mädchen Klassenführung in Bezug auf Störungen

besonders wichtig, da Mädchen im Vergleich zu Jungen Schule weniger als einen ruhigen Arbeitsplatz empfinden (Boström & Bostedt, 2021).

Insgesamt deuten die Ergebnisse der vierten Forschungsfrage dieser Arbeit darauf hin, dass es in den Zusammenhängen von wahrgenommener Unterrichtsqualität und der Entwicklung im Interesse an Physik zwischen den Gruppen der Jungen und Mädchen nur wenige Unterschiede gibt. Schüler:innen beider Geschlechter profitieren in ihrer Entwicklung im Interesse an Physik von einer hohen Unterrichtsqualität, insbesondere von den stärker inhaltlichen Dimensionen der kognitiven Aktivierung und der kognitiven Unterstützung. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten darauf hin, dass auch für die Unterrichtsqualität gilt, dass Merkmale des Unterrichts, die für das Interesse von Mädchen förderlich sind, auch Jungen in ihrem Interesse unterstützen (vgl. Häußler & Hoffmann, 2002; Potvin & Hasni, 2014).

6.5 Implikationen

Längsschnittuntersuchungen zur Entwicklung des Interesses von Schüler:innen an naturwissenschaftlichen Fächern sind selten, insbesondere für die untere Sekundarstufe und im Hinblick auf die Entwicklung des Interesses auf Klassenebene. Mit ihren vier Forschungsfragen unternahm die vorliegende Arbeit einen ersten Schritt, um diese Lücke für das Fach Physik zu schließen. Im Gegensatz zu vielen anderen Studien zur Interessenentwicklung, die spezifische Interesseninterventionen untersuchen, widmete sich diese Arbeit dem regulären Physikunterricht. Die Ergebnisse hieraus haben wichtige Implikationen für Forschung und Praxis. Hinsichtlich der Veränderung im Interesse an der Physik (Forschungsfrage 1) deuten die Ergebnisse wie beschrieben darauf hin, dass die untere Sekundarstufe mit den Klassenstufen 5 bis 7 angesichts der hier festgestellten starken Rückgänge tatsächlich eine kritische Phase für das Interesse von Schüler:innen an der Physik darstellen könnte. Aufgrund der Bedeutung dieser Phase für die Bildung von Interessen an naturwissenschaftlichen Inhalten sowie für die Kurswahl in der oberen Sekundarstufe oder Berufswahl (Babarovic, 2021; Kang et al., 2019; Nugent et al., 2015; Pugh et al., 2021), unterstreichen die Ergebnisse dieser Arbeit die Notwendigkeit möglichst

früh dem Rückgang im Interesse an Physik entgegenzuwirken. Hierfür ist eine frühe Förderung von Interesse an Physik entscheidend, die bereits vor der kritischen Phase der unteren Sekundarstufe ansetzt. Denn Kinder, die sich schon früh in ihrem Leben für Naturwissenschaften interessieren, scheinen weniger Gefahr zu laufen, dass ihr Niveau im Interesse schnell sinkt (Potvin & Hasni, 2014).

Obwohl der Einfluss von Unterricht auf die langfristige Entwicklung im Interesse von Sekundarschulklassen an Physik über die Schuljahre hinweg als potenziell sehr relevanter Faktor angesehen werden kann, ist die Wirkung des Unterrichts bislang uneindeutig. Aus diesem Grund untersuchte diese Arbeit in einem weiteren Schritt mit einem quasi-experimentellen Design die Zusammenhänge der Teilnahme bzw. Nichtteilnahme am Physikunterricht mit der Interesseentwicklung in Klassen der Sekundarstufe I im Längsschnitt auf Klassenebene. Die Ergebnisse zu Forschungsfrage 2 deuten darauf hin, dass der Physikunterricht im Durchschnitt das Ziel, das Interesse von Schüler:innen an der Physik zu fördern oder zumindest aufrechtzuerhalten, eher nicht erreicht. Die Teilnahme bzw. Nichtteilnahme am Physikunterricht stand, wenn überhaupt, bestenfalls in einem marginalen Zusammenhang mit der Veränderung im Physikinteresse auf Klassenebene. Dies erscheint besonders problematisch, da der Physikunterricht eine wichtige Gelegenheit darstellt das Interesse von Schüler:innen zu entwickeln und zu erhalten. Im Vergleich zu anderen Bereichen wie Lesen, Sport oder Musik gibt es im Bereich der Naturwissenschaften weniger außerschulische oder häusliche Lernmöglichkeiten (z.B. Museumsbesuche, Fernsehsendungen). Zudem deuten Studien darauf hin, dass Eltern sowohl in der Grundschule als auch in der Sekundarstufe weniger in den naturwissenschaftlichen Unterricht ihrer Kinder eingebunden sind als beispielsweise in den Bereichen Mathematik und Lesen (Kaya & Lundeen, 2010; Shymansky et al., 2000; Sonnenschein et al., 2022). Die Schule erweist sich daher als ein besonders wichtiges Umfeld für die Interessenentwicklung in naturwissenschaftlichen Fächern. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten jedoch darauf hin, dass im regulären Physikunterricht zu wenig unternommen wird, um das Interesse an Physik zu fördern. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die bereits als für das Interesse förderlich

120

bekannten Maßnahmen, wie beispielsweise das Kontextualisieren von Inhalten, verstärkt im Unterricht zu integrieren. Dazu sind Lehrkräfte besser über die Möglichkeiten zur Förderung von Interesse im Physikunterricht zu informieren und weiterzubilden, beispielsweise im Rahmen von Fortbildungen.

Über die Ergebnisse zum durchschnittlichen Rückgang im Interesse hinaus deuten die Ergebnisse zu Forschungsfrage 3 darauf hin, dass die Qualität des Unterrichts ein wichtiges Mittel sein könnte, um den Rückgang im Interesse an der Physik abzumildern, einem naturwissenschaftlichen Teilbereich, in dem der Interessenrückgang besonders stark ausfällt (Krapp & Prenzel, 2011). Ergänzend zu früheren Studien untersuchte die vorliegende Arbeit die Zusammenhänge der Unterrichtsqualität im Physikunterricht der Sekundarstufe I mit der Interessenentwicklung auf Klassenebene aus einer Langzeitperspektive. Dabei wurden vier Dimensionen der Unterrichtsqualität berücksichtigt, von denen zwei kognitiv und zwei generisch ausgerichtet waren. Kognitive Aktivierung und kognitive Unterstützung standen in engem und positivem Zusammenhang mit Veränderungen im Interesse auf Klassenebene von Klassenstufe 5 zu 6 und von Klassenstufe 6 zu 7. Da diese beiden Dimensionen der Unterrichtsqualität den Inhalt des Unterrichts berücksichtigen (Blazar et al., 2017; Klieme et al., 2009), weisen die Ergebnisse der dritten Forschungsfrage auf die Notwendigkeit hin, auch inhaltspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität aufzugreifen, wenn es um die Förderung oder Aufrechterhaltung des Interesses an Physik in den Jahren nach dem Schulübertritt geht. Kognitive Aktivierung und kognitive Unterstützung wurden in der Regel vor allem unter dem Gesichtspunkt kognitiver Lernergebnisse betrachtet. Die Ergebnisse der Forschungsfrage 3 haben jedoch gezeigt, dass die inhaltlichen Dimensionen von Unterrichtsqualität den größten Zusammenhang mit der Entwicklung im Interesse an Physik aufweisen. Betrachtet man die Forschung zur Unterrichtsqualität zusammen mit Theorien zur Motivations- und Interessenentwicklung, wird deutlich, wie wichtig es ist, herausfordernde Aufgaben zu verwenden, die Relevanz der gelernten Konzepte zu verdeutlichen und Verbindungen zum Alltag und zu früheren Erfahrungen der Schüler:innen herzustellen (z.B. Broman et al., 2020; Habig et al., 2018; Harackiewicz et al., 2016; Hulleman et al., 2017;

Tröbst et al., 2016). Diese Merkmale stehen in engem Zusammenhang mit dem Inhalt und wurden im Modell der drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualität (z.B. Klieme et al., 2009) noch nicht ausreichend in Bezug auf ihre Bedeutung bei der Interessenentwicklung berücksichtigt (Teig & Nilsen, 2022). Kognitive Unterstützung könnte außerdem in späteren Jahren der Sekundarstufe eine zunehmende Rolle bei der Interessenentwicklung spielen, wenn die inhaltlichen Anforderungen anspruchsvoller werden. In diesem Zusammenhang könnten verschiedene Formen der kognitiven Unterstützung, wie beispielsweise die Reduzierung der Aufgabenkomplexität, individuelle Unterstützung und Feedback, für die Entwicklung kompetenzbezogener Überzeugungen wichtig sein (Eccles, 2009; Ryan & Deci, 2000). Diese Interpretation müsste jedoch in weiteren Studien geprüft werden, die beispielsweise naturwissenschaftlichen Unterricht in den höheren Klassen der Sekundarstufe einschließen.

Die Ergebnisse zu den allgemeineren Aspekten der Unterrichtsqualität waren etwas uneinheitlicher. Emotionale Unterstützung und Klassenführung in Klassenstufe 6 standen in Zusammenhang mit der Veränderung im Interesse an Physik von Klassenstufe 5 zu 6, wobei Klassenführung nur einen kleinen Effekt aufwies. Dieses Muster konnte im folgenden Schuljahr jedoch nicht wiederholt werden. Es ist nicht klar, warum die fachübergreifenden Dimensionen dieses inkonsistente Ergebnismuster aufweisen und was dies für die Relevanz der fachübergreifenden Dimensionen in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I bedeutet. Für die Klassenführung spiegeln die Ergebnisse dieser Arbeit aber frühere Befunde wider, die auf eine geringe Rolle bei der Interessenentwicklung auf der Ebene zwischen den Klassen hinweisen (z.B. Becker & Keller, 2022; Kunter et al., 2007). In Bezug auf die emotionale Unterstützung kann vermutet werden, dass, neben anderen möglichen Gründen, die Beziehungen zu Gleichaltrigen in der Sekundarstufe wichtiger werden als die Beziehung zur Lehrkraft. Allerdings stand die Lehrkraft in der Formulierung der genutzten Items zur Messung der emotionalen Unterstützung im Mittelpunkt. Die hier genannten Gründe sind jedoch spekulativ und müssen weiter untersucht werden, beispielsweise durch

eine breitere Formulierung der Items, mit der auch das Klassenklima und Schüler:innenbeziehungen untereinander berücksichtigt werden.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, dass die Erhebung von Unterrichtsqualität mit einem generischen Ansatz wie dem der drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität in einem naturwissenschaftlichen Fach unabhängig vom Inhalt gelingt (vgl. Dorfner et al., 2019). Des Weiteren verdeutlichen die Ergebnisse, dass es dabei vorteilhaft ist, nicht nur generische, sondern auch inhaltspezifischere Aspekte zu berücksichtigen. Dabei erscheint eine Differenzierung zwischen inhaltspezifischen und inhaltsübergreifenden Dimensionen der Unterrichtsqualität, insbesondere zwischen kognitiver und emotionaler Unterstützung, angesichts der unterschiedlichen Befunde und der theoretischen Annahmen zu ihren Beziehungen zur Schüler:innenmotivation für die künftige Forschung zum Interesse an Naturwissenschaften vielversprechend (vgl. Kleickmann et al., 2020; Senden et al., 2021).

In Bezug auf die angenommenen differentiellen Zusammenhänge von Unterrichtsqualität mit der Entwicklung im Interesse an Physik hat sich gezeigt, dass sich trotz derartiger Hinweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung kaum Unterschiede in den Zusammenhängen der Dimensionen von Unterrichtsqualität auf die Entwicklung im Interesse an Physik zwischen den Geschlechtergruppen ergaben. Auch die nach Geschlecht getrennte Betrachtung der Zusammenhänge hat gezeigt, dass die inhaltlichen Dimensionen von Unterrichtsqualität den größten Zusammenhang mit der Entwicklung im Interesse an Physik aufweisen und dabei kaum Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen auftreten. Für die fachübergreifenden Dimensionen der emotionalen Unterstützung und Klassenführung zeigten sich, wie schon für die Forschungsfrage 3, uneinheitlichere Ergebnisse. Während sich für die emotionale Unterstützung sowohl für Mädchen als auch für Jungen die Ergebnismuster aus Forschungsfrage 3 wiederholten und ähnlich ausgeprägte Effekte auf die Veränderung im Interesse an Physik aufwiesen, zeigte sich für die Klassenführung ein neues Muster. Während für Jungen in beiden Messzeiträumen keine Effekte der Klassenführung auf die Veränderung im Interesse an Physik auftraten, zeigten sich für die

Mädchen in beiden Messzeiträumen positive Zusammenhänge mit der Interessenveränderung. Möglicherweise führt der verstärkte Einsatz von Klassenführungsstrategien zum Erhalt eines klar strukturierten Unterrichtsablaufes und zur Reduktion von Störungen im Physikunterricht dazu, dass Mädchen in ihrer Entwicklung im Interesse an Physik stärker unterstützt werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten insgesamt darauf hin, dass eine hohe Unterrichtsqualität sich gegenüber Schüler:innen beider Geschlechter als wirksam erweist für die Entwicklung bzw. Aufrechterhaltung des Interesses an Physik, insbesondere in den kognitiven Dimensionen. Die Ergebnisse für die Klassenführung zeigen zudem, dass ein genauere Blick auf die Zusammenhänge zwischen Dimensionen von Unterrichtsqualität und der Interessenentwicklung für verschiedene Schüler:innengruppen lohnenswert sein kann.

Dass wahrgenommene Unterrichtsqualität, und insbesondere die kognitiven Dimensionen, in dieser Arbeit in einem deutlich positiven Zusammenhang mit dem als stabiler angenommenen individuellen Interesse an Physik stand, deutet darauf hin, dass die Unterrichtsqualität bei Schüler:innen nicht nur situatives Interesse auslösen, sondern auch individuelles Interesse ansprechen kann. Damit zeigt sich Unterrichtsqualität als wichtige Maßnahme, Schüler:innen einer Klasse mit unterschiedlich ausgeprägtem Interesse zu erreichen (vgl. Durik et al., 2015; Tröbst et al., 2016). Somit kann durch eine hohe Unterrichtsqualität zur Verringerung von Heterogenität in unterrichtlichen Zielkriterien beigetragen werden (vgl. Hochweber & Vieluf, 2018). Vor dem Hintergrund einer zunehmend heterogenen Schüler:innenschaft ist dies ein wichtiges Ergebnis, das auch für weitere Merkmale von Heterogenität zu überprüfen ist (vgl. Begrich et al., 2023).

Ein besonderer Vorteil der Unterrichtsqualität liegt dabei darin, dass sie sich als gutes Mittel eignet, um zumindest den Interessenrückgang an der Physik zu reduzieren und dabei relativ unkompliziert im regulären Unterricht durch die Lehrkräfte integriert werden kann. Somit bringen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auch eine gewisse Bedeutung für die Lehrkräfteausbildung mit sich. Damit die Integration von Unterrichtsqualität im

Physikunterricht in einer adäquaten Art und Weise geschehen kann, ergibt sich die Notwendigkeit, dass Unterrichtsqualität in der Professionalisierung von Lehrkräften eine bedeutendere Rolle spielt, sowohl in der Ausbildung angehender Lehrkräfte an den Universitäten als auch in der Fort- und Weiterbildung erfahrener Lehrkräfte. Da sich der Enthusiasmus und die Selbstwirksamkeit von Lehrkräften als starke Prädiktoren von Unterrichtsqualität gezeigt haben (Fauth et al., 2019), könnte es darüber hinaus zusätzlich hilfreich sein Physiklehrkräfte, neben der reinen theoretischen Vermittlung von Maßnahmen der Unterrichtsqualität, auch in ihrer Selbstwirksamkeit zu stärken, um sie dazu zu befähigen, ein möglichst hohes Maß an Unterrichtsqualität in ihrem Physikunterricht umzusetzen.

6.6 Limitationen und Ausblick

Im Folgenden sollen einige Einschränkungen der vorliegenden Arbeit sowie mögliche Ausblicke für zukünftige Forschung thematisiert werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde ausschließlich auf die Klassenebene fokussiert. Die Ergebnisse zu Forschungsfrage 1 deuten jedoch darauf hin, dass die Variabilität in den Interessenverläufen auf der Ebene innerhalb der Klasse besonders hoch ist, während die Variabilität zwischen den untersuchten Klassen eher gering ausfällt. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten damit darauf hin, dass eine Entflechtung der Variabilität innerhalb und zwischen den Klassen bei den Interessenverläufen wichtig ist, um ein differenziertes Bild zu erhalten. In dieser Hinsicht sollten zukünftige Studien weiter untersuchen, wie Prädiktoren auf den Ebenen innerhalb und zwischen Klassen unterschiedlich mit Veränderungen im Physikinteresse zusammenhängen könnten.

Eine weitere Einschränkung der Arbeit besteht darin, dass die Unterrichtsqualität ausschließlich aus der Perspektive der Schüler:innen erhoben wurde. Um die Wahrnehmung der Unterrichtsqualität auf Klassenebene zu erhalten wurde im Anschluss latente Aggregation angewandt (Marsh et al., 2009). Obwohl die gewählte Perspektive auf Schüler:innen- oder Klassenebene für das Interesse und die Entwicklung im Interesse besonders relevant zu sein scheint (z.B. Fauth et al., 2014; Kleickmann et al., 2020; Kunter &

Voss, 2013), könnten Studien, die ergänzend die Bewertungen externer Beobachter:innen als ein objektiveres Maß verwenden, dazu beitragen, das aktuelle Verständnis der Zusammenhänge von Unterrichtsqualität auf das Interesse von Klassen an der Physik zu erweitern.

Auch zu den verwendeten Erhebungsinstrumenten für die Erfassung der Unterrichtsqualität sind einschränkende Faktoren zu nennen. So konzentrieren sich die Items zur Messung der Klassenführung auf Störungen durch Schüler:innen und Zeitverschwendung im Unterricht. Dies steht zwar im Einklang mit vielen anderen Studien, die Schüler:innenratings der Klassenführung verwenden (z.B. Becker & Keller, 2022; Fauth et al., 2014; Wagner et al., 2016). Allerdings wird damit nur ein Teil der Aspekte von Klassenführung abgedeckt (vgl. Kounin, 2006). Da sich die gewählten Aspekte der Störungen und Zeitverschwendung insbesondere auf das Verhalten der Schüler:innen beziehen, sollten in zukünftigen Studien auch andere Aspekte der Klassenführung berücksichtigt werden, die enger mit dem Verhalten der Lehrkräfte verbunden sind, beispielsweise Klarheit der Regeln und Routinen oder Überwachung durch die Lehrkraft. Solche Merkmale der Klassenführung könnten besser geeignet sein, um Lehrkraft- oder Unterrichtseffekte zu erfassen. Immerhin spiegelt die Klassenführung auch mögliche Auswirkungen der Schüler:innenzusammensetzung wider, die zu Störungen führen kann (Göllner et al., 2020).

Eine breitere Berücksichtigung von Merkmalen könnte außerdem auch für die Erfassung der kognitiven Aktivierung hilfreich sein. Die verwendeten Items zur Erhebung der kognitiven Aktivierung weisen wenig Bezug zur Lebenswelt der Schüler:innen oder zum kollaborativem Lernen auf. Bei diesen handelt es sich jedoch um Maßnahmen, die besonders bei Mädchen für die Entwicklung im Interesse an Naturwissenschaften als förderlich angenommen werden können und daher insbesondere für die vierte Forschungsfrage dieser Arbeit von Interesse wären. Unter den verwendeten Items zur kognitiven Aktivierung befindet sich allerdings nur ein Item, das einen Lebensweltbezug, beziehungsweise den Alltag der Schüler:innen, direkt anspricht. Dieser Aspekt weist daher in der Skala kaum Gewicht auf. Items, die sich auf

kollaboratives Lernen oder Diskussionen im Unterricht beziehen, sind in der genutzten Skala zur kognitiven Aktivierung nicht vorhanden. Im Einklang mit Ergebnissen aus mathematik- und naturwissenschaftsdidaktischer Forschung könnten sich die Zusammenhänge zwischen kognitiver Aktivierung und der Veränderung im Interesse an Physik für Mädchen möglicherweise erhöhen, wenn Lebensweltbezüge und kollaboratives Lernen stärker in den Items berücksichtigt würden (vgl. z.B. Cantley et al., 2017; Dohn, 2022; Häußler & Hoffmann, 1995; Martin-Gamez et al., 2022). Insbesondere für die Forschungsfrage 4 wäre es somit interessant, ob sich unter einer stärkeren Einbeziehung der genannten Merkmale (deutlichere) differentielle Effekte der kognitiven Aktivierung auf die Veränderung im Interesse an Physik zwischen Mädchen und Jungen ergeben.

Als weitere Limitation wird hervorgehoben, dass es sich bei den Forschungsfragen 3 und 4 für die Rolle der Unterrichtsqualität um keinen echten Längsschnitt handelte, da nicht alle Klassen in Klassenstufe 6 und 7 in Physik unterrichtet wurden und somit in der vorliegenden Arbeit für die jeweiligen Klassenstufen nur Teilstichproben berücksichtigt werden konnten. Dieser Umstand ergab sich aus der Stundentafel für die Sekundarstufe I des Landes Nordrhein-Westfalen, die die Anzahl der zu unterrichtenden Stunden vorgibt aber den Schulen freistellt, in welchen Schuljahren der Physikunterricht stattfindet. Um einen echten Längsschnitt zu erhalten, könnte die Untersuchung mit einer Stichprobe wiederholt werden, die ausschließlich aus Klassen besteht, in denen durchgehend in den Klassenstufen der unteren Sekundarstufen Physik unterrichtet wird. Hier ergibt sich allerdings die Schwierigkeit, dass in vielen Schulen Physik erst ab der 7. Klasse unterrichtet wird.

Schließlich wird einschränkend erwähnt, dass diese Arbeit nur die unteren Klassenstufen der Sekundarstufe I untersucht hat. Um die für die Entwicklung im Interesse kritische Phase des Schulübertritts besser untersuchen zu können, könnten zukünftige Studien zum Physikinteresse die Ergebnisse dieser Studie ergänzen, indem sie sich auf den Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe konzentrieren. Dabei wäre gegebenenfalls in einem internationalen Vergleich zu beachten, dass der Übergang von der Grundschule zur weiterführenden Schule in Deutschland in der Regel bereits nach der 4. Klasse stattfindet

und dass die Klassenstufen 5 bis 7, die in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden, in die untere Sekundarstufe fallen. Die Ergebnisse dieser Arbeit deuten darauf hin, dass die unteren Klassen der Sekundarstufe, die in früheren Untersuchungen nur unzureichend berücksichtigt wurden, eine wichtige Rolle für das Interesse an Physik zu spielen scheinen. Diese Ergebnisse weisen auf mögliche Reformen hin, insbesondere auf Initiativen zur Verbesserung der Unterrichtsqualität (z.B. Grigg et al., 2013; Hulleman et al., 2017; Kleickmann et al., 2016).

Für die Zukunft könnte ebenso ein längerer Untersuchungszeitraum interessant sein, der sich vom Übergang in die Sekundarstufe bis über die Jahre der Mittelstufe erstreckt, um den Zusammenhang zwischen Unterrichtsqualität und der Veränderung im Interesse an Physik auf Klassenebene über eine noch längere Zeitspanne zu beobachten und weitere Informationen darüber zu erlangen. Wie bereits in den Implikationen angedeutet, könnte beispielsweise kognitive Unterstützung in späteren Jahren der Sekundarstufe eine zunehmende Rolle bei der Interessenentwicklung an Physik spielen, wenn inhaltliche Anforderungen anspruchsvoller werden. Allerdings gibt es auch Hinweise darauf, dass die wahrgenommene Kompetenz für die Interessenentwicklung in früheren Schuljahren von größerer Bedeutung ist und ihr Zusammenhang mit dem Interesse allmählich abnimmt, wenn die Schüler:innen älter und erfahrener werden, was wiederum bedeuten könnte, dass die konstruktive Unterstützung in höheren Schuljahren für die Entwicklung im Interesse weniger relevant werden könnte (Bong et al., 2015). Zudem gibt es Anhaltspunkte dafür, dass bei Mädchen mit zunehmendem Alter das Interesse für die gesellschaftliche Bedeutung der Physik steigt (Häußler & Hoffmann, 1995), sodass in höheren Klassenstufen auch die Bedeutung von Lebensweltbezügen im Unterricht, und damit der kognitiven Aktivierung, für die Veränderung im Interesse an Physik bei Mädchen zunehmen könnte.

Neben möglichen differentiellen Effekten von Unterrichtsqualität für Geschlechtergruppen sollten zukünftige Studien darüber hinaus weitere Heterogenitäten der Schüler:innenschaft in den Blick nehmen, um den Zusammenhang der Dimensionen von Unterrichtsqualität und der

Entwicklung im Interesse weiter zu untersuchen (vgl. Begrich et al., 2023). Die vorliegende Arbeit bietet somit eine gute Grundlage, um in zukünftigen Studien die Fragestellung zur Entwicklung im Interesse an Physik und ihren Zusammenhang mit Unterrichtsqualität auszuweiten und zu vertiefen.

7 Fazit

Das Interesse von Schüler:innen an Schulfächern zu steigern oder zumindest aufrecht zu erhalten, gilt als ein wichtiges Bildungsziel (Daniels, 2008; Harackiewicz et al., 2016; Krapp et al., 1992; Reeve et al., 2015; Renninger & Hidi, 2016). Zahlreiche Befunde deuten allerdings darauf hin, dass das Interesse von Schüler:innen an naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe abnimmt, unter anderem insbesondere im Fach Physik (Häußler & Hoffmann, 2002; Krapp & Prenzel, 2011; Wang & Hazari, 2018). Für jüngere Jugendliche gilt die Entwicklung im Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern jedoch als ein Bereich, der noch nicht ausreichend erforscht ist (Babarovic, 2021). Aufgrund der Domänenspezifität des Interessenkonstruktes (Krapp & Prenzel, 2011), ist es dazu von großer Bedeutung, dass für die einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer eigene Befunde zur Entwicklung im Interesse vorliegen. Bislang fehlte es allerdings an Informationen zur längsschnittlichen Entwicklung im Interesse von Schüler:innen an Physik in den Schuljahren der unteren Sekundarstufe sowie zur Rolle von Unterricht und Unterrichtsqualität für diese Interessenentwicklung.

Die vorliegende Arbeit konzentrierte sich daher mit ihren vier Forschungsfragen auf die langfristigen Entwicklungsverläufe des eigenschaftsbezogenen Interesses an Physik in der unteren Sekundarstufe auf Klassenebene und untersuchte die Rolle des Unterrichts und der wahrgenommenen Unterrichtsqualität für die Interessenverläufe. Zudem wurden die Zusammenhänge der Interessenverläufe und der Dimensionen von Unterrichtsqualität auf Unterschiede zwischen den Geschlechtergruppen überprüft. Auf der Grundlage einer großen Stichprobe und unter Verwendung eines längsschnittlichen Designs, das sich über die Klassenstufen 5 bis 7 erstreckte, liefern die Ergebnisse der ersten Forschungsfrage dieser Arbeit Belege für ein abnehmendes Interesse an Physik von der fünften bis zur siebten Klasse. Dabei fiel der Rückgang vom Ende der Klassenstufe 5 bis zum Ende der Klassenstufe 6 stärker aus als vom Ende der Klassenstufe 6 bis zum Ende der Klassenstufe 7. Die Variabilität der Interessenverläufe auf Klassenebene war signifikant, aber gering im

Vergleich zur Variabilität innerhalb der Klasse. Unter der Anwendung eines quasi-experimentellen Designs zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage zeigten die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit des Weiteren, dass der Physikunterricht im Durchschnitt das Interesse an der Physik in dieser Phase der Schulzeit weder merklich verringert noch erhöht hat. Somit hat der reguläre Physikunterricht im Durchschnitt nicht das Ziel erreicht, das Interesse der untersuchten Klassen an der Physik zu fördern. Die Ergebnisse zur dritten Forschungsfrage dieser Arbeit deuten jedoch darauf hin, dass die Unterrichtsqualität ein wichtiges Mittel zu sein scheint, um den Rückgang im Interesse an Physik abzumildern. Insbesondere die inhaltlichen Dimensionen der Unterrichtsqualität, kognitive Aktivierung und kognitive Unterstützung, verdienen für diesen Zweck besondere Aufmerksamkeit, da sie im untersuchten Zeitraum von Klassenstufe 5 bis 7 stabil positive Zusammenhänge mit der Interessenentwicklung gezeigt haben. Für die beiden generischen Dimensionen der emotionalen Unterstützung und Klassenführung zeigten sich zumindest im Zeitraum direkt nach dem Schulübertritt von Klassenstufe 5 zu 6 im Klassendurchschnitt positive Zusammenhänge mit der Entwicklung im Interesse an Physik. Die Untersuchung auf nach Geschlechtergruppen differenzielle Zusammenhänge der Unterrichtsqualität für die Interessenentwicklung an Physik ergab keine wesentlichen Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Die Ergebnisse der vierten Forschungsfrage dieser Arbeit zeigten, dass die beiden inhaltlichen Dimensionen der Unterrichtsqualität sowohl für Mädchen als auch für Jungen in ihrer Interessenentwicklung an Physik von Klassenstufe 5 bis 7 eine ähnliche Rolle spielen. Während sich für die emotionale Unterstützung ebenfalls keine differentiellen Zusammenhänge mit der Entwicklung im Interesse an Physik zeigten, deckte die Betrachtung nach Geschlechtergruppen auf, dass Mädchen in den Klassenstufen 5 bis 7 in ihrer Entwicklung im Interesse an Physik stärker von einem hohen Maß an Klassenführung zu profitieren scheinen als Jungen.

Mit der Beantwortung der vier Forschungsfragen widmete sich die vorliegende Arbeit wichtigen Forschungslücken zur Entwicklung im Interesse an Physik in der unteren Sekundarstufe. Es wurden neue wichtige Erkenntnisse über den Interessenverlauf in dieser

Phase sowie über die Zusammenhänge von Unterricht und Unterrichtsqualität mit der Interessenentwicklung an Physik erbracht. Die Ergebnisse unterstreichen insbesondere die Relevanz von Unterrichtsqualität im Fach Physik für das Interesse von Schüler:innen. Im Anschluss an die Diskussion der Ergebnisse der vier Forschungsfragen wurde auf Implikationen dieser Ergebnisse sowie auf Einschränkungen der vorliegenden Arbeit eingegangen. Mit ihren ersten Erkenntnissen über die Interessenentwicklung an Physik in der unteren Sekundarstufe, der Rolle von Unterrichtsqualität für diese Entwicklung sowie der benannten Limitationen kann diese Arbeit somit als Grundlage für weiterführende zukünftige Forschung zu Zusammenhängen von Interesse und Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht dienen.

8 Literatur

- Ainley, M. (2012). Students' interest and engagement in classroom activities. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 283–302). Springer Science + Business Media.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_13
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011a). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51–71.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518640>
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011b). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 4–12.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>
- Allison, P. (2002). *Missing Data*. SAGE Publications, Inc.
<https://doi.org/10.4135/9781412985079>
- Anderhag, P., Wickman, P.-O., Bergkvist, K., Jakobson, B., Hamza, K. M., & Säljö, R. (2016). Why do secondary school students lose their interest in science? Or does it never emerge? A possible and overlooked explanation. *Science Education*, 100(5), 791–813.
<https://doi.org/10.1002/sce.21231>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). „Doing“ science versus „being“ a scientist: Examining 10/11-year-old-schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 577-764.
<https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Babarovic, T. (2021). Development of STEM vocational interests during elementary and middle school: A cohort-sequential longitudinal study. *Journal of Career Development*, 1-21. <https://doi.org/10.1177/08948453211036986>
- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J.

- Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie — Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn: Bd. 2. Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe (S. 271–315). Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Becker, E. S., & Keller, M. M. (2022). „Ich fand die Unterrichtsstunde interessant – du etwa nicht?“. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25, 405-425. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01091-2>
- Beerenwinkel, A., & von Arx, Matthias (2017). Constructivism in practice: An exploratory study of teaching patterns and student motivation in physics classrooms in Finland, Germany and Switzerland. *Research in Science Education*, 47, 237-255. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9497-3>
- Begrich, L., Praetorius, A.-K., Decristan, J., Fauth, B., Göllner, R., Herrmann, C., Kleinknecht, M., Taut, S., & Kunter, M. (2023). Was tun? Perspektiven für eine Unterrichtsqualitätsforschung der Zukunft. *Unterrichtswissenschaft*, 51, 63-97. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00163-4>
- Berger, R. (2002). Einfluss kontextorientierten Physikunterrichts auf Interesse und Leistung in der Sekundarstufe II. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 119-132.
- Blazar, D., Braslow, D., Charalambous, C. Y., & Hill, H. C. (2017). Attending to general and mathematics-specific dimensions of teaching: Exploring factors across two observation instruments. *Educational Assessment*, 22(2), 71–94. <https://doi.org/10.1080/10627197.2017.1309274>
- Blumberg, E. (2008). Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule [Dissertation]. Universität Münster, Münster.

- Bøe, M. V., & Henriksen, E. K. (2013). Love it or leave it: Norwegian students' motivations and expectations for postcompulsory physics. *Science Education*, 97, 550-573.
<https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Bollen, K. A., & Curran, P. J. (2006). Latent curve models: A structural equation perspective. Wiley series in probability and statistics. Wiley-Interscience.
- Bong, M., Lee, S. K., & Woo, Y.-K. (2015). The roles of interest and self-efficacy in the decision to pursue mathematics and science. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), *Interest in mathematics and science learning* (pp. 33-48). American Educational Research Association.
- Boström, L., & Bostedt, G. (2021). Study motivation and gender differences – a paradoxical situation in Swedish upper secondary school. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8(4), 2581-2597.
- Branje, S., de Moor, E. L., Spitzer, J., & Becht, A. I. (2021). Dynamics of identity development in adolescence: A decade in review. *Journal of Research on Adolescence*, 31(4), 908-927. <https://doi.org/10.1111/jora.12678>
- Broman, K., Bernholt, S., & Christensson, C. (2020). Relevant or interesting according to upper secondary students? Affective aspects of context-based chemistry problems. *Research in Science & Technological Education*, 40(4), 478-498.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1824177>
- Bru, E., Virtanen, T., Kjetilstad, V., & Niemiec, C. P. (2021). Gender differences in the strength of association between perceived support from teachers and student engagement. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 65(1), 153-168.
<https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1659404>
- Butler, M. B. (2009). Motivating young students to be successful in science: Keeping it real, relevant and rigorous. National Geographic – Hampton-Brown.
https://ngl.cengage.com/assets/downloads/ngsci_pro0000000028/am_ngsci.pdf

- Cantley, I., Prendergast, M., & Schlindwein, F. (2017). Collaborative cognitive-activation strategies as an emancipatory force in promoting girls' interest in and enjoyment of mathematics: A cross-national case study. *International Journal of Educational Research*, 81, 38-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.11.004>
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of Goodness of Fit Indexes to Lack of Measurement Invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(3), 464–504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>
- Cheung, D. (2018). The key factors affecting students' individual interest in school science lessons. *International Journal of Science Education*, 40(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1362711>
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating Goodness-of-Fit Indexes for Testing Measurement Invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(2), 233–255. https://doi.org/10.1207/s15328007sem0902_5
- Clausen, M. (2002). Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive? Empirische Analysen zur Übereinstimmung, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität. Münster: Waxmann.
- Curry, K. W. Jr., Spencer, D., Pesout, O., & Pigford, K. (2020). Utility value interventions in a college biology lab: The impact on motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(2), 232-252. <https://doi.org/10.1002/tea.21592>
- Daniels, Z. (2008). Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Waxmann
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223-238. <https://doi.org/10.25656/01:11173>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000a). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (Hrsg.) (2000b). Handbook of self-determination research. Rochester: University of Rochester Press.

- Deci, E., L., & Ryan, R. M. (2008a). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology*, 49(1), 14-23.
<https://doi.org/10.1037/0708-5591.49.1.14>
- Deci, E., L., & Ryan, R. M. (2008b). Self-Determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology*, 49(3), 182-185.
<https://doi.org/10.1037/a0012801>
- Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education*. Cambridge, MA: The Riverside Press.
- Dohn, N. B. (2022): A gender perspective on the structure of adolescents' interest in science. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1565-1582.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2087008>
- Dorfner, T., Förtsch, C., Boone, W., & Neuhaus, B. J. (2019). Instructional quality features in videotaped biology lessons: Content-independent description of characteristics. *Research in Science Education*, 49, 1457-1491. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9663-x>
- Dorfner, T., Förtsch, C., & Neuhaus, B. J. (2018). Effects of three basic dimensions of instructional quality on students' situational interest in sixth-grade biology instruction. *Learning and Instruction*, 56, 42–53. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.03.001>
- Durik, A. M., & Harackiewicz, J. M. (2007). Different strokes for different folks: How individual interest moderates the effects of situational factors on task interest. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 597-610. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.597>
- Durik, A. M., Hulleman, C., & Harackiewicz, J. M. (2015). One size fits some: Instructional enhancements to promote interest. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), *Interest in mathematics and science learning* (pp. 49-62). American Educational Research Association. https://doi.org/10.3102/978-0-935302-42-4_3
- Eccles, J. S. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco, CA: Free man.

- Eccles, J. S. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist*, 44(2), 78–89. <https://doi.org/10.1080/00461520902832368>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Enders, C., & Bandalos, D. (2001). The relative performance of full information maximum likelihood estimation for missing data in structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 8(3), 430-457. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0803_5
- Erikson, E. H. (1968). Identity: Youth and crisis. New York: Norton.
- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.-T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E., & Kunter, M. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education. The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86, 51-95. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102882>
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001>
- Fischler, H., Gebhard, U., Rehm, M. (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In: Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (eds) Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_2
- Förtsch, C., Werner, S., Dorfner, T., Kotzebue, L. von, & Neuhaus, B. J. (2017). Effects of cognitive activation in biology lessons on students' situational interest and achievement. *Research in Science Education*, 47(3), 559–578. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9517-y>

- Fredricks, J. A., & Eccles, J. S. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: Growth trajectories in two male-sex-typed domains. *Developmental Psychology*, 38(4), 519–533. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.519>
- Fredricks, J. A., Hofkens, T., Wang, M.-T., Mortenson, E., & Scott, P. (2018). Supporting girls' and boys' engagement in math and science learning: A mixed methods study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 271-298. <https://doi.org/10.1002/tea.21419>
- Frenzel, A. C., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Sutton, R. (2009). Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of Educational Psychology*, 101, 705–716. <https://doi.org/10.1037/a0014695>
- Frenzel, A. C., Goetz, T., Pekrun, R., & Watt, H. M. G. (2010). Development of mathematics interest in adolescence: Influences of gender, family, and school context. *Journal of Research on Adolescence*, 20(2), 507–537. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00645.x>
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., Dicke, A.-L., & Goetz, T. (2012). Beyond quantitative decline: Conceptual shifts in adolescents' development of interest in mathematics. *Developmental Psychology*, 48(4), 1069–1082. <https://doi.org/10.1037/a0026895>
- Gago, J. M., & Parchmann, I. (2004). Increasing human resources for science and technology in Europe: Report of the high level group on human resources for science and technology in europe, chaired by Prof. José Mariano Gago. Office for Official Publications of the European Communities.
- Gardner, P.L. (1996, Juni). Student's interests in science and technology: Gender, age and other factors. Paper presented at the International Conference on Interest and Gender: Issues of development and change in learning, Seeon, Germany.
- Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Brisson, B. M., Häfner, I., Nagengast, B., & Trautwein, U. (2015). Fostering adolescents' value beliefs for mathematics with a relevance

intervention in the classroom. *Developmental Psychology*, 51(9), 1226-1240.

<https://dx.doi.org/10.1037/dev0000028>

Geiser, C. (2010). *Datenanalyse mit Mplus. Eine anwendungsorientierte Einführung.*

Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-92042-9>

Göllner, R., Fauth, B., Lenske, G., Praetorius, A.-K., & Wagner, W. (2020). Do student ratings of classroom management tell us more about teachers or about classroom composition? In A.-K. Praetorius, J. Grünkorn, & E. Klieme (Hrsg.), *Empirische Forschung zu Unterrichtsqualität. Theoretische Grundfragen und quantitative Modellierungen.* Beltz Juventa.

Gottfried, A. E., Fleming, J. S., & Gottfried, A. W. (2001). Continuity of academic intrinsic motivation from childhood through late adolescence: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 3–13. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.3>

Gottfried, A. E., Marcoulides, G. A., Goffried, A. W., Oliver, P. H., Guerin, D. W. (2007). Multivariate latent change modeling of developmental decline in academic intrinsic math motivation and achievement: Childhood through adolescence. *International Journal of Behavioral Development*, 31(4), 317-327. <https://doi.org/10.1177/0165025407077752>

Griethuijsen, R. A. L. F., Eijck, M. W., Brok, P. J., Haste, H., Skinner, N. C., Mansour, N., Gencer, A. S., & BouJaoude, S. (2015). Global patterns in students' views of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4), 581-603.

<https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>

Grigg, J., Kelly, K. A., Gamoran, A., & Borman, G. D. (2013). Effects of two scientific inquiry professional development interventions on teaching practice. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 35(1), 38-56. <https://doi.org/10.3102/0162373712461851>

Habig, S., Blankenburg, J., van Vorst, H., Fechner, S., Parchmann, I., & Sumfleth, E. (2018). Context characteristics and their effects on students' situational interest in chemistry.

- International Journal of Science Education*, 40(10), 1154-1175.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470349>
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23(2), 107-126.
<https://doi.org/10.25656/01:8124>
- Häußler, P., & Hoffmann, L. (2000). A curricular frame for physics education: Development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*, 84(6), 689–705. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<689::AID-SCE1>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<689::AID-SCE1>3.0.CO;2-L)
- Häußler, P., & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870–888. <https://doi.org/10.1002/tea.10048>
- Hannover, B., & Kessels, U. (2002). Challenge the science-stereotype. Der Einfluss von Technik-Freizeitkursen auf das Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogik*, Beiheft 45, 341-358. <https://doi.org/10.25656/01:3955>
- Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>
- Hansson, L., Hansson, Ö., Juter, K., Redfors, A. (2021). Curriculum emphasis, mathematics and teaching practices: Swedish upper-secondary physics teachers' views. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 499-515.
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10078-6>
- Harackiewicz, J. M., Durik, A. M., Barron, K. E., Linnenbrink-Garcia, L., & Tauer, J. M. (2008). The role of achievement goals in the development of interest: Reciprocal relations between achievement goals, interest, and performance. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 105-122. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.105>

- Harackiewicz, J. M., & Priniski, S. J. (2018). Improving student outcomes in higher education: The science of targeted intervention. *Annual Review of Psychology*, 69, 409-435.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011725>
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest matters: The importance of promoting interest in Education. *Behavioral and Brain Sciences*, 13(2), 220-227.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>
- Hasni, A., & Potvin, P. (2015). Student's interest in science and technology and its relationships with teaching methods, family context and self-efficacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 337-366.
<https://doi.org/10.12973/ijese.2015.249a>
- Hazari, Z., Chari, D., Potvin, G., & Brewse, E. (2020). The context dependence of physics identity: Examining the role of performance/competence, recognition, interest, and sense of belonging for lower and upper female physics undergraduates. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10), 1583– 1607. <https://doi.org/10.1002/tea.21644>
- Hecht, C. A, Grande, M. R., & Harackiewicz, J. M. (2021). The role of utility value in promoting interest development. *Motivation Science*, 7(1), 1-20.
<https://dx.doi.org/10.1037/mot0000182>
- Herbart, J. F. (1965). General theory of pedagogy, derived from the purpose of education. In J. F. Herbart (Ed.). *Writings an education* (Vol. 2, pp. 9–155). Düsseldorf: Kuepper [Original work published 1806].
- Herbart, J. F. (1965). Outline of education lectures. In J. F. Herbart (Ed.). *Writings on education* (Vol. 3, pp. 157–300). Düsseldorf: Kuepper [Original work published 1841].
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.
<https://doi.org/10.3102/00346543070002151>
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

- Hochweber, J., & Vieluf, S. (2018). Gender differences in reading achievement and enjoyment of reading: The role of perceived teaching quality. *The Journal of Educational Research*, 111(3), 268-283. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1253536>
- Höft, L., & Bernholt, S. (2019). Longitudinal couplings between interest and conceptual understanding in secondary school chemistry: An activity-based perspective. *International Journal of Science Education*, 41(5), 607–627. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1571650>
- Höft, L., Bernholt, S., Blankenburg, J. S., & Winberg, M. (2019). Knowing more about things you care less about: Cross-sectional analysis of the opposing trend and interplay between conceptual understanding and interest in secondary school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(2), 184–210. <https://doi.org/10.1002/tea.21475>
- Hofer, Manfred (2010). Adolescents' development of individual interests: A product of multiple goal regulation? *Educational Psychologist*, 45(3), 149-166. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.493469>
- Hoff, K. A., Briley, D. A., Wee, C. J. M., & Rounds, J. (2018). Formative changes in interests from adolescence to adulthood: A meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological Bulletin*, 144(4), 426-451. <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000140>
- Hoffman, A. J., McGuire, L., Rutland, A., Hartstone-Rose, A., Irvin, M. J., Winterbottom, M., Balkwill, F., Fields, G. E., & Mulvey, K. L. (2020). The relations and role of social competencies and belonging with math and science interest and efficacy for adolescents in informal STEM programs. *Journal of Youth and Adolescence*, 50, 314-323. <https://doi.org/10.1007/s10964-020-01302-1>
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M., & Ulriksen, L. (2014). To choose or not to choose science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186–215. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749362>

- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hulleman, C. S., Godes, O., Hendricks, B., & Harackiewicz, J. M. (2010). Enhancing interest and performance with a utility value intervention. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 880-895. <https://doi.org/10.1037/a0019506>
- Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326(5958), 1410-1412. <https://doi.org/10.1126/science.1177067>
- Hulleman, C. S., Kosovich, J. J., Barron, K. E., & Daniel, D. B. (2017). Making connections: Replicating and extending the utility value intervention in the classroom. *Journal of Educational Psychology*, 109(3), 387–404. <https://doi.org/10.1037/edu00001461>
- Hulleman, C.S., Tibbetts, Y., Francis, M., Lubin, A., Totonchi, D., & Barron, K. E. (2021). Finding relevance in college math: The impact of implementing classroom utility-value interventions on student learning outcomes in gateway and developmental math courses. *Strong Start to Finish: Denver, CO*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18181.83682>
- Jacobs, J. E. (2010). Feminist Pedagogy and Mathematics. In B. Sriraman, & L. English. (eds), *Theories of Mathematics Education. Advances in Mathematics Education*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-2_41
- Jacobs, J. E., Lanza, S., Osgood, D. W., Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Changes in children's self-competence and values: Gender and domain differences across grades one through twelve. *Child Development*, 73(2), 509–527. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00421>
- Jansen, M., Schroeders, U., & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.12.003>

- Jansen, M., Lüdtke, O., & Schroeders, U. (2016). Evidence for a positive relation between interest and achievement: Examining between-person and within-person variation in five domains. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 116-127.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.05.004>
- Jansen, M., Schroeders, U., Lüdtke, O., & Marsh, H. W. (2019). The dimensional structure of students' self-concept and interest in science depends on course composition. *Learning and Instruction*, 60, 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.11.001>
- Jocz, J. A., Zhai, J., & Tan, A. L. (2014). Inquiry Learning in the Singaporean Context: Factors affecting student interest in school science. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2596-2618. <https://dx.doi.org/10.1080/09500693.2014.908327>
- Kaleva, S., Celik, I., Nogueiras, G., Pursiainen, J., & Muukkonen, H. (2023). Examining the predictors of STEM career interest among upper secondary students in Finland. *Educational Research and Evaluation*. <https://doi.org/10.1080/13803611.2022.2161579>
- Kang, J., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, 41(1), 80-101. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1534021>
- Kang, J., & Keinonen, T. (2018). The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussion-based approaches. *Research in Science Education*, 48, 865-885.
<https://doi.org/10.1007/s11165-016-9590-2>
- Katz, I. (2017). In the eye of the beholder. Motivational effects of gender differences in perceptions of teachers. *The Journal of Experimental Education*, 85(1), 73-86.
<https://doi.org/10.1080/00220973.2015.1101533>
- Kauertz, A., Kleickmann, T., Ewerhardy, A., Fricke, K., Lange, K., Ohle, A., Pollmeier, K., Tröbst, S., Walper, L., Fischer, H., & Möller, K. (2011). Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS. Essen: Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen

- Kaya, S., & Lundeen, C. (2010). Capturing parents' individual and institutional interest toward involvement in science education. *Journal of Science Teacher Education*, 21(7), 825–841. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9173-4>
- Keller, M. M., Neumann, K., & Fischer, H. E. (2014). Enthusiastic teaching and its impact on students' interest and self-concept: An investigation of German physics classrooms. In H. E. Fischer, P. Labudde, K. Neumann, & J. Viiri (Hrsg.), *Quality of instruction in physics: Findings from a tri-national video study* (pp. 129-143). Waxmann.
- Keller, M. M., Neumann, K., & Fischer, H. E. (2017). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 586–614. <https://doi.org/10.1002/tea.21378>
- Kessels, U. & Hannover, B. (2004). Entwicklung schulischer Interessen als Identitätsregulation. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (pp. 398-412). Münster: Waxmann.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2007). How the image of maths and science affects the development of academic interests. In M. Prenzel (Ed.), *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme* (pp. 283-297). Waxmann.
- Kessels, U., Rau, M., & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology*, 76, 761-780. <https://doi.org/10.1348/000709905X59961>
- Kievit, R. A., Brandmaier, A. M., Ziegler, G., van Harmelen, A.-L., Mooij, S. M. M. de, Moutoussis, M., Goodyer, I. M., Bullmore, E., Jones, P. B., Fonagy, P., Lindenberger, U., & Dolan, R. J. (2018). Developmental cognitive neuroscience using latent change score models: A tutorial and applications. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 33, 99–117. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.11.007>

- Kim, S., Jiang, Y., & Song, J. (2015). The effects of interest and utility value on mathematics engagement and achievement. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), *Interest in mathematics and science learning* (pp. 63-78). American Educational Research Association.
- Kleickmann, T., Steffensky, M., & Praetorius, A.-K. (2020). Quality of teaching in science education. More than three basic dimensions? *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* 66, 37-55. <https://doi.org/10.3262/ZPB2001037>
- Kleickmann, T., Tröbst, S., Jonen, A., Vehmeyer, J., & Möller, K. (2016). The effects of expert scaffolding in elementary science professional development on teachers' beliefs and motivations, instructional practices, and student achievement. *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 21–42. <https://doi.org/10.1037/edu0000041>
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janík (Ed.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 137–160). Waxmann.
- Klieme, E., & Rakoczy, K. (2003). Unterrichtsqualität aus Schülerperspektive: kulturspezifische Profile, regionale Unterschiede und Zusammenhänge mit Effekten von Unterricht. In J. Baumert, C. Artelt, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000 — Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland* (pp. 333–359). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-322-97590-4_12
- Klieme, E., Schümer, G., & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I. „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung. In BMBF (Hrsg.), *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht* (S. 43–57). Bonn: Bundesministerium für Bildung u. Forschung.
- Klimstra, T. A., Hale, W. W. III, Raaijmakers, Q. A. W., Branje, S. J., & Meeus, W. H. (2010). Identity formation in adolescence: Change or stability? *Journal of Youth and Adolescence*, 39(2), 150-162. <https://doi.org/10.1007/s10964-009-9401-4>

- Kounin, J. S. (1970). *Discipline and Group Management in Classrooms*. New York: Holt, Rinehart and Winston
- Kounin, J. S. (2006). *Techniken der Klassenführung* (Original der deutschen Ausgabe, 1976). Münster: Waxmann.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 185-201.
- Krapp, A. (2000). Interest and human development during adolescence: An educational-psychological approach. In J. Heckhausen (Ed.), *Motivational psychology of human development: Developing motivation and motivating development* (pp. 109–129). Elsevier Science. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(00\)80008-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(00)80008-4)
- Krapp, A. (2002a). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, 383-409.
- Krapp, A. (2002b). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination* (pp. 405-426). University of Rochester Press.
- Krapp, A. (2003). Interest and human development – An educational-psychological perspective. *British Journal of Educational Psychology* (Monograph Series 11, Part 2), 57-84.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15(5), 381-395.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.007>
- Krapp, A. (2007). An educational-psychological conceptualisation of interest. *International Educational Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7, 5-21.
<https://doi.org/10.1007/1-10775-007-9113-9>
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50,
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.518645>.

- Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning, and development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3–25). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Eds.). (2013). *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5>
- Kunter, M., Baumert, J., & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction*, 17(5), 494–509. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.002>
- Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Klusmann, U., Krauss, S., Blum, W., Jordan, A., & Neubrand, M. (2005). Der Mathematikunterricht der PISA-Schülerinnen und Schüler. Schulformunterschiede in der Unterrichtsqualität. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 502-520. <https://doi.org/10.1007/s11618-005-0156-8>
- Kunter, M., & Ewald, S. (2016). Bedingungen und Effekte von Unterricht: Aktuelle Forschungsperspektiven aus der pädagogischen Psychologie. In N. McElvany, W. Bos, H. G. Holtappels, M. M. Gebauer & F. Schwabe (Hrsg.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts (Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung)*, S. 9-32. Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, Axinja. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805-820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>
- Kunter, M., Klusmann, U., Dubberke, T., Baumert, J., Blum, W., & Brunner, M. (2007). Linking aspects of teacher competence to their instruction. Results from the COACTIV project. In M. Prenzel (Ed.), *Studies on the educational quality of schools: The final report on the DFG priority programme* (pp. 33–59). Waxmann.

- Kunter, M., Tsai, Y.-M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S., & Baumert, J. (2008). Students' and mathematics teachers' perceptions of teacher enthusiasm and instruction. *Learning and Instruction*, 18(5), 468–482. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.008>
- Kunter, M., Frenzel, A., Nagy, G., Baumert, J., & Pekrun, R. (2011). Teacher enthusiasm: Dimensionality and context specificity. *Contemporary Educational Psychology*, 36, 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.07.001>
- Kunter, M., & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 83–113). Münster: Waxmann.
- Kunter, M., & Voss, T. (2013). The model of instructional quality in COACTIV: A multicriteria analysis. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Eds.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (pp. 97–124). Springer US.
- Kyriakides, L., Creemers, B. P. M., & Panayiotou, A. (2018). Using educational effectiveness research to promote quality of teaching: The contribution of the dynamic model. *ZDM*, 50(3), 381–393. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0919-3>
- Lazarides, R., Dicke, A.-L., Rubach, C., & Eccles, J. S. (2020). Profiles of motivational beliefs in math: Exploring their development, relations to student-perceived classroom characteristics, and impact on future career aspirations and choices. *Journal of Educational Psychology*, 112(1), 70–92. <https://doi.org/10.1037/edu0000368>
- Lazarides, R., Gaspard, H., & Dicke, A.-L. (2019). Dynamics of classroom motivation: Teacher enthusiasm and the development of math interest and teacher support. *Learning and Instruction*, 60, 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.012>
- Lazarides, R., & Ittel, A. (2012). Instructional quality and attitudes toward mathematics: Do self-concept and interest differ across students' patterns of perceived instructional quality

- in mathematics classrooms? *Child Development Research*, 2012, 1–11.
<https://doi.org/10.1155/2012/813920>
- Lazarides, R., & Ittel, A. (2013). Mathematics interest and achievement: What role do perceived parent and teacher support play? A longitudinal analysis. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 5(3), 208–231.
- Lazarides, R., & Raufelder, D. (2017). Longitudinal effects of student-perceived classroom support on motivation – a latent change model. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 417.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00417>
- Lazowski, R. A., & Hulleman, C. S. (2016). Motivation interventions in education. *Review of Educational Research*, 86(2), 602–640. <https://doi.org/10.3102/0034654315617832>
- Leuders, T., & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 213-230.
- Lietaert, S., Roorda, D., Laevers, F., Verschueren, K., & De Fraine, B. (2015). The gender gap in student engagement: The role of teachers' autonomy support, structure, and involvement. *British Journal of Educational Psychology*, 85(4), 498–518.
<https://doi.org/10.1111/bjep.12095>
- Lindahl, B. (2003). Pupils' responses to school science and technology? A longitudinal study of pathways to upper secondary school (Unpublished Summary of PhD Thesis, University of Gothenburg, Kristianstad).
- Lipowsky, F. (2020). Unterricht. In E. Wild, & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (69-107). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61403-7_4
- Lipstein, R. L., & Renninger, K. A. (2007). „Putting things into words”: The development of 12-15-year-old students' interest for writing. In G. Rijlaarsdam (Series Ed.) and P. Boscolo & S. Hidi (Volume Eds.), *Studies in Writing. Motivation and writing*, 19, 113-140. Oxford: Elsevier. https://doi.org/10.1163/9781849508216_008

- Liu, A. S., & Schunn, C., D. (2018). The effects of school-related and home-related optional science experiences on science attitudes and knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 798-810. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000251>
- Logan, M. R., & Skamp, K. R. (2013). The impact of teachers and their science teaching on students' 'science interest': a four-year study. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2879–2904. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667167>
- Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U., & Kunter, M. (2009). Assessing the impact of learning environments: How to use student ratings of classroom or school characteristics in multilevel modeling. *Contemporary Educational Psychology*, 34(2), 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.12.001>
- Lüdtke, O., Trautwein, U., Kunter, M., & Baumert, J. (2006). Reliability and agreement of student ratings of the classroom environment: A reanalysis of TIMSS data. *An International Journal*, 9(3), 215-230. <https://doi.org/10.1007/s10984-006-9014-8>
- Maltese, A. V., & Harsh, J. A. (2015). Students' pathways of entry into STEM. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), *Interest in mathematics and science learning* (pp. 203-223). American Educational Research Association.
- Marsh, H. W., Lüdtke, O., Nagengast, B., Trautwein, U., Morin, A. J. S., Abduljabbar, A. S., & Köller, O. (2012). Classroom climate and contextual effects: Conceptual and methodological issues in the evaluation of group-level effects. *Educational Psychologist*, 47(2), 106–124. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.670488>
- Marsh, H. W., Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U., Asparouhov, T., Muthén, B. O., & Nagengast, B. (2009). Doubly-latent models of school contextual effects: integrating multilevel and structural equation approaches to control measurement and sampling error. *Multivariate Behavioral Research*, 44(6), 764–802. <https://doi.org/10.1080/00273170903333665>

- McArdle, J. J. (2009). Latent variable modeling of differences and changes with longitudinal data. *Annual Review of Psychology*, 60, 577–605.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163612>
- Meeus, W., Van De Schoot, R., Keijsers, L., Schwartz, S. J., & Branje, S. (2010). On the progression and stability of adolescent identity formation: A five-wave longitudinal study in early-to-middle and middle-to-late adolescence. *Child Development*, 81, 1565–1581.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01492.x>
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2023). Studententafel Sekundarstufe I.
https://www.schulministerium.nrw/system/files/media/document/file/Studententafel_SI_G9_Anlage_3a_ab_210801_neu_ab_Klasse5.pdf (13.04.2023)
- Minnaert, A., Boekaerts, M., & de Brabander, C. (2007). Autonomy, competence and social relatedness in task interest within project-based education. *Psychological Reports*, 101, 574-586. <https://doi.org/10.2466/pr0.101.2.574-586>
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424-436.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424>
- Mostafa, T., Echazarra, A., Guillou, H. (2018). The science of teaching science: An exploration of science practices in PISA 2015. OECD Education Working Papers, No. 188, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f5bd9e57-en>
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (1998-2012). Mplus user's guide (7th ed.). Muthén and Muthén.
- Niemiec, C. P., & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133–144. <https://doi.org/10.1177/1477878509104318>

- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>
- OECD (2015), The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence, PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229945-en>
- OECD. (2016). PISA 2015 results (Volume I). *OECD Publishing*.
<https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Ormrod, J. E. (2012). *Essentials of Educational Psychology: Big Ideas to Guide Effective Teaching*, 3rd ed., Pearson, Boston.
- Palincsar, A. S. (1998). Social constructivist perspectives on teaching and learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 345–375. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.345>
- Palmer, D. (2007). What is the best way to motivate students in science? *Teaching Science*, 53(1), 38–42.
- Palmer, D. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165. <https://doi.org/10.1002/tea.v46:2>
- Palmer, D., Dixon, J., & Archer, J. (2017). Using situational interest to enhance individual interest and science-related behaviours. *Research in Science Education*, 47(4), 731–753. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9526-x>
- Patrick, H., Kaplan, A., & Ryan, A. M. (2011). Positive classroom motivational environments: Convergence between mastery goal structure and classroom social climate. *Journal of Educational Psychology*, 103(2), 367–382. <https://doi.org/10.1037/a0023311>
- Pellerone, M., Passanisi, A., Bellomo, M. F. P. (2015). Identity development, intelligence structure, and interests: a cross-sectional study in a group of Italian adolescents during the decision-making process. *Psychology Research and Behavior Management*, 8, 239-249. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S88631>

- Pianta, R. C. & Hamre, B.K. (2009). Conceptualization, measurement, and improvement of classroom processes: standard observation can leverage capacity. *Educational Researcher*, 38 (2), 109-119. <https://doi.org/10.3102/0013189X09332374>
- Pianta, R. C., Hamre, B. K., & Allen, J. P. (2012). Teacher-student relationships and engagement: conceptualizing, measuring, and improving the capacity of classroom interactions. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 365–386). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_17
- Pike, A. G., & Dunne, M. (2011). Student reflections on choosing to study science post-16. *Cultural Studies of Science Education*, 6(2), 485-200. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9273-7>
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Potvin, P., Hasni, A., & Sy, O. (2017). Using inquiry-based interventions to improve secondary students' interest in science and technology. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(3), 262-270. <https://doi.org/10.30935/scimath/9510>
- Praetorius, A.-K., & Charalambous, C. Y. (2018). Classroom observation frameworks for studying instructional quality: Looking back and looking forward. *ZDM*, 50(3), 535–553. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0946-0>
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Praetorius, A.-K., Herrmann, C., Gerlach, E., Zülsdorf-Kersting, M., Heinitz, B., & Nehring, A. (2020a). Unterrichtsqualität in den Fachdidaktiken im deutschsprachigen Raum –

zwischen Generik und Fachspezifik. *Unterrichtswissenschaft*, 48, 409-446.

<https://doi.org/10.1007/s42010-020-00082-8>

Praetorius, A.-K., Rogh, W., & Kleickmann, T. (2020b). Blinde Flecken des Modells der drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität? Das Modell im Spiegel einer internationalen Synthese von Merkmalen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 48, 303-318.

<https://doi.org/10.1007/s42010-020-00072-w>

Prenzel, M., Krapp, A., & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32(2), 163-173.

<https://doi.org/10.25656/01:14383>

Pugh, K. J., Paek, S. H., Phillips, M. M., Sexton, J. M., Bergstrom, C. M., Flores, S. D., Riggs, E. M. (2021). Predicting academic and career choice: The role of transformative experience, connection to instructor, and gender accounting for interest/identity and contextual factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 58, 822-851.

<https://doi.org/10.1002/tea.21680>

Rakoczy, K., Klieme, E., Drollinger-Vetter, B., Lipowsky, F., Pauli, C., & Reusser, K. (2007). Structure as a quality feature in mathematics instruction. Cognitive and motivational effects of a structured organization of the learning environment vs. a structures presentation of learning content. In M. Prenzel (Ed.), *Studies on the educational quality of schools: The final report on the DFG priority programme* (pp. 101–120). Waxmann.

Reeve, J., Lee, W., & Won, S. (2015). Interest as emotion, as affect, and as schema. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), *Interest in mathematics and science learning* (pp. 79–92). American Educational Research Association.

Renninger, K. A., Bachrach, J. E., & Hidi, S. (2019). Triggering and maintaining interest in early phases of interest development. *Learning, Culture and Social Interaction*, 23, 1-17.

<https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.11.007>

Renninger, K. A., Costello Kensey, C. N., Stevens, S. J., & Lehman, Dana L. (2015).

Perceptions of science and their role in the development of interest. In K. A. Renninger,

- M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), Interest in mathematics and science learning (pp. 93-110). American Educational Research Association.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2002). Student interest and achievement: Developmental issues raised by a case study. In A. Wigfield & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 173–195). San Diego: Academic Press.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–84.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2016). *The power of interest for motivation and engagement*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2021). Interest development, self-related information processing, and practice. *Theory Into Practice*, 1-12.
<https://doi.org/10.1080/00405841.2021.1932159>
- Rosenzweig, E. Q., & Wigfield, A. (2016). STEM motivation interventions for adolescents: A promising start, but further to go. *Educational Psychologist*, 51(2), 146-163.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1154792>
- Rosenzweig, E. Q., Wigfield, A., & Hulleman, C. S. (2020). More useful or not so bad? Examining the effects of utility value and cost reduction interventions in college physics. *Journal of Educational Psychology*, 112(1), 166–182. <https://doi.org/10.1037/edu0000370>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68–78.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. Guilford Publications.
- Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7(2), 147–177. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.2.147>
- Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. In K. R. Wentzel & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 197-222). New York: Routledge.

- Schiefele, U. (2017). Classroom management and mastery-oriented instruction as mediators of the effects of teacher motivation on student motivation. *Teaching and Teacher Education*, 64, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.02.004>
- Schiefele, U., Krapp, A., & Winteler, A. (1992). Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 183–212). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 798–821. <https://doi.org/10.25656/01:4489>
- Seidel, T., Rimmele, R., & Prenzel, M. (2003). Gelegenheitsstrukturen beim Klassengespräch und ihre Bedeutung für die Lernmotivation. Videoanalysen in Kombination mit Schülerselbsteinschätzungen. *Unterrichtswissenschaft*, 31(2), 142–165. <https://doi.org/10.25656/01:6776>
- Senden, B., Nilsen, T., & Blömeke, S. (2021). Instructional quality: A review of conceptualizations, measurement approaches, and research findings. In M. Blikstad-Balas, K. Klette & M. Tengberg (Eds.), *Ways of analyzing teaching quality. Potentials and pitfalls* (pp.140-172). Scandinavian University Press. <https://doi.org/10.18261/9788215045054-2021-05>
- Shahali, M., Hafizan, E., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Mohamad Arsad, N. (2019). Students' interest towards STEM: A longitudinal study. *Research in Science & Technological Education*, 37(1), 71–89. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1489789>
- Shin, D. D., Lee, M., Ha, J. E., Park, J. H., Ahn, H. S., Son, E., Chung, Y., & Bong, M. (2019). Science for all: Boosting the science motivation of elementary school students with utility value intervention. *Learning and Instruction*, 60, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.003>

- Shymansky, J. A., Yore, L. D., & Hand, B. M. (2000). Empowering families in hands-on science programs. *School Science and Mathematics*, 100(1), 48–58.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17319.x>
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). The ROSE project. Overview and key findings.
- Sonnenschein, S., Gursoy, H., Stites, M. (2022). Elementary school children's home learning environments: Mathematics, Reading, Science, and written language. *Education Sciences*, 12, 313-330. <https://doi.org/10.3390/educi12050313>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S., & Henschel, S. (Hrsg.). (2019). IQB-Bildungstrend 2018: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich. Waxmann.
- Steffensky, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Eds.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 299-313). Springer Spektrum.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_18
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanka, T., Knoll, S. & Serrano, A. (1999). The TIMSS videotape classroom study. Methods and findings from an exploratory research project on eighth-grade mathematics instruction in Germany, Japan, and the United States. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Stoll, G., Rieger, S., Lüdtke, O., Nagengast, B., Trautwein, U., & Roberts, B.W. (2017). Vocational interests assessed at the end of high school predict life outcomes assessed 10 years later over and above IQ and big five personality traits. *Journal of Personality and Social Psychology*, 113(1), 167–184.
- Sturm, H., & Bogner, F. X. (2008). Student-oriented versus teacher-centred: The effect of learning at workstations about birds and bird flight on cognitive achievement and motivation. *International Journal of Science Education*, 30(7), 941-959.
<https://doi.org/10.1080/09500690701313995>

- Su, R., & Rounds, J. (2015). All STEM fields are not created equal: People and things interests explain gender disparities across STEM fields. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00189>
- Subotnik, R. F., Tai, R. H., Rickoff, R., & Almarode, J. (2010). Specialized public high schools of science, mathematics, and technology and the STEM pipeline: What do we know now and what will we know in 5 years. *Roeper Review*, 32, 7–16. doi:10.1080/02783190903386553.
- Taasoobshirazi, G., & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment. *Educational Research Review*, 3(2), 155–167. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.01.002>
- Tai, R. T., Liu, C. Q., Maltese, A. V., & Fan, X. T. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312, 1143-1144. <https://doi.org/10.1126/science.1128690>
- Taskinen, P. H., Schütte, K., & Prenzel, M. (2013). Adolescents' motivation to select an academic science-related career: The role of school factors, individual interest, and science self-concept. *Educational Research and Evaluation*, 19(8), 717-733. <https://doi.org/10.1080/13803611.2013.853620>
- Teig, N., & Nilsen, Trude (2022). Profiles of instructional quality in primary and secondary education: Patterns, predictors, and relations to student achievement and motivation in science. *Studies in Educational Evaluation*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101170>
- Teppo, M., Soobard, R., Rannikmäe, M. (2021). Grade 6 & 9 student and teacher perceptions of teaching and learning approaches in relation to student perceived interest/enjoyment towards science learning. *Journal of Baltic Science Education*, 20(1), 119-133. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.119>
- Tracey, T. J. G. (2002). Development of interests and competency beliefs: A 1-year longitudinal study of fifth- to eighth-grade students using the ICA-R and structural equation

- modeling. *Journal of Counseling Psychology*, 49(2), 148–163.
<https://doi.org/10.1037/0022-0167.49.2.148>
- Tröbst, S., Kleickmann, T., Lange-Schubert, K., Rothkopf, A., & Möller, K. (2016). Instruction and students' declining interest in science. *American Educational Research Journal*, 53(1), 162–193. <https://doi.org/10.3102/0002831215618662>
- Tsai, Y.-M., Kunter, M., Lüdtke, O., Trautwein, U., & Ryan, R. M. (2008). What makes lessons interesting? The role of situational and individual factors in three school subjects. *Journal of Educational Psychology*, 100, 460-472. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.2.460>
- Turner, J. C., Kackar-Cam, H. Z., Trucano, M. (2015). Teachers learning how to support student interest in mathematics and science. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), *Interest in mathematics and science learning* (pp. 243-260). American Educational Research Association.
- Vandenberg, R. J. (2002). Toward a further understanding of and improvement in measurement invariance methods and procedures. *Organizational Research Methods*, 5(2), 139–158. <https://doi.org/10.1177/1094428102005002001>
- Vandenberg, R. J., & Lance, C. E. (2000). A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research. *Organizational Research Methods*, 3(1), 4–70.
<https://doi.org/10.1177/109442810031002>
- Van Vorst, H., & Aydogmus, H. (2020). One context fits all? – analyzing students' context choice and their reasons for choosing a context-based task in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 43(8), 1250-1272.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1908640>
- Wagner, W., Göllner, R., Werth, S., Voss, T., Schmitz, B., & Trautwein, U. (2016). Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement,

- and predictive power. *Journal of Educational Psychology*, 108(5), 705–721.
<https://doi.org/10.1037/edu0000075>
- Waldis, M., Grob, U., Pauli, C., & Reusser, K. (2010). Der Einfluss der Unterrichtsgestaltung auf Fachinteresse und Mathematikleistung. In K. Reusser (Ed.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität: Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht*. Waxmann.
- Walper, L. M. (2017). Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe: Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr. *Studien zum Physik- und Chemielernen Ser: v.227*. Logos Verlag Berlin.
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5313496>
- Wang, J., & Hazari, Z. (2018). Promoting high school students' physics identity through explicit and implicit recognition. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2).
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020111>
- Wang, M.-T. (2012). Educational and career interests in math: A longitudinal examination of the links between classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48(6), 1643-1657. <https://doi.org/10.1037/a0027247>
- Wang, M.-T., & Degol, J. L. (2017). Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational Psychology Review*, 29, 119-140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>
- Watt, H. M. G. (2000). Measuring attitudinal change in mathematics and English over the 1st year of junior high school: A multidimensional analysis. *The Journal of Experimental Education*, 68(4), 331-361. <https://doi.org/10.1080/00220970009600642>
- Watt, H. M. G. (2004). Development of adolescents' self-perceptions, values, and task perceptions according to gender and domain in 7th- through 11th-grade Australian students. *Child Development*, 75(5), 1556–1574. <http://www.jstor.org/stable/3696500>

- Wigfield, A., Battle, A., Keller, L. B., & Eccles, J. S. (2002). Sex differences in motivation, self-concept, career aspiration, and career choice: Implications for cognitive development. In A. V. McGillicuddy, & R. De Lisi (Eds.), *Biolog y, society, and behavior: The development of sex differences in cognition* (Vol. 21, pp. 93–124). Ablex.
- Wigfield, A., & Cambria, J. (2010). Students' achievement values, goal orientations, and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. Advance online publication. *Developmental Review*, 30(1), 1-35.
<https://doi.org/10.1016/J.DR.2009.12.001>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Yager, R. E., & Penick, J. E. (1986). Perceptions of four age groups toward science classes, teachers, and the value of science. *Science Education*, 70(4), 355-363.
- Yi, H. S., & Lee, Y. (2017). A latent profile analysis and structural equation modeling of the instructional quality of mathematics classrooms based on the PISA 2012 results of Korea and Singapore. *Asia Pacific Education Review*, 18(1), 23–39.
<https://doi.org/10.1007/s12564-016-9455-4>
- Yu, C.-Y. (2002). Evaluating cutoff criteria of model fit indices for latent change models with binary and continuous outcomes [Dissertation]. Yu, C.-Y., Los Angeles.

Anhang

Tabelle A1. Items zur Erhebung des Interesses der Schüler:innen an der Physik und standardisierte

Item	Λ_b	Λ_b	Λ_b
	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7
Zuhause lese ich oft etwas über diese Themen	.82	.85	.93
Ich freue mich, wenn im Fernseher etwas über diese Themen kommt.	.90	.90	.87
Wenn ich mich mit diesen Themen beschäftige, vergesse ich alles um mich herum.	.83	.82	.88
Ich möchte unbedingt mehr über diese Themen erfahren.	.90	.97	.92
Mich mit diesen Themen zu beschäftigen macht mir Freude. *	.94	.94	.98

Faktorladungen auf der Klassenebene (Λ_b)

Anmerkung. Die Faktorenladungen wurden aus einem zweitstufigen latenten Zustandsmodell ohne Gleichheitsbeschränkungen abgeleitet (konfigurales Modell, Tabelle 1).

* Dieses Item diente als Referenzindikator, um die latenten Veränderungswertmodell zu bestimmen.

Tabelle A2. Items zur Erhebung der vier Dimensionen der wahrgenommenen Unterrichtsqualität und standardisierte Faktorladungen auf der Klassenebene (λ_b)

Item	λ_b Klasse 6	λ_b Klasse 7
Kognitive Aktivierung		
Unsere Lehrkraft zeigt uns oft mit einem Versuch, dass unsere Erklärungen noch nicht ganz richtig sind.	.92	.84
Wir konnten oft etwas beobachten, das uns überrascht.	.90	1.00
Wir konnten immer wieder unsere Vermutungen mit Versuchen überprüfen.	.89	.89
Unsere Lehrkraft fordert uns immer wieder dazu auf, unsere Vermutungen zu begründen.	.55	.54
Unsere Lehrkraft fordert uns immer wieder dazu auf, mit dem Gelernten Beobachtungen aus unserem Alltag zu erklären.	.83	.70
Kognitive Unterstützung		
Im Unterricht geht es oft um zu viele Fragen gleichzeitig. (-)	.85	.81
Im Unterricht weiß ich oft nicht, worüber wir gerade sprechen. (-)	.96	1.00
Beim Arbeiten weiß ich genau, was ich tun soll.	.90	.91
Unsere Lehrkraft erklärt oft mit Fremdwörtern, die wir nicht verstehen. (-)	.39	.46
Unsere Lehrkraft hilft uns in Gesprächen kaum beim Finden einer Lösung. (-)	.65	.65
Emotionale Unterstützung		
Die Lehrkraft hat immer Zeit, wenn ich etwas mit ihr bereden möchte.	.98	.96
Die Lehrkraft kümmert sich um meine Probleme.	1.00	1.00
Wenn mir etwas nicht gefällt, kann ich mit der Lehrkraft darüber sprechen.	.99	.98
Wenn wir uns besonders viel Mühe geben, werden wir gelobt.	.72	.84
Im Unterricht wird uns beigebracht selbstständig zu arbeiten.	.69	.67

Fortsetzung Tabelle A2. Items zur Erhebung der vier Dimensionen der wahrgenommenen Unterrichtsqualität und standardisierte Faktorladungen auf der Klassenebene für die Klassenstufen 6 und 7 (λ_b)

Klassenführung		
Im Unterricht wird andauernd Blödsinn gemacht. (-)	.94	.98
Die Lehrkraft muss häufiger sehr laut werden. (-)	.91	.89
Nach der Aufforderung leise zu sein, muss die Lehrkraft lange warten, bis es auch wirklich ruhig ist. (-)	.98	.97
Im Unterricht ist es oft unruhig und laut. (-)	.98	1.00
Im Unterricht dauert es am Anfang der Stunde sehr lange, bis wir Schüler:innen ruhig werden. (-)	.94	.93

Anmerkung. Die Faktorenladungen wurden aus Zwei-Ebenen-CFA-Modellen abgeleitet. Die Faktorladungen für die Klassen 6 und 7 basieren auf Teilstichproben von $n = 2.543$ Schüler:innen in 107 Klassen bzw. $n = 1.962$ Schüler:innen in 85 Klassen.

Tabelle A3. Interesse an Physik in den Klassenstufen 5-7: Modellanpassung für Modelle mit konfiguraler, schwacher und starker Messinvarianz zwischen den Gruppen von Mädchen und Jungen

	Interesse Klasse 5			Interesse Klasse 6			Interesse Klasse 7		
	Konfigurale	Schwache	Starke	Konfigurale	Schwache	Starke	Konfigurale	Schwache	Starke
	Invarianz	Invarianz	Invarianz	Invarianz	Invarianz	Invarianz	Invarianz	Invarianz	Invarianz
χ^2	81.032	86.029	104.174	83.629	93.143	116.247	67.092	83.898	113.217
df	26	32	36	26	32	36	26	32	36
p	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
RMSEA	.036	.032	.034	.038	.036	.038	.032	.032	.037
SRMR within	.015	.016	.016	.017	.018	.020	.014	.023	.024
SRMR between	.066	.064	.062	.050	.061	.068	.115	.099	.103
BIC	38423	38376	38362	32829	32790	32783	30751	30723	30722
Δ RMSEA		-.004	.002		-.002	.002		.000	.005
Δ SRMR between		-.002	-.002		.011	.007		-.016	.004

Anmerkung. Die Δ s beziehen sich auf den Vergleich mit dem Vorgängermodell; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation; SRMR = Standardized Root Mean Square Residual; BIC = Bayesian Information Criterion. ^a = Anpassungsverlust, der auf Nichtinvarianz gemäß den Cut-off-Kriterien von Chen (2007) und Cheung und Rensvold (2002) hinweist. Fett gesetzte Werte beim BIC zeigen das Modell mit dem jeweils niedrigsten Wert (Indikator für die beste Modellpassung) an.

Tabelle A4. Unterrichtsqualität in den Klassenstufen 6 und 7: Modellanpassung für Modelle mit konfiguraler, schwacher und starker Messinvarianz zwischen den Gruppen von Mädchen und Jungen

	Kognitive Aktivierung Klasse 6			Kognitive Unterstützung Klasse 6			Emotionale Unterstützung Klasse 6			Klassenführung Klasse 6		
	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz
χ^2	61.822	72.998	77.810	160.904	165.917	191.287	114.755	132.163	149.339	88.658	98.384	103.400
df	26	32	36	26	32	36	26	32	36	26	32	36
p	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
RMSEA	.035	.034	.033	.069	.062	.062	.056	.053	.054	.047	.043	.041
SRMR within	.027	.029	.028	.028	.026	.027	.028	.038	.038	.019	.022	.022
SRMR between	.043	.050	.054	.113	.134	.139	.103	.080	.081	.028	.020	.020
BIC	28528	28490	28464	29545	29506	29500	27030	26997	26983	24646	24604	24577
Δ RMSEA	-.001		-.001		-.007	.000		-.003	.001		-.004	-.002
Δ SRMR between	.007		.004		.007	.005		-.023	.001		-.008	.000
	Kognitive Aktivierung Klasse 7			Kognitive Unterstützung Klasse 7			Emotionale Unterstützung Klasse 7			Klassenführung Klasse 7		
	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz	Konfig. Invarianz	schwache Invarianz	Starke Invarianz
χ^2	78.425	84.103	86.014	137.590	138.562	157.944	118.251	131.602	154.978	84.501	92.188	96.380
df	26	32	36	26	32	36	26	32	36	26	32	36
p	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
RMSEA	.048	.043	.040	.071	.062	.063	.064	.060	.062	.051	.047	.044
SRMR within	.034	.038	.038	.033	.033	.033	.026	.028	.027	.020	.023	.023
SRMR between	.090	.080	.080	.099	.104	.119	.078	.077	.079	.025	.020	.019
BIC	22580	22539	22325	23373	23331	23322	21354	21316	21311	19726	19684	19657
Δ RMSEA	-.007		.000		-.009	.001		-.004	.002		-.004	-.003
Δ SRMR between	.007		.005		.005	.015		-.001	.002		-.005	-.001

Anmerkung. Die Δ s beziehen sich auf den Vergleich mit dem Vorgängermodell; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation; SRMR = Standardized Root Mean Square Residual; BIC = Bayesian Information Criterion. ^a = Anpassungsverlust, der auf Nichtinvarianz gemäß den Cut-off-Kriterien von Chen (2007) und Cheung und Rensvold (2002) hinweist; Fett gesetzte Werte beim BIC zeigen das Modell mit dem jeweils niedrigsten Wert (Indikator für die beste Modellpassung) an. Die Analysen wurden separat für die einzelnen Dimensionen der Unterrichtsqualität durchgeführt, um Schätzprobleme zu vermeiden.

