

1 EINLEITUNG

1.1 PROBLEMSTELLUNG

Die rasche technologische Entwicklung hat in den letzten Jahrzehnten dazu beigetragen, dass das naturwissenschaftliche und technische Know-how immer mehr an Bedeutung gewinnt. Naturwissenschaften und Technik sind ein fester Bestandteil der modernen Gesellschaft und beeinflussen das Leben jedes einzelnen Individuums. Aus diesem Grund spielt die naturwissenschaftliche Grundbildung eine immer wichtigere Rolle für die aktive und kulturelle Teilhabe an der Gesellschaft (Taskinen, 2010; Taskinen, Asseburg & Walter, 2008).

Gleichzeitig sind für Unternehmen in Deutschland als „Hightech-Standort“ Fachkräfte in naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Berufen unabdingbar. In diesem Kontext wird jedoch eine Fachkräftelücke beklagt. Der Fachkräftemangel in Deutschland steigt seit Jahren, besonders dramatisch ist dabei die Situation im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) (acatech & Körber-Stiftung, 2014; Bundesregierung, 2012; Gesamtmetall, 2009). Nach den Informationen des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln fehlten im April 2014 in den MINT-Berufen rund 117.300 Arbeitskräfte, 49.300 davon waren den akademischen MINT-Berufen zu zuordnen (Anger, Koppel & Plünnecke 2014, zitiert nach iw-dienst, 2014).

Die Debatte über den Fachkräftemangel in technischen und naturwissenschaftlichen Berufen ist nicht neu und besteht in Deutschland schon seit mehreren Jahrzehnten (acatech & Körber-Stiftung, 2014; Renn, Pfennig & Jakobs, 2009). Laut Prognosen soll der Mangel an Fachleuten im MINT-Bereich sich in Zukunft auch zuspitzen. Gründe dafür sind folgende zentrale Entwicklungen (Gesamtmetall, 2009):

- a) Der demografische Wandel: die große Zahl der Arbeitnehmer, die altersbedingt ausscheiden, sorgt für einen hohen Ersatzbedarf der Fachkräfte im MINT-Segment.
- b) Expansionsbedarf: die Nachfrage nach Fachkräften wird auf Grund der Expansion der Wirtschaft steigen. Ursächlich dafür sind der mittelfristige Wachstumstrend und „die Entwicklung hin zur Hightech-Produktion und zu höherwertigen Dienstleistungen“ (Gesamtmetall, 2009, S. 2).

Vor diesem Hintergrund bereiten die Befunde Sorgen, dass sich Jugendliche relativ wenig für naturwissenschaftsbezogene und technische Berufe interessieren (acatech & VDI, 2009; Schütte, Frenzel, Asseburg & Pekrun, 2007) und das, obwohl diese Berufe sehr gute berufliche Möglichkeiten bieten und viele Ingenieure und Naturwissenschaftler mit ihrer Tätigkeit sehr zufrieden sind (acatech & VDI, 2009; iw-dienst, 2011; Koppel, 2010).

Der Rückgang der Schüler- und Studentenzahlen in den naturwissenschaftlichen Fächern wurde bereits gegen Ende der sechziger Jahre beobachtet und erhielt

in den angelsächsischen Ländern die Bezeichnung „swing from science“ oder „swing away from science“ (Lehrke, 1988; Osborne, Simon & Collins, 2003). Eine umfassende Studie aus dem Jahr 1968 zeigte, dass die Abkehr von den Naturwissenschaften zugunsten der Sozial- und Geisteswissenschaften nicht nur in den USA stattgefunden hat und somit ein rein amerikanisches Phänomen war, sondern einen internationalen Charakter hatte. Eine einheitliche Abkehr von den Naturwissenschaften und der Technik wurde auch in Großbritannien, den Niederlanden, der Bundesrepublik Deutschland und in Australien festgestellt (Tanner, 1972). Die aktuellen Entwicklungen sind in vielen Ländern identisch und das Nachwuchsproblem im MINT-Bereich betrifft auch skandinavische Länder wie Norwegen, Dänemark und begrenzt Finnland, die für ihre effektive Früherziehung bekannt sind (Pfenning & Renn, 2012a).

Die Abkehr von den Naturwissenschaften und der Technik ist dabei nicht als ein singuläres Ereignis zu betrachten, denn die Nachwuchskräfte gehen im Laufe der gesamten Schul- und Ausbildungszeit „verloren“. Verschiedene Studien zeigen, dass das Interesse der Schülerinnen und Schüler an naturwissenschaftlichen Fächern wie Physik und Chemie im Laufe der Schulzeit sinkt (Daniels, 2008; Osborne et al., 2003; Zwick & Renn, 2000). Dies führt dazu, dass sich nur ein kleiner Teil von Schülerinnen und Schülern für eine Vertiefung in diesen Fächern in der gymnasialen Oberstufe entscheidet (Heine, Egel, Kerst, Müller & Park, 2006; Schmidt & Herzer, 2006). Schließlich nehmen relativ wenige Jugendliche ein Studium in diesem Segment auf (acatech & VDI, 2009). Aber auch eine Entscheidung zugunsten der naturwissenschaftlichen und technischen Berufe bedeutet oft nicht den Nachwuchsgewinn in diesem Bereich, da den Statistiken zufolge ein großer Teil der Studierenden das Studium der Naturwissenschaften wieder aufgibt (Enders, Heine & Klös, 2009; Heine et al., 2006; Heublein, Schmelzer, Sommer & Wank, 2008). Dieses Phänomen, wonach die Nachwuchskräfte fortlaufend im Laufe der Schul- und Ausbildungszeit „verloren“ gehen, wird auch als „Leaking Pipeline“ bezeichnet (Solga & Pfahl, 2009). In besonderem Maße sind von diesem Prozess Frauen betroffen (Solga & Pfahl, 2009).

Im Zuge solcher Entwicklungen entstanden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche außerschulische Förderinitiativen mit dem Ziel, Jugendliche im MINT-Bereich zu fördern und sie für dieses berufliche Segment zu gewinnen. Wie wirksam diese Initiativen sind, blieb in den meisten Fällen auf Grund der häufig fehlenden wissenschaftlichen Begleitforschung offen. So zeigte sich in einer breit angelegten Studie, die bundesweit über 1.000 Förderprojekte ermittelt hat, dass die Evaluation dieser Projekte lediglich in Ansätzen geschah (Pfennig, Hiller & Renn 2011, zitiert nach Pfenning & Renn, 2012a). „Bei der Mittelvergabe durch die Förderer werden häufig die Angaben der Antragsteller zu Effekten und Wirkungen der Projekte übernommen, ohne eine unabhängige und wissenschaftlich ausgewiesene Evaluierung zu verlangen. Auf diese Weise ist eher das Wunschdenken als das empirisch erhärtete Resultat Maßstab der Finanzierung“ (acatech, 2011, S. 8). Dabei sind die außerschulischen Förderinitiativen in Deutschland sehr vielfältig und zahlreich zu finden (Pfenning & Renn, 2012a).

Auf Grund des fehlenden Nachwuchses im MINT-Bereich bleibt die diesbezügliche Förderung von Schülerinnen und Schülern ein zentraler Forschungsbereich und die empirische Begleitforschung der Fördermaßnahmen, die wissenschaftlichen Standardkriterien entspricht, scheint umso dringlicher.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung von fachspezifischen Interessen und Fähigkeitsselbstkonzepten in Naturwissenschaften sowie beruflichen Interessen bei Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen 7 bis 10 von Gymnasien. Die Arbeit zielt auf die konsequente Untersuchung von Persönlichkeitsmerkmalen, die als zentrale Prädiktoren bei schulischen und beruflichen Wahlentscheidungen gelten (Köller, Daniels, Schnabel & Baumert, 2000; Köller, Trautwein, Lüdtke & Baumert, 2006; Möller & Trautwein, 2009; Nagy, 2005; Willich, Buck, Heine & Sommer, 2011). Diese Persönlichkeitsmerkmale werden aus zwei unterschiedlichen Perspektiven untersucht. Zum einen wird der Frage nachgegangen, wie fachspezifische Interessen und Fähigkeitsselbstkonzepte in den Fächern Physik und Chemie, berufliche Interessen sowie Bildungs- und Berufsvorhaben im naturwissenschaftlich-technischen Bereich bei Jugendlichen ausgeprägt sind. Unterscheiden sich Schülerinnen und Schüler in diesen Persönlichkeitsmerkmalen? Bestehen Unterschiede zwischen den einzelnen Klassenstufen? Die Untersuchung dieser Fragestellungen ermöglicht es, umfassende Aussagen über die Ausprägungen und Veränderungen von der 7. bis zur 10. Klassenstufe von diesen, für die Berufswahlprozesse wichtigen, Determinanten zu treffen.

Zum anderen wird untersucht, inwiefern sich diese Merkmale durch die Schülerlabore fördern lassen. Dieser Untersuchungsbereich ist insofern relevant, als in den letzten Jahrzehnten in Deutschland zwecks der Nachwuchsförderung im MINT-Bereich zahlreiche Schülerlabore entstanden sind. Die wissenschaftliche Begleitforschung zu Schülerlaboren steht allerdings noch in den Anfängen (Guderian & Priemer, 2008; Priemer & Lewalter, 2009). Mit dieser Arbeit wird das Ziel verfolgt, neue bzw. weitergehende Erkenntnisse über die Wirkungen der Schülerlabore zu erlangen. Untersucht werden dabei Effekte mehrerer Schülerlabore, die sich in ihrer Anlage und Umsetzung voneinander unterscheiden. Die Analysen von verschiedenen Schülerlaboren und die Berücksichtigung der Varianz an Treatments ermöglichen es, elaborierte Einschätzungen der Wirksamkeit der Schülerlabore zu gewinnen.

1.2 GLIEDERUNG DER ARBEIT

Die vorliegende Arbeit ist in einen theoretischen und einen empirischen Teil gegliedert. Der theoretische Teil umfasst vier Kapitel. Nach der Einleitung werden in Kapitel 2 die zentralen Problemlagen in den Naturwissenschaften und der Forschungsstand erörtert. Kapitel 3 widmet sich außerschulischen Fördermaßnahmen, die auf Grund des mangelnden Nachwuchses im MINT-Bereich entstanden sind. Zentral werden dabei Schülerlabore betrachtet, die in Deutschland als ein Zweig von außerschulischen Fördermaßnahmen zahlreich repräsentiert sind. Dazu werden ausgewählte Studien zu Effekten von Schülerlaboren und ihre zentralen Ergebnisse

dargestellt. Die Befunde werden anschließend zusammengefasst und diskutiert. In Kapitel 4 werden die Berufswahlforschung und die zentralen Determinanten der Berufswahlprozesse wie Interessen und Fähigkeitsselbstkonzepte behandelt. Der theoretische Teil endet mit dem Kapitel 5, in welchem schließlich diese Konstrukte theoretisch umschrieben werden.

Der empirische Teil der Arbeit enthält drei Kapitel, in welchen zwei Studien vorgestellt werden. In der ersten Studie (Kap. 6) werden die Ausprägungsunterschiede der Interessen und Fähigkeitsselbstkonzepte in Physik und Chemie bei Schülerinnen und Schülern der 7. bis 10. Klassenstufe analysiert sowie der Frage nachgegangen, inwieweit sich klassenstufen- und geschlechtsspezifische Unterschiede der Bildungs- und Berufsvorhaben beobachten lassen. In der zweiten Studie (Kap. 7) werden die Effekte der Schülerlabore untersucht. Kapitel 8 dient der Zusammenfassung der Ergebnisse der beiden Studien und dem Ausblick.

2 NATURWISSENSCHAFTEN UND DIE NACHWUCHSFÖRDERUNG: PROBLEMLAGEN UND FORSCHUNGSSTAND

2.1 INTERESSE AN DEN NATURWISSENSCHAFTEN

Als ein Grund für den mangelnden Nachwuchs in Naturwissenschaften wird das geringe Interesse von Jugendlichen an naturwissenschaftlichen Fächern aufgeführt. Dabei wird das Interesse von Schülerinnen und Schülern an Naturwissenschaften schon seit langer Zeit als mangelhaft bezeichnet. Physik und Chemie sind diejenigen Fächer, die bei vielen Schülerinnen und Schülern unbeliebt sind (Engeln, 2004; Hoffmann & Lehrke, 1986; Krapp, 1996, Osborne et al., 2003; Prenzel, Reiss & Hasselhorn, 2009; Woest, 1997; Zwick & Renn, 2000). Zwar sinkt das Interesse der Schülerinnen und Schüler im Durchschnitt generell in allen Schulfächern, jedoch zeigen die vorliegenden Studien, dass dieser Prozess in Fächern wie Physik und Chemie am stärksten ausgeprägt ist (Daniels, 2008; Krapp, 1996).

Die früheren Befunde von PISA 2000 und PISA 2003 ergaben mangelnde Kompetenzen von deutschen Schülerinnen und Schülern in den naturwissenschaftlichen Fächern (Artelt et al., 2001; Rost et al., 2004). Die Ergebnisse von PISA 2006 und PISA 2009 zeigten dagegen bessere Ergebnisse in Bezug auf die naturwissenschaftliche Grundbildung (Prenzel, Schöps et al., 2007; Rönnebeck, Schöps, Prenzel, Mildner & Hochweber, 2010). Somit scheinen die aktuellen Bemühungen und vielfältige Maßnahmen als Reaktion auf die negativen Befunde einen Erfolg im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenz zu erzielen (Prenzel, Schöps et al., 2007; Rönnebeck et al., 2010). Dennoch besteht trotz dieser positiven Entwicklung nach wie vor ein starker Förderbedarf in Bezug auf die Interessenentwicklung. Zwar zeigen die Befunde von PISA 2006 für Deutschland, dass die hoch kompetenten Jugendlichen in den oberen Quartilen der Interessenverteilung überrepräsentiert sind, allerdings gibt es auch viele hoch kompetente Jugendliche, die wenig an den Naturwissenschaften interessiert sind: 43,2 Prozent der hoch kompetenten Jugendlichen sind den unteren Quartilen der Interessenverteilung zuzuordnen. Das Interesse der GymnasiastInnen fällt dabei etwas stärker aus als das der RealschülerInnen (Prenzel, Schütte & Walter, 2007). Im internationalen Vergleich zeigten in den meisten befragten Staaten hochkompetente Jugendliche ein stärkeres Interesse an den Naturwissenschaften als die hoch kompetenten Jugendlichen in Deutschland (Prenzel et al., 2007). Somit gibt es hierzulande viele hoch kompetente Jugendliche, die sich wenig oder überhaupt nicht für Naturwissenschaften interessieren. Aus der Perspektive der Nachwuchssicherung bringt es wenig, wenn Jugendliche über eine hohe naturwissenschaftliche Kompetenz verfügen, aber keine Bereitschaft zeigen,

sich mit den Inhalten weiter auseinandersetzen zu wollen. Diese Befunde verdeutlichen, dass die Förderung des Nachwuchses in naturwissenschaftlichen und technischen Berufsfeldern vor großen Herausforderungen steht (Prenzel et al., 2007).

Eder (2012) untersuchte die Entwicklung von beruflichen Interessen in Anlehnung an die Kategorie von Holland (1997) und verglich die Daten von PISA 2003 und PISA 2009 für Österreich. In der Gesamtbetrachtung war ein Rückgang in den beruflichen Interessen zu beobachten, in dem praktisch-technischen (R), intellektuell-forschenden (I) und konventionellen Bereich (C) war dieser allerdings am stärksten. Geschlechtsspezifische Analysen zeigten, dass bei Mädchen der Interessenrückgang in den Bereichen praktisch-technischer (R), intellektuell-forschender (I) und konventioneller (C) Interessen signifikant war, bei Jungen in den Bereichen intellektuell-forschender (I), künstlerisch-sprachlicher (A) und konventioneller (C) Interessen. Im sozialen Bereich (S) zeigten sich dagegen keine Veränderungen im epochalen Vergleich und das sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen.

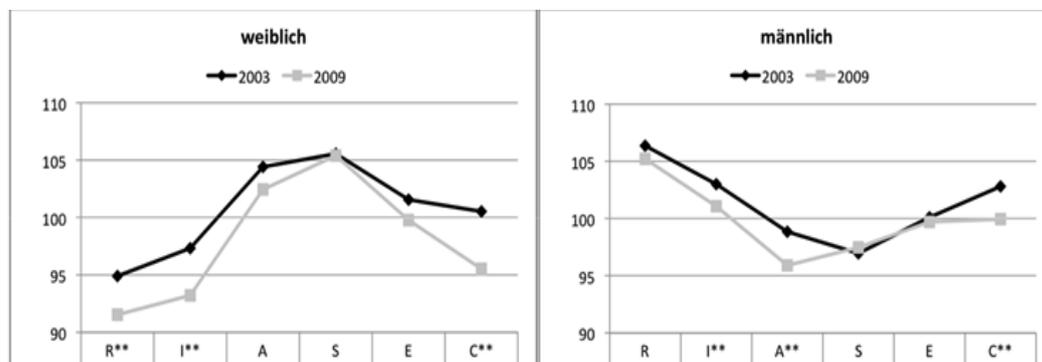


Abbildung 1: Unterschiede in den allgemeinen Interessen zwischen PISA 2003 und PISA 2009 (Eder 2012, S. 264)

„Der Rückgang im Bereich der naturwissenschaftlichen Interessen – und das ist tendenziell auch ein Rückgang der Interessenentwicklung bei den Burschen – ist ein Signal, das nicht übersehen werden sollte. Obwohl in den letzten Jahren der Fokus stark auf diesen Interessenbereich gerichtet war und auf vielfältige Weise versucht wurde, naturwissenschaftliche Interessen zu fördern, lässt sich der epochale Verlauf jedenfalls nicht als Erfolg für diese Bemühungen interpretieren“ (Eder, 2012, S. 282).

2.1.1 Interessenabnahme: altersbedingt oder Folge des schulischen Unterrichts?

Einige Forschungsarbeiten verweisen darauf, dass Schülerinnen und Schüler nicht von Anfang an ein geringes Interesse an den Naturwissenschaften haben, vielmehr verlieren sie das Interesse erst im Laufe der Schulzeit. Im Rahmen von TIMSS 2011 wurden die Einstellungen und das Selbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern der vierten Jahrgangsstufe in Bezug auf das Fach *Sachunterricht* erhoben. Die Befunde zeigen, dass die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Sachunterricht am Ende der Grundschulzeit sehr positiv sind und die Kinder über ein ebenfalls

sehr positives sachunterrichtsbezogenes Selbstkonzept verfügen (Kleickmann, Brehl, Saß, Prenzel & Köller, 2012). In der Sekundarstufe I nimmt das Interesse allerdings ab (Daniels, 2008; Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998). Dabei berichten einige Studien, dass das Interesse an den Naturwissenschaften am stärksten kurz nach Beginn des Fachunterrichts sinkt. Beispielsweise zeigten die Befunde der groß angelegten Interessenstudie zum Physikunterricht der Universität Kiel (IPN), dass der stärkste Abfall des Fachinteresses in Physik zwischen dem Ende des 7. und des 8. Schuljahres geschieht (Hoffmann et al., 1998). Dass der Beginn des Unterrichts einen negativen Einfluss auf die Interessenentwicklung hat, belegt auch der Befund von Hoffmann & Lehrke (1986), wonach Schülerinnen und Schüler der 5. und 6. Klassen mit Physikunterricht ein deutlich schwächeres Interesse an den vorgegebenen Gebieten der Physik aufwiesen, als Schülerinnen und Schüler ohne Physikunterricht. Eine Untersuchung von Löwe (1992) zum Biologieunterricht ergab ebenfalls einen negativen Effekt des Fachunterrichts: unabhängig vom Lebensalter fand der stärkste Interessenabfall nach dem ersten Jahr des Fachunterrichts statt. In den Klassenstufen 3 bis 5 zeigten sich nur geringfügige Alterseffekte. Ab den Klassenstufen 5 bis 8 waren dagegen starke Alterseffekte zu beobachten und das Interesse sank hier gravierend. In der 9. und 10. Klassenstufe blieb das Biologieinteresse stabil, bei den Mädchen stieg dieses sogar leicht an. Somit kam es vor allem in der Pubertät zu dem Interessenverlust. Dabei zeigten sich Unterschiede im Interessenverlauf je nach biologischen Themen und es gab beispielsweise Teilgebiete, in denen das Interesse im Laufe der Schulzeit auch anstieg. Unabhängig vom Lebensalter zeigte sich nach dem Übergang von Klassenstufe 5 zu 6 die stärkste Verschlechterung in der Interessenentwicklung, d.h. nach dem ersten Jahr des Fachunterrichts sank das Interesse deutlich (Löwe, 1992). Somit kommt der Autor zu dem Schluss, dass bei der Abnahme von Interessen bestimmte altersbedingte Entwicklungsprozesse stattfinden, der Zeitpunkt und das Ausmaß kann durch die Schule und das Curriculum beeinflusst werden. Im Allgemeinen „scheint ‚normaler‘ Unterricht bereits vorhandene negative Tendenzen zu verstärken“ (Löwe, 1992, S. 43).

Osborne et al. (2003) berichten in ihrem Übersichtsartikel über eine uneinheitliche Befundlage zur Interessenreduktion: Während in einigen Studien festgestellt wurde, dass das Interesse an Naturwissenschaften ab dem 11. Lebensjahr sinkt, zeigen die anderen, dass dieser Prozess bereits in der Grundschule beginnt. Berichtet wird ebenfalls über Studien, die darauf verweisen, dass sich die Einstellungen der Jugendlichen in der Pubertät gegenüber allen Fächern verschlechtern und nicht nur gegenüber den Naturwissenschaften.

Köller (1996) zeigte in seiner Studie hingegen, dass das Interesse an Biologie im Laufe eines Schuljahres bei Schülerinnen und Schülern sowohl mit, als auch ohne Biologieunterricht sinkt. Somit begründet er das Phänomen der Interessenreduktion nicht als Folge des schulischen Unterrichts, sondern als Folge der entwicklungspsychologischen Prozesse. Auch Daniels (2008) zeigte, dass der Interessenabfall relativ fächerübergreifend stattfindet. Dennoch war der Interessenrückgang in den Fächern Physik, Mathematik und Biologie deutlich stärker, als in Deutsch und Englisch. Dabei war der Interessenabfall in allen untersuchten Schulfächern in

der 7. Jahrgangsstufe besonders stark und verlangsamte sich deutlich in der 10. Jahrgangsstufe (Daniels, 2008).

2.1.2 Fach- vs. Sachinteresse

Weiterhin entwickelt sich das Interesse am Schulfach nach den vorliegenden Studien erheblich anders als das Sachinteresse. Im Rahmen der IPN-Studie wurden Schülerinnen und Schüler von der 5. bis 10. Jahrgangsstufe an unterschiedlichen Schultypen zu ihrem Interesse an Physik befragt (Häußler & Hoffmann, 1995; Hoffmann et al., 1998). Das Interesse wurde zum einen als **Sachinteresse** entlang der drei Dimensionen „Gebiete der Physik“, „Kontexte“ und „Tätigkeiten“ und zum anderen als **Fachinteresse** (*Interesse am Physikunterricht*) erhoben (Hoffmann et al., 1998). Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass sich die Entwicklung des Interesses am Schulfach erheblich von der Entwicklung des Sachinteresses unterscheidet. Das **Sachinteresse** sank sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen im Laufe der Sekundarstufe I (vgl. Abbildung 2). Dabei war die Abnahme des Sachinteresses bis zum Ende der 8. Klasse am stärksten. In den folgenden Jahren der Sekundarstufe I waren die durchschnittlichen Veränderungen nicht mehr sehr groß. Insgesamt war das Sachinteresse der Schüler höher als das der Schülerinnen (Hoffmann et al., 1998). Beim **Fachinteresse** waren die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen noch stärker ausgeprägt als beim Sachinteresse. Die Differenz zwischen den Geschlechtern nahm dabei im Laufe der Sekundarstufe I nochmals zu, da der Interessenabfall bei den Jungen nicht so stark war wie bei den Mädchen. Hinzu kam, dass das Interesse der Jungen im Laufe der Schulzeit wieder anstieg und zum Ende des 10. Schuljahres etwa gleich zum Ausgangsniveau der 7. Klasse war. Der größte Interessenabfall vollzog sich sowohl bei Mädchen als auch bei den Jungen zwischen dem Ende des 7. und des 8. Schuljahres (Hoffmann et al., 1998).

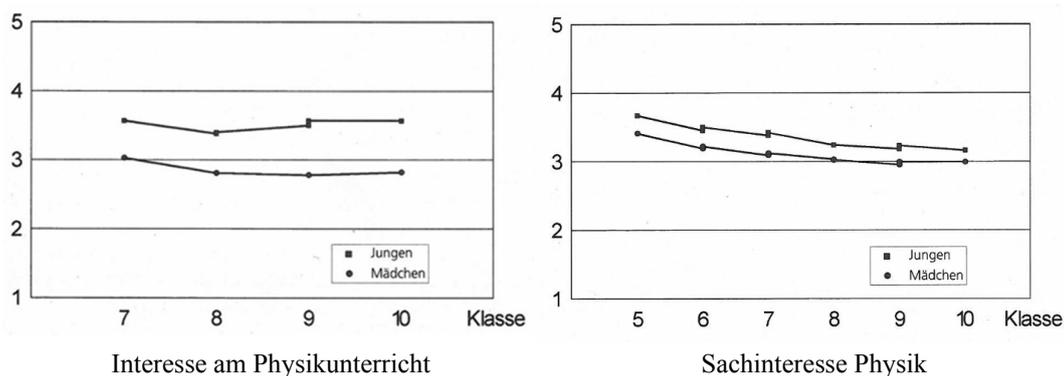


Abbildung 2: Interesse am Physikunterricht und Sachinteresse Physik (Hoffmann et al., 1998, S. 20 und S. 32)