

ZEITSCHRIFT FÜR GRUNDSCHULFORSCHUNG
BILDUNG IM ELEMENTAR- UND PRIMARBEREICH

7. Jg. (2014) Heft 2:
Sachunterricht

VERLAG JULIUS KLINKHARDT
BAD HEILBRUNN 2014

k

*Katharina Pollmeier¹, Lena Mareike Walper¹, Kim Lange,
Thilo Kleickmann & Kornelia Möller*

Vom Sachunterricht zum Fachunterricht – Physikbezogener Unterricht und Interessen im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

Im Zentrum der Studie steht die Frage nach Veränderungen in den Unterrichtswahrnehmungen der Schüler/innen sowie den motivationalen Zielkriterien in der Phase des Übergangs von der Primar- in die Sekundarstufe. Dazu wurde auf Daten aus der DFG-geförderten Längsschnittstudie „PLUS“² zurückgegriffen, in der insgesamt 348 Schüler/innen von Klasse 4 bis 7 befragt wurden. Sowohl bei Unterrichtswahrnehmungen als auch bei physikbezogenen Interessen zeigten sich ungünstige Entwicklungen über die Zeit; geschlechtsspezifische Unterschiede konnten in einzelnen Bereichen belegt werden.

Schlüsselwörter: Längsschnittstudie; Schulstufenübergang; Unterrichtswahrnehmungen; physikbezogene Interessen der Schüler/innen

The study focuses on the primary-secondary interface and investigates how both the perceived science teaching as well as students' motivational outcomes change while they progress from primary to secondary school. The analysis is based on data of the DFG-funded longitudinal study "PLUS" in which 348 students were questioned once a year from fourth to seventh grade. During this period, students perceived significant declines in various aspects of the instructional quality as well as in their physics related interests; gender differences could be identified in some areas.

Key words: longitudinal study; primary-secondary-interface; student ratings of instruction; students' physics-related interests

1. Rahmenbedingungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

Der Übergang von der Primar- in die Sekundarstufe stellt eine entscheidende Schnittstelle im deutschen Bildungswesen dar (vgl. Koch 2008; Watermann, Klingebiel & Kurtz 2010). Im naturwissenschaftlichen Bereich werden die Grundschulkinder nach dem Schulwechsel mit Veränderungen in der Struktur der Unterrichtsfächer konfrontiert. So

¹ Beide Autorinnen trugen gleichermaßen zu diesem Forschungsbeitrag bei und teilen sich die Erstautorenschaft. Die Autorennamen werden in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

² PLUS = Professionswissen von Lehrkräften, naturwissenschaftlicher Unterricht und Zielerreichung im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe.

bleibt das Fach Sachunterricht, das in der Grundschule sowohl die natur- als auch die gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen umfasst, nach dem Übertritt in der Sekundarstufe I nicht in seiner ursprünglichen Form bestehen. Mit Blick auf die naturwissenschaftlichen Anteile überwiegen in den Klassenstufen fünf und sechs der deutschen Bundesländer Verbünde naturwissenschaftlicher Fächer bzw. ein integriertes Fach Naturwissenschaften; mit dem Wechsel ins siebte Schuljahr differenzieren sich diese in Einzelfächer (Möller im Druck). Neben den Veränderungen der unterrichtlichen Rahmenbedingungen werden ebenfalls Veränderungen in der Gestaltung naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie im professionellen Hintergrund der Lehrpersonen berichtet. Grundschullehrkräfte sind in der Regel fachliche Generalisten mit begrenztem Fachwissen in den einzelnen Disziplinen und einer schülerorientierten Einstellung, wohingegen Lehrkräfte in der Sekundarstufe eher als fachliche Spezialisten mit stärker fachlichen und weniger pädagogischen Interessen beschreiben werden (vgl. Gess-Newsome 1999; Harlen 1992; Möller im Druck).

Die Frage, inwieweit sich diese mit dem Schulstufenübergang verbundenen Veränderungen in den Unterrichtswahrnehmungen der Schüler/innen sowie in deren Interessenentwicklung niederschlagen, war Gegenstand der in diesem Beitrag vorgestellten Studie. Da mittlerweile gut belegt ist, dass in der Sekundarstufe insbesondere das Interesse der Schüler/innen an Physik deutlich zurückgeht (Daniels 2008; Hoffmann, Häußler & Lehrke 1998), konzentrierte sich die Studie auf den Bereich des physikbezogenen Unterrichts.

2. Veränderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

In den Naturwissenschaftsdidaktiken wird konstruktivistischen Sichtweisen eine bedeutende Position beim Lehren und Lernen und damit auch bei der Förderung leistungsbezogener und motivationaler Ziele zugesprochen (vgl. Treagust & Duit 2008; Wandersee, Mintzes & Novak 1994; Widodo & Duit 2004). In diesem Zusammenhang werden insbesondere lerntheoretische Ansätze zu sogenannten Conceptual Change Theorien, Theorien zur situierten Kognition und zu sozial-konstruktivistischen Ansätzen diskutiert, nach denen Lernen als ein aktiver, sozialer und situierter Konstruktionsprozess verstanden wird (vgl. Gerstenmaier & Mandl 1995; Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998; Treagust & Duit 2008). Naturwissenschaftliches Lernen, welches verstandenes und anwendungsfähiges Wissen zum Ziel hat, sollte Möglichkeiten zur Umstrukturierung vorhandenen Wissens (vgl. Treagust & Duit 2008), das Anwenden und den Erwerb von Konzepten in lebensnahen und bedeutungsvollen Kontexten (vgl. Stark 2003), einen gemeinsamen Austausch und gemeinsames Überprüfen von Vermutungen und Erklärungen (vgl. Mietzel 2007) sowie eine verständliche und klare Sprache im Unterricht (vgl. Wagenschein 1992) ermöglichen. Während ältere Befunde (Breddermann 1983) darauf hindeuten, dass Hands-on Aktivitäten, wie das eigenständige Durchführen von Versuchen, bereits allein zur Förderung motivationaler Zielbereiche beitragen, lassen aktuelle Untersuchungen darauf schließen, dass diese mit reflexiven Prozessen verknüpft sein müssen, um positive Wirkungen auf motivationale Schüleroutcomes zu erzeugen (Holstermann, Grube & Bögeholz 2010; Jocz, Zhai & Tan 2014; Potvin & Hasni 2014).

Bisher liegen nur wenige Studien vor, die den naturwissenschaftlichen bzw. physikbezogenen Unterricht hinsichtlich der genannten Merkmale erfassen – Längsschnittstudien im Übergang von der Grundschule zur Sekundarschule fehlen gänzlich. Insgesamt zeigen deutsche und internationale Studien, dass in der Grundschule hands-on Aktivitäten relativ häufig eingesetzt werden, während ein fragend-entwickelnder Unterricht seltener vorkommt. Weiterhin werden die Kinder zum eigenen Forschen und Entdecken ermutigt und das Abschreiben von der Tafel ist eher randständig (vgl. Gais & Möller 2006; Logan & Skamp 2008; Rennie, Goodrum & Hackling 2001). Für den Sekundarbereich liegt Evidenz vor, dass der Unterricht oftmals lehrerorientiert ist und nur wenig Raum für individuelle Lernwege zulässt. Experimente werden häufig in Form von Demonstrationsexperimenten durchgeführt und Alltags- bzw. Anwendungsbezüge spielen im Sekundarstufenunterricht eher eine untergeordnete Rolle (vgl. Danaia, Fitzgerald & McKinnon 2013; Reyer, Trendel & Fischer 2004; Seidel, Prenzel, Wittwer & Schwindt 2007). Hinsichtlich der Wahrnehmung des Physikunterrichts in der Sekundarstufe gibt es Hinweise auf Geschlechtsunterschiede. Labudde und Pfluger (1999) fanden, dass Jungen mehr Bezüge zu ihrem Alltag wahrnehmen als Mädchen. Ein vergleichbares Bild zeigt sich auch bei der Wahrnehmung der Verständnisorientierung des Unterrichts (Reyer u.a. 2004).

3. Veränderung naturwissenschaftlicher Interessen im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

Gemäß dem Bildungskonzept *Scientific Literacy* sollte naturwissenschaftlicher Unterricht neben dem Aufbau fachspezifischen Wissens ebenfalls auf die Ausbildung positiver motivationaler Orientierungen abzielen (vgl. OECD 2006; Prenzel 2004). So erfordert eine tragfähige naturwissenschaftliche Grundbildung gemäß Prenzel (2000) zumindest ein minimales Interesse im Sinne einer Aufgeschlossenheit bzw. einer positiven Grundeinstellung gegenüber Naturwissenschaften. Ein tiefes, ausgeprägtes naturwissenschaftliches Interesse gilt dabei mit Blick auf die angestrebte naturwissenschaftliche Grundbildung zwar nicht als zwingend erforderlich, aber pädagogisch wünschenswert (vgl. ebd.). Unter dem Begriff *Interesse* ist gemäß der Pädagogischen Interessentheorie eine spezielle Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand zu verstehen (vgl. Krapp & Prenzel 2011). Diese Beziehung ist zum einen durch eine hohe subjektive Wertschätzung des Interessengegenstands gekennzeichnet (wertbezogene Merkmalskomponente). Zum anderen zeichnet sie sich dadurch aus, dass die interessierte Person während der Auseinandersetzung mit dem Gegenstand positive emotionale Erfahrungen sammelt (emotionale Merkmalskomponente; vgl. Krapp & Prenzel 2011; Prenzel, Krapp & Schiefele 1986). Weiterhin wird angenommen, dass ein andauerndes Interesse zu einem umfangreichen Wissen über den Gegenstand führt und durch den Wunsch gekennzeichnet ist, mehr über den Interessengegenstand zu erfahren (vgl. Krapp 1992). Von einem solchen tief verankerten und relativ dauerhaften *individuellen Interesse* lässt sich das sogenannte *situationale Interesse* unterscheiden, das allein auf der Ebene des aktuellen Geschehens verortet ist und primär auf äußere Anreize zurückgeht (vgl. Krapp & Prenzel 2011). Im schulischen Kontext handelt es sich bei diesen Anreizen beispielsweise um die Gestaltung der Lehr-Lern-Umgebung (vgl. Krapp 1992).

Obgleich dem Aufbau naturwissenschaftsbezogener Interessen eine große Bedeutung zugeschrieben wird, ist inzwischen gut belegt, dass das durchschnittliche Interesse der Schüler/innen an Naturwissenschaften und am naturwissenschaftlichen Unterricht im Laufe der Sekundarstufe deutlich zurückgeht (vgl. Krapp 1998). Insbesondere das Fach- und das Sachinteresse an Physik sind von diesem Rückgang betroffen. Offenbar nehmen die physikbezogenen Interessen unmittelbar nach dem Einsetzen des Physikunterrichts am stärksten ab (vgl. Hoffmann u.a. 1998; Hoffmann & Lehrke 1986). Darüber hinaus haben Mädchen bereits zu Beginn der Sekundarstufe ein geringeres Sachinteresse an Physik (vgl. Hoffmann u.a. 1998).

Im Gegensatz zur beschriebenen Situation in der Sekundarstufe deuten vorliegende Befunde aus den repräsentativen Schulstudien IGLU-E, TIMSS 2007 und TIMSS 2011 darauf hin, dass deutsche Viertklässler gegenüber dem Schulfach Sachunterricht relativ positiv eingestellt sind und die Inhalte als bedeutsam erachten (vgl. Kleickmann, Brehl, Saß, Prenzel & Köller 2012; Prenzel, Geiser, Langeheine & Lobemeier 2003; Wittwer, Saß & Prenzel 2008). IGLU-E liefert zudem Evidenz dafür, dass Grundschulkinder ausgewählten naturwissenschaftlichen Themen und Arbeitsweisen (Tiere und Pflanzen, Experimentieren und Funktionsweisen erkunden) neugierig und aufgeschlossen gegenüberstehen (Prenzel u.a. 2003). In TIMSS 2011 konnten mit Blick auf die motivationalen Zielkriterien zudem keine bedeutsamen Geschlechtsunterschiede festgestellt werden (vgl. Brehl, Wendt & Bos 2012). Somit zeichnet sich für das multiperspektivisch angelegte Fach Sachunterricht (und dort auch für den Bereich Naturwissenschaften) am Ende der Grundschulzeit insgesamt eine positive Befundlage für die motivationalen Orientierungen der Schüler/innen ab, die den beschriebenen problematischen Entwicklungen in der anschließenden Sekundarstufe entgegensteht.

4. Fragestellung

Die für die Grundschule und die Sekundarstufe vorliegenden divergierenden Befunde zur Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie zur Ausprägung naturwissenschaftlicher Interessen lassen sich aufgrund ihrer teils unterschiedlichen inhaltlichen Bezüge (Sachunterricht/Naturwissenschaften in der Grundschule vs. Naturwissenschaften/Physik in der Sekundarstufe) nicht ausnahmslos miteinander vergleichen und in Beziehung setzen. Dennoch weisen sie auf die Bedeutung der schulischen Schnittstelle hin und werfen die Frage auf, ob die beobachteten Abwärtstrends und Geschlechtsunterschiede im physikbezogenen Interesse der Sekundarstufenschüler/innen durch wahrgenommene Veränderungen des Unterrichts bedingt sein könnten, die mit dem Wechsel von der Grundschule zur Sekundarstufe einhergehen. Da in Deutschland bislang noch keine entsprechenden Längsschnittstudien vorliegen, wird diese Fragestellung im Rahmen des PLUS-Projekts untersucht. Im vorliegenden Artikel werden zwei zentrale Variablen des Projekts – die Wahrnehmung des physikbezogenen Unterrichts und die Ausprägung physikbezogener Interessen – im Übergang vom vierten Schuljahr der Grundschule bis zum siebten Schuljahr der Sekundarstufe analysiert. Dabei werden die folgenden Forschungsfragen fokussiert:

- Wie verändert sich die Wahrnehmung der Schüler/innen im Hinblick auf den physikbezogenen Unterricht?
- Wie entwickeln sich die physikbezogenen Interessen (situationales Interesse am physikbezogenen Unterricht; individuelles Interesse an Physik) der Lernenden?
- Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede in der Wahrnehmung der Unterrichtsgestaltung sowie der Entwicklung der physikbezogenen Interessen?

5. Methode

5.1 Untersuchungsdesign und Stichprobe

Zur Beantwortung der fokussierten Fragestellungen wurden Längsschnittdaten aus dem DFG geförderten Projekt „PLUS“ herangezogen. Dabei handelte es sich um ein Forschungsprojekt, welches an die DFG-Forschergruppe „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ (nwu Essen) angeschlossen war und in den Jahren 2008 bis 2013 in Nordrhein-Westfalen durchgeführt wurde. Im Rahmen der Studie wurden 1 396 Lernende der vierten Klasse (46.8 % weiblich) am Ende ihrer Grundschulzeit mittels Fragebogen zu den oben benannten Aspekten befragt. 568 dieser Schüler/innen konnten über den Schulstufenübergang hinweg in das fünfte Schuljahr verfolgt werden. Im sechsten Schuljahr nahmen 452 Schüler/innen an der Studie teil, im siebten Schuljahr waren es 443 Lernende. Von diesen 443 Schüler/innen liegen für 348 Schüler/innen (46.8 % weiblich) Daten zu jedem Messzeitpunkt vor. Die Daten dieser Schüler/innen werden im Rahmen des vorliegenden Beitrags in den Blick genommen. Dabei handelt es sich überwiegend um Lernende, die nach dem Schulstufenübergang auf das Gymnasium oder die Hauptschule wechselten und somit aus leistungsbezogener Perspektive einer der beiden „Extremgruppen“ des deutschen Schulsystems zuzuordnen sind.

Die Fragebogenerhebungen fanden jeweils am Ende eines Schuljahrs statt. Während das individuelle Interesse an Physik jährlich erfasst werden konnte, beschränkte sich die Erhebung aller unterrichtsbezogenen Konstrukte (Unterrichtswahrnehmungen und situationales Interesse) auf die Schuljahre, in denen physikbezogener Unterricht erteilt wurde. Da die Beschulung im Fach Physik in der Sekundarstufe stark divergierte, entstanden sieben verschiedene Beschulungsmuster, die in Tabelle 1 überblicksartig dargestellt sind und im Rahmen der Analysen separat berücksichtigt wurden.

Tab. 1: Überblick über die sieben resultierenden Beschulungsmuster (Pattern)

Pattern	MZP1 Kl. 4	MZP2 Kl. 5	MZP3 Kl. 6	MZP4 Kl. 7	N MZP	N Schüler/innen
1	X	X	X	X	4	129
2	X	o	X	X	3	58
3	X	X	o	X	3	66
4	X	X	X	o	3	25
5	X	X	o	o	2	20
6	X	o	X	o	2	151
7	X	o	o	X	2	20

X = Physikunterricht hat stattgefunden, o = kein Physikunterricht, MZP = Messzeitpunkt.

5.2 Analyseverfahren

Um die längsschnittlichen Veränderungen der Schülerwahrnehmung des physikbezogenen Unterrichts sowie der physikbezogenen Interessen der Lernenden zu analysieren, wurden Varianzanalysen mit Messwiederholung (repeated measures ANOVAS) durchgeführt. Zur Untersuchung von Geschlechts- oder Schulformunterschieden wurde neben dem Messwiederholungsfaktor ein entsprechender Gruppenfaktor in die Analyse miteinbezogen. Schüler/innen mit fehlenden Angaben zu einzelnen Messzeitpunkten wurden durch einen fallweisen Ausschluss (listwise deletion) von den jeweiligen Teilanalysen ausgeschlossen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung von Varianzanalysen mit Messwiederholung besteht in der Homogenität der Varianzen und der Kovarianzen zu den verschiedenen Messzeitpunkten. Bei Verletzung dieser Voraussetzung wurde die Huynh-Feldt-Korrektur angewendet.

5.3 Erhebungsinstrumente

Bei der Entwicklung der Messinstrumente galt es die spezifischen Anforderungen der Zielgruppe zu berücksichtigen, da in der PLUS-Studie Kinder bzw. Jugendliche in der breiten Altersspanne von 8 bis 14 Jahren untersucht wurden. So wurde beim Fragebogen und der Durchführung darauf geachtet, vergleichsweise geringe Anforderungen an die Lesekompetenz und das Arbeitsgedächtnis der Schüler/innen zu stellen.

Grundlage für den Schülerfragebogen zur Wahrnehmung des physikbezogenen Unterrichts bildeten die bereits beschriebenen moderat-konstruktivistischen Lerntheorien, auf deren Basis fünf Skalen operationalisiert wurden: kognitiv aktivierende Versuche, praktische Aktivität, schülergenerierte Erklärungen, Alltagsbezug und fehlende Klarheit. Mit Ausnahme der Skala praktische Aktivität (drei Items) bestanden die Skalen des Schülerfragebogens aus jeweils fünf Aussagen, denen die Lernenden auf einer vierstufigen Likert-Skala (stimmt gar nicht bis stimmt genau) zustimmen konnten. Wie Tabelle 2 zeigt, kann die interne Konsistenz des Testes mit Cronbachs α -Werten von .64-.85 in den verschiedenen Messzeitpunkten als akzeptabel bis gut bezeichnet werden. Die theoretisch angenommene Fünf-Faktoren-Struktur des Fragebogens konnte mittels konfirmatorischer Faktorenanalysen für alle Messzeitpunkte bestätigt werden.

Tab. 2: Skalen zur Erfassung der Schülerwahrnehmung des physikbezogenen Unterrichts

Skala Beispiel-Items	α 4. Klasse	α 5. Klasse	α 6. Klasse	α 7. Klasse
Kognitiv aktivierende Versuche <i>Wir konnten oft etwas beobachten, das uns überraschte.</i>	.68	.79	.80	.83
Praktische Aktivität <i>Wir konnten viele Versuche selbst durchführen.</i>	.66	.82	.83	.85

Skala <i>Beispiel-Items</i>	α 4. Klasse	α 5. Klasse	α 6. Klasse	α 7. Klasse
Alltagsbezug <i>Unsere Lehrerin fordert uns immer wieder dazu auf, Beispiele aus unserem Alltag zu nennen.</i>	.73	.79	.79	.82
Schülergenerierte Erklärungen <i>Unsere Lehrerin interessiert sich für unsere Erklärungen.</i>	.64	.77	.81	.83
Fehlende Klarheit (negativ formuliert) <i>Unsere Lehrerin erklärt oft mit Fremdwörtern, die wir nicht verstehen.</i>	.64	.69	.73	.72

Der Fragebogen zur längsschnittlichen Erfassung des individuellen Interesses der Schüler/innen an Physik sowie ihres situationalen Interesses am physikbezogenen Unterricht wurde in Anlehnung an Vorarbeiten von Blumberg (vgl. 2008) entwickelt. Beide Konstrukte wurden darin auf einer vierstufigen Likert-Skala mithilfe von fünf (individuelles Interesse) bzw. sechs (situationales Interesse) Items erfasst. Da sich die Items zum situationalen Interesse auf den unmittelbar zuvor erlebten physikbezogenen Sachunterricht bzw. Physikunterricht bezogen, sollten die Schüler/innen bei deren Beantwortung an den Unterricht zu den beiden zuletzt behandelten Physikthemen zurückdenken. Zur Erfassung des individuellen Interesses an Physik wurden den Schülern/innen drei typische Themen aus der Physik als Referenz vorgegeben. Dabei handelte es sich um die Themen *Schall*, *Magnetismus* und *Licht*, da diese gemäß der curricularen Vorgaben in Nordrhein-Westfalen sowohl in der Primar- als auch in der Sekundarstufe I unterrichtet werden (vgl. z.B. MSW NRW, 2008a, b, 2011).

Tab. 3: Skalen zur Erfassung des individuellen Interesses der Schüler/innen an Physik sowie des situationalen Interesses der Schüler/innen am physikbezogenen Unterricht

Skala <i>Beispiel-Items</i>	α 4. Klasse	α 5. Klasse	α 6. Klasse	α 7. Klasse
Individuelles Interesse an Physik <i>Ich möchte unbedingt mehr über diese Themen erfahren.</i>	.81	.82	.85	.86
Situationales Interesse am physikbez. Unterricht <i>Ich habe mich immer auf den Unterricht gefreut.</i>	.79	.86	.86	.86

Wie Tabelle 3 zu entnehmen ist, weisen die Cronbachs α -Koeffizienten zu allen vier Messzeitpunkten auf eine zufriedenstellende bis hohe Reliabilität der eingesetzten Skalen hin. Konfirmatorische Faktorenanalysen auf Basis vorliegender querschnittlicher Projektdaten stützen die theoretisch angenommene Unterscheidung der Konstrukte. Zudem konnten Evidenzen für eine starke Messinvarianz beider Interessenskalen zwischen den Jahrgangsstufen 4 und 6 gefunden werden. Diese Befundlage lässt darauf schließen, dass die Messungen der Konstrukte in der Grundschule und in der frühen Sekundarstufe äquivalent erfolgen und somit verglichen werden dürfen (vgl. Kleickmann 2011; Tröbst, Kleickmann, Lange & Möller under review).

6. Ergebnisse

Nachfolgend werden zunächst die Analyseergebnisse zur Unterrichtswahrnehmung der Schüler/innen im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe dargestellt, bevor in einem zweiten Schritt auf die parallel verlaufende Entwicklung ihrer physikbezogenen Interessen eingegangen wird.

Während die Entwicklung des individuellen Interesses an Physik durchgängig vom vierten bis zum siebten Schuljahr analysiert werden konnte, erfolgten die Analysen der übrigen Konstrukte jeweils separat für die Schüler/innen, die den oben dargestellten Beschulungsmustern angehörten. Nachfolgend werden die Ergebnisse für die vier größten Pattern (Pattern 1, 2, 3 und 6) berichtet, die eine Stichprobengröße von mindestens 30 Schülern/innen aufweisen. Da die einzelnen Pattern stark mit der Schulform konfundiert sind (Pattern 1 enthält aufgrund des epochal erteilten naturwissenschaftlichen Unterrichts vornehmlich Hauptschüler/innen, während Pattern 2, 3 und 6 überwiegend Gymnasiasten/innen beinhalten), werden im Zuge der Analysen ausschließlich die Lernenden der im jeweiligen Pattern dominierenden Schulform berücksichtigt. Ein direkter Vergleich der Entwicklung der Unterrichtswahrnehmungen zwischen Schulformen ist wegen der unterschiedlichen Beschulungsmuster somit nicht möglich. Die Entwicklung in Hauptschule und Gymnasium können wir nur näherungsweise und deskriptiv vergleichen. Neben den generellen Entwicklungsverläufen werden entsprechend der hier fokussierten Fragestellungen ebenfalls Geschlechtsunterschiede in den Blick genommen. Die zugehörigen Analyseergebnisse werden in den nachfolgenden Kapiteln jedoch nur dann explizit berichtet, wenn signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen vorliegen.

6.1 Befunde zur Schülerwahrnehmung des physikbezogenen Unterrichts

Mit Blick auf die Unterrichtswahrnehmung zeigen die Varianzanalysen, dass die 52 Hauptschüler/innen, die durchgängig von der vierten bis zur siebten Klasse (Pattern 1) im Fach Physik unterrichtet wurden, einen deutlichen Rückgang in vier der fünf erfassten Merkmale wahrnehmen (vgl. Abb. 1). Die Rückgänge sind durchweg signifikant ($p < .001$) mit mittleren bis großen Effekten ($.10 \leq \eta^2_p \leq .29$) und gelten gleichermaßen für Jungen und Mädchen. So zeichnen sich unter Berücksichtigung des Gruppenfaktors *Geschlecht* weder bedeutsame Haupteffekte ($.181 \leq p \leq .901$) noch Interaktionen der Faktoren *Zeit* und *Geschlecht* ($.299 \leq p \leq .825$) ab. Besonders deutlich nehmen die Schüler/innen einen Rückgang an praktischen Aktivitäten vom vierten zum fünften Schuljahr wahr ($\eta^2_p = .29$). Weniger stark ändert sich dagegen die wahrgenommene Klarheit³ des Unterrichts ($\eta^2_p = .10$), wobei ebenfalls eine negative Entwicklung wahrgenommen wurde. Die wahrgenommene Abnahme des unterrichtlichen Alltagsbezug im Laufe der Zeit wird statistisch nicht signifikant ($p = .056$). Abbildung 1 deutet darauf hin, dass die stärksten Veränderungen jeweils von Klasse 4 nach 5 und dann wieder von Klasse 6 nach 7 wahrgenommen werden. Ergänzende separate Analysen bestätigen, dass die

³ Je höher der Wert auf der Skala *fehlende Klarheit* ist, desto unklarer nehmen die Schüler/innen ihren Unterricht wahr.

Hauptschüler/innen keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Klasse 5 und 6 wahrnehmen ($.122. \leq p \leq .736$).

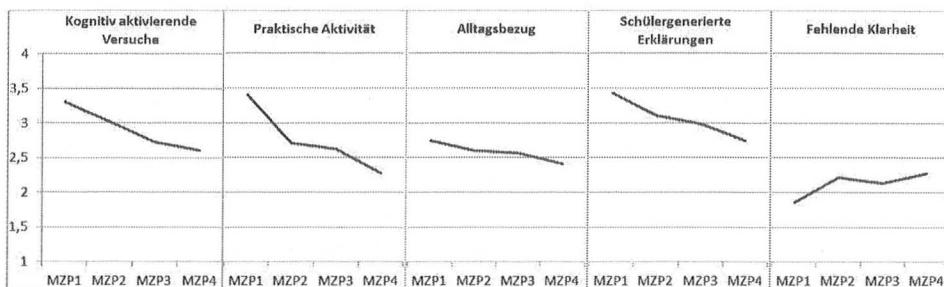


Abb. 1: Mittelwerte der Unterrichtswahrnehmungen der Hauptschüler/innen aus Pattern 1

Wie bereits bei den Hauptschülern/innen (Pattern 1) zeigen sich auch für die Gymnasiasten/innen (Pattern 2, 3 und 6) in (fast) allen erfassten Skalen signifikante Rückgänge, die mit großen Effekten einhergehen (vgl. Tab. 4). Ausschließlich in den Pattern 2 und 3 können für die Skala Alltagsbezug mit $p = .275$ und $p = .107$ keine signifikanten Veränderungen über die Zeit festgestellt werden. In Pattern 6 liegen ebenfalls in allen Skalen signifikante Veränderungen mit einem mittleren negativen Effekt vor; somit werden auch hier von den Lernenden Rückgänge über die Zeit wahrgenommen. Über alle Pattern hinweg berichten die Schüler/innen, dass praktische Unterrichtsaktivitäten – verglichen mit den anderen Gestaltungsmerkmalen – im Laufe der Zeit am stärksten abnehmen.

Unter Berücksichtigung des Gruppenfaktors *Geschlecht* zeigen sich in Pattern 2 und 3 zwar keinerlei Haupteffekte ($.052 \leq p \leq .685$). Dafür liegen Interaktionen zwischen den Faktoren *Zeit* und *Geschlecht* im Pattern 2 in den drei Skalen *Kognitiv aktivierende Versuche* ($F(2, 56) = 3.157, p = .050$, part. $\eta^2 = .10$), *Schülergenerierte Erklärungen* ($F(2, 56) = 4.016, p = .023$; part. $\eta^2 = .13$) und *Fehlende Klarheit* ($F(2, 56) = 4.331, p = .018$, part. $\eta^2 = .13$) vor, die mit mittleren Effekten einhergehen. In Abbildung 2 wird ersichtlich dass sich die Schere zwischen den Geschlechtern in diesen drei Fällen insbesondere von Klasse 6 nach 7 deutlich öffnet. Während dieses Zeitraums nehmen die Mädchen in ihrem Unterricht mehr verstehensfördernde Unterrichtsmerkmale wahr als die Jungen.

In Pattern 6 zeigen sich nur bei der Skala *fehlende Klarheit* signifikante Geschlechtsunterschiede ($F(1,122) = 52.405, p = .002$; part. $\eta^2 = .08$). Demnach nehmen die Mädchen ihren Unterricht zu beiden Messzeitpunkten etwas klarer wahr als die befragten Jungen; eine Interaktion der beiden Faktoren *Zeit* und *Geschlecht* liegt nicht vor.

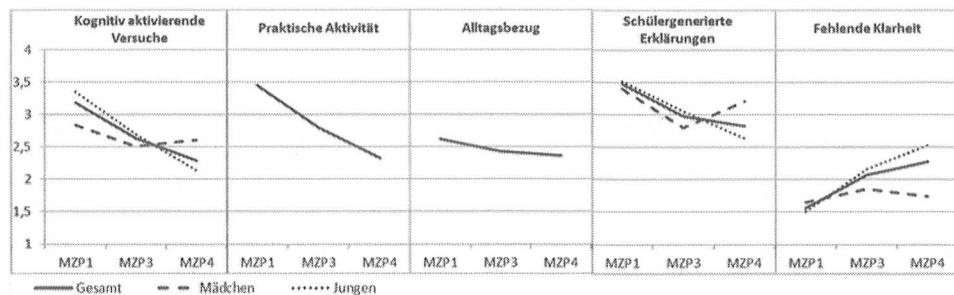


Abb. 2: Mittelwerte der Gymnasiasten/innen aus Pattern 2 für die Unterrichtswahrnehmung

Tab. 4: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Unterrichtswahrnehmungen zu den verschiedenen Pattern und Substichproben.

Pattern 2 – Gymnasiasten/innen, N = 30				
Skala	df	F	p	η^2_p
Kognitiv aktivierende Versuche	2, 58	10.714	< .001	.27
Praktische Aktivität	2, 58	12.374	< .001	.30
Alltagsbezug	2, 58	1.321	.275	.04
Schülergenerierte Erklärungen	2, 58	10.026	< .001	.26
Fehlende Klarheit	2, 58	11.091	< .001	.28
Pattern 3 – Gymnasiasten/innen, N = 44				
Skala	df	F	p	η^2_p
Kognitiv aktivierende Versuche	1.834, 78.876*	14.496	< .001	.25
Praktische Aktivität	2, 86	37.723	< .001	.47
Alltagsbezug	2, 86	2.297	.107	.05
Schülergenerierte Erklärungen	1.712, 73.604*	8.708	< .001	.17
Fehlende Klarheit	1.796, 77.230*	13.506	< .001	.24
Pattern 6 – Gymnasiasten/innen, N = 124				
Skala	df	F	p	η^2_p
Kognitiv aktivierende Versuche	1, 123	31.843	< .001	.21
Praktische Aktivität	1, 123	54.802	< .001	.31
Alltagsbezug	1, 123	11.395	< .001	.09
Schülergenerierte Erklärungen	1, 123	24.557	< .001	.17
Fehlende Klarheit	1, 123	52.647	< .001	.30

*Adjustierung der Freiheitsgrade durch die Huynh-Feldt-Korrektur.

6.2 Befunde zur Entwicklung des physikbezogenen individuellen und situationalen Schülerinteresses im Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

Wie in Tabelle 5 dargestellt, zeigt das Ergebnis der Varianzanalyse, dass das individuelle Interesse der Schüler/innen an Physik vom vierten bis zum siebten Schuljahr einen signifikanten Rückgang erfährt. Der vorliegende Effekt ($\eta^2_p = .41$) lässt zudem auf eine hohe praktische Relevanz des Ergebnisses schließen. Der beschriebene Befund zeigt sich nicht nur in der Gesamtstichprobe, sondern liegt gleichermaßen für die Schüler/innen an Hauptschulen und Gymnasien vor. So lässt sich nach Einbezug des Gruppenfaktors *Sekundarschulform* in die Analyse weder ein signifikanter Haupteffekt für den Gruppenfaktor ($p = .769$) noch eine Wechselwirkung der Faktoren *Zeit* und *Sekundarschulform* ($p = .303$) nachweisen. Ob die Lernenden nach dem Schulstufenübergang die Hauptschule oder das Gymnasium besuchen scheint für den Verlauf des individuellen Interesses an Physik unbedeutend zu sein ($\eta^2_p = .00$ für den Haupteffekt und die Interaktion; $N = 276$). Die Geschlechtszugehörigkeit der Lernenden nimmt hingegen einen signifikanten, wenn auch kleinen ($\eta^2_p = .05$), Einfluss auf die Ausprägung des individuellen Interesses an Physik (vgl. Abb. 3). Auch wenn die Interaktion der Faktoren *Geschlecht* und *Zeit* vom vierten bis zum siebten Schuljahr im Gegensatz zum Haupteffekt nicht signifikant wird, deuten die deskriptiven Befunde (vgl. Abb. 3) aus dem vierten Schuljahr darauf hin, dass hier im Vergleich zu den Folgejahren geringere Geschlechtsunterschiede vorliegen. Ergänzende Varianzanalysen zu den einzelnen Messzeitpunkten bestätigen diesen Eindruck. Sie liefern Evidenz dafür, dass die Geschlechtsunterschiede im vierten Schuljahr noch nicht als bedeutsam einzustufen sind, $F (1, 325) = 1.753, p = .186$, $\eta^2_p = .01$. Ab dem fünften Schuljahr unterscheidet sich das individuelle Interesse an Physik hingegen signifikant zwischen den Geschlechtern.

Tab. 5: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung und Gruppenfaktor Geschlecht für das individuelle Interesse an Physik

Individuelles Interesse an Physik – Schüler/innen aller Schulformen, $N = 327$				
Quelle der Variation	df	F	p	η^2_p
Zeit (MZP)	2.85, 924.69*	224.18	< .001	.41
Geschlecht	1, 325	14.09	< .001	.05
Zeit x Geschlecht	2.85, 924.69*	1.451	.228	.00

*Adjustierung der Freiheitsgrade durch die Huynh-Feldt-Korrektur.

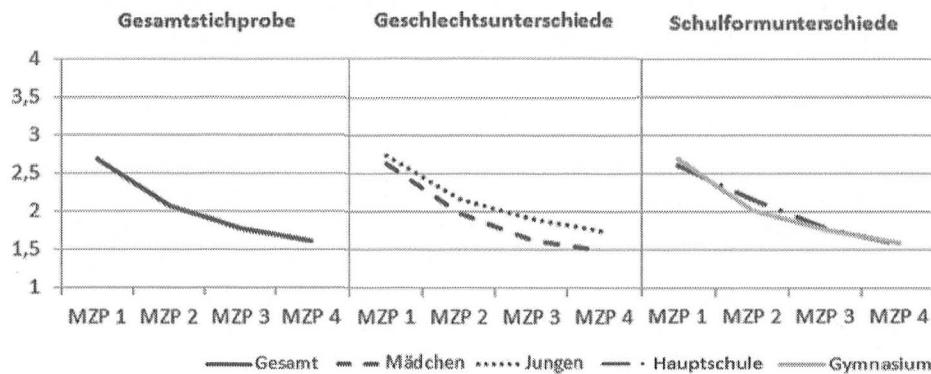


Abb. 3: Mittelwerte des individuellen Interesses der Lernenden an Physik für die Gesamtstichprobe und die betrachteten Subgruppen

Mit Blick auf das situationale Interesse am physikbezogenen Unterricht können in allen vier betrachteten Pattern Evidenzen für eine bedeutsame Abnahme gefunden werden. Wie in Tabelle 6 abzulesen, handelt es sich durchgängig um signifikante Rückgänge mit großen Effekten. Im Vergleich zu den Hauptschülern/innen (Pattern 1) ist bei den Gymnasialschülern/innen (Pattern 2, 3 und 6) ein noch stärkerer Rückgang des situationalen Interesses vom vierten bis zum siebten Schuljahr zu verzeichnen ($.56 \leq \eta^2_p \leq .68$).

Tab.6: Ergebnisse der Varianzanalysen mit Messwiederholung (und Gruppenfaktor Geschlecht) für das situationale Interesse am physikbezogenen Unterricht in den Pattern 1, 2, 3 und 6

Pattern 1 – Hauptschüler/innen, N = 49				
Quelle der Variation	df	F	p	η^2_p
Zeit (MZH)	2,81, 132.02*	17.05	< .001	.27
Geschlecht	1, 47	3.02	< .001	.06
Zeit x Geschlecht	2,81, 132.02*	2.72	.050	.06
Pattern 2 – Gymnasiasten/innen, N = 30				
Quelle der Variation	df	F	p	η^2_p
Zeit (MZH)	2, 58	60.57	< .001	.68
Pattern 3 – Gymnasiasten/innen, N = 45				
Quelle der Variation	df	F	p	η^2_p
Zeit (MZH)	2, 88	58.80	< .001	.57
Pattern 6 – Gymnasiasten/innen, N = 124				
Quelle der Variation	df	F	p	η^2_p
Zeit (MZH)	1, 123	157.60	< .001	.56

*Adjustierung der Freiheitsgrade durch die Huynh-Feldt-Korrektur.

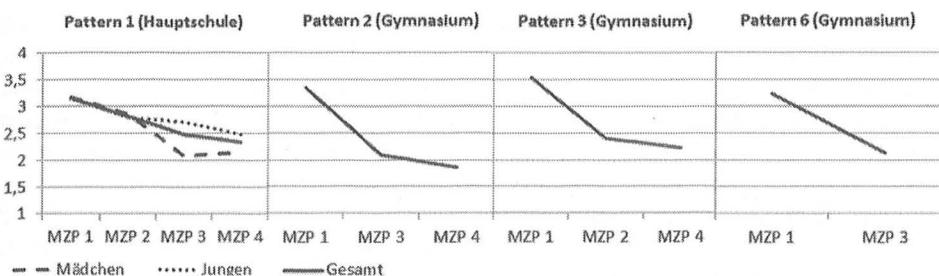


Abb. 4: Mittelwerte des situationalen Interesses der Lernenden am physikbezogenen Unterricht in den Patten 1, 2, 3 und 6

Abbildung 4 lässt weiterhin darauf schließen, dass der massive Einbruch des situationalen Interesses mit dem Schulwechsel auf das Gymnasium bzw. dem Einsetzen des gymnasialen Physikunterrichts zusammenfällt. Dies scheint gleichermaßen auf Jungen und Mädchen zuzutreffen, da sich weder bedeutsame Geschlechtsunterschiede in der Ausprägung noch im Verlauf des situationalen Interesses der Gymnasiasten/innen feststellen lassen ($.116 \leq p \leq .859$). Während das situationale Interesse der Hauptschüler zwar nach dem Übergang insgesamt wesentlich flacher abfällt, zeigen sich hier nach Ende des fünften Schuljahres allerdings Geschlechterunterschiede. Wie Abbildung 4 zeigt, öffnet sich die Schere zwischen den Geschlechtern in der sechsten Klasse deutlich und bleibt – weniger stark ausgeprägt – auch noch in der siebten Klasse zugunsten der Jungen erhalten. Diese Befundlage spiegelt sich entsprechend in signifikanten Haupt- und Interaktionseffekten wieder, die nach Einbezug des Gruppenfaktors *Geschlecht* vorzufinden sind (vgl. Tab. 6).

7. Diskussion und Ausblick

Zusammengefasst liefern die Befunde aus den vorgestellten Längsschnittanalysen Evidenz dafür, dass der Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe mit einer ungünstigen Entwicklung von Unterrichtswahrnehmungen der Schüler/innen einhergeht. Gleichzeitig nehmen sowohl das individuelle als auch das situationale Interesse der Lernenden deutlich ab. Während der recht gleichförmige Rückgang des individuellen Interesses auch mit einer entwicklungsbedingten Ausdifferenzierung dieses dauerhaften Interesses erklärt werden könnte, weist der deutliche Einbruch des situationalen Interesses nach dem Schulwechsel – vornehmlich auf dem Gymnasium – auf eine Einflussnahme der schulischen Lernumgebung hin. Da die Analysen zeigen, dass Lernende mit dem Eintritt in die Sekundarstufe eine deutliche Abnahme kognitiv aktivierender Versuche, praktischer Aktivitäten, des Einforderns von Schülererklärungen und der Klarheit des Unterrichts in ihrem physikbezogenen Unterricht erleben, könnte das rückläufige situationale Interesse mit diesen unterrichtlichen Veränderungen in Zusammenhang stehen. Diese Annahme wird durch erste Befunde aus querschnittlich angelegten Untersuchungen des PLUS-Projekts gestützt (Tröbst u.a. under review). Um diese Einflüsse näher aufzuklären zu können, sind weiterführende Analysen mit den längsschnittlichen Daten erforderlich.

Betrachtet man die Unterrichtswahrnehmung und die physikbezogenen Interessen der Mädchen und Jungen im Vergleich, so lässt sich ein interessantes Befundmuster erkennen. Während *Hauptschüler/innen* ihren Unterricht nahezu identisch wahrzunehmen scheinen, ist das situationale Interesse der Mädchen im sechsten und siebten Schuljahr deutlich niedriger ausgeprägt als das der Jungen. Am Gymnasium ist ein gegenläufiges Muster zu beobachten: Hier nehmen die Mädchen ihren Physikunterricht im Laufe der Zeit zwar zunehmend positiver im Sinne der erfassten Unterrichtsmerkmale wahr als die Jungen, das situationale Interesse der beiden Geschlechter unterscheidet sich jedoch nicht. Möglicherweise sind diese scheinbar paradoxen Effekte durch das höhere individuelle Interesse der Jungen zu erklären. So wäre es möglich, dass ein stärker ausgeprägtes Vorinteresse an Physik mögliche Schwachpunkte des Unterrichts kompensiert, während die Unterrichtsgestaltung für die im Vorfeld durchschnittlich weniger interessierten Mädchen von größerer Bedeutung sein könnte. Diese Annahme wird durch die Befunde weiterer Studien gestützt, die darauf hindeuten, dass Mädchen sensibler auf eine Steigerung der Unterrichtsqualität im Physikunterricht reagieren als Jungen (Wiesner, Tobias, Waltner, Hopf, Wilhelm & Sen 2010; Wilhelm, Tobias, Waltner, Hopf & Wiesner 2012). Die vorgestellten Analysen zu durchschnittlichen Entwicklungsverläufen können nicht klären, inwiefern die hier betrachteten Merkmale der Unterrichtsgestaltung die Entwicklung der Schülerinteressen auf individueller Ebene beeinflussen. Um der Frage nach dem Zusammenhang beider Konstrukte während der Übergangsphase von der Primar- zur Sekundarstufe auf individueller Ebene nachgehen zu können, sind im Rahmen des PLUS-Projektes weiterführende Analysen geplant. Im Zuge dessen soll die vorhandene umfangreiche Stichprobe mithilfe des Verfahrens der multiplen Imputation fehlender Werte besser ausgeschöpft werden. Darüber hinaus soll die zugrundeliegende Mehrebenenstruktur der Daten (Schachtelung der Schüler/innen in verschiedene Klassen) Berücksichtigung finden, die im Rahmen der vorgestellten Varianzanalysen nicht miteinbezogen wurde.

Trotz der mitunter kleinen Teilstichproben unterstreichen die vorliegenden Befunde die fachspezifische Bedeutung des Schulstufenübergangs von der Grundschule in die weiterführende Schule. Vor diesem Hintergrund ist zu wünschen, dass diese systembedingte Schnittstelle in der Sachunterrichts- und Naturwissenschaftsdidaktik künftig größere Beachtung findet als bisher. Sowohl Fachdidaktiker als auch (angehende) Lehrpersonen sollten dem physikbezogenen Unterricht der jeweils benachbarten Stufe aufgeschlossen gegenüberstehen, um Brüchen stärker als bisher geschehen entgegenwirken zu können. Dazu sollte das Thema auch in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften Berücksichtigung finden.

Literatur

- Blumberg, E. (2008): Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule: eine Studie zum Einfluss von Strukturierung in schülerorientierten Lehr-Lernumgebungen auf das Erreichen kognitiver, motivationaler und selbstbezogener Zielsetzungen. Münster: Inaugural-Dissertation.
- Bredderman, T. (1983): Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A qualitative synthesis review of educational research. In: *Review of Educational Research*, 53, 499-518.

- Brehl, T., Wendt, H. & Bos, W. (2012): Geschlechtsspezifische Unterschiede in mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen. In: Bos, W., Wendt, H., Köller, O. & Selter, C. (Hrsg.): TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, 203-230.
- Danaia, L., Fitzgerald, M. & McKinnon, D. (2013): Students' perception of high school science: What has changed over the last decade? In: Research in Science Education, 43, 1501-1515.
- Daniels, Z. (2008): Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Münster.
- Gais, B. & Möller, K. (2006): Verstehen förderndes Lehrerhandeln im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht – eine Videostudie. In: Cech, D., Fischer, H.-J., Giese-Holl, W., Knörzer, M. & Schrenk, M. (Hrsg.): Bildungswert des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, 211-226.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, 4, 867-888.
- Gess-Newsome, J. (1999): Expanding questions and extending implications: A response to the paper set. In: Science Education, 83, 385-391.
- Harlen, W. (1992): Research and the development of science in the primary school. In: International Journal of Science Education, 14, 491-503.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel.
- Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1986): Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 32, 189-204.
- Holstermann, N., Grube, D. & Bögeholz, S. (2010): Hands-on activities and their influence on students' interest. In: Research in Science Education, 40, 743-757.
- Jocz, J. A., Zhai, J. & Tan, A. L. (2014): Inquiry learning in the Singaporean context: Factors affecting student interest in school science. In: International Journal of Science Education. Advance online publication.
- Kleickmann, T., Brehl, T., Saß, S., Prenzel, M. & Köller, O. (2012): Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Bos, W., Wendt, H., Köller, O. & Selter, C. (Hrsg.): TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, 123-169.
- Kleickmann, T. (2011): Was passiert mit dem Interesse an Physik im Übergang von der Grundschule in die Sekundarstufe? In: Kucharz, D., Irion, T. & Reinhoffer, B. (Hrsg.): Grundlegende Bildung ohne Brüche. Wiesbaden, 223-226.
- Koch, K. (2008): Von der Grundschule zur Sekundarstufe. In: Helsper, W. & Böhme, J. (Hrsg.): Handbuch der Schulforschung. 2. Aufl. Wiesbaden, 577-592.
- Krapp, A. (1992): Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In: Krapp, A. & Prenzel, M. (Hrsg.): Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze einer pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster, 297-329.
- Krapp, A. (1998): Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht, 44, 185-201.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011): Research on interest in science: Theories, methods, and findings. In: International Journal of Science Education, 33, 27-50.
- Labudde, P. & Pfluger, D. (1999): Physikunterricht in der Sekundarstufe II: eine empirische Analyse der Lern-Lehr-Kultur aus konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 2, 33-50.
- Logan, M. & Skamp, K. (2008): Engaging students in science across the primary secondary interface: Listening to the students' voice. In: Research in Science Education, 38, 501-527.
- Mietzel, G. (2007): Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens. Göttingen.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2008a): Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Physik. Frechen.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2008b): Lehrplan Sachunterricht. In: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Heft 2012. Frechen, 37-51.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2011): Kernlehrplan für die Hauptschule in Nordrhein-Westfalen. Lernbereich Naturwissenschaften. Biologie, Chemie, Physik. Unter: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/hauptschule/NW_HS_KLP_Endfassung.pdf [abgerufen am 18.03.2014].

- Möller, K. (im Druck): Vom naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Fachunterricht – Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.
- OECD (2006): Assessing scientific, reading and mathematical literacy. A framework for PISA 2006. Paris.
- 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. In: *Studies in Science Education*, 50, 85-129.
- Prenzel, M. (2000): Lernen über die Lebensspanne aus einer domänenspezifischen Perspektive: Naturwissenschaften als Beispiel. In: Achtenhagen, F. & Lempert, W. (Hrsg.): *Formen und Inhalte von Lernprozessen. Lebenslanges Lernen im Beruf – seine Grundlegung im Kindes- und Jugendalter*, Bd. 4. Opladen, 175-192.
- Prenzel, M. (2004): Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Grundschule: Konsequenzen für den Sachunterricht und die Lehrerbildung. In: Merkens, H. (Hrsg.): *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen*. Opladen, 37-50.
- Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H. (1986): Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 163-173.
- Prenzel, M., Geiser, H., Langeheine, R. & Lobemeier, K. (2003): Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Walther, G. & Valtin, R. (Hrsg.): *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster, 143-187.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1998): Wissensvermittlung. Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: Klix, F. & Spada, H. (Hrsg.): *Wissenspsychologie*. Göttingen, 457-500.
- Rennie, L., Goodrum, D. & Hackling, M. (2001): Science teaching and learning in Australian schools: Results of a national study. In: *Research in Science Education*, 31, 455-498.
- Reyer, T., Trendel, G. & Fischer, H. E. (2004): Was kommt beim Schüler an? – Lehrerintentionen und Schülerlernen im Physikunterricht. In: Doll, J. & Prenzel, M. (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*. Münster, 195-211.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J. & Schwindt, K. (2007): Unterricht in den Naturwissenschaften. In: PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.): *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster, 147-179.
- Stark, R. (2003): Conceptual Change: kognitiv oder situiert? In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 133-144.
- Treagust, D. & Duit, R. (2008): Conceptual change: a Discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. In: *Cultural Studies in Science Education*, 3, 297-328.
- Tröbst, S., Kleickmann, T., Lange, K. & Möller, K. (under review): Instruction and students' declining interest in science: An analysis of German fourth- and sixth-grade classrooms.
- Wagenschein, M. (1992): *Verstehen lehren. Genetisch – sokratisch – exemplarisch*. 10. Aufl. Weinheim.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994): Research on alternative conceptions in science. In: Gabel, D. L., (Ed.): *Handbook of research on science teaching and learning*. New York, 177-210.
- Watermann, R., Klingebiel, F. & Kurtz, T. (2010): Die emotionale Bewältigung des Grundschulübergangs aus Schüler- und Elternsicht. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule. Leistungsgerechtigkeit und regionale, soziale und ethnisch-kulturelle Disparitäten*. Bonn, Berlin, 355-383.
- Widodo, A. & Duit, R. (2004): Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehrern und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 233-255.
- Wiesner, H., Tobias, V., Waltner, C., Hopf, M., Wilhelm, T. & Sen, A. I. (2010): Dynamik in den Mechanikunterricht, In: PhyDid-B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. Unter: <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/116/207> [abgerufen am 09.06.2014].
- Wilhelm, T., Tobias, V., Waltner, C., Hopf, M. & Wiesner, H. (2012): Einfluss der Sachstruktur auf das Lernen Newtonscher Mechanik. In: Bayrhuber, H., Harms, U., Muszynski, B., Ralle, B., Rothgang, M., Schön, L.-H., Vollmer, H. & Weigand, H.-G. (Hrsg.): *Formate Fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen, Fachdidaktische Forschungen*, Bd. 2. Münster, 237-258.
- Wittwer, J., Saß, S. & Prenzel, M. (2008): Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Bos, W., Bonsen, M., Baumert, J., Prenzel, M., Selter, C. & Walther, G. (Hrsg.): *TIMSS 2007. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster, 87-124.

Katharina Pollmeier, Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts;
E-Mail: K.Pollmeier@uni-muenster.de

Lena Mareike Walper, Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts;
E-Mail: Lena.Walper@uni-muenster.de

Dr. Kim Lange, Universität Augsburg, Philosophisch-Sozialwissenschaftliche Fakultät,
Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik;
E-Mail: Kim.Lange@phil.uni-augsburg.de

Dr. Thilo Kleickmann, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik (IPN Kiel), Abteilung für Erziehungswissenschaft;
E-Mail: Kleickmann@ipn.uni-kiel.de

Prof. Dr. Kornelia Möller, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, Universität Münster;
E-Mail: Kornelia.Moeller@uni-muenster.de