

Beliefs in der Studieneingangsphase Physik

Stephanie Strelow, Volkhard Nordmeier

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

Kurzfassung

Im folgenden Artikel werden die Ergebnisse eines Längsschnitts und eines Kohortenvergleichs hinsichtlich der fachbezogenen Beliefs von Lehramtstudierenden in der Studieneingangsphase dargestellt. Dazu werden zunächst die erhobenen Dimensionen und die Frage nach der Adäquatheit der Beliefs anhand des aktuellen Forschungsstandes für die einzelnen Dimensionen dargelegt. Es zeigt sich, dass es im angloamerikanischen Raum für den schulischen Bereich einen relativ gut etablierten Konsens für den Bereich der Natur der Naturwissenschaften (engl.: Nature of Science) gibt (vgl. z.B. [1]), wobei zu beachten ist, dass „Lerninhalte über die Natur der Naturwissenschaften [...] immer neu und immer vorläufig als naturwissenschaftsdidaktischer Konsens aus den Bezugswissenschaften [...] konzipiert werden“ müssen ([2], S. 3). Der Konsens aus dem angloamerikanischen Raum wird zunächst als Grundlage für die Auswertung der Ergebnisse der Studierenden zugrunde gelegt. Bei der Untersuchung der Beliefs der Studierenden zeigt sich, dass in Bezug auf diesen Konsens bereits einige Beliefs zu Beginn des Studiums als adäquat eingeschätzt werden können. Im Längsschnitt über die ersten drei Studiensemester bleiben die meisten Beliefs stabil in ihrer Ausprägung. Der Vergleich der Beliefs von zwei Kohorten zum Studienbeginn zeigt, dass in einigen Aspekten aber auch statistisch signifikante Unterschiede auftreten.

1. Einleitung

Beliefs spielen sowohl aus der Sicht der Lehrerverberufung als auch aus der lerntheoretischen Perspektive eine wichtige Rolle für die Ausbildung angehender LehrerInnen (vgl. bspw. [2], [3], [4]). In diesem Artikel werden Beliefs dabei (wie in [5] detailliert dargelegt) nach Schoenfeld [6] als “mental constructs that represent the codification of people’s experiences and understandings” verstanden und können auf Personen, Themen, Fachgebiete, etc. bezogen sein. Die Fragen, die sich aus der Perspektive der Lehrerbildung im Fach Physik stellen, sind:

- Welche Beliefs werden als adäquat angesehen?
- Welche Beliefs haben die Studierenden über das Fach Physik?
- Wie entwickeln sich diese Beliefs im Laufe des Studiums?
- Welche Möglichkeiten gibt es, die Entwicklung adäquater Beliefs zu fördern?

Die ersten drei Fragen werden im folgenden Artikel aufgegriffen und in Bezug auf Studienanfänger im Lehramtsstudium mit dem Fach Physik ausgewertet.

2. Adäquate Beliefs

2.1 Aktueller Forschungsstand: adäquate Beliefs

Es gibt verschiedene Bestrebungen, einen Konsens darüber zu finden, welche Beliefs über die Natur der Naturwissenschaften (NdN) als adäquat betrachtet werden können. Dabei gibt es zum einen die unterschiedlichen wissenschaftstheoretischen Positionen, bei denen in den einzelnen Strömungen sehr unterschiedliche Ansichten vertreten werden. Als ein erster allgemeiner Konsens lässt sich also festhalten, dass die Ansichten darüber, welche Beliefs als adäquat angesehen werden, unter Umständen sehr unterschiedlich sind (z.B. [7]). Auf der anderen Seite stehen die Bestrebungen auf der schulischen Ebene, die speziell für den angloamerikanischen Bereich einen Konsens anstreben. Dieser umfasst einen Konsens über die Inhalte, die für das Schulcurriculum als wichtig empfunden werden [8], und einen inhaltlichen Konsens für das K-12-Schul-Curriculum, in dem für die Lernenden als adäquat aufgefasste Beliefs identifiziert werden.

Im Rahmen der Bestimmung des inhaltlichen Konsenses für das K12-Curriculum haben McComas und Olson acht internationale curriculare Standards abgeglichen und so NdN-Aspekte identifiziert, die in allen Standards enthalten sind [9]. Die verglichenen Dokumente stammen jedoch alle aus dem englischsprachigen Raum; die Hälfte aus den USA. Der so

gefundene Konsens betont, dass die SchülerInnen in der Schulausbildung nicht zu Philosophen oder Wissenschaftshistorikern werden sollen [10], sondern dass generell akzeptierte Ideen über die Natur der Naturwissenschaften im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts vermittelt werden sollen. Die Bestrebungen, generell akzeptierte, für den Unterricht relevante Aspekte zu identifizieren, kann in der oben dargelegten Form als Herauskristallisierung eines Minimalkonsenses betrachtet werden. So werden in den Studien Aussagen artikuliert, die relativ allgemeingültig formuliert sind und damit gleichzeitig Raum für Interpretationen lassen ([7], S. 162).

Aus diesem Grund werden nun die erhobenen Themenbereiche vorgestellt und die entsprechenden Positionen diskutiert.

2.2 Erhobene inhaltliche Aspekte der Befragung

Die Befragung fand im Rahmen der Experimentalphysik-Vorlesung statt, die speziell für Lehramtsstudierende konzipiert wurde (vgl. [5]). Zunächst sollte festgestellt werden, mit welchen Beliefs die Studierenden aus der Schule an die Hochschule kommen (und wie sie sich dann im Studium entwickeln) (vgl. ebd.). Der Schwerpunkt der Erhebung der Beliefs über das Fach Physik (und deren Teilgebiete), über die Erkenntnisgewinnung in der Physik und über die Struktur des physikalischen Wissens umfasst auf die Physik bezogene NdN-Aspekte. Die beispielsweise nach der Definition in [2] auch in den NdN-Bereich fallenden wissenschaftsethischen, philosophischen oder kulturellen Aspekte wurden in der Befragung im Rahmen der Experimentalphysik nicht mit erfasst. Daraus ergibt sich die Auswahl fachbezogener physikalischer Aspekte des absoluten Wissens, der physikalischen Methodik, der Theoriegeleitetheit, des Auftretens von Messfehlern und der Statik und Dynamik des Wissens, die im Rahmen der Studie erhoben wurden. Im Folgenden sollen zu diesen Aspekten jeweils das in der Studie zugrunde gelegte Verständnis und - wenn vorhanden - der Konsens bezüglich des Aspekts dargestellt werden.

Die Frage nach dem *absoluten Wissen* beschäftigt sich damit, in wie weit die Studierenden der Ansicht sind, dass es irgendwann möglich sein wird, im Bereich der Physik alle möglichen Erkenntnisse gewonnen zu haben. Bezüglich des absoluten Wissens wird als adäquat angesehen, dass die Naturwissenschaften (speziell die Physik) und deren Methoden nicht alle Fragen beantworten können [7], es also kein absolutes Wissen geben (können) wird [8],[11].

Die Frage nach der *physikalischen Methodik* zielt auf die Ansichten der Studierenden hinsichtlich der Existenz *einer* physikalischen Methode ab. Ryan und Aikenhead [12] konnten in ihrer Studie (im angloamerikanischen Raum) beobachten, „dass

Schülerinnen und Schüler unter der Methode der Wissenschaft keine Methode verstehen, wie sie häufig in Schul- und Lehrbüchern als kochrezeptartige Abfolge von 5-7 Schritten beschrieben wird“ (nach [13]). Im Rahmen unserer Studie wurde erhoben, in wie weit Vorstellungen über ein rezeptartiges Vorgehen bei den Studienanfängern im Sinne „der“ naturwissenschaftliche Methode vertreten sind. Als adäquat wird angesehen, dass es „mittlerweile zum anerkannten Bestand des Wissens über die Natur der Naturwissenschaften [gehört], [...] dass es keine einheitliche Methode der Naturwissenschaften gibt“ (nach [13]).

Für den Aspekt der *Theoriegeleitetheit* physikalischer Erkenntnisgewinnung soll hier zunächst die Diskussion um diese Begrifflichkeit dargelegt werden, um im Anschluss die Nutzung der Begrifflichkeit in dieser Studie abzuleiten. Der Aspekt der Theoriegeleitetheit wird in der Forschung verschieden ausgelegt. Abd-El-Khalick beschreibt wissenschaftliches Wissen als „subjective (theory-laden)“ [10] und stellt somit einen Konsens auf einer ganz generellen Ebene dar. Es gibt verschiedene Interpretationen und detailliertere Auslegungen zu diesem allgemeinen Konsens. Lederman grenzt die in [10] synonym genutzten Begrifflichkeiten „subjective“ und „theory-laden“ stärker ab, indem er wissenschaftliches Wissen als „subjective and/or theory-laden“ [14] beschreibt. Diese beiden Begriffe werden hier nur teilweise synonym verwendet. Die Subjektivität wird dabei auf den geistigen Hintergrund eines oder mehrerer Wissenschaftler und die damit verbundene Beeinflussung der Forschung (in Hinblick auf die Auswahl der untersuchten Probleme und die Interpretation der Beobachtungen und Ergebnisse) bezogen. Hier verweist Lederman [14] auf Chalmers [15], der feststellt, dass Naturwissenschaft kaum mit neutralen Beobachtungen beginnt. Unter Theoriegeleitetheit wird nach dieser Auffassung verstanden, dass Beobachtungen und Forschung bedeutsam werden, motiviert sind und begleitet werden durch Fragen und Probleme, die ihrerseits aus einer theoretischen Perspektive abgeleitet worden sind.

In einem historischen Überblick stellen Abd-El-Khalick et al. [16] zudem fest, dass ab den 1980er Jahren Faktoren wie die theoriegeladene Natur der Beobachtungen in den Definitionen der Natur der Naturwissenschaften auftauchten, und er ergänzt, dass naturwissenschaftliche Aktivitäten „theory-driven“ [16] sind, in dem Sinne also durch die Theorie bedingt sind. Wird das Beobachten als eine naturwissenschaftliche Aktivität betrachtet, so gibt es für diese spezielle Aktivität den Konsens, dass Beobachtungen „theory-laden“ seien ([1] nach [9]; im deutschsprachigen Raum: „Theorie-geleitet“ [7] nach [9]). Experimentieren (als eine weitere naturwissenschaftliche Aktivität) wird auch als Teil der

„theory-laden inquiry“ aufgefasst ([17] nach [18] und [19]).

Unterschieden werden kann also hinsichtlich des subjektiven Hintergrunds des (der) Wissenschaftler oder hinsichtlich der theoretischen Hintergrundperspektive, die sie einnehmen. Der subjektive Hintergrund wird hier eher dem individuellen kulturellen Hintergrund zugeordnet, und damit Theoriegeleitetheit von der Subjektivität abgegrenzt. „Theory-laden“ wird wie oben dargelegt auf verschiedene naturwissenschaftliche Aktivitäten wie das Beobachten und das Experimentieren bezogen. Unter Berücksichtigung eben dargestellter Differenzierungen soll Beobachten in Bezug auf Theoriegeleitetheit hier so verstanden werden, dass Wissenschaft (speziell die Physik) nicht mit völlig neutralen Beobachtungen beginnt, sondern durch Vorwissen, (wissenschaftliche) Erfahrungen, vorangehende Recherche o.ä. geprägt ist. In der hier vorgestellten Studie wird der Aspekt der Theoriegeleitetheit speziell auf Experimente bezogen, da sie im Rahmen der Experimentalphysik-Vorlesungen durchgeführt wird und die Studierenden zusätzlich in der Studieneingangsphase an den Grundpraktika teilnehmen. (In der Studie wird von der Nicht-Theoriegeleitetheit von Experimenten als Aspekt gesprochen, damit die Items entsprechend gepolt werden können.)

Bezüglich des Experimentierens wird zudem nach dem Auftreten von *Messfehlern* und nach der *Eindeutigkeit in der Auswertung von Experimenten* gefragt. Als Konsens wird angesehen, dass generell Messunsicherheiten auftreten und dass es keine eindeutige Auswertung eines Experiments gibt. Auch nach einer Einschätzung hinsichtlich des Einflusses des Zufalls auf Messergebnisse wird gefragt. (Hier existiert unseres Wissens jedoch noch kein durch entsprechende Literatur belegbarer Konsens, so dass hier kein Abgleich stattfinden kann.)

Ein weiterer in der Studie befragter Aspekt ist die Frage nach der *Statik* bzw. *Dynamik des physikalischen Wissens*. Hier besteht ein allgemein gefasster Konsens, dass naturwissenschaftliches Wissen „tentative“ sei ([1] nach [9]; [8] nach [9]; [10]; [14]; [20] nach [16] und [21]; [22] nach [8] und [11]). Priemer übersetzt diesen Aspekt in dem Sinne, dass Wissen in den Naturwissenschaften nicht unveränderlich ist [7]. Urhahne und Hopf [3] formulieren diesen Aspekt so, dass „naturwissenschaftliches Wissen [...] nicht als absolute Wahrheit betrachtet werden darf“. In den meisten Studien wird neben der „tentativeness“ zugleich die Ansicht vertreten, dass naturwissenschaftliches Wissen trotzdem dauerhaft ([1] nach [9]; [3]; [22]) und auch zuverlässig ist ([1] nach [9]; [7]; [22]). Daher werden als Bezeichnungen dieses Aspekts neben dem meist gebrauchten Begriff „tentative“ von einigen Autoren „revisionary“ oder „subject to change“ bevorzugt [14]. Allerdings wird gerade die Bezeichnung „subject to change“ sowohl

synonym für [10] als auch ergänzend zu „tentative“ [14] genutzt. In der vorliegenden Studie wird unter dem Aspekt der Statik und Dynamik des Wissens verstanden, dass das Wissen zwar „tentative“ ist - im Sinne der deutschen Übersetzung „vorläufig“ - es also eine Veränderung im naturwissenschaftlichen Wissen geben kann. (Dies entspricht somit den englischsprachigen Bezeichnungen „subject to change“ und „revisionary“.) Gleichzeitig zu der Veränderbarkeit wird aber unter Statik und Dynamik des Wissens auch der Aspekt der relativen Dauerhaftigkeit aufgegriffen. Die mögliche Auslegung von „tentative“ als „provisorisch“ wird nicht geteilt, sondern die Zuverlässigkeit des Wissens wird in den Bereich der Statik und Dynamik aufgenommen. Hierbei wird in dieser Studie insbesondere zwischen Theorien und Gesetzen unterschieden.

3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragungen zu den genannten Aspekten (immer in Bezug auf den jeweiligen Konsens) ausgeführt. Die Zahlenwerte beziehen sich dabei auf eine sechs-stufige Likert-Skala. Sofern es einen Konsens bezüglich der Adäquatheit der Aspekte gibt, sind die Items so gepolt, dass kleine Werte dem in Abschnitt 2.2 dargestellten Konsens entsprechen. Die Ergebnisse werden bei einer Zustimmung zum Konsens in grün dargestellt; bei einem Widerspruch in rot. Ist keine Zuordnung zum oder gegen den bestehenden Konsens möglich, sind die Werte blau dargestellt. Bei drei Aspekten „Zufall“, „Relevanz der Mathematik“ und „Relevanz der Dokumentation“ findet sich in der Literatur kein Konsens. Diese Ergebnisse sind in der Tabelle in schwarz angegeben. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte und in Klammern die Standardabweichungen.

Untergliedert wird in die Ergebnisse eines Längsschnitts über drei Semester (vom Wintersemester 2011/12 an) und in den Kohortenvergleich der Studienanfänger des Wintersemesters 2011/12 mit denen des Wintersemesters 2012/13.

3.1 Längsschnitt WS 2011/12 bis WS 2012/13

Beim ersten Messzeitpunkt (Wintersemester 2011/12) konnten 26 Studierende befragt werden, 20 davon erneut beim zweiten Messzeitpunkt im zweiten Semester. Elf Studierenden (6m, 5w) nahmen zu allen drei Messzeitpunkten teil. Die folgende Tabelle 1 stellt die Ergebnisse dieser elf Studierenden über die ersten drei Semester dar. Im ersten Teil der Tabelle sind die Ergebnisse, die sich einem Konsens zuordnen lassen, dargestellt. Keiner der Mittelwerte widerspricht dem in 2.2 dargelegten Konsens. Die Aspekte „Eindeutigkeit der Auswertung“, „Auftreten von Messfehlern“ und „Absolutes Wissen“ lassen sich weder dem Konsens noch dessen Widerspruch zuordnen. Die Aspekte „Statik von Theorien“, „Die naturwissenschaftliche Methode“ und „Nicht-

theoriegeleitetes Experimentieren“ lassen sich dem oben dargelegten Konsens zuordnen.

Aspekt der Beliefs	t ₁ WS 11/12	t ₂ SoSe 12	t ₃ WS 12/13
Eindeutigkeit Auswertung	3,04 (0,81)	3,00 (0,54)	3,05 (0,64)
Statik Theorien	2,60 (0,66)	2,43 (0,61)	2,30 (0,79)
Die Naturwis. Methode	2,40 (0,84)	2,65 (0,67)	2,75 (0,64)
Auftreten Messfehler	2,95 (0,73)	2,87 (0,71)	3,03 (0,81)
Nicht-Theoriegeleitetes Exp.	2,80 (0,79)	2,50 (0,85)	2,75 (0,86)
Statik Gesetze*	3,80 (0,77)	2,93 (0,34)	3,57 (1,07)
Absolutes Wissen ^o	3,40 (0,56)	3,50 (0,82)	3,03 (0,60)
Relevanz Dokumentation	4,68 (0,47)	4,30 (1,16)	4,63 (0,48)
Relevanz Mathe	5,10 (0,56)	5,10 (0,61)	5,08 (0,66)
Zufall	3,67 (0,72)	4,07 (0,80)	3,77 (0,47)

^op = .06; *p < .05; Friedman-Test für verbundene Stichproben Entspricht dem Konsens
Keine Zuordnung möglich

Tab. 1: Darstellung der Mittelwerte (und Standardabweichungen) des Längsschnitts zu drei Messzeitpunkten t1-t3.

Um statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Erhebungszeitpunkten identifizieren zu können, wurde der Friedman-Test ([23], S. 573 ff.) für verbundene Stichproben genutzt. Statistisch signifikante Unterschiede gibt es beim Aspekt der „Statik der Gesetze“. Die Einstellung nimmt zum zweiten Semester um knapp eine Einheit im Mittelwert ab (und lässt sich damit als dem Konsens entsprechend einordnen), erreicht aber beim dritten Messzeitpunkt fast wieder den Ausgangswert. Eine tendenzielle Abnahme über alle drei Messzeitpunkte ist für den Aspekt „Absolutes Wissen“ zu verzeichnen. Hier nähern sich die Werte vom Beginn zum Ende der Studieneingangsphase dem Konsens an. Als besonders relevant wird die Mathematik für die Physik zu allen drei Studienzeitpunkten eingeschätzt. Die Dokumentation von (Forschungs-)Ergebnissen wird jeweils als eher relevant eingeschätzt, dem Einfluss des Zufalls beim Erkenntnisgewinn wird eher zugestimmt.

3.2 Kohortenvergleich WS 2011/12 u. WS 2012/13

Mit den im Längsschnitt erhobenen Skalen wurden auch die Studienanfänger im Wintersemester 2012/13 befragt. Auch diese Befragung wurde im Rahmen der Vorlesungen zur Experimentalphysik durchgeführt.

Für den Vergleich der beiden Kohorten werden nur die Studienanfänger betrachtet; also Studierende, die im ersten Fachsemester studieren und noch keine Vorerfahrungen hinsichtlich des Studiums haben (d.h. noch kein anderes Fach studiert haben und auch nicht das Experimentalphysik-Modul wiederholen). Von den 26 Studierenden, die im WS 2011/12 das Studium aufnahmen, wurden $N_1 = 20$ mit $N_2 = 22$ Studienanfänger der Kohorte des WS 2012/13 verglichen.

Zum Vergleich dieser voneinander unabhängigen Stichproben wurde ein t-Test durchgeführt. Dessen Voraussetzung für die Durchführung bei einer kleinen Stichprobe ($n < 30$) ist die Normalverteilungsannahme, die bei den jeweiligen Stichproben gegeben sein sollte ([24], S. 138). In Monte-Carlo-

Studien konnte jedoch gezeigt werden, dass der t-Test für unabhängige Stichproben robust reagiert, insbesondere, wenn wie hier gleichgroße Stichproben aus ähnlichen, möglichst eingipflig-symmetrisch verteilten Grundgesamtheiten verglichen werden (ebd., S. 138).

Aspekt der Beliefs	WS 11/12	WS 12/13	t-Wert
Eindeutigkeit Auswertung	3,05 (0,67)	2,70 (0,56)	
Statik Theorien	2,47 (0,71)	2,39 (0,55)	
Die Naturwis. Methode	2,53 (1,16)	2,45 (1,08)	
Auftreten Messfehler	3,05 (0,77)	2,85 (0,66)	
Nicht-Theoriegeleitetes Exp.	2,85 (1,03)	3,75 (0,86)	t = 3,10**
Statik Gesetze	3,75 (1,00)	2,89 (0,92)	t = 2,90**
Absolutes Wissen	3,45 (0,73)	3,15 (0,85)	
Relevanz Dokumentation	4,89 (0,55)	4,56 (0,60)	
Relevanz Mathe	5,17 (0,49)	5,00 (0,74)	
Zufall	4,07 (0,78)	3,30 (0,75)	t = 3,24**

*t-Test: $df = 40$; $N_1 = 20$; $N_2 = 22$; ** $p < .01$

Entspricht dem Konsens
Keine Zuordnung möglich

Tab. 2: Darstellung der Mittelwerte (und Standardabweichungen) des Vergleichs der Kohorten aus dem WS 2011/12 und WS 2012/13

Die Ergebnisse des t-Tests (Tab. 2) zeigen, dass sich die Beliefs der Studierenden beider Kohorten nur in den Bereichen „Nicht-Theoriegeleitetes Experimentieren“, „Statik von Gesetzen“ und „Zufall“ statistisch signifikant unterscheiden (vgl. Abb. 2). Die Studierenden der Kohorte des WS 2012/13 schätzen dabei (im Mittel) das Experimentieren als deutlich weniger durch theoretische Überlegungen geleitet ein als die vorige Kohorte. Dieses entspricht weniger dem in 2.2 dargelegten Konsens. Die im WS 2012/13 gestartete Kohorte nimmt Gesetze zudem als deutlich weniger veränderlicher wahr, als die vorige Kohorte und entspricht damit eher dem Konsens über diesen Aspekt. Als dritte statistisch signifikante Abweichung werden physikalische Erkenntnisse durch die Kohorte des WS 2012/13 als deutlich weniger durch Zufälle geprägt wahrgenommen. (Da es bezüglich der Zufallsprägung von Erkenntnissen keinen Konsens bezüglich der Adäquatheit gibt, wird an dieser Stelle keine Einordnung vorgenommen.)

4. Diskussion der Ergebnisse

4.1 Längsschnitt

Die Studie zeigt, dass viele der erhobenen Beliefs dem in Abschnitt 2 dargestellten Konsens entsprechen. Des Weiteren zeigt sich, dass es kaum Veränderung hinsichtlich der Beliefs im Befragungszeitraum über die ersten drei Physik-Studiensemester bei den befragten Studierenden gibt. Dies entspricht der Zusammenfassung der Forschungslage durch Pehkonen [25], dass die Entwicklung bzw. Veränderung von Beliefs ein langwieriger Prozess ist. Im universitären Kontext konnte Baxter Magolda [26] eine langfristige Veränderung der Beliefs zwischen dem Studienbeginn, dem Abschluss und dem Eintritt und Fortschritt im Berufsleben identifizieren. Speziell auf die fachbezogenen Beliefs der Physik bezo-

gen gibt es bei Studienanfängern jedoch noch keine echten Längsschnittstudien.

Dass zu Beginn des Studiums das absolute Wissen etwas stärker eingeschätzt wird, kann einer angenommenen „u-förmigen“ Entwicklung entsprechen, die in manchen Studien im Prozess der Zunahme von Sachwissen zunächst mit einer „Abkehr von jenen reflektierten und zugleich relativistischen Positionen, die in der Forschung zu Epistemologischen Überzeugungen als wünschenswert postuliert werden“, einhergeht ([27], S. 197). Von den Studienanfängern ist jedoch nicht bekannt, wie sehr sie durch die starke fachliche Fokussierung zu Studienbeginn ein solche Entwicklung durchleben. Daher kann für diesen Übergang zunächst keine Aussage darüber getroffen werden, ob es sich hier tatsächlich um eine u-förmige Entwicklung handelt.

Die leichte mittlere Abnahme des absoluten Wissens lässt sich möglicherweise auch durch die Themen der Vorlesung begründen. Während zu Beginn des ersten Semesters (zum Zeitpunkt der ersten Befragung) die klassische Mechanik behandelt wird, werden im dritten Semester in der Einführung in die Quantenmechanik genau die Unsicherheiten und die statistischen Interpretationen besonders präsent, die die Idee des absoluten Wissens eigentlich ausschließen. Betrachtet man die Entwicklung der einzelnen Studierenden, so wird deutlich, dass zwar die mittlere Tendenz existiert, dass es aber auch Studierende gibt, die dieser Tendenz nicht entsprechen [28].

Die Abnahme des Empfindens, dass Gesetze statisch seien, tritt zu Beginn des zweiten Semesters auf. Sie ist inhaltlich (bezogen auf den Ablauf der Vorlesung) dem Einstieg in die Elektrodynamik zuzuordnen. Hierauf soll noch einmal speziell im Rahmen einer Interviewstudie eingegangen werden. Zudem stimmen die Studierenden in wesentlichen Aspekten dem Konsens zu. Hier sollte im Interview hinterfragt werden, welche Begründungen sie für diese Entscheidungen haben und in wie weit sie sich ggf. in anderen Aspekten der Beliefs weiterentwickelt haben.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Längsschnittstudie ist auch zu beachten, dass es sich bei den elf Studierenden gegebenenfalls um eine Positivauswahl handelt, da nur die Studierenden erfasst werden konnten, die die Vorlesungen Experimentalphysik I bis III in Folge aktiv belegten. Um diese Positivauswahl zu hinterfragen, soll ein Vergleich der Studierenden mit der gesamten Kohorte des ersten Semesters durchgeführt werden.

4.2 Kohortenvergleich

Der Vergleich der Kohorten 2011/12 und 2012/13 zeigt statistisch signifikante Unterschiede in den Bereichen „Nicht-theoriegeleitetes Experimentieren“, „Statik und Dynamik physikalischen Wissens“ und „Zufall“. Die Studierenden kommen also

mit unterschiedlichen Beliefs über Physik an die Universität. Dabei ist festzuhalten, dass zum WS 2012/13 in Berlin der Doppeljahrgang Abitur gemacht hat (also einmalig gleichzeitig die G8 und die G9 Schülerinnen und Schüler). Hier könnten also gegebenenfalls ganz unterschiedliche Eingangsvoraussetzungen bei den Studierenden auftreten. (Viele Studierende kommen aus Berlin.)

Durch die parallel laufende Studie zur Identifikation von Faktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg [29] konnten wesentliche Konstrukte der Eingangsvoraussetzungen der beiden Kohorten verglichen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass zwischen den Kohorten teilweise deutliche Abweichungen in den erhobenen Konstrukten der Eingangsvoraussetzungen auftraten [30]. Gleichzeitig wird die Gesamtbelastung durch die Kohorten unterschiedlich wahrgenommen und auch in Konstrukten der Studienzufriedenheit zeigen sich Unterschiede [30]. Zwischen den Beliefs und den Eingangsvoraussetzungen beziehungsweise der Studienzufriedenheit konnten für diese Kohorten aber keine Zusammenhänge ermittelt werden.

5. Ausblick

Der in Abschnitt 2 dargestellte Konsens soll im weiteren Verlauf der Studie noch einmal kritisch reflektiert werden. Zum einen stellt sich die Frage, in wie weit sich der Konsens auf die Lehramtsausbildung an der FU Berlin übertragen lässt. Zum anderen sind die Konsensbestrebungen, wenn man auf die angegebenen Originalzitate und -studien schaut, bereits über zehn Jahre alt und ein Konsens ist vorläufig (z.B. [16]) und immer wieder neu auszuhandeln [2].

Aufgrund der Vorläufigkeit und der Frage nach der Anpassbarkeit an die Lehrerausbildung an der FU Berlin wird im nächsten Schritt der Studie ein Abgleich mit dementsprechend angepassten Dokumenten vorgenommen. Betrachtet werden sollen die fachspezifischen Ausführungen der KMK-Bildungsstandards für die Lehrerbildung [31], die Beschreibungen der Studienmodule, die die Studierenden an der Freien Universität im Studium belegen und die „Thesen für ein modernes Lehramtsstudium“ der DPG [32]. Neben diesen allgemeinen Empfehlungen sollen die Inhalte des Lehrbuchs Halliday Physik [33] analysiert werden, der in den Vorlesungen zur Experimentalphysik für Lehramtsstudierende in den ersten zwei Semestern als Literatur empfohlen wird. Dabei soll geprüft werden, welche der in den Studien erhobenen Aspekte in den eben genannten Quellen enthalten sind und wie sie dort dargestellt werden.

Nach der Längsschnittbefragung wird eine Interviewstudie durchgeführt. Diese hat zum Ziel, die Ergebnisse der Befragung für die Interpretation kritisch zu hinterfragen und gleichzeitig Beliefs von

Wissen abzugrenzen. Auf diesen Aspekt soll insbesondere eingegangen werden, da das naturwissenschaftliche Grundstudium in der Kritik steht „durch eine starke Lehrbuch- und Prüfungsorientierung gekennzeichnet“ zu sein ([2], S. 5). Dadurch eignen sich die Studierenden ein „implizites Wissenschaftsverständnis“ an, „indem sie die Begriffe, Modelle, Theorien und Methoden ihres Faches weitgehend unreflektiert lernen“ ([2], S. 5). Da in den Interviews die Begriffe *Theorie* und *Gesetz* angesprochen werden, soll hier auch das vorhandene Grundwissen bezüglich dieser Begrifflichkeiten am Ende des dritten Semesters befragt werden.

6. Literatur

- [1] McComas, W.; Almazroa, H. & Clough, M. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.
- [2] Kircher, E. & Dittmer, A. (2004). Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften - ein Überblick. In: D. Höttecke, C. Höble und E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*, Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, 2–22.
- [3] Urhahne, D. & Hopf, M. (2004). Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10 (1), 71-87.
- [4] Höttecke, D. & Rieß, F. (2007). Rekonstruktion der Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften – eine explorative Studie. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 6(1), 1-14
- [5] Eller, S. & Nordmeier, V. (2011). Reform der Studieneingangsphase im Fach Physik. *PhyDid B – Beiträge zur DPG Frühjahrstagung*. Zugriff am 10.05.2013 unter <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/324/443>
- [6] Schoenfeld, A. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, 4(1), 1-94
- [7] Priemer, B. (2006). Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 159-175
- [8] Osborne, J.; Collins, S.; Ratcliffe, M.; Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720
- [9] McComas, W. & Olson, J. (1998). The nature of science in international science education standard documents. In: W. McComas (Hrsg.): *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Dordrecht ; Boston: Kluwer Academic Publishers, 41-52
- [10] Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. & Lederman, N. (1998). The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82, 417-436
- [11] Lederman, N.; Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. & Schwartz, R. (2002): Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521
- [12] Ryan, A. & Aikenhead, G. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76(6), 559-580
- [13] Höttecke, D. (2001). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der "Natur der Naturwissenschaften". *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7 (1), 7-23
- [14] Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In: S. Abell und N. Lederman (Hg.): *Handbook of research in science education*. Mahwah, N.J: Erlbaum, 831-879
- [15] Chalmers, A. (1982). What is this thing called science?: An assessment of the nature and status of science and its methods. St. Lucia (Queensland): University of Queensland Press.
- [16] Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701
- [17] Stathopoulou, C. & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemporary Educational Psychology*, 32 (3), 255-281
- [18] Carey, S. & Smith, C. (1993). On Understanding the Nature of Scientific Knowledge. *Educational Psychologist*, 28 (3), 235-251
- [19] Smith, C.; Maclin, D.; Houghton, C. & Hennessey, M. (2000). Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development. *Cognition and Instruction*, 18(3), 349-422
- [20] Liu, S.; Tsai, C. (2008). Differences in the Scientific Epistemological Views of Undergraduate Students. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1055-1073
- [21] Hodson, D. (1993). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77(6), 685-711
- [22] Bell, R. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. *Best Practices in Science Education*. Zugriff am 15.05.13 unter ngspscience.com
- [23] Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS*. 2. Auflage, London: Sage Publishers

- [24] Bortz, J. (1999). Statistik für Sozialwissenschaftler. 5. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- [25] Pehkonen, E. (2004). State-of-the-art in mathematical beliefs research: Regular Lecture. In: Niss, M. (Hrsg), Proceedings of the Tenth International Congress on Mathematical Education. IMFUFA, Roskilde University, Roskilde, 2004
- [26] Baxter Magolda, M. (2002). Epistemological Reflection: The Evolution of Epistemological Assumptions from Age 18 to 30. In: B. Hofer und P. Pintrich (Hrsg.): Personal epistemology. The psychology of beliefs about knowledge and knowing. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates, 89-102
- [27] Bromme, R. & Kienhues, D. (2007). Epistemologische Überzeugungen: Was wir von (natur-)wissenschaftlichem Wissen erwarten können. In: J. Zumbach und H. Mandl (Hrsg.): Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis. Ein fallbasiertes Lehrbuch. Göttingen: Hogrefe, 193-203
- [28] Eller, S. & Nordmeier, V. (2013). Beliefs zur Erkenntnisgewinnung und Struktur des Wissens in der Physik. In S. Bernholt (Hrsg.), Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012, Kiel: IPN, 626 - 628
- [29] Albrecht, A. (2011). Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik. Dissertation, FU Berlin. Zugriff am 10.05.13 unter http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000010456/Dissertation_Druckversion_Andre_Albrecht_UB.pdf
- [30] Albrecht, A. & Nordmeier, V. (eingereicht). Interventionsstudie im Lehramtsstudium der Physik – dem Erfolg auf der Spur.
- [31] KMK (2010). Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.09.2010. Zugriff am 10.05.13 unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf
- [32] Deutsche Physikalische Gesellschaft (Hrsg.) (2006). Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik. Zugriff am 10.05.2012 unter http://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie_2006.pdf
- [33] Halliday, D.; Resnick, R. & Walker, J. (Hrsg) (2003). Physik. Koch, Stephan (Übersetzungsherausgeber.) Weinheim : Wiley-VCH Verlag. Original: Halliday, D.; Resnick, R. & Walker, J. (Hrsg) (2001). Fundamentals of Physics / Extended 6th Edition. New Jersey: John Wiley & Sons.