

BERND ZINN

Förderung des Interesses von Erzieherinnen und Erziehern an Naturwissenschaft und Technik im beruflichen Unterricht

KURZFASSUNG: Erzieherinnen und Erzieher müssen aufgrund bildungspolitischer Bestrebungen zukünftig verstärkt über Kompetenzen aus dem naturwissenschaftlichen und technischen Bildungsbereich verfügen. Schülerinnen und Schüler, die die Ausbildung zur Erzieherin bzw. zum Erzieher wählen, haben aber meistens wenig oder gar kein Interesse an diesem Bereich. Aus mehreren Untersuchungen zum Interesse am naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht ist bekannt, dass der Unterricht dann für Schülerinnen und Schüler interessant ist, wenn die fachlichen Inhalte in einen für sie relevanten Kontext eingebunden sind. Der vorliegende Aufsatz berichtet von den Ergebnissen einer empirischen Interessenuntersuchung zu einer Unterrichtskonzeption, die auf der Methode „Lernen durch Lehren“ in Verbindung mit einer konkreten naturwissenschaftlichen Aufgabenstellung aufbaut. Es wurde untersucht, inwiefern das situationale Interesse der Schülerinnen und Schüler am naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht hierdurch beeinflusst wird und welchen Einfluss der Kontext auf die Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen hat. Die Arbeit, von der berichtet wird, basiert auf der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von DECI und RYAN (1993) sowie der pädagogischen Interessentheorie von KRAPP und PRENZEL (1992). Der Aufsatz greift zunächst die notwendigen zentralen Begriffe zum Interesse und der Methode Lernen durch Lehren auf und stellt dann die zentralen Ergebnisse der Interessenuntersuchung vor.

ABSTRACT: In the future kindergarten teachers need more technical and vocational skills of the natural scientific and technical area of education. This is an educational-political trend. The students to train as kindergarten teachers are often only little bit or none interested in this area. From several studies regarding students' interest in natural scientific and technical classes it is known that the classes are interesting for them, when the subject's contents is embedded in a context which is relevant for the students. The present essay reported from an empirical study of interest to a concept of class. The concept consists of the method „Learning by Teaching“ to be connected with an ascertained problem. The research focused on the extent of influence this context had on the situational interest of the students in their natural scientific and technical classes and which influence it had on the teaching of subject related and non subject related skills. The work to report is based on the Self-Determination Theory by DECI & RYAN (1993) and the educational interest theory by KRAPP & PRENZEL (1992). This essay attends at first necessary central terms interest and method „Learning by Teaching“. After that central results of study of interest will be reported.

Einleitung

Das geringe Interesse der Lernenden am naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht stellt oftmals ein Problem dar. Besonders Mädchen zeigen ein geringes Interesse an diesem Bildungsbereich (vgl. HÄUSSLER/BÜNDER/DUIT/GRÄBER/MAYER, 1998). Die Folge ist, die technischen Berufe werden von Männern dominiert. Sehr selten „verirrt“ sich einmal eine Schülerin in eine Ausbildung im gewerblich-technischen Bereich. Ein Mindestmaß an naturwissenschaftlicher und technischer Grundbildung ist aber auch in von Frauen dominierten Berufen wichtig. Hier kann man zum Beispiel die Krankenschwester anführen. Sie muss in ihrem Tätigkeitsbereich über zahlreiche fachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten in der medizinischen Technik verfügen. Aber auch Erzieherinnen und Erzieher müssen über einschlägige fachliche Kompetenzen aus diesem Bildungsbereich verfügen und in Zukunft noch mehr. Kinder im Kindergartenalter haben ein großes Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen (LÜCK, 2003). Die neuere Lehr-Lernforschung

hierzu hat festgestellt, dass Vorschulkinder bereits über kognitive Fähigkeiten verfügen, Kausalbeziehungen (Wenn-dann-Beziehungen) selbst zu konstruieren (ebd.). Es wurde festgestellt, dass sich die frühen Erfahrungen in diesem Bereich positiv und gewinnbringend auf den später einsetzenden naturwissenschaftlichen Unterricht auswirken (ebd.). Diese Erkenntnisse der Lehr-Lernforschung setzen die Bildungspolitiker derzeit um. In Hessen wird beispielsweise gerade der neue Bildungs- und Erziehungsplan für Kinder von 0 bis 10 Jahren eingeführt. Nach dem Plan sind die Kindergärten und Kindertagesstätten zukünftig verpflichtet, festgelegte naturwissenschaftliche und technische Lerninhalte zu vermitteln (FTHENAKIS/BERWANGER/REICHERT-GARSCHHAMMER, 2007). Das Problem besteht aber darin, dass dieser Beruf gerade von Schülerinnen und Schülern, meistens sind es nur Mädchen, gewählt wird, die kein oder wenig Interesse am traditionellen Physikunterricht haben. Sie haben meistens kein Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Vorgängen. Die Konsequenz ist, sie ergreifen in ihrem späteren Berufsalltag auch keinerlei Initiativen, um Kinder im Kindergarten an die Natur und Technik heranzuführen.

Wie kann deren Interesse am naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht gesteigert werden?

Eine Möglichkeit bietet der handlungsorientierte Unterricht. Hiermit verbinden sich in der Literatur unter anderem die Annahmen: individuelles Lernen, Lernen mit allen Sinnen, kooperatives Lernen, nachhaltiges Lernen, aber auch interessanteres Lernen den Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen (vgl. JANK/MEYER, 2002). An dieser Stelle sei auch darauf hingewiesen, dass zum Teil sehr euphorische Erwartungen mit dem handlungsorientierten Unterricht verbunden werden. Es kann aber gerade nicht davon ausgegangen werden, dass mit dem Wechsel zu einer handlungsorientierten Lehrform auch die Motivationsproblematik automatisch beseitigt ist (NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL, 2005). Die Motivation ist nicht nur von der Unterrichtsform determiniert, sondern wird von mehreren Determinanten (Klarheit der Instruktionen, Adaptivität, wahrgenommenes Engagement der Lehrenden usw.) bestimmt. Gerade aktuelle Befunde aus der Berufspädagogik fordern auf, die allgemeinen lerntheoretischen Annahmen zu Kompetenz- und Motivationsentwicklung auch domänenspezifisch zu differenzieren und unter Berücksichtigung weiterer Variablen kritisch zu kontrollieren (ebd.).

Der folgende Beitrag berichtet von den Ergebnissen einer empirischen Interessenuntersuchung zu einer Unterrichtskonzeption, die auf der Methode „Lernen durch Lehren“ aufbaut (ZINN, 2008). Das Hauptziel der Untersuchung lag darin festzustellen, wie sich durch das Gesamtkonzept das Interesse angehender Erzieherinnen und Erzieher am Unterricht im Bereich der Naturwissenschaften und der Technik verändert. In Anbetracht der vielschichtigen technologischen, sozialen, ökonomischen und ökologischen Veränderungen der Vergangenheit und der Erkenntnisse der Lehr-Lernforschung wurde das Konzept der Schlüsselqualifikationen formuliert (ARNOLD/LIPSMEIER, 1995). Die Fähigkeit zum flexiblen und eigenverantwortlichen Handeln in sozialen Kontexten ist heute wichtiger denn je. Schüler sollen heute nicht nur über fachliche Kompetenzen verfügen, sondern sie müssen auch über Methoden-, Sozial- und Individualkompetenz verfügen. Aufgrund der Veränderungen in der Arbeitswelt, dem Einstieg in das Informationszeitalter oder den gesellschaftlichen Veränderungen werden heute neben den fachlichen auch überfachliche Kompetenzen verlangt. So werden im Vorwort zum Lehrplan für den gymnasialen Bildungsgang Hessen (Berufliches Gymnasium) beispielsweise überfachliche Kompetenzen wie Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit, Fähigkeit zur Informationsbeschaffung und Verarbeitung oder Teamfähigkeit als Ziele der schulischen Ausbildung beschrieben (Hessisches Kultusministerium, 2005). Diese Kompetenzen können im Unterricht nur gefördert werden, wenn auch die didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts dieses ermöglicht. Nach ARNOLD besitzen die einzelnen Lehr-Lern-Methoden unterschiedliche didaktische Fähigkeiten in Bezug auf den Erwerb von fachlichen und überfachlichen Kompetenzen (ARNOLD/LIPSMEIER,

1995). Das sekundäre Ziel war es daher festzustellen, welche Kompetenzbereiche durch die LdL-Methode besonders gefördert werden.

Im ersten Teil dieses Aufsatzes werden zuerst einige theoretische Grundlagen zur Untersuchung vorgestellt. Es werden der Begriff des Interesses sowie das verwendete Interessenkonstrukt und der Zusammenhang zwischen Interesse und Lernen und Leistung skizziert. Anschließend werden die Methode Lernen durch Lehren sowie der Forschungsstand hierzu im Überblick dargestellt. Im zweiten Teil wird auf die empirische Untersuchung (ZINN, 2008) eingegangen, und die zentralen Ergebnisse, bezogen auf das Interesse und auf den Kompetenzerwerb, werden zusammengefasst dargestellt.

1 Theoretische Grundlagen

1.1 Interessenbegriff und Interessenkonstrukt

In der modernen Interessenforschung wird der Begriff des Interesses als ein Konstrukt definiert, das eine bedeutungsmäßig herausgehobene Beziehung einer Person zu einem Gegenstand kennzeichnet (KRAPP/PRENZEL, 1992). Wichtig ist hierbei, dass eine gegenstandsbezogene Auseinandersetzung um der Sache selbst willen stattfindet, nur dann kann von „Interesse“ gesprochen werden. Das Interessenkonstrukt von Krapp beinhaltet das **situationale Interesse (Interessantheit)** und das **individuelle Interesse** (ebd.). Das individuelle Interesse wird als persönlichkeitspezifisches Merkmal des Lernalters angesehen. Das situationalen Interesse hingegen ergibt sich aus der (Lern-)Situation oder dem (Lern-)Gegenstand. Es bewirkt auf Seiten des Individuums einen Zustand der intensiveren Zuwendung. Krapp geht davon aus, dass immer beide Komponenten mit wechselnden Gewichtsanteilen an einer interessenorientierten Auseinandersetzung beteiligt sind (ebd.). Die Pädagogische Interessentheorie geht davon aus, dass sich aus einem situationalen Interesse ein individuelles Interesse entwickeln kann (ebd.). Demnach kann ein eindeutig fremdbestimmter (extrinsischer) Anreiz über drei Stufen (Introjektion → Identifikation → Integration) in einen eindeutig selbstbestimmten (intrinsischen) Handlungsanreiz überführt werden. Die drei Stufen unterscheiden sich vor allem durch ihre qualitativ unterschiedliche Form der selbstbestimmten Handlungsregulation (DECI/Ryan, 1993). Eine wichtige theoretische Grundlage der Pädagogischen Interessentheorie ist die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (ebd.). Damit der vorstehende Internalisierungsprozess stattfinden kann, müssen nach der Theorie die drei anthropologischen Grundbedürfnisse (**basic needs**) auf optimale Weise befriedigt werden (KRAPP/PRENZEL, 1992; DECI/Ryan, 1993). DECI und RYAN gehen beim Individuum von den drei Grundbedürfnissen Autonomie, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit aus. Die Konsistenz der Theorie von PRENZEL und Mitarbeitern wurde im Wesentlichen auch durch empirische Untersuchungen im Bereich der Berufs- und Wirtschaftspädagogik bestätigt, wobei domänenabhängige Befunde konstatiert werden. Bei Untersuchungen im Rahmen der kaufmännischen Erstausbildung erwiesen sich die **basic needs** als besonders starke Prädiktoren der Motivationsausprägungen (vgl. BENDORF, 2002; SEIFRIED, 2004; SEMBILL, 2004). Im gewerblich-technischen Bereich wurde festgestellt, dass die selbstbestimmten Motivationsvarianten stärker von der inhaltlichen Relevanz und der Instruktionklarheit als von den **basic needs** moderiert werden. Nach Aussagen der Forschergruppe scheint die Inhaltsorientierung bei den Auszubildenden der Elektrotechnik einen hohen Stellenwert zu besitzen. Weiterhin wurde bezogen auf die Unterrichtskonzeptionsform bei den Installateuren festgestellt, dass in den eher direktiv unterrichteten Klassen die inhaltliche Klarheit und in den eher handlungsorientiert unterrichteten Klassen die wahrgenommene inhaltliche Relevanz als stärkster Einzelprediktor anzusehen ist (KNÖLL/GSCHWENDTNER/NICKOLAUS/ZIEGLER, 2007).

1.2 Zusammenhang zwischen Interesse und Lernen und Leistung

Der Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen Interesse und Lernen und Leistung ist sehr umfangreich. Aufgrund der Begrenztheit des vorliegenden Aufsatzes wird daher eine Zusammenfassung von KRAPP dargestellt (KRAPP, 1992b). KRAPP stellt sammelnd fest, dass Interessen im Sinne individueller Wertschätzungen für bestimmte Gegenstände beim Lerner zur wiederholten und tieferen Auseinandersetzung mit Themen, Sachverhalten und Problemen eines Gegenstandsbereichs führt. Der Lerner erlebt die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand des aktuellen Interesses als angenehm, er tendiert stärker als sonst dazu, ganz in der Beschäftigung mit einer Sache aufzugehen und Flow ähnliche Zustände zu erleben. Das Lernen aus Interesse führt hierdurch auch zu vergleichsweise umfangreichen, differenzierten und tief verankerten Wissensstrukturen, welche sich unter bestimmten Bedingungen auch positiv auf die Leistungen in der Schule auswirken können (ebd.). Die Interessen haben somit ohne Zweifel einen erheblichen Einfluss auf den Prozess und das Ergebnis des Lernens. KRAPP führt aus, dass die empirischen Befunde zur Interessenheits-Forschung darauf hindeuten, dass auch ein durch äußere Anreizbedingungen kurzfristig erzeugtes situationales Interesse positive Wirkungen haben kann. Aber es ist nicht auszuschließen, dass die situationalen Anregungsbedingungen nur dann und insoweit lernwirksam sind, als sie bereits vorhandene individuelle Interessen anregen und ggf. weiterentwickeln (ebd.). Nach KRAPP kann auch nur dann mit einer Korrelation zwischen Interesse und Schulleistung gerechnet werden, wenn sich das Interesse tatsächlich und über längere Zeit auf schulische Leistungsanforderungen richtet und die Schülerin oder der Schüler darüber hinaus einen Motivierungsgrad findet, der in Bezug auf die jeweils wachsenden Anforderungen ein Maximum an Effizienz der Leistungsbemühungen garantiert (KRAPP, 1984). Für die Untersuchung, von der berichtet wird, wurde die relationale Struktur des Interessenkonstrukts nach KRAPP (1992) zugrunde gelegt. Da davon auszugehen ist, dass durch eine kurzfristige Intervention keine Veränderung des individuellen Interesses erfolgt, lag der Fokus auf der Beobachtung des situationalen Interesses. Weiterhin wurde untersucht, ob die Konzeption in der Lage ist, die Befriedigung der **basic needs** sicherzustellen. Hierdurch können Rückschlüsse auf die motivationale Dynamik des Unterrichts gezogen werden, und es kann eine Aussage erfolgen, ob die Schülerinnen und Schüler die Handlungen als angenehm und subjektiv befriedigend erlebt haben [s.o.].

1.3 Unterrichtsmethode Lernen durch Lehren (LdL-Methode)

Die LdL-Methode hat ihre Wurzeln in der Reformpädagogik und wurde bereits vor dem Ersten Weltkrieg 1914 durch KERSCHSTEINER und in den 30er Jahren im Rahmen des Projektunterrichts von DEWEY und KILPATRICK im Unterricht angewendet. Weiterentwickelt wurde die Methode maßgeblich durch den Eichstätter Fachdidaktiker Jean-Pol MARTIN (2002). Das didaktische Prinzip der LdL-Methode formuliert HANEL (1991) wie folgt: **„Wenn Schüler einen Lernstoffabschnitt selbständig erschließen und ihren Mitschülern vorstellen, wenn sie ferner prüfen, ob ihre Informationen wirklich angekommen sind, und wenn sie schließlich durch geeignete Übungen dafür sorgen, dass der neue Stoff verinnerlicht wird, dann entspricht dies der Methode ‚Lernen durch Lehren‘.“**

Nach HANEL ermöglicht die Methode des „Lernens durch Lehren“ den Schülerinnen und Schülern, Rezeptivität und Reaktivität, wie sie im traditionellen Unterricht üblich sind, zu überwinden und durch die Übernahme von Lehrfunktionen den Unterricht weitgehend aktiv selbst zu gestalten (ebd.). Die empirischen Untersuchungen zu den lernförderlichen Effekten des Lernens durch Lehren wurden primär innerhalb zweier Forschungstraditionen erbracht (RENKL, 1995). Zum einen wurden mehrere Studien zum Tutoring durchgeführt, zum anderen erfolgten Untersuchungen im Rahmen der Studien zum kooperativen Lernen. Die Studien zum Tutoring zeigen im Wesentlichen, dass Tutoren sowohl hinsichtlich motivational-affektiver als

auch kognitiv-leistungsbezogener Aspekte von ihren Lehrerfahrungen profitierten (GOODLAD/HIRST, 1989; KAFAI/HAREL, 1991a; KAFAI/HAREL, 1991b). Die zweite Forschungstradition ergibt sich aus zahlreichen Studien zum kooperativen Lernen. Hierbei beinhalten viele der kooperativen Lernarrangements das „Lernen durch Lehren“ als Kernelement. So beinhalten zum Beispiel die Gruppenpuzzelmethode (ARONSON, 1984; ARONSON/BLANEY/STEPHAN/SIKES/SNAPP, 1978) oder das cooperative teaching-Skript (LAMBIOTTE et al., 1987; O'DONNELL/DANSEREAU, 1992) wesentliche Aspekte der LdL-Methode. Die „naturalistischen“ Korrelationsstudien von Webb und Mitarbeitern (WEBB, 1980, 1989, 1992; WEBB/ENDER/LEWIS, 1986) sowie Peterson und Mitarbeitern (PETERSON/SWING, 1985) zeigten, dass in kooperativen Gruppen diejenigen, die aktiv Erklärungen gaben, den größten Lernzuwachs erzielten. Die lernförderlichen Effekte der LdL-Methode werden im Wesentlichen auf die folgenden zwei Komponenten zurückgeführt: **Erklärungen und Rückfragen:** Die Schülerinnen und Schüler sind gefordert, die Lerninhalte aufzubereiten und zu erklären. Bei Rückfragen sind sie angehalten, den Sachverhalt nochmals zu durchdenken. Der lernförderliche Effekt des Erklärens wird von einigen Autoren (LAMBIOTTE et al., 1987, 1988; NEBER, 1993) auch als Generierungseffekt beschrieben. Der Effekt beschreibt in der Gedächtnisforschung das Phänomen, dass selbst generierte Informationen besser behalten werden als präsentierte. Es wird hierbei angenommen, dass die stärkere Aktivierung des semantischen Gedächtnisses und das höhere mentale Engagement für den lernförderlichen Effekt beim Erklären verantwortlich sind. **Lehr-Erwartung:** Die Lernenden müssen erarbeitete Lerninhalte selber lehren. Sie sehen sich schon in der Vorbereitung einer Lehr-Erwartung ausgesetzt. BARGH/SCHUL (1980) gehen davon aus, dass diese Erwartung zu einer aktiveren Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt führt und damit die Lernleistung erhöht. Der Lernende wird versuchen, die wichtigsten Aspekte des Lernstoffs zu identifizieren und das damit verbundene Wissen besser zu strukturieren. Die induzierte Lehr-Erwartung stellt hierbei eine Motivation extrinsischer Art dar. Sie bietet jedoch darüber hinaus eine Perspektive der Anwendung des Gelernten und trägt somit zu einer eher intrinsisch orientierten Motivation bei (BENWARE/DECI, 1984).

Die bisherigen Studien zeigen, dass die Befundlage zur Effektivität des Gebens von Erklärungen keineswegs eindeutig ist (RENKL, 1995). RENKL merkt an, dass die Beschränkung darin liegt, dass fast alle empirischen Untersuchungen zur LdL-Methode überwiegend auf einfaches Textlernen reduziert sind. Dieses hat eine begrenzte Generalisierbarkeit hinsichtlich der Lernart und hinsichtlich der Art der Lernziele zur Folge. RENKL verglich bei seinen Untersuchungen mit Studenten der Pädagogik die Lernleistung und die motivationalen Effekte zweier Gruppen im Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Bei seinem Experiment gab es eine reine Zuhörergruppe und eine Gruppe, die anschließend Lerninhalte erklären musste (Erklären vs. Zuhören). Die Ergebnisse, die dem allgemeinen Tenor widersprechen, ergaben, dass die Zuhörerrolle sowohl im Hinblick auf die Lernleistung als auch in motivationaler Hinsicht günstiger war. Haben die „Erklärer“ hingegen Tutorerfahrung, erreichen sie das gleiche Niveau in der Lernleistung wie die „Zuhörer“. Als mögliche Erklärung hierfür nimmt er an, dass sich die emotionalen Aspekte nicht förderlich auf den Lernprozess auswirken. Für den Erklärer kann die Anforderungssituation der Lehr-Erwartung mit höherem Stress und mit Ängsten verbunden sein, welche sich ungünstig auf die Motivation und damit auf den eigenen Lernprozess auswirken können. Nach Renkl können demnach die Lehr-Erwartung und die damit verbundenen Anforderungen als Bedrohung des Selbstwerts interpretiert werden und dazu führen, dass keine höherwertigen Lernstrategien Verwendung finden. Solche konkurrierenden Mechanismen könnten die Ursache dafür sein, dass positive Effekte der Lehr-Erwartung ausbleiben. Die Lehr-Erwartung kann auch nur dann positive Effekte zeigen, wenn neben der Verwendung höherwertiger Lernstrategien auf ein hinreichend ausgeprägtes Vorwissen zurückgegriffen werden kann. Es zeigen sich bei anspruchsvolleren Leistungen größere Lernerfolge bei „Erklärern“ als bei „Zuhörern“ (ebd.). Bei Lernleistungen niedrigeren kognitiven Niveaus scheint die Rolle kaum von Bedeutung zu sein. Hierzu führt er an, dass sich der Erklärer Gedanken machen muss über etliche Inhalte, die für das Erlernen der

fachlichen Gesichtspunkte irrelevant sind; hierdurch werden kognitive Ressourcen für die Planung und Koordinierung des Erklärens abgezogen. Für den Erklärer kann die Anforderungssituation mit höherem Stress verbunden sein, welcher sich möglicherweise ungünstig auf die Motivation auswirkt. Insbesondere bei komplexeren Aufgaben wirkt sich dies dann ungünstig auf den Lernerfolg aus. Die Effektivität des Lernens durch Lehren wird seiner Meinung nach durch die Vorerfahrung der Lernenden moderiert. Lernen durch Erklären führte bei der Untersuchung von RENKL bei den Studenten nur dann zu vergleichsweise gutem Lernerfolg, wenn die Lernenden Lehr- bzw. Tutorerfahrung hatten. Zusammenfassend stellt RENKL fest, dass weder Erklärungen und Rückfragen noch die Lehr-Erwartung lernförderlich sind. Auf die Motivation wirken sich die beiden Komponenten auch nicht in jedem Fall positiv aus. Er vermutet, dass eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein muss, damit sich ein förderlicher Einfluss einstellt. Abschließend kommt RENKL zu folgendem Fazit (ebd.): **„In der Literatur finden sich zum Teil sehr euphorische Urteile über Lernen durch Lehren (...). Vor dem Hintergrund empirischer Befundlage sind solche Aussagen jedoch mit Vorsicht zu bewerten. Lernen durch Lehren kann, muss aber nicht zu gutem Lernerfolg führen.“**

Nach RENKL sollte die Forschung vor allem die Rahmenbedingungen klären, die gegeben sein müssen, damit Lernen durch Lehren zu guten Lernresultaten bei den Schülerinnen und Schülern führt (ebd.). Bedingungen des Lernarrangements sind beispielsweise die fachlichen und überfachlichen Lerninhalte, der organisatorische Rahmen oder die konkrete Aufgabenstellung.

2 Untersuchung

In der berichtenden Studie hatten die Lernenden die pädagogische Aufgabenstellung, Kinder im Kindergarten oder der Grundschule an die Naturwissenschaften und die Technik heranzuführen. Die Vorbereitung und Durchführung gemeinsamer naturwissenschaftlicher Veranstaltungen mit den Kindern erfolgte selbstständig durch die Schülerinnen und Schüler. Sie waren im Unterricht gefordert, naturwissenschaftliche Inhalte zu lernen, um diese anschließend eigenständig zu lehren.

2.1 Hauptziele und Hypothesen der Untersuchung

Die beiden Hauptziele der Untersuchung lagen darin, zum einen festzustellen, ob die Konzeption (LdL-Methode mit dem Rahmen einer pädagogischen naturwissenschaftlichen Aufgabenstellung) den Interessen der Schülerinnen und Schüler entspricht und zum anderen festzustellen, welche Kompetenzbereiche durch die Konzeption gefördert werden. Hierzu wurden drei Studien (I.–III. Studie) durchgeführt. Auf der Grundlage theoretischer Befunde zum Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht aus der Literatur (vgl. HÄUSSLER/BÜNDER/DUIT/GRÄBER/MAYER, 1998) und einer Vorstudie (ZINN, 2005, 2007) wurden begründete Hypothesen für die Untersuchung aufgestellt. Die für die Untersuchung relevanten theoretischen Befunde belegen, dass das Interesse an einem naturwissenschaftlichen und technischen Gegenstand mit dem Geschlecht, dem Interessentyp¹ und dem Berufsinteresse der Lerner

1 Nach HÄUSSLER/BÜNDER/DUIT/GRÄBER/MAYER (1998) kann man im Physikunterricht drei Interessentypen bei den Lernenden unterscheiden. Der Typ A ist meistens ein Junge, hat gute Noten in den naturwissenschaftlichen und mathematischen Fächern und ist an allem interessiert, was ihm im Unterricht geboten wird. Dem Typ B gehören gleich viel Jungen wie Mädchen an, es ist die zahlenmäßig stärkste Gruppe und die Noten liegen überwiegend im mittleren Bereich. Der Typ C ist meistens ein Mädchen. Sie haben meistens schlechte Physiknoten und wenig Vertrauen in eine Besserung der Leistung. An Physik sind sie nur interessiert, wenn das Thema ihnen persönlich etwas bedeutet.

korreliert. Weiterhin wurde ein direkter Vergleich des kontextorientierten Unterrichts mit dem traditionellen Physikunterricht durchgeführt. Auch hier liegen in der Literatur bereits Befunde vor, wonach ein an einem Kontext orientierter Physikunterricht für Schülerinnen und Schüler generell interessanter ist (TODT/HÄNDEL, 1988). Um festzustellen, ob der Kontext mehr für die eine oder mehr für die andere Schülergruppe mit bestimmten Merkmalen (Geschlecht, Interessentyp, Berufsinteresse) interessant ist, wurde die Interessantheit in Abhängigkeit der vorgenannten Merkmale untersucht. Ferner wurde das fachspezifische Selbstkonzept Physikunterricht ebenfalls in Abhängigkeit vom Geschlecht der Lerner evaluiert. Insgesamt wurden hierzu sechs Hypothesen aufgestellt:

Hypothesen der Untersuchung:

H1: Das situationale Interesse der Lernenden am Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ ist größer als am herkömmlichen Unterricht.

H2: Der Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ ist für Schülerinnen interessanter als für Schüler.

H3: Der Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ ist für alle drei Interessentypen gleichermaßen interessant.

H4: Für Lernende mit unterschiedlichen Berufsinteressen ist der Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ gleichermaßen interessant.

H5: Der Unterricht im pädagogischen Kontext steigert das fachspezifische Selbstkonzept Physikunterricht der Schülerinnen und Schüler.

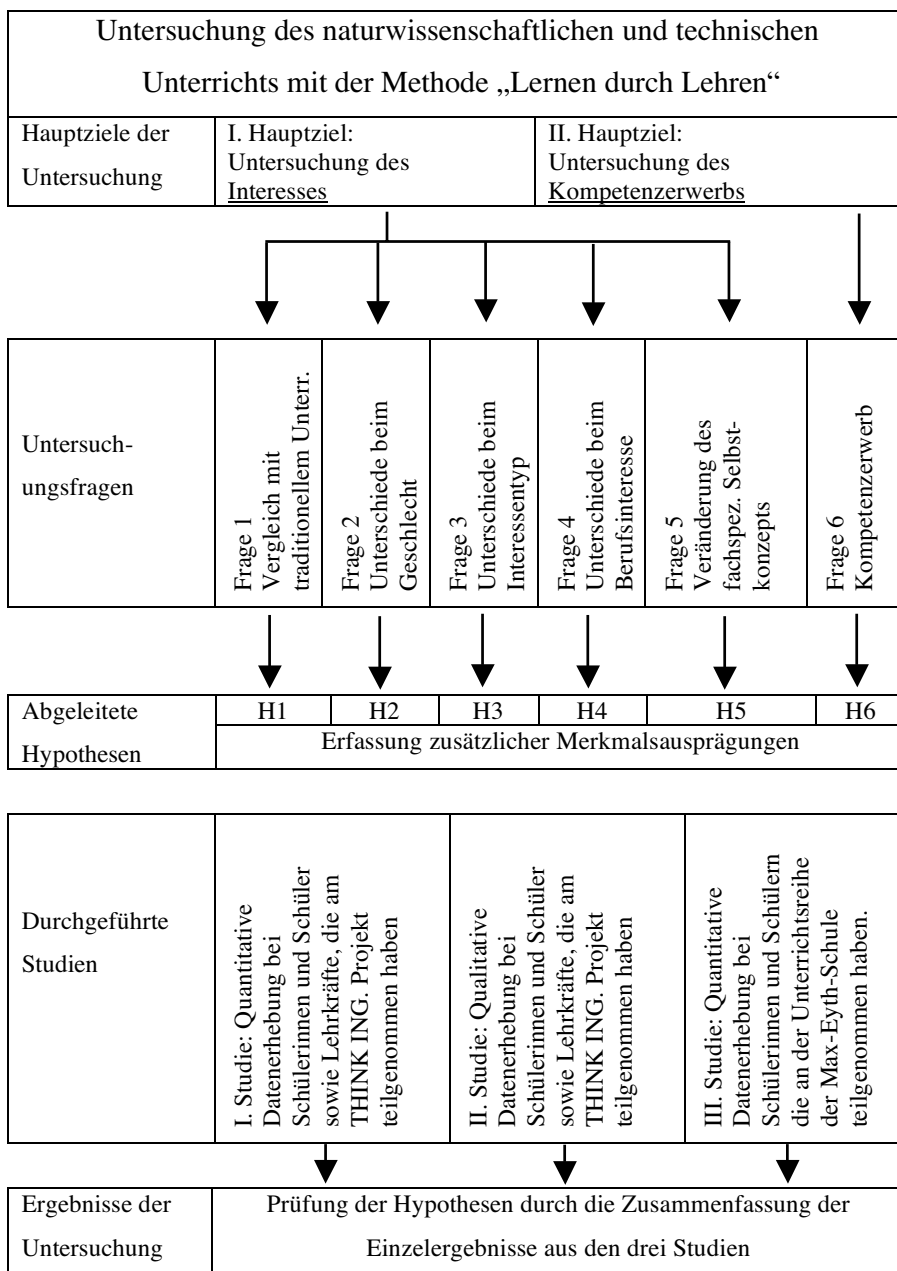
H6: Der pädagogische Zugang fördert sowohl die fachlichen als auch die überfachlichen Kompetenzen.

2.2 Untersuchungsstruktur

Bei den drei Studien wurden verschiedene Untersuchungsarten und -methoden gewählt. Um dem Leser vorab einen kompakten Überblick über die Struktur der Untersuchung zu geben, ist diese in der folgenden Übersicht dargestellt.

Die I. Studie ist eine quantitative Projektevaluation als Felduntersuchung. Es wurde eine summative Erfassung mittels Fragebögen durchgeführt, bei der alle Schülerinnen und Schüler ($n = 286$) sowie Lehrkräfte ($n = 32$) befragt wurden, die an dem Bundesprojekt „Physik in Kindergarten und Grundschule“ teilgenommen haben. Bei dem Projekt ging es darum, dass Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Veranstaltungen mit Kindergärten und Grundschulen durchführten. Mit dem Projekt sind ungefähr 5.000 Kinder in rund 300 Kindergärten und Grundschulen in Deutschland an naturwissenschaftliche Themen herangeführt worden (ZINN, 2007). Das Projekt mit einer Laufzeit von 18 Monaten wurde von THINK ING. in Verbindung mit dem Verein MINT-EC² und dem Verein Science on Stage Deutschland e.V.³ initiiert. Durch die Befragung an mehreren Schulen ($n = 23$) wurde ein möglichst hoher Grad an äußerer Validität angestrebt. Die II. Studie ist eine qualitative Projektevaluation als Felduntersuchung. Hier wurden Interviews mit Lernenden ($n = 24$) sowie

- 2 Der Verein MINT-EC (Verein mathematisch-naturwissenschaftlicher Excellence-Center an Schulen e.V.) hat das Ziel, den Unterricht in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) zu fördern.
- 3 Der Verein Science on Stage Deutschland e.V. wird durch die Initiative THINK ING. maßgeblich unterstützt. THINK ING. ist eine Interessenvertretung des Gesamtverbands der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V. GESAMTMETALL



mit deren Lehrkräften (n = 11) durchgeführt. Die Kohorte wurde anhand repräsentativer Merkmale aus der I. Studie zusammengestellt. Bei der III. Studie handelt es sich um eine experimentelle quantitative formative Untersuchung mittels Fragebögen. Der hier evaluierte Unterricht wurde von einer Lehrkraft in ein und derselben Klassenstufe mit weitestgehend

konstanten Rahmenbedingungen durchgeführt, um eine möglichst hohe innere Validität zu ermöglichen. Bei der Kohorte handelt sich um Lernende der 11. Klasse der Fachschule für Sozialassistenten und des beruflichen Gymnasiums ($n = 83$). Bei der Kohorte wurden Messungen vor und nach dem traditionellen Unterricht, sowie vor und nach dem kontextorientierten Unterricht durchgeführt. In der Studie wurde versucht, andere für das Interesse wesentliche Aspekte (z. B. Adaptivität, Fähigkeitsselbstbild der Lehrkraft) zu minimieren, so dass mögliche Effekte auf die Unterrichtskonzeption zurückgeführt werden konnten.

2.3 Untersuchungsinstrumente

In der I. und III. Studie wurden neben einem allgemeinen Fragebogen (Alter, Geschlecht, Berufsfeld bzw. Leistungskurswahl) mehrere bestehende quantitative Instrumente aus der Literatur zur Interessenforschung verwendet. Zur Messung des situationalen Interesses wurde ein Fragebogen des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) eingesetzt (KRAPP, 1992; HOFFMANN/HÄUSSLER/LEHRKE, 1998). Mit diesem Instrument wird die motivierende Wirkung des Unterrichts gemessen. Das Ausmaß der motivierenden Wirkung kann dann nach KRAPP wiederum als Indikator für Interessantheit des jeweiligen Unterrichts gewertet werden. Bei der Auswertung wurde nicht mit den Subskalen gearbeitet, sondern nur mit dem Mittelwert über alle 19 Items, da die um die Messfehler korrigierten Korrelationen der vier Aspekte in der Untersuchung des IPN zwischen 0.70 und 0.91 betrugen. Der Fragebogen bezieht sich auf die folgenden vier Aspekte: Beschäftigung mit dem Thema nach dem Unterricht, persönlicher Nutzen, Unterrichtsklima und das themenspezifische Interesse. Um den Interessentyp der Lernenden zu bestimmen, wurde auf den Fragebogen von HOFFMANN/HÄUSSLER/LEHRKE (1998) zurückgegriffen. Hierbei wird gemessen, wie groß das Interesse an einem bestimmten Inhalt für verschiedene Gebiete der Physik ist, wenn diese mit einem bestimmten Anwendungsbereich und einer bestimmten Tätigkeit gekoppelt sind. Die Items beziehen sich auf die drei Bereiche Gesellschaft, Mensch und Natur und Physik und Technik. Anhand des Antwortverhaltens bezogen auf die genannten drei Bereiche kann dann die Zuordnung der Schülerinnen und Schüler zu dem jeweiligen Interessentyp erfolgen. Um das Berufsinteresse zu ermitteln, wurden die Lernenden gefragt, wie gerne sie einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Physik, der etwas mit Technik oder der etwas mit Pädagogik zu tun hat. Da es sich beim fachspezifischen Selbstkonzept um eine nicht beobachtbare Variable, wie alle anderen Persönlichkeitsvariablen, handelt, kann nur über ein beobachtbares Verhalten auf das Vorhandensein geschlossen werden. Ein übliches Verfahren zur Ermittlung der Einstellung besteht darin, einer Person das Einstellungsobjekt, hier die eigene Leistungsfähigkeit, betreffende Aussagen vorzugeben und über eine Ratingskala ankreuzen zu lassen, inwieweit die befragte Person der jeweiligen Aussage zustimmt oder nicht. Zur Erfassung des auf das Fach Physik bezogenen Selbstkonzepts wird ein Fragebogen der IPN-Studie verwendet (ebd.). Da bisher nur die nationalen Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss vorliegen (KMK, 2005), ist zur Erfassung der Kompetenzen ein Fragebogen mit diesem Kompetenzraster zusammengestellt worden. Es orientiert sich an den Standards für die 10. Jahrgangsstufe. Jeder der vier Kompetenzbereiche aus den Standards wird über vier Items geprüft. Hierbei wird vorausgesetzt, dass alle Items gleich gut messen. Da der Fragebogen in der Untersuchung zum ersten Mal eingesetzt wurde, liegen keine Erkenntnisse über die Reliabilität und Validität vor. Die Kompetenzmessung erfolgte durch die Fremdeinschätzungen der beteiligten Lehrkräfte und durch Selbsteinschätzung der Lernenden. Die Selbsteinschätzungen sind kritisch zu betrachten. Die Ergebnisse können Antwortverzerrungen durch beispielsweise Artefakte, soziale Erwünschtheit oder durch Konfundierungseffekte beinhalten und weisen somit eine Unschärfe auf. Um die Ergebnisse der schriftlichen Befragung zu untermauern, aber auch um weitere Merkmalsausprägungen der Lernenden bezogen auf das Interesse zu erfassen, wurden neben den explanativen auch explorative Erhebungen bei den Schülerinnen und

Schülern ($n = 24$) sowie deren Lehrkräfte ($n = 11$) im Rahmen der II. Studie durchgeführt. Hierzu wurden Leitfadeninterviews durchgeführt. Diese Interviewmethode bietet eine gute Strukturhilfe für die Erhebung und Analyse der Daten, ist aber auch noch so offen gehalten, dass sie es erlaubt, spontan im einzelnen Interview neue Fragen einzubeziehen.

2.4 Ergebnisse der Untersuchung

Die Ergebnisse gründen insgesamt auf den Säulen der drei Studien. Hierbei wurden redundante Messungen zur Überprüfung der einzelnen Hypothesen durchgeführt. Die I. Studie hat Einfluss auf die Überprüfung der Hypothesen H1–H4, die II. Studie auf H1–H6 und die dritte Studie auf H1–H5. Durch das heterogene Design und der Redundanz sollten Schwachpunkte der einzelnen Untersuchungsmethoden kontrolliert und etwaige Widersprüche im Antwortverhalten aufgedeckt werden. Die quantitativen Daten der I. und II. Studie wurden empirisch-analytisch ausgewertet. Zur Beurteilung der statistischen Signifikanz der einzelnen Variablen wurden Mittelwertvergleiche mit dem t-Test durchgeführt. Die Auswertung der Interviews (II. Studie) erfolgte nach der Transkription in Anlehnung an eine qualitative Inhaltsanalyse. Das Ziel der qualitativen Inhaltsanalyse ist es, die latenten und manifesten Inhalte des Materials in ihrem sozialen Kontext und Bedeutungsfeld (hier: Projekt im Kontext „Physik lernen durch lehren“) zu interpretieren (BORTZ/DÖRING, 2006). Es soll hierbei vor allem die Sichtweise der Akteure durch Interpretationen und Deutungen herausgearbeitet werden. Zu beachten ist, dass die qualitative Inhaltsanalyse eine Interpretation anstrebt, die intersubjektiv nachvollziehbar und inhaltlich möglichst erschöpfend ist (ebd.). Die Kodierung bei der Datenanalyse erfolgte über die Zuordnung von „relevanten“ Textteilen aus den Interviews zu a posteriori festgelegten Kategorien.

Ergebnisse der Prüfung der Hypothesen (H1–H6):

Hypothese H1: Nach Meinung der Lernenden (III. Studie) besitzt der Unterricht im pädagogischen Kontext eine größere Interessantheit für sie als der traditionelle Physikunterricht, siehe hierzu Tabelle 1.

Tab. 1: Mittelwerte zur Interessantheit (III. Studie)

Erhebungszeitpunkt	männlich		weiblich	
	M	SE	M	SE
nach der traditionellen bzw. vor der pädagogischen Unterrichtsreihe	2.26	0.10	1.48	0.08
nach der pädagogischen Unterrichtsreihe	2.61	0.11	2.84	0.11
Mittelwertänderung	+0.35		+1.36	

Im Einzelnen ergab sich bei den Schülern beim Vergleich der Interessantheit des traditionellen Unterrichts mit dem Unterricht im pädagogischen Kontext beim Signifikanztest für abhängige Stichproben: ($t(32) = -2.88$; $p = 0.007$; $r = .341$; $d = -0.59$) und bei den Schülerinnen: ($t(49) = -10.46$; $p = 0.000$; $r = -.292$; $d = -2.43$). Die bei der I. Studie befragten Lehrkräfte äußerten sich bezogen auf das kontextorientierte Projekt in gleicher Weise. Nach ihrer Meinung ist

das Projekt⁴ für ihre Schülerinnen und Schüler interessanter als der herkömmliche Physikunterricht an ihren Schulen. Die beiden Befunde werden durch die qualitativen Ergebnisse (II. Studie) sowohl von den Lehrerinnen und Lehrern als auch von den Schülerinnen und Schülern bestätigt. Die Hypothese kann daher auf der Grundlage aller drei Studien angenommen werden.

- **Die Schülerinnen und Schüler haben ein größeres situationales Interesse am Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ als am herkömmlichen Unterricht.**

Hypothese H2: Von den Lehrkräften wurde bei der Fragebogenerhebung (I. Studie) kein Unterschied im Interesse an dem Projekt zwischen den Schülerinnen und Schülern beobachtet. Sie waren der Meinung, dass es an ihren Schulen für alle gleichermaßen interessant war. Entgegen dieser Meinung äußerten sie sich aber in den Interviews (II. Studie) dahingehend, dass sie ein größeres „Engagement und Interesse“ bei sonst schwachen Schülerinnen und Schülern und insbesondere bei Mädchen festgestellt haben. Insgesamt äußerten sie sich daher widersprüchlich. Für diesen Widerspruch in den Aussagen der Lehrkräfte konnte kein eindeutiger Grund ermittelt werden. Es können hierzu nur Vermutungen angestellt werden. Eine Vermutung besteht darin, dass die Lehrkräfte ihren Unterricht sowohl für Jungen als auch für Mädchen gleichermaßen interessant gestalten wollten. Ihr Unterricht sollte interessant für Jungen und Mädchen sein. Daher haben sie bei der Fragebogenerhebung spontan keine Unterschiede festgestellt, wohingegen sie im Interview die Lernarrangements möglicherweise eingehender reflektiert haben. Bei den Einschätzungen der Lernenden zur Interessantheit des Projekts in der I. Studie ergibt sich, dass es interessanter für die Schülerinnen ($M = 2.78$, $SE = 0.05$) als für die Schüler ($M = 2.50$, $SE = 0.06$) war. Der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen ist höchstsignifikant ($t_{heter}(121,162) = 3.5$, $p = .000$, $d = 0.42$). Bei der III. Studie äußerten die Mädchen ein betragsmäßig gering höheres situationales Interesse als die Jungen. Interessant ist aber vor allem der direkte Vergleich der Mittelwerte der Interessantheit des traditionellen mit dem kontextorientierten Unterricht (siehe Tabelle 1). Dieser ergibt bei den Schülerinnen eine deutlichere Zunahme ($M = +1.36$) als bei den Schülern ($M = +0.35$). Auf der Grundlage der quantitativen Erhebung bei den Schülerinnen und Schülern (I. und III. Studie) sowie der Interviewergebnisse, sowohl mit den Lernenden als auch mit den Lehrenden (II. Studie), kann H2 beibehalten werden.

- **Der Unterricht im Kontext „Physik lernen durch lehren“ ist für Schülerinnen interessanter als für Schüler.**

Hypothese H3: Bei der I. Studie ergibt der Vergleich der Interessantheit in Abhängigkeit vom Interessenprofil ein signifikant stärkeres Interesse bei den Interessententypen B ($M = 2.82$; $SE = 0.06$) und C ($M = 2.77$; $SE = 0.08$) gegenüber dem Typ A ($M = 2.36$; $SE = 0.07$). Bei der Überprüfung der statistischen Signifikanz ergibt sich im Einzelnen, dass die Lernenden des Interessententyps B ($t_{heter}(87,110) = 5.1$; $p = .000$; $d = 0.733$) und Interessententyps C ($t_{heter}(87,79) = 4.0$; $p = .000$; $d = 0.614$) sich höchstsignifikant vom Interessententyp A unterscheiden. Beim direkten Vergleich der Interessantheit der traditionellen mit der pädagogischen Unterrichtseinheit (III. Studie) ergibt sich bei der Auswertung, dass sowohl beim Interessententyp B ($t(34) = -9.2$; $p = .000$; $r = .281$, $d = -1.90$) als auch C ($t(13) = -7.2$; $p = .000$; $r = -.243$; $d = -3.15$) ein höchstsignifikant größeres Interesse am pädagogischen Kontext besteht. Vom Typ A wird dagegen die Interessantheit der traditionellen gering höher eingeschätzt als die der pädagogischen Unterrichtseinheit. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant. Bei der Überprüfung der statistischen Signifikanz der Ergebnisse zur pädagogischen Unterrichtsreihe ergibt sich im Einzelnen, dass die Schülerinnen und Schüler des Interessententyps B sich

4 Es sei an dieser Stelle nochmals daraufhin gewiesen, dass sowohl bei der I. Studie als auch bei der II. Studie das Interesse der Lernenden an dem Projekt „Physik in Kindergarten und Grundschule“ betrachtet wurde und nicht isoliert der kontextorientierte Unterricht.

signifikant ($t_{\text{homo}}(34,21) = 2.2$; $p = .030$; $d = 0.61$) vom Typ A unterscheiden. Der Interessentyp C unterscheidet sich höchstsignifikant ($t_{\text{homo}}(26,21) = 6.5$; $p = .000$; $d = 1.91$) vom Typ A. Der Interessentyp B unterscheidet sich ebenfalls höchstsignifikant ($t_{\text{homo}}(34,26) = 4.6$; $p = .000$; $d = 1.19$) vom Typ C. Die Befunde aus der I. und III. Studie werden durch die II. Studie gestützt. Bei den Interviews gab ein Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler, die den Interessentypen B und C angehören, an, dass die Mitarbeit in dem Projekt ihr Interesse an Physik positiv beeinflusst hat. Aufgrund der bloßen Aussagen der Lernenden kann hier aber nicht eindeutig zwischen situationalem und individuellem Interesse differenziert werden. Es kann auch nicht zweifelsfrei geklärt werden, ob sie hier das Interesse an Physik oder das Interesse am Unterrichtsfach Physik meinen. Auf der Grundlage aller drei Studien kann die Hypothese daher nur mit Veränderungen angenommen werden.

- **Der Unterricht im pädagogischen Kontext ist für den Interessentyp B und den Interessentyp C interessanter als für den Interessentyp A.**

Hypothese H4: Die Lernenden wurden gefragt, wie gerne sie einen Beruf mit physikalischem, technischem oder pädagogischem Hintergrund ergreifen möchten. In Abbildung 3 sind hierzu die Ergebnisse dargestellt.

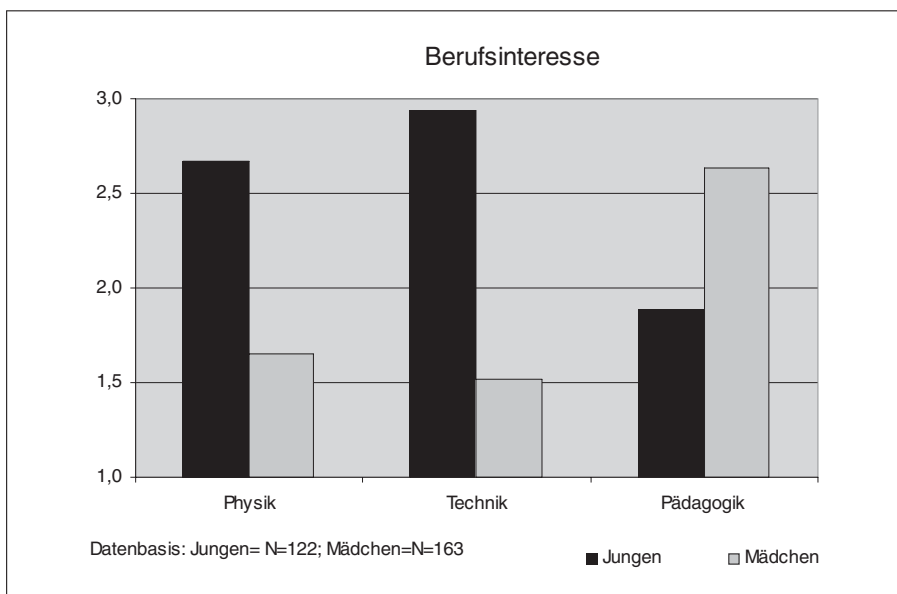


Abb. 3: Berufsinteresse, nach Geschlecht aufgeschlüsselt

Schüler sind höchstsignifikant stärker an einem Beruf interessiert, der etwas mit Physik ($t_{\text{heter}}(123,163) = 7.3$; $p = .000$; $d = 0.87$) oder Technik ($t_{\text{heter}}(123,163) = 11.1$; $p = .000$; $d = 1.33$) zu tun hat als Schülerinnen. Mädchen sind hingegen höchstsignifikant stärker an einem Beruf mit Pädagogik ($t_{\text{heter}}(123,163) = 5.71$; $p = .000$; $d = 0.68$) interessiert als die Jungen. In der I. Studie wird festgestellt, dass Lernende, die gerne einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Pädagogik zu tun hat, ein signifikant größeres Interesse an dem Projekt haben als diejenigen, die einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Technik zu tun hat ($t_{\text{heter}}(128,114) = 3.5$; $p = .000$; $d = 0.45$). Es wird kein Unterschied im Interesse

am kontextorientierten Unterricht zwischen denen festgestellt, die einen Beruf mit Physik oder mit Pädagogik erlernen möchten. Bei der Befragung der Lehrkräfte (II. Studie) äußern mehrere der Befragten, dass sie ein höheres Engagement bei Schülerinnen und Schülern festgestellt haben, die Kontakt⁵ mit Kindergärten oder kirchlichen Organisationen hatten. Ein Teil derer drückte aus, dass sie bereits mit Kindern zusammenarbeiten und die Kombination von Physik und Pädagogik interessant fanden. Einige wollten explizit Erfahrungen zu einer möglichen Berufswahl als Lehrkraft sammeln oder sich pädagogisch fortbilden. In der III. Studie werden die Ergebnisse aus der I. Studie in vollem Umfang bestätigt. Aufgrund der drei Studien kann die Hypothese mit Veränderungen angenommen werden.

- **Schülerinnen und Schüler, die einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Pädagogik zu tun hat, haben ein größeres Interesse an dem kontextorientierten Unterricht als diejenigen, die einen Beruf erlernen möchten, der etwas mit Technik zu tun hat.**

Hypothese H5: Die Hypothese wurde im Rahmen der II. und III. Studie untersucht. In der III. Studie äußerten die Jungen sowohl bei der traditionellen als auch bei der pädagogischen Einheit ein betragsmäßig höheres fachspezifisches Selbstkonzept als die Mädchen (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Fachspezifisches Selbstkonzept Physikunterricht

	Unterrichtsreihe	Vorher M (SE)	Nachher M (SE)	Signifikanz
Jungen (N = 29)	traditionelle	2,8 (0,11)	3,0 (0,09)	t = -0.761 p = 0.453 d = -0.219
Jungen (N = 32)	pädagogische	3,0 (0,09)	3,2 (0,10)	t = -1.745 p = 0.091 d = -0.403
Mädchen (N = 51)	traditionelle	2,0 (0,08)	1,9 (0,09)	t = 1.083 p = 0.284 d = 0.225
Mädchen (N = 49)	pädagogische	1,9 (0,09)	2,8 (0,08)	t = -7.737 p = 0.000 d = -1.596

Durch die Intervention mit der pädagogischen Unterrichtsreihe konnte bei den Jungen keine signifikante Veränderung der Variable festgestellt werden. Bei den Mädchen hingegen zeigt sich eine signifikante Verbesserung. Die quantitativen Ergebnisse der III. Studie werden durch die Interviews mit den Schülerinnen und Schülern untermauert. Aufgrund der Ergebnisse kann die Hypothese daher nur für die Schülerinnen angenommen werden.

- **Der Unterricht im pädagogischen Kontext steigert das fachspezifische Selbstkonzept Physikunterricht der Schülerinnen.**

Hypothese H6: Auf der Grundlage der Befragung der Lehrkräfte (I. Studie) eignet sich das kontextorientierte Projekt dazu, fachliche und überfachliche Kompetenzen zu erwerben. Insbesondere der Erwerb von überfachlichen Kompetenzen wird durch die Lehrkräfte festgestellt. Nach Meinung der Lernenden (II. Studie) liegt der Schwerpunkt des Projekts bei den fachlichen Kompetenzen im Erwerb von Prozesswissen und weniger im Bereich des Konzeptwissens. Bezogen auf den Erwerb überfachlicher Kompetenzen liegen die

5 Diese Schülerinnen und Schüler arbeiteten mit außerschulischen Kinder- und Jugendgruppen (Kindergottesdienst etc.) zusammen.

Schwerpunkte in der Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Bei der III. Studie sind die Lernenden der Meinung⁶, dass sie beim Unterricht im pädagogischen Kontext mehr Kompetenzen erworben haben als im traditionellen Unterricht. Insbesondere in den zwei Bereichen „Modellentwicklung“, „Beobachtung und Experimentieren“ sowie in dem Bereich „Erklären, Diskutieren und Präsentieren“ wurden Vorteile gesehen. Ein zentrales und konstruktives Element für das Lernen sehen viele Schülerinnen und Schüler direkt in der Unterrichtsmethode. Sie sind der Meinung, dadurch, dass sie selbst außerhalb der Schule und vor unbekanntem Publikum einen naturwissenschaftlichen oder technischen Sachverhalt erklären mussten, haben sie sich intensiver mit dem Lerngegenstand auseinandergesetzt. Hieraus leiteten sie einen höheren Lernerfolg für sich selbst ab. Dieses wurde durch die Lehrkräfte bestätigt. Weiterhin wird in der III. Studie festgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler, die dem Interessentyp B ($M = 3.00$; $SE = 0.05$) und C ($M = 3.37$; $SE = 0.06$) angehören, den Kompetenzerwerb beim untersuchten Unterricht signifikant höher bewerten als der Typ A ($M = 2.70$; $SE = 0.07$). Für die Signifikanz ergibt sich im Einzelnen, dass die Lernenden des Interessentyps B ($t_{\text{homo}}(136,84) = 3.64$; $p = .000$; $d = 0.51$) und Interessentyps C ($t_{\text{homo}}(104,84) = 7.18$; $p = .000$; $d = 1.05$) sich höchstsignifikant vom Interessentyp A unterscheiden. Auch der Interessentyp C unterscheidet sich noch höchstsignifikant vom Interessentyp B ($t_{\text{homo}}(136,104) = 4.54$; $p = .000$; $d = 0.59$). Auf der Grundlage der Ergebnisse der drei Studien kann die Hypothese mit Ergänzungen angenommen werden.

- **Der pädagogische Zugang fördert die fachlichen Kompetenzen im Bereich des Prozesswissens und weniger im Bereich des Konzeptwissens. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt insgesamt bei der Vermittlung von überfachlichen Kompetenzen.**

Als Prädiktoren für das situationale Interesse an der Unterrichtskonzeption wurden in den Interviews die folgenden potenziellen Variablen bei den Befragten ermittelt:

- gefühlsbezogene Valenz bei den Veranstaltungen
- Kompetenzerleben
- wertbezogene Valenz gegenüber der Projektidee
- Autonomie (Planung, Organisation, Durchführung)
- Produktorientierung
- Intensives Experimentieren/Alltagsphänomene

Nach Angaben der Schülerinnen und Schüler erhielten sie bei den gemeinsamen Veranstaltungen mit den Kindern zahlreiche positive Rückmeldungen. Sowohl die Vorschul- und Grundschulkinder als auch die pädagogischen Kräfte im Kindergarten und der Grundschule zeigten ein ausgeprägtes Interesse an den naturwissenschaftlichen Veranstaltungen und äußerten Dankbarkeit. Dieses beeinflusst vermutlich wiederum die gefühlsbezogene Valenz der Schülerinnen und Schüler positiv. Bedingt dadurch, dass die Lernenden ihr naturwissenschaftliches Wissen konkret angewendet haben, hat sich möglicherweise ein positives Kompetenzerleben eingestellt. In den Interviews haben sie eine profilierte wertbezogene Valenz gegenüber der Projektidee, „Kinder möglichst früh an die Naturwissenschaften und Technik heranzuführen“, geäußert. Nach ihnen sollte die naturwissenschaftliche und technische Förderung generell möglichst früh im Bildungssystem verankert werden. Weiterhin wurden das intensive Experimentieren während der Arbeitsphase, die Produktorientierung und der hohe Grad an Autonomie bei der Planung, Organisation und Durchführung positiv festgestellt. Die Variablen beinhalten die **basic needs** (s.o.).

6 Es sei hier noch einmal auf die mögliche Unschärfe des Ergebnisses, hervorgerufen durch die Problematik der Fremd- und Selbsteinschätzung beim Kompetenzerwerb, hingewiesen. Die Kompetenzentwicklung kann nicht durch bloße Selbsteinschätzung ermittelt werden. Die Ergebnisse haben vor allem einen explorativen Charakter (s.o.).

Zusammenfassung

Bei der Untersuchung wurde festgestellt, dass die Unterrichtskonzeption: Lernen durch Lehren in Verbindung mit einer konkreten pädagogischen naturwissenschaftlichen Aufgabenstellung für angehende Sozialassistentinnen und Sozialassistenten ein größeres situationales Interesse besitzt als der traditionelle Physikunterricht. Sowohl die Schülerinnen als auch die Schüler zeigten ein größeres Interesse an dem Unterricht im pädagogischen Kontext. Durch den pädagogischen Zugang werden vor allem Mädchen motiviert. Sie zeigten ein deutlich größeres situationales Interesse an dem Unterricht als die Jungen. Eine Einflussvariable für die größere Interessantheit an dem kontextorientierten Unterricht liegt wahrscheinlich darin, dass bei Mädchen ein individuell größeres Interesse an pädagogischen Fragestellungen und an pädagogischen Berufen besteht. Dieses wird auch dadurch gestützt, dass Mädchen, die schon früher oder während der Interventionsmaßnahme Kontakt mit Institutionen hatten, die im Bereich der Kinder- und Jugendarbeit angesiedelt sind, ein besonderes Interesse an dem Kontext gezeigt haben. Bei der Untersuchung zum Interessenprofil der Schülerinnen und Schüler wurde festgestellt, dass der Unterricht für die Interessentypen B und C interessanter ist als für den Interessentyp A. Das hohe Interesse der Typen B und C lässt sich durch die theoretischen Befunde zu Interessenprofilen und von den im Kontext abgedeckten Interessenbereichen gut erklären. Die Lernenden beschäftigen sich in dem Unterricht überwiegend mit Naturerscheinungen (Regenbogen, Wind etc.). Die Unterrichtseinheiten sind zudem sehr an der praktischen und weniger an der theoretischen Seite der Naturwissenschaften und Technik orientiert. Diese liegt insbesondere im Interessenbereich des Typs B. Der Typ C ist ebenfalls an der Erklärung von Naturerscheinungen interessiert. Darüber hinaus ist er aber grundsätzlich nur an Physik interessiert, wenn das Thema ihm persönlich etwas bedeutet. In der Untersuchung konnte eine hohe wertbezogene Valenz bei den Lernenden festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sie es für persönlich wichtig halten, Kinder möglichst früh an die Naturwissenschaften heranzuführen. Insgesamt werden somit die von den Typen B und C bevorzugten Interessenbereiche vom Unterricht bedient. Es konnte aber letztendlich nicht eindeutig geklärt werden, warum der Unterricht für den Interessentyp B und C interessanter ist als für den Interessentyp A. Denn der Typ A ist ebenfalls an den oben genannten Interessenbereichen interessiert. Bezüglich der Inhalte des Physikunterrichts hat er nach den empirischen Befunden der Literatur keine besonderen Präferenzen. Vielmehr ist er an allem interessiert, was ihm im Unterricht geboten wird. Das fachspezifische Selbstkonzept Physikunterricht der Schülerinnen wurde durch die Intervention signifikant verbessert. Auf der Grundlage der theoretischen Befunde zum fachspezifischen Selbstkonzept Physikunterricht und der empirischen Ergebnisse der Untersuchung kann die Vermutung aufgestellt werden, dass sich das Interesse am Fach Physik bei ihnen verbessert hat. Bei der Planung der Untersuchung wurde a priori davon ausgegangen, dass sich auf Grund der kurzen Interventionszeit keine Veränderungen im Fachinteresse ergeben würden. Diese gilt es, im Rahmen einer Folgestudie zu verifizieren. Perspektivisch ist bei den angehenden Sozialassistentinnen und Sozialassistenten die Veränderung des Fachinteresses Naturwissenschaften anzustreben. Das Fach Naturwissenschaften ist hier als ein berufsspezifisches „neues“ Unterrichtsfach und nicht nur als eine additive Aneinanderreihung der allgemeinbildenden Unterrichtsfächer Physik, Chemie und Biologie anzusehen. Durch den kontextorientierten Unterricht wurden sowohl die fachlichen als auch die überfachlichen Kompetenzen der Lernenden gefördert. Ein wesentlicher Aspekt bei den fachlichen Kompetenzen liegt hierbei in der Förderung des Prozesswissens. Nach Meinung der Befragten liegt der Fokus vor allem in der Auswahl geeigneter Experimente, in der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von diesen. Viele Lernenden, vor allem die Interessentypen B und C, können nach eigenen Angaben eine für sich klarere Modellvorstellung zu den Phänomenen internalisieren und Anknüpfungspunkte zu ihrem „naturwissenschaftlichen Alltag“ erkennen. Der Erwerb von Konzeptwissen wurde durch das Unterrichtskonzept weniger unterstützt. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt bei dem pädagogischen Ansatz in der Vermittlung von überfachlichen Kompetenzen. Diese Fest-

stellung wurde in allen drei Studien bestätigt. Insbesondere das methodisch-problemlösende Lernen und das sozial-kommunikative Lernen werden durch den Unterricht unterstützt. Ein zentrales und konstruktives Element für das Lernen sehen sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Lehrkräfte direkt in der Unterrichtsmethode „Lernen durch Lehren“. Die Lernenden sind in den Interviews der Meinung, dadurch, dass sie selbst außerhalb der Schule und vor unbekanntem Publikum einen Sachverhalt erklären mussten, haben sie sich intensiver mit dem Lerngegenstand auseinandergesetzt und hieraus einen höheren Lernerfolg für sich selbst abgeleitet. A posteriori ist zum Design festzustellen, dass sich die Ergebnisse zum Kompetenzerwerb ausschließlich auf die Einschätzungen der Lehrkräfte und die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler stützen. Selbsteinschätzungen bilden aber keine verlässliche Aussage zur Kompetenzentwicklung. Die Einschätzungen der beiden Kohorten decken sich. Sinnvoll wäre es aber, in einer weiterführenden Studie mit Versuchs- und Kontrollgruppen und klar umrissenen Lerninhalten den Lernerfolg gezielt zu evaluieren. Die Ergebnisse lassen sich gut in dem vorgestellten theoretischen Rahmen interpretieren und stimmen mit den empirischen Befunden zum Interesse am naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht im Wesentlichen überein. Sie können eine Grundlage für weitere Forschungen und Entwicklungen im beruflichen Lernbereich bilden. Um Veränderungen im individuellen Interesse der Lernenden festzustellen, war der Zeitraum der Maßnahme zu kurz. So wäre es sinnvoll, im Rahmen einer Längsstudie bei angehenden Erzieherinnen und Erziehern, die über einen längeren Zeitraum in naturwissenschaftlichen Projekten mitarbeiten, zu untersuchen, inwieweit sich ihr individuelles Interesse an den „neuen“ beruflichen Bildungsinhalten aus der Naturwissenschaft und Technik verändert.

Ausblick

Auf der Grundlage der Befunde der Untersuchung, von der in diesem Aufsatz berichtet wurde, ist ein neues Unterrichtsfach „Naturwissenschaften für den Kindergarten“ an der Fachschule für Sozialassistenten der Max-Eyth-Schule in Alsfeld eingerichtet worden. In dem Unterricht wird neben der Förderung der Fachkompetenz vor allem das Interesse der Schülerinnen und Schüler an der Durchführung von eigenen naturwissenschaftlichen Projekten mit der Methode Lernen durch Lehren gefördert. Die angehenden Sozialassistentinnen und Sozialassistenten führen gemeinsame naturwissenschaftliche Veranstaltungen mit Kindergärten und Kindertagesstätten durch und sollen hierdurch wieder ein positives Kompetenzerleben bezogen auf Technik und Naturwissenschaften erleben.

Literaturverzeichnis

- ARNOLD, R./LIPSMEIER, A. (1995): (Hrsg.) Handbuch der Berufsbildung. Opladen, S.129. In: OTT, B. (1994) Ganzheitliches Lernen in der technischen Berufsausbildung. Ein lernpsychologisches Strukturmodell. In: Die Berufsbildende Schule 46 6, 199–204.
- ARONSON, E. (1984): Förderung von Schulleistung, Selbstwert und prosozialem Verhalten: Die Jigsaw-Methode. In: G.L. HUBER/S. ROTERING-STEINBERG/D. WAHL (Hrsg.), Kooperatives Lernen. Weinheim: Beltz, 48–59.
- ARONSON, E./BLANEY, N./STEPHAN, C./SIKES, J./SNAPP, M. (1978): The jigsaw classroom. Beverly Hills, CA Sage. In: RENKL, A. (1995): Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell? LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Bericht Nr. 61.
- BARGH, J. A./SCHUL, Y. (1980): On the cognitive benefits of teaching. Journal of Educational Psychology, Vol. 72, No. 5, 593–604.
- BENWARE, C.A./DECI, E.L. (1984): Quality of learning with an active versus passive motivational set. American Educational Research Journal, 21, 755–765. In: KRAPP, A./PRENZEL, M. (1992): Interesse, Lernen und Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Aschendorff.

- BENDORF, M. (2002): Bedingungen und Mechanismen des Wissenstransfers. Lehr- und Lern-Arrangements für die Kundenberatung in Banken. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- BORTZ, J./DÖRING, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer Verlag.
- DECI, E.L./RYAN, R.M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. ZfPäd. (39) 2, 223–237.
- FTHENAKIS, W./BERWANGER, D./REICHERT-GARSCHHAMMER, E. (2007): Bildung von Anfang an. Bildungs- und Erziehungsplan für Kinder von 0 bis 10 Jahren in Hessen. Herausgeber: Hessisches Sozialministerium.
- GOODLAD, S./HIRST, B. (1989): Peer tutoring: A guide to learning by teaching. London, Kogan. In: RENKL, A. (1995). Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell? LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Forschungsbericht Nr. 61.
- HANEL, P. (1991): „Lernen durch Lehren, oder Schüler übernehmen Lehrerfunktionen“. In: Staatsinstitut für die Ausbildung der Lehrer an Realschulen (Hrsg.) RL-Information, München. Heft 4, 31–34.
- HÄUSSLER, P./BÜNDER, W./DUIT, R./GRÄBER, W./MAYER, J. (1998): Naturwissenschaftsdidaktische Forschung Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.
- Hessisches Kultusministerium (2005): Lehrpläne Gymnasium (G9/G8). (Hrsg.) Hessisches Kultusministerium, Wiesbaden.
- HOFFMANN, L./HÄUSSLER, P./LEHRKE, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik, Kiel: IPN 158.
- JANK, W./MEYER, H. (2002): Didaktische Modelle. Cornelsen Scriptor.
- KAFI, Y./HAREL, I. (1991a): Children learning through consulting: When mathematical ideas, knowledge of programming and design, and playful discourse are intertwined. In: I. HAREL/S. PAPERT (Hrsg.), Constructionism, 111–140. Norwood, NJ Ablex. In: RENKL, A. (1995): Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell? LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Forschungsbericht Nr. 61.
- KAFI, Y./HAREL, I. (1991b): Learning through design and teaching. Exploring social and collaborative aspects of constructionism. In: I. HAREL/S. PAPERT (Hrsg.), Constructionism, 84–110. Norwood, NJ Ablex. In: RENKL, A. (1995). Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell? LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Forschungsbericht Nr. 61.
- KMK (2005): Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand.
- KNÖLL, B./GSCHWENDTNER, T./NICKOLAUS, R./ZIEGLER, B. (2007). Motivation in der elektrotechnischen Grundbildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 103, 397.
- KRAPP (1984): Forschungsergebnisse zur Bedingungsstruktur der Schulleistung. In: K. HELLER (Hrsg.): Leistungsdiagnostik in der Schule. Bern: Huber, 46–62.
- KRAPP, A. (1992): Interesse, Lernen und Leistung. Zeitschrift für Pädagogik (38) 5, 747.
- KRAPP, A. (1992b): Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In: KRAPP, A./PRENZEL, M. (1992) Interesse, Lernen und Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Aschendorff Verlag.
- KRAPP, A./PRENZEL, M. (1992) Interesse, Lernen und Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Aschendorff.
- LAMBIOTTE et al. (1987): Manipulating cooperative scripts for teaching and learning. Journal of Educational Psychology, 79, 424–430 In: RENKL, A. (1995). Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell? LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Bericht Nr. 61.
- LAMBIOTTE et al. (1988): Effects of cooperative script manipulation on initial learning and transfer. Cognition and Instruction, 12, 103–121.
- LÜCK, G. (2003) Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. Herder Verlag Freiburg.
- MARTIN, J. P. (2002): Lernen durch Lehren (LdL) In: Die Schulleitung – Zeitschrift für pädagogische Führung und Fortbildung in Bayern. Heft 4. 29, 3.

- NEBER (1993): Generierung von Wissen über ein Computerprogramm durch exploratives und problemorientiertes Lernen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25, 206–224.
- NICKOLAUS, R./HEINZMANN, H./KNÖLL, B. (2005): Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu Effekten methodischer Grundentscheidungen auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung in gewerblich-technischen Berufsschulen. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. 101, 58.
- O' DONNELL, A.M./DANSEREAU, D.F. (1992): Scripted cooperation in student dyads: A method for analyzing and enhancing academic learning and performance. In: R. HERTZ-LAZAROWITZ/N. MILLER (Hrsg.), *Interactions in cooperative groups. The theoretical anatomy of group learning*. 120–141. Cambridge University Press. In: RENKL, A. (1995). *Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell?* LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Bericht Nr. 61.
- PETERSON, P./SWING, S. (1985): Student's cognitions as mediators of the effectiveness of small-group learning. *Journal of Educational Psychology*, 77.
- RENKL, A. (1995): *Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell?* LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Nr. 61.
- RENKL, A. (1997): *Lernen durch Lehren*. Deutscher Universitäts-Verlag.
- SEIFRIED, J. (2004): *Fachdidaktische Variationen in einer selbstorganisationsoffenen Lernumgebung. Eine empirische Untersuchung im Rechnungswesenunterricht*. Wiesbaden: deutscher Universitäts-Verlag.
- SEMBILL, D. (2004): *Prozessanalysen selbstorganisierten Lernens. Abschlussbericht für die DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung“ (GZ. Se 573/4-2)*.
- TODT, E./HÄNDEL, B. (1988): Analyse der Kontextabhängigkeit von Physikinteressen. *MNU* (41) 3, 137–140.
- WEBB, N.M. (1980): An analysis of group interaction and mathematical errors in heterogeneous ability groups. *British Journal of Educational Psychology*, 50, 266–276. In: RENKL, A. (1995). *Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell?* LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Forschungsbericht Nr. 61.
- WEBB, N.M./ENDER, P./LEWIS, S. (1986): Problem solving strategies and group processing in small groups learning computer programming. *American Educational Research Journal*, 23, 243–261.
- WEBB, N.M. (1989): Peer interaction and learning in small groups. *International Journal of Educational Research*, 13, 21–39. In: RENKL, A. (1995). *Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell?* LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Bericht Nr. 61.
- WEBB, N.M. (1992): Testing a theoretical model of student interaction and learning in small groups. In: HERTZ-LAZAROWITZ, R./MILLER, N. (Hrsg.), *Interaction in cooperative groups. The theoretical anatomy of groups learning*. Cambridge University Press 102–119. In: RENKL, A. (1995): *Lernen durch Lehren – oder doch lieber konventionell?* LMU, Institut für pädagogische Psychologie und empirische Pädagogik Bericht Nr. 61.
- ZINN, B. (2005): *Physik in der Kinderwelt – Schülerinnen und Schüler erforschen mit Kindern Alltagsphänomene der Physik*. Studienseminar f. d. Lehramt an beruflichen Schulen Gießen.
- ZINN, B. (2007): *Physik in Kindergarten und Grundschule „Was bringt es den Schülerinnen und Schülern?“*. In: THINK ING. (2007) *Physik in Kindergarten und Grundschule ...selbsttätig experimentieren*. Hrsg.: Arbeitgeberverband Gesamtmetall.
- ZINN, B. (2008): *Physik lernen, um Physik zu lehren – Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht. Studien zum Physik- und Chemielernen Band 85*. Logos Berlin. NIEDERER, H./FISCHLER, H./SUMFLETH, E. (Hrsg.).

Anschrift des Autors: Dr. Bernd Zinn, Grüner Weg 12, 36304 Alsfeld, bzinn@gmx.de