

Reform der Studieneingangsphase im Lehramt Physik

Stephanie Eller und Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik, Arnimallee 14, 14195 Berlin
s.eller@fu-berlin.de, nordmeier@physik.fu-berlin.de

Kurzfassung

Im Rahmen des von der Deutschen Telekom Stiftung geförderten Projekts „MINT-Lehrerbildung neu denken“ sollen an der Freien Universität Berlin in einem Teilprojekt durch gezielte Interventionsmaßnahmen, die die Ausgestaltung der fachwissenschaftlichen und der -didaktischen Ausbildungsanteile betreffen, sowohl eine stärkere Verzahnung dieser beiden Studienggebiete als auch eine Stärkung des Professionsbezugs bereits zu Beginn des Lehramtsstudiums erreicht werden. Im Rahmen der Begleitforschung zu diesem Projekt sollen insbesondere die so genannten *Beliefs*, die die Studierenden in der Schule über die naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden, die wissenschaftstheoretischen Grundlagen und über das Fach Physik allgemein entwickelt haben sowie deren Veränderung im Interventionszeitraum prozessbegleitend untersucht werden.

Durch diese neue Konzeption soll darüber hinaus auch das „fachliche (professionsbezogene) Selbstbewusstsein“ der Studierenden gestärkt werden. Auch dafür spielen die *Beliefs* der Studierenden über sich als angehende(r) Lehrer/in eine entscheidende Rolle. In einem ersten Schritt wurden dazu die *Beliefs* von 26 Studierenden des ersten Semesters untersucht. Die Weiterentwicklung der fachbezogenen und (professionsbezogenen) persönlichen *Beliefs* soll durch Interventionsmaßnahmen aufbauend auf dem „Integrative Personal Epistemology Model“ [1] erfolgen.

1. Einleitung

Der Begriff *Belief* wird in der Literatur nicht einheitlich verwendet. Häufig wird er als Oberbegriff für „Überzeugungen“, „Einstellungen“, „Vorstellungen“, „Prämissen“ und „Erwartungen“ u. a. verwendet. Furinghetti und Pehkonen [2] stellen in ihrem Artikel „*Rethinking characterizations of beliefs*“ Merkmale für die Begriffsdefinition von *Beliefs* zusammen. Für eine detailliertere Einschätzung und Ergänzung dieser Merkmale sei zudem auf Pajares [3] und Schraw [4] verwiesen.

Schraw (2001) benennt vier Bereiche, in denen unterschiedliche Ansichten über *epistemologische Beliefs* vertreten werden: die verschiedenen Dimensionen von *Beliefs*, dem Zusammenhang zwischen den Dimensionen, die Entwicklung der *Beliefs* und die Erhebung von *Beliefs* [4]. Aber auch die Frage, ob *Beliefs* sich auf einen speziellen Kontext beziehen oder allgemeingültig sind, ist umstritten. Exemplarisch seien Schommer und Walker [5] genannt, die der Frage nachgehen, ob die epistemologischen *Beliefs* eines Individuums über verschiedene inhaltliche Bereiche (z. B. Mathematik und Sozialwissenschaft) ähnlich sind ([5], S. 424).

Hofer und Pintrich [6] vertreten die Ansicht, dass die individuellen *Beliefs* über „knowledge and knowing“ in „personal theories“ angeordnet seien. Die „personal theories“ lassen sich symbolisch durch ein individuelles Netz zusammenhängender und miteinander verknüpfter Aussagen (analog zur Struktur von Theorien in den Wissenschaften; [6], S.

117) darstellen. Sie sehen in dieser Darstellung einen guten Kompromiss zwischen den „Modellen mit unabhängigen Dimensionen“ und den „Entwicklungs- und Stufenmodellen“ ([6], S. 117).

Im vorliegenden Artikel wird von einer Struktur der *Beliefs*, wie sie Hofer und Pintrich [6] beschreiben, ausgegangen. *Beliefs* werden dabei nach Schoenfeld [7] als “mental constructs that represent the codification of people’s experiences and understandings” verstanden und können auf Personen, Themen, Fachgebiete, etc. bezogen sein.¹

2. Relevanz der Entwicklung adäquater *Beliefs*

Die *Beliefs*, die Schülerinnen und Schüler im Laufe ihrer Schullaufbahn in Hinblick auf die Physik entwickeln, wirken sich auf ihr eigenes Verständnis von der Physik und auf ihren Umgang mit physikalischen Fragestellungen aus. So konnten Songer und Linn [11] beispielsweise zeigen, dass das Lernen der Schülerinnen und Schüler, die Wissenschaft (im Original: *science*) als dynamischen Prozess auffassen, durch diese Auffassung geprägt wird ([11], S. 772). Zum anderen entwickelten diese Schülerinnen und Schüler – im Rahmen der vorgestellten Studie –

¹Diese allgemeine Definition umfasst damit auch die Dimensionen der epistemologischen *Beliefs*, also „individuelle subjektive Ansichten, Auffassungen und Theorien über die Genese, Ontologie, Bedeutung, Rechtfertigung und Gültigkeit von Wissen in den Wissenschaften“ ([8], S.160) und der wissenschaftstheoretischen domänenspezifischen epist. *Beliefs* wie die Vorstellungen über die „Natur der Naturwissenschaften“ (*Nature of Science*; vgl. z. B. [9], [10]).

eher ein konzeptuelles Verständnis der Thermodynamik ([11], S. 775).

Stathoupoulou und Vosniadou [12] untersuchten den Zusammenhang zwischen physikbezogenen epistemologischen Beliefs und dem Physikverständnis. Sie konnten zeigen, dass nur Schülerinnen und Schüler mit "high epistemological sophistication" hohe Punktzahlen beim „Force and Motion Conceptual Evaluation“ (FCME) Test, der das konzeptuelle Verständnis der Newtonschen Mechanik abfragt, erreichen.

Urhahne und Hopf [13] untersuchten den Zusammenhang von epistemologischen Beliefs und Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien bei Schülerinnen und Schülern. „Höher entwickelte epistemologische Überzeugungen stehen in einem positiven Zusammenhang mit Leistungsmotivation und den fachspezifischen Selbstkonzepten in Biologie und Physik“. „Eine stärkere Überzeugung von der Sicherheit des Wissens verbindet sich mit der Bevorzugung von einfachen Memorierstrategien“ [13].

Diese Befunde unterstreichen den von Hofer ([14], S. 372) im Modell zum Einfluss epistemologischer Theorien auf das schulische Lernen (im Original: *classroom learning*) beschriebenen Einfluss der epistemologischen Theorien der Schülerinnen und Schüler auf ihre Motivation und ihre Auswahl an Lernstrategien. Für das Fach Physik ist es somit auch eine wesentlich Aufgabe, den Lernenden adäquate Beliefs zu vermitteln. Die Entwicklung adäquater physikbezogener Beliefs wird in Form von gesellschaftlichen, kulturellen und historischen Aspekten, Methoden der Physik, dem Erkenntnisgewinn und den Zielen der Naturwissenschaften auch in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Physik gefordert ([15], S. 6).

Aus Hofers Modell lässt sich zudem eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung adäquater Beliefs entnehmen: Die epistemologischen Theorien der Lehrerinnen und Lehrer, die durch ihre „Classroom tasks and pedagogical practices“ (in der Übersetzung nach Urhahne: Unterrichtstätigkeit und pädagogisches Handeln; [16], S. 191) die Beliefs der Schülerinnen und Schüler beeinflussen. Um als Lehrender adäquate Beliefs vermitteln zu können, ist somit für „die Ausbildung von Physiklehrerinnen und -lehrern [...] die Entwicklung angemessener Vorstellungen über die [Natur der Naturwissenschaften] NdN ein zentrales Anliegen“ ([17], S. 2).

„Das Studium der Fachwissenschaften zu den gewählten Unterrichtsfächern macht den Hauptteil, das Kernstück des Studiums, aus“ [18]. Insbesondere in diesem Bereich des Studiums sollte also angesetzt werden, um die Entwicklung angemessener Beliefs der Lehramtsstudierenden zu fördern. Dies steht in Einklang mit der von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) in ihren „Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik“ geforderten Einführung eines Studiums „sui generis“, um ein

eigenes auf die Anforderungen des Lehramts optimiertes Studium gestalten zu können [19].

In dem von der Deutschen Telekom Stiftung geförderten Projekt „MINT-Lehrerbildung neu denken“ werden an der Freien Universität Berlin im Rahmen eines Teilprojektes zur Verbesserung der Studieneingangsphase daher Vorlesungen zur Experimentalphysik speziell für Lehramtsstudierende neu konzipiert. Um hier die Entwicklung angemessener Beliefs in die Lehrerausbildung integrieren zu können, stellen sich insbesondere die Fragen, wie Beliefs weiterentwickelt und welche Interventionsmaßnahmen dafür eingesetzt werden können.

3. Entwicklung und Veränderung von Beliefs

Aufbauend auf dem Stufenmodell von Perry [20] wurden verschiedene Modelle zur Entwicklung von Beliefs ausgearbeitet. Eine Übersicht findet sich beispielsweise in [14].

Das in Abbildung 1 dargestellte „Integrative Personal Epistemology Model“ von Bendixen und Rule [1] stellt den Prozess und die Bedingungsfaktoren einer Weiterentwicklung von „Current Beliefs“ zu „Advanced Beliefs“ dar.

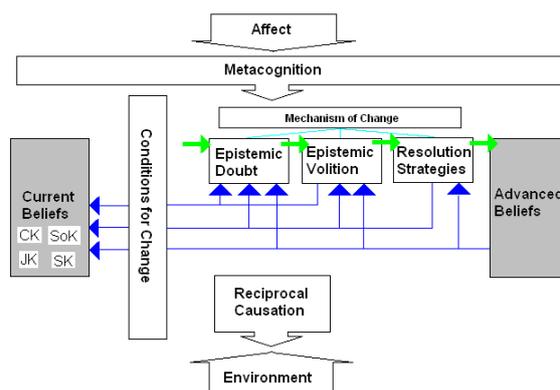


Abbildung 1: Integrative Personal Epistemology Model nach Bendixen und Rule [1].

Der Veränderungsmechanismus besteht in diesem Modell aus den drei in wechselseitiger Beziehung miteinander stehenden Komponenten *epistemischer Zweifel*, *epistemischer Wille* und *Lösungsstrategien*. Die Verknüpfung der Komponenten ist im Modell sowohl linear als auch hierarchisch geordnet [1]. Um Beliefs weiterzuentwickeln ist der Zweifel die Grundvoraussetzung, aus dem ein Wille zur Veränderung entwickelt werden kann. Ohne geeignete Strategien wie Reflektion und soziale Interaktion [1] würde es jedoch nicht zu einer Veränderung der Beliefs kommen.

Neben der Weiterentwicklung von Beliefs kann epistemischer Zweifel, wie im „Process Model of Epistemic Belief Change“ von Bendixen [21] dargestellt, auch zu einer Verstärkung der ursprünglichen Beliefs führen.

Dissonanz und persönliche Relevanz werden als zwei potentielle Konditionen für ein Durchlaufen des Veränderungsmechanismus angeführt. Umwelt-

bezogene Einflüsse können laut Bendixen und Rule jeden Aspekt des Modells beeinflussen. Als zwei Einflussfaktoren benennen Sie „peers“ und kognitive Fähigkeiten [1].

Die „Current Beliefs“ werden von Bendixen und Rule als multidimensional angesehen. Sie werden in die vier Dimensionen „Certainty of Knowledge“ (CK), „Simplicity of Knowledge“ (SK), „Justification of Knowledge“ (JK) und „Source of Knowledge“ (SoK) unterteilt ([1], S. 73; s. Abb. 1).

Die Weiterentwicklung von „Current Beliefs“ zu „Advanced Beliefs“ steht in Einklang mit den Stufenmodellen von Baxter Magolda [22], King und Kitchener [23] und Perry [20]. Die Bedingungen des „Conceptual Change Model“s [24] können unter den „conditions for change“ subsumiert werden. Speziell der epistemische Zweifel (im Original: *epistemic doubt*) kann der Bedingung Unzufriedenheit im „Conceptual Change Model“ zugeordnet werden. Das „Conceptual Change Model“ steht jedoch in der Kritik ein „Cold Conceptual Change Model“ zu sein, da bspw. Selbstwirksamkeitserwartungen in diesem Modell nicht beachtet werden [25]. Bendixen und Rule nehmen diese Kritik auf, indem sie den Affekt in ihr Modell integrieren.

Durch Interventionen sollen gezielt einzelne Aspekte der Beliefs angesprochen und weiterentwickelt werden. Ob sich diese Aspekte dabei gemeinsam oder unabhängig voneinander entwickeln, ist zweitrangig. Für die Erfassung der „Current Beliefs“ ist es jedoch wichtig, sehr detailliert die physikbezogenen und die (professionsorientierten) persönlichen Aspekte zu untersuchen, um so ein umfassendes Bild der Beliefs erfassen zu können.

4. Interventionsmaßnahmen

Im Rahmen des hier vorgestellten Projektes sollen gezielt Interventionen eingesetzt werden, die den im Modell von Bendixen und Rule [1] beschriebenen Prozess fördern. Bromme und Kienhus [26] konnten durch eine Zusammenfassung mehrerer Studien zeigen, dass „die Veränderung Epistemologischer Überzeugungen durch Interventionen gefördert werden kann“ ([26], S. 199). Diese können dabei auf zwei Ebenen ansetzen. Als Interventionen auf der „Makro-Ebene“ wurden, wie beispielsweise in [17] beschrieben, Projektseminare in die universitäre Ausbildung der Lehramtsstudierenden integriert.

Daneben gibt es die Möglichkeit, Interventionen auf der „Mikro-Ebene“ durchzuführen, die unter anderem durch einzelne Aufgaben oder besondere Textformate umgesetzt werden können. Guzetti, Snyder, Glass und Gamas (1993) stellten Studien zusammen, die Strategien in der Förderung des „conceptual change“ darstellen [27]. Diese Studien zeichnen sich dadurch aus, dass sie größtenteils an älteren Lernenden („30% used secondary students; 29% used undergraduates“) durchgeführt wurden ([27], S. 135). Dort vorgestellte Interventionsmöglichkeiten

sind unter anderem „refutational text“, „concept map“, „bridging analogies“ und „paradigm problems“ ([27], S. 136), womit Probleme gemeint sind, die typische Fehlvorstellung zu einem Thema hervorrufen und herausfordern ([27], S. 138). In einer Cluster-Analyse werden „learning cycle“, „bridging analogies“ und „conceptual conflict“ ([27], S. 145 ff.) als beeinflussend für den „conceptual change“ herauskristallisiert ([27], S. 145).

Eine weitere Art der Interventionen stellt der Einsatz speziell auf die Lehrerausbildung zugeschnittener „critical incidents“ dar (vgl. z. B. [28]). Diese Interventionsmöglichkeit ist auf die von Flanagan [29] entwickelte „Critical Incident Technique“ zurückzuführen. Als „incidents“ werden dabei beobachtbare menschliche Aktivitäten bezeichnet, die so weit in sich selbst geschlossen sind, dass sie Folgerungen und Vorhersagen über die Handlungen der Person zulassen ([29], S. 1). „Critical“ ist das Ereignis dann, wenn der Zweck oder das Ziel der Handlung für den Beobachter ausreichend klar ist und die Konsequenzen der Handlungen ausreichend bestimmt sind (sie wenig Zweifel über die Effekte des Handelns zulassen) ([29], S.1). Im Rahmen dieser „critical incidents“ lassen sich somit spezielle Ereignisse und die damit verbundenen Verhaltensweisen beschreiben. Diese können dann auf ein bestimmtes Ziel bezogen mit zielführendem (erfolgreichem) oder nicht zielführendem (nicht erfolgreichem) Verhalten abgeglichen werden. Ein Beispiel ist der Umgang mit einem missglückten Experiment im Unterricht.

5. Aktueller Forschungsstand

Aktuelle Studien zum Thema Beliefs beziehen sich auf verschiedene Alterklassen, vom Kindergarten bis hin zur Universität, und auf fach- oder themenspezifische Aspekte. Die fachbezogenen Studien reichen von der Erforschung allgemeiner Beliefs über die Naturwissenschaften bis hin zu Beliefs über die Physik (speziell zur Erkenntnisgewinnung). Themenspezifisch werden z. B. Beliefs über das Lernen ermittelt.

Zur Untersuchung von Beliefs kann auf Testinstrumente zurückgegriffen werden, die sich auf die Erhebung naturwissenschaftlicher (speziell physikbezogener) Beliefs von Studierenden sowie Schülerinnen und Schülern der Oberstufe beziehen. Einige Testverfahren sind bereits übersetzt und auch im deutschsprachigen Raum eingesetzt worden. Eine Übersicht über deutschsprachige Testverfahren zur Erhebung epistemologischer Beliefs gibt [8].

5.1 Testverfahren zur Erhebung von Beliefs

Beliefs werden häufig mit Hilfe von multiple-choice Fragebögen erhoben. Daneben finden sich Fragebögen mit offenem Antwortformat und Kombinationen aus beidem. Bei einigen Verfahren wird das sogenannte „Contrasting Alternatives Design“ (vgl. z. B. [30]) genutzt. Dabei werden zwei gegensätzliche Antwortmöglichkeiten gegeben, zu denen der Be-

fragte auf einer mehrstufigen Skala den Grad seiner Zustimmung zu einer der Antworten kennzeichnen soll [30]. Auch halb-offene oder offene Interviews werden verwendet.

5.1 Beliefs von Schülerinnen und Schülern

Die Beliefs von Schülerinnen und Schülern wurden in einer Vielzahl an Studien bereits untersucht. Aus einer Darstellung des internationalen Forschungsstands von Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften folgert Höttecke (2001): „Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Vorstellungen, die sich Schüler und Schülerinnen von der Natur der Naturwissenschaften machen, als unzureichend und nicht adäquat bezeichnet werden müssen“ ([9], S. 20).

Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt Priemer (2003), der feststellt, dass „sich die Vorstellungen, die Schüler im traditionellen naturwissenschaftlichen Unterricht entwickeln – so vielfältig diese auch sein mögen –, nicht mit denen von Naturwissenschaftlern decken“ [31].

Für das geplante Vorhaben zur Reform der Studieneingangsphase im Lehramtsstudium Physik sind die Beliefs der Schülerinnen und Schüler, die in TIMSS/III erhoben wurden, besonders relevant, da sich dort Ergebnisse einer Befragung der Beliefs einer großen Stichprobe von Schülerinnen und Schülern in der Schulabschlussphase finden. Die in dieser Studie befragten Probanden kennzeichnet dabei ein „in der internationalen Forschungsliteratur“ als „traditionell-empiristisches“ bezeichnetes Wissenschaftsbild ([32], S. 267). Als ein solches Wissenschaftsbild „lässt sich eine weitgehend geteilte Grundvorstellung identifizieren, in der sich die ontologische Überzeugung einer allmählichen Entdeckung des Bauplans des Universums mit der Vorstellung vom Systemcharakter physikalischen Wissens verbindet. Danach existieren in der Natur physikalische Gesetze, die von den Physikern Schritt für Schritt entdeckt werden. Physikalische Theorien systematisieren menschliche Erfahrungen, die vor allem im Experiment gemacht werden. Physik ist danach eine Leistung des Entdeckens“ ([32], S. 267).

5.2 Beliefs von Studierenden

Die Beliefs von Lehramtsstudierenden über Physik sind noch weitgehend unerforscht.

Höttecke und Rieß rekonstruierten in einem Seminar (im Lehramtsstudium) explorativ „Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften“ [17]. Neben „Zielen der Naturwissenschaft“ untersuchten sie im Detail die „Ontologie“, die „Vorstellungen vom Experiment und von naturwissenschaftlichen Methoden“, die „Dynamik der Naturwissenschaften: Bedeutung sozialer, kultureller, gesellschaftlicher und subjektiver Aspekte“ und die „Bedeutungen wissenschaftstheoretischer Begriffe (Theorie, Gesetz)“ [17]. Die zehn Proban-

den zeichneten sich in der Pre-Studie dadurch aus, dass sie keine Erfahrungen mit tatsächlicher Forschung und den entsprechenden Objektbereichen hatten, so dass sie diesbezüglich die Ziele des naturwissenschaftlichen Arbeitens nicht benennen konnten ([17], S. 4). Insgesamt waren Defizite im Rahmen mehrerer Zieldimensionen der Naturwissenschaften (wie z. B. dem „Aspekt der Naturwissenschaft als Prozess des Problemlösens“; [17], S. 5) auszumachen. Auch über die Begriffe Theorie und Gesetz wurden kaum adäquate, sondern eher alltags-sprachliche Vorstellungen geäußert ([17], S. 11). Höttecke und Rieß folgerten daraus, dass „diese auch in der Schulphysik bedeutsamen und häufig verwendeten Begriffe im Physikstudium einer wissenschaftstheoretischen Erläuterung bedürfen“ ([17], S. 11).

Auf internationaler Ebene (mit Schwerpunkt im angloamerikanischen Raum) sind bereits mehrere Studien über Beliefs von Physikstudierenden (meist ohne Betrachtung angehender Lehrerinnen und Lehrern) in der Studieneingangsphase durchgeführt worden. Diese Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass in den (Einführungs-) Kursen der Universität die Beliefs über Physik und die Erwartungen der Studierenden an den Kurs die Arbeit im und für den Kurs beeinflussen [33], [34]. Lising und Elby [35] untersuchen anhand eines Fallbeispiels eines Studierenden in einem einführenden Physikkurs sehr detailliert den Einfluss der Epistemologie auf das Lernen.

Im Rahmen des VASM ordnen Ibrahim, Buffler und Lubben [36] „freshman“ Physikstudierende entsprechend ihren Beliefs vier NOS-Profilen („Modelers“, „Experimenters“, „Examiners“ und „Discoverers“) zu.

6. Erste Befragung

Um Experimentalphysik-Vorlesungen unter Berücksichtigung der Entwicklung adäquater Beliefs speziell für angehende Lehrerinnen und Lehrer gestalten zu können, stellt sich die Frage, welche Beliefs die Studierenden über das Fach Physik (und deren Teilgebiete), den Erkenntnisgewinn in der Physik und die Struktur des physikalischen Wissens mitbringen.

Durch einen Vergleich verschiedener Testinstrumente (z. B. [10], [12], [31], [33], [36], [37]) lassen sich diesbezüglich folgende fachbezogene Dimensionen identifizieren: *Statik und Dynamik des Wissens, Absolutes Wissen, Konzeptuelles Verständnis, Faktenwissen, Modellcharakter des Wissens, Lösen physikalischer Aufgaben, Mathematik-Zusammenhang, Struktur der Wissenserlangung, Abgrenzung zu anderen Fächern und wissenschaftstheoretische Aspekte.*

Neben den fachbezogenen sind fachunabhängige Beliefs über das Lehren und Lernen und über sich selbst als angehende(r) Lehrer/in besonders relevant. Damit einher geht die Frage, wie ein speziell für die

Lehramtsstudierenden ausgelegtes Studium in Abgrenzung zum reinen Fachstudium gestaltet werden sollte, um auch ein „fachliches (professionsorientiertes) Selbstbewusstsein“ zu fördern (s.o.). Dazu ist es nötig, dieses zu definieren, die Entwicklung dahin zu dokumentieren und Interventionen zur gezielten Beeinflussung aufzuzeigen.

Das neu zu entwickelnde Testinstrument sollte daher zum einen physikspezifische Beliefs und zum anderen Beliefs über die eigene Person als angehende(r) Lehrer/in erfassen.

6.1 Vorläufiges Testinstrument

Das vorläufige Testinstrument soll einen Überblick über die fachbezogenen Beliefs der Studierenden bezogen auf wissenschaftstheoretische Grundbegriffe, den Erkenntnisgewinn und die Struktur physikalischen Wissens verschaffen. Angelehnt an McComas [38], Priemer [31] und Törner und Grigutsch [39] werden 24 Items zu den Beliefs über die Fachwissenschaft Physik erhoben.

Daneben enthält der Fragebogen zehn Items, die die Vorerfahrungen mit Physikunterricht untersuchen (Bsp.: „Der Unterricht ist durch viele Schülerexperimente geprägt gewesen.“) und 16 Items, die die Ansichten zum Lehren von Physik (Bsp.: „Die Mathematik ist ein Hilfsmittel für die Physik.“) betreffen.

Für die Erfassung des „fachlichen Selbstbewusstseins“ werden die Selbstwirksamkeitserwartungen an sich als angehender Lehrer (mit den von Schwarzer und Jerusalem entwickelten Skalen [40]) und Motivation und Studieninteresse (nach Skalen von Schiefele [41]) erhoben.

Zu Beginn des Semesters und am Semesterende haben die Studierenden darüber hinaus das „Force Concept Inventory“ (von Hestenes, Wells und Schwachhammer in der deutschen Übersetzung von Schecker und Gerdes [42]) bearbeitet, das neben der Klausur und den Übungsaufgaben als weiterer Indikator für das (konzeptuelle) Verständnis der Mechanik und dessen Weiterentwicklung genutzt werden kann.

6.2 Erste deskriptive Befunde

Am Ende des ersten Semesters wurden $N = 26$ Erstsemesterstudierende der Freien Universität Berlin im Bachelor mit Lehramtsoption befragt.

Die Vorerfahrungen mit Physikunterricht unterscheiden sich bei den Studierenden hinsichtlich der Häufigkeit, der Art und dem Ziel der im Unterricht durchgeführten Experimente.

Das Item „Unterschiedliche Fachgebiete (z. B. Mechanik, Elektrizitätslehre) haben unterschiedliches Interesse bei mir hervorgerufen.“ wird von sechs Studierenden verneint.

Vier Studierende geben an, den eigenen Unterricht später gerne so gestalten zu wollen, wie sie ihn selbst in der Schule erlebt haben.

Hinsichtlich des Bildes über die Fachwissenschaft Physik ist festzustellen, dass die Studierenden speziell bei folgenden Items sehr unterschiedlicher Ansicht sind:

- „Aus Theorien lassen sich Hypothesen ableiten.“
- „Hypothesen aufstellen gleicht einem gut begründeten Raten.“
- „Gesetze und Theorien dienen unterschiedlichen Zwecken.“

Hinsichtlich des „fachlichen (professionsbezogenen) Selbstbewusstseins“ ist festzustellen, dass die Studierenden meist hohe Selbstwirksamkeitserwartungen haben.

Die Studienwahl ist durch einen eher extrinsischen motivationalen Charakter gekennzeichnet.

Zudem haben die Studierenden der Stichprobe ein unterschiedliches Bild vom Lehren von Physik. Besonders starke Abweichungen sind im Item „In der Schule sollte man jenes Bild von Physik, wie es in der Wissenschaft existiert, kennen lernen.“ zu verzeichnen.

Ein weitgehender Konsens besteht hinsichtlich der Relevanz von Schülerversuchen im Unterricht und der Auffassung von Mathematik als ein Hilfsmittel für die Physik.

21 Studierende stimmen dem Item „Die Begeisterung für das Fach Physik ist stark lehrerabhängig.“ zu. Bei den Vorerfahrungen im Physikunterricht geben 11 Studierende an, dass ihr eigenes Interesse an Physik lehrerabhängig gewesen sei.

7. Ausblick

Die ersten deskriptiven Befunde zeigen, dass eine Vielzahl der Studierenden bei Items, die sich auf den Erkenntnisgewinn oder allgemeiner auf die Wissenschaftstheorie (speziell auf den Zusammenhang zwischen Hypothese, Gesetz und Theorie) beziehen, Schwierigkeiten bei der Beantwortung haben.

Das Fragebogeninstrument soll daher dahin gehend weiterentwickelt werden, dass in diesem Bereich der fachbezogenen Beliefs detailliertere Informationen erhoben werden können. Dazu werden zum einen die wissenschaftstheoretische Literatur und zum anderen Studien, die zu einzelnen Aspekten der Beliefs einen Konsens anstreben (vgl. z. B. [43]), herangezogen. Das erweiterte und modifizierte Fragebogeninstrument soll einem Experten- und einem Novizentest unterzogen werden, um das Instrument und die darin abgefragten Aspekte zu überprüfen. Aus der Expertenbefragung soll gleichzeitig ein Expertenstandard herausgearbeitet werden.

Auch auf der personenbezogenen Ebene der Beliefs soll die Erhebung erweitert werden um Skalen, die

die epistemische Neugier und die Beliefs über das Lernen erheben.

Als Interventionsmaßnahmen für die Experimentalphysik-Vorlesung sollen in einem nächsten Schritt im Rahmen der Tutorien gezielt Präsenzübungsphasen und Self-assessments durchgeführt werden. Diese dienen zum einen der gemeinsamen, vertieften Diskussion ausgewählter Inhalte und zum anderen einer regelmäßigen Rückmeldung über das Verständnis der grundlegenden Inhalte der Vorlesung. Dabei werden unter anderem Aufgaben eingesetzt, in denen Beliefs (z. B. über die Struktur des Wissens) hinterfragt werden und die ein konzeptuelles Verständnis der Physik fördern.

8. Literatur

- [1] Bendixen, Lisa; Rule, Deanna (2004): An Integrative Approach to Personal Epistemology: A Guiding Model. In: *Educational Psychologist*, 39, 1, 69-80
- [2] Furinghetti, Fulvia; Pehkonen, Erkki (2002): Rethinking Characterizations of Beliefs. In: Leder, Gilah; Pehkonen, Erkki; Törner, Günter (Hrsg.): *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?*, Kluwer, Dordrecht/Boston/London, 39-57
- [3] Pajares, Frank (1992): Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. In: *Review of Educational Research*, 62, 3, 307-332
- [4] Schraw, Gregory (2001): Current Themes and Future Direction in Epistemological Research: A Commentary. In: *Educational Psychology Review*, 13, 4, 451-463
- [5] Schommer, Marlene; Walker, Kiersten (1995): Are Epistemological Beliefs Similar Across Domains? In: *Journal of Educational Psychology*, 87, 3, 424-432
- [6] Hofer, Barbara; Pintrich, Paul (1997): The Development of Epistemological Theories: Beliefs About Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning. In: *Review of Educational Research*, 67, 1, 88-140
- [7] Schoenfeld, Alan (1998): Toward a theory of teaching-in-context. In: *Issues in Education*, 4, 1, 1-94
- [8] Priemer, Burkhard (2006): Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 1, 159-175
- [9] Höttecke, Dietmar (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; 7, 1, 7-23
- [10] Lederman, Norm; Abd-El-Khalick, Fouad; Bell, Randy; Schwartz, Renée (2002): Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 6, 497-521
- [11] Songer, Nancy; Linn, Marcia (1991): How Do Students' Views of Science Influence Knowledge Integration? In: *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 9, 761-784
- [12] Stathopoulou, Christina; Vosniadou, Stella (2007): Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. In: *Contemporary Educational Psychology*, 32, 1, 255-281
- [13] Urhahne, Detlef; Hopf, Martin (2004): Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 1, 71-87
- [14] Hofer, Barbara (2001): Personal Epistemology Research: Implications for Learning and Teaching. In: *Journal of Educational Psychology Review*, 13, 4, 353-383
- [15] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2004): *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. URL: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf Stand (5/2011)
- [16] Urhahne, Detlef (2006): Die Bedeutung domänenspezifischer epistemologischer Überzeugungen für Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien von Studierenden. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20, 3, 189-198
- [17] Höttecke, Dietmar; Rieß, Falk (2007): Rekonstruktion der Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften – eine explorative Studie. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 6, 1, 1-14
- [18] Merzyn, Gottfried (2004): *Lehrerbildung – Bilanz und Reformbedarf*, Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler
- [19] Deutsche Physikalische Gesellschaft (Hrsg.) (2006): *Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik*. URL: http://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie_2006.pdf Stand (5/2011)
- [20] Perry, William (1968): Patterns of Development in Thought and Values of Students in a Liberal Arts College. URL: <http://eric.ed.gov/PDFS/ED024315.pdf> (Stand 5/2011)
- [21] Bendixen, Lisa (2002): A Process Model of Epistemic Belief Change. In: Hofer, Barbara; Pintrich, Paul (Hrsg.): *Personal Epistemology*, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 191-208
- [22] Baxter Magolda, Marcia (2002): Epistemological Reflection: The Evolution of Epistemological Assumptions from Age 18 to 30. In: Hofer, Barbara; Pintrich, Paul (Hrsg.): *Personal Epistemology*, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 191-208

- temology, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 89-102
- [23] King, Patricia; Kitchener, Karen (2002): The Reflective Judgment Model: Twenty Years of Research on Epistemic Cognition. In: Hofer, Barbara; Pintrich, Paul (Hrsg.): Personal Epistemology, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 37-61
- [24] Posner, George; Strike, Kenneth; Hewson, Peter, Gertzog, William (1982): Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. In: Science Education, 66, 2, 211-227
- [25] Pintrich, Paul; Marx, Ronald; Boyle, Robert (1993): Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. In: Review of Educational Research, 63, 2, 167-199
- [26] Bromme, Rainer; Kienhus, Dorothe (2007): Epistemologische Überzeugungen: Was wir von (natur-)wissenschaftlichem Wissen erwarten können. In: Zumbach, Jörg; Mandl, Heinz (Hrsg.): Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis. Ein fallbasiertes Lehrbuch, Hofgreffe, Göttingen, 193-201
- [27] Guzzetti, Barbara; Snyder, Tonja; Glass, Gene; Gamas, Warren (1993): Promoting Conceptual Change in Science: A Comparative Meta-Analysis of Instructional Interventions from Reading Education and Science Education. In: Reading Research Quarterly, 28, 2, 116-159
- [28] Tripp, David (1993): Critical Incidents in Teaching, Routledge, Ney York
- [29] Flanagan, John (1954): The Critical Incident Technique. In: Psychological Bulletin, 51, 4
- [30] Halloun, Ibrahim; Hestenes, David (1998): Interpreting VASS Dimensions and Profiles for Physics Students. In: Science & Education, 7, 6, 553-577
- [31] Priemer, Burkhard (2003): Ein diagnostischer Test zu Schüleransichten über Physik und Lernen von Physik – eine deutsche Version des Tests „Views About Science Survey“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 9, 1, 160-178
- [32] Köller, Olaf; Baumert, Jürgen; Neubrand, Johanna (2000): Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In: Baumert, Jürgen; Bos, Wilfried & Lehmann, Rainer (Hrsg.): TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Band 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe, Leske + Budrich, Opladen, 229-270
- [33] Redish, Edward; Saul, Jeffery; Steinberg, Richard (1998): Student Expectations in Introductory Physics. In: American Journal of Physics, 66, 3, 212-224
- [34] Hammer, David (1994): Epistemological Beliefs in Introductory Physics. In: Cognition and Instruction, 12, 2, 151-183
- [35] Lising, Laura; Elby, Andrew (2005): The impact of epistemology on learning. A case study from introductory physics. In: American Journal of Physics, 73, 4, 372-382
- [36] Ibrahim, Bashirah; Buffler, Andy; Lubben, Fred (2009): Profiles of Freshman Physics Students' Views on the Nature of Science. In: Journal of Research in Science Teaching, 46, 3, 248-264
- [37] Labudde, Peter (2000): Konstruktivismus in der Sekundarstufe II, Haupt, Bern/Wien
- [38] McComas, William (1998): The Nature of Science in Science Education, Kluwer, Dordrecht/Boston/London
- [39] Törner, Günter; Grigutsch, Stefan (1994): „Mathematische Weltbilder“ bei Studienanfängern – eine Erhebung. In: Journal für Mathematikdidaktik, 15, 3, 211-251
- [40] Schwarzer, Ralf; Jerusalem, Matthias (Hrsg.) (1999): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. URL: http://userpage.fu-berlin.de/~health/self/skalendoku_selbstwirksame_schulen.pdf Stand (5/2011)
- [41] Schiefele, Ulrich; Moschner, Barbara; Husstegge, Ralf (2002): Skalenhandbuch SMILE-Projekt. Nicht veröffentlichtes Manuskript, Universität Bielefeld (Abteilung für Psychologie), Bielefeld
- [42] Schecker, Horst; Gerdes, Jörn (1999): Der Force Concept Inventory. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 52, 5, 283-288
- [43] Osborne, Jonathan; Collins, Sue; Ratcliffe, mary; Millar, Robin; Duschl, Rick (2003): What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. In: Journal of Research in Science Teaching, 40, 7, 692-720