

Nature of Science-Perspektiven von Studierenden

Schritte zur Entwicklung eines Testinstrumentes

- Projektskizze -

Johannes Koska & Dirk Krüger

johannes.koska@fu-berlin.de – dirk.krueger@fu-berlin.de

Freie Universität Berlin, Didaktik der Biologie,
Schwendenerstr. 1, 14195 Berlin

Zusammenfassung

Nature of Science (NOS) wird in Deutschland in der Schule und in der Lehrerbildung immer wichtiger. So beschäftigen sich Studierende im neuen Studienfach "Integrierte Naturwissenschaften" an der Freien Universität Berlin in mehreren Veranstaltungen explizit mit NOS. Im anglo-amerikanischen Sprachraum gibt es schon seit den 50er und 60er Jahren Forschung zu NOS Perspektiven. Allerdings hat sich erst in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren ein Konsens darüber gebildet, was Schüler/-innen, Studierende und Lehrkräfte über NOS wissen und reflektiert haben sollen. In Folge des Konsenses wurden verschiedene Testinstrumente entwickelt. Allerdings haben die meisten Skalen der entwickelten geschlossenen Testinstrumente das Problem, dass sie für Studierende und Lehrkräfte zu leicht zu lösen sind.

Aus diesem Grund soll für die Evaluation des neuen Studienfaches ein neues Testinstrument mit geschlossenen Items entwickelt werden. Das Testinstrument soll aus geschlossenen Items bestehen, um eine schnelle Durchführung und Auswertung zu gewährleisten. Das neu entwickelte Testinstrument soll im Oktober 2012 erstmalig eingesetzt werden.

Abstract

Nature of Science (NOS) is becoming increasingly important in Germany, both in school and teacher education. Students who are enrolled in the new subject "Integrated Natural Sciences" at the Free University of Berlin deal explicitly with NOS in several courses. Since almost 60 years, research on NOS has been carried out in English speaking countries. However, only over the last fifteen years, a consensus emerged what students and teachers should know about NOS. As a result, various test instruments have been developed. However, most of their questions included are too easy to be answered by both students and teachers. For the evaluation of the above mentioned subject, a new test instrument is thus currently being devel-

oped. The instrument will consist of close-ended questions to ensure rapid administration and analysis, and will be introduced in October 2012.

1 Einleitung

Das Wissen und Reflektieren über die Natur der Naturwissenschaften (engl. Nature of Science) bekommt in Deutschland im Unterricht eine immer größere Bedeutung (KMK, 2005a; KMK 2005b; MAYER, 2007). Damit wird es immer wichtiger sich auch in der Lehrerbildung mit der Nature of Science zu befassen (HÖTTECKE, 2011).

An der Freien Universität Berlin gibt es seit dem Wintersemester 2011 das Studienfach "Integrierte Naturwissenschaften". Das Studienfach, das in Kombination mit dem Fach Grundschulpädagogik studiert werden kann, wird in Berlin in der 5. und 6. Klasse unterrichtet und umfasst Themengebiete aus Biologie, Chemie und Physik. Ziel des neuen Studienfaches ist es Lehrer/-innen auszubilden, die über grundlegende Kenntnisse in allen drei Fächern verfügen, aber auch über ein reflektiertes Verständnis darüber, wie Naturwissenschaft funktioniert bzw. wie neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden.

Um dies zu gewährleisten, ist es notwendig, dass die zukünftigen Lehrkräfte sich ausführlich mit ihren Nature of Science-Perspektiven auseinandersetzen (MCCOMAS, 2008; ABD-EL-KHALICK & AKERSON, 2004). An der Freien Universität Berlin beschäftigen sich Studierende in zwei Seminaren theoretisch und praktisch mit der Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse.

2 Theorie

2.1 Nature of Science (NOS)

Im anglo-amerikanischen sowie im asiatischen Raum spielt NOS bereits seit den 50er und 60er Jahren des letzten Jahrhunderts eine Rolle und es werden NOS-Perspektiven von Schüler/-innen sowie von Studenten untersucht (Überblick bei DENG, CHEN, TSAI & CHAI, 2011; LEDERMAN, WADE & Bell, 1998; WELCH & PELLA, 1967). Die frühen Untersuchungen und auch die Unterrichtsbemühungen in den USA waren vor allem durch den Sputnik-Schock geprägt. Dementsprechend gab es noch einen starken Fokus auf Inquiry (LEDERMAN, 2008; LEDERMAN et al., 1998). Über die Jahrzehnte wurde der Einfluss der Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftssoziologie immer größer (LEDERMAN, 2008). Die Vorstellungen von Karl Popper (vgl. POPPER, 2010) und Thomas Kuhn (vgl. KUHN, 2011) gewannen einen immer größeren Einfluss bei der Vermittlung von NOS. Allerdings führte dies nicht zu einem einheitlichen Ver-

ständnis darüber was NOS ist, sondern eher zu einer starken Fragmentierung (LEDERMAN, 2008; LEDERMAN et al., 1998).

Erst mit dem Beginn des neuen Jahrtausends kam es im englischsprachigen Raum verstärkt zu Bemühungen, einen Konsens über den Begriff und seine Inhalte zu finden (ABD-EL-KHALICK, 2006; LEDERMAN, ABD-EL-KHALICK, BELL & SCHWARTZ, 2002). Mit den AAAS Standards (1996) gab es erstmals eine sehr klare und konkrete curriculare Beschreibung von NOS-Inhalten. MCCOMAS und OLSEN (2002) führten eine Lehrplananalyse in acht Ländern durch. Im Rahmen der Analyse bildeten sich elf Aspekte heraus, die in allen Lehrplänen im Themenbereich NOS behandelt werden sollen. OSBORNE et al. (2003) führten eine Delphi-Studie durch, die zu einem sehr ähnlichem Ergebnis kam. Sie fanden bei der Befragung von 23 Experten in mehreren Durchgängen (Naturwissenschaftslehrer/innen, Naturwissenschaftler/-innen, Naturwissenschaftsdidaktiker/-innen und Wissenschaftstheoretikern/-innen) neun Aspekte, auf die sich alle einigen konnten. LEDERMAN et al. (2002) führten eine Analyse der US-amerikanischen Lehrpläne, des wissenschaftstheoretischen Forschungsstandes und der didaktischen Forschung zu NOS durch. Hierbei kamen sie auf sieben Aspekte, die ihrer Meinung nach essenziell für NOS und das Verständnis von NOS sind (s.Tab. 1).

Bei eingehender Betrachtung der von den einzelnen Studien gefundenen NOS-Aspekten zeigen sich nur geringe Unterschiede. Die unterschiedliche Anzahl der Aspekte rührt vor allem von einer unterschiedlichen Aufteilung her. So weisen schon OSBORNE et al. (2003) in ihrem Artikel auf diesen Umstand hin und zeigen die Parallelen zwischen ihrer Arbeit und der von MCCOMAS und OLSEN (2002) auf. Ein wesentlicher Grund für die unterschiedliche Aufteilung liegt nach OSBORNE et al. (2003) vor allem darin, wie die Aspekte ermittelt wurden. Inhaltlich weisen sie eine starke Übereinstimmung auf.

Auf Grundlage dieser drei Arbeiten hat sich ein Konsens darüber gebildet, was Schüler/-innen bzw. Lehrkräfte über NOS wissen sollten (LEDERMAN, 2008; DENG et al., 2011). Eine Folge dieses Konsenses ist ein verstärktes Forschungsinteresse an NOS und der Versuch der Entwicklung von Interventionen zur Förderung des NOS-Verständnisses von Schüler/-innen (MCCOMAS, 2008; LEDERMAN & STEFANICH, 2006; ABD-EL-KHALICK, 2005; ABD-EL-KHALICK et al., 2004; LIU & LEDERMAN, 2002).

NOS ist auch in Deutschland in den letzten zehn Jahren stärker in den Fokus der Forschung und des Unterrichts gerückt (vgl. URHAHNE, KREMER & MAYER, 2008; WERNER & KREMER, 2010; HÖTTECKE, 2006).

Tab. 1: NOS-Aspekte im Vergleich.

Kategorie	McComas & Olson 2002	Osborne et al. 2003	Lederman et al. 2002
Sozialer und kultureller Einfluss	scientific ideas have been affected by their social and historical milieu	historical development of Scientific knowledge	human enterprise
	science is a part of social tradition	cooperation and collaboration in the development of scientific knowledge	
		science and questing	
Kreativität in der Naturwissenschaft	scientists are creative	Creativity	imagination and creativity
Beobachtung und Schlussfolgerung	new knowledge must be reported clearly and openly	analysis and interpretation of data	observation & inference
		diversity of scientific thinking	
Veränderbarkeit von naturwissenschaftlichem Wissen	scientific knowledge is tentative	science and certainty	scientific knowledge is never absolute or certain
Theorie und Gesetz	science is an attempt to explain phenomena	hypothesis and prediction	scientific theories and laws
	science relies on empirical evidence		
Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden	scientists require replicability and truthful reporting	scientific method and critical testing	scientific method
Weitere Aspekte	science has played an impotent role in technology		
	changes in science occur gradually		
	science has global implications		

In den Studien wird bei Schüler/-innen und Lehrkräften das NOS-Verständnis und seine Veränderung ermittelt. Dabei begannen die deutschsprachigen Arbeiten im Bereich der Physik, mittlerweile liegen aber auch Untersuchungen für die Biologie vor (DÜBBELDE et al., 2010; KREMER, 2010; GÜNTHER et al., 2004). Die Forschungen konzentrieren sich bis dato auf die Vorstellungen von Schüler/-innen (NEUMANN, 2010; HÖBLE et al., 2004). Forschungen zu Stu-

dierenden und Lehrkräften gibt es kaum bzw. gar nicht (THOERMER & SODIAN, 2002).

2.1 Nature of Science Aspekte und ihre Definition

Für die Konstruktion des Testinstruments wurden sechs NOS-Aspekte ausgewählt, die untersucht werden sollen: a. Kultureller und sozialer Einfluss auf die Naturwissenschaften; b. Kreativität in den Naturwissenschaften; c. Beobachtung und Schlussfolgerung; d. Veränderung von naturwissenschaftlichem Wissen; e. Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden; f. Theorie und Gesetz. Die sich gegenüber den oben genannten Arbeiten (MCCOMAS, OSBORNE, LEDERMANN) unterscheidende Anzahl wird durch eine abweichende Aufteilung der inhaltlichen Aspekte begründet (LIANG et al., 2008 LIANG et al., 2005). In Tabelle 1 wird deutlich, dass alle Perspektiven in den sechs Aspekten enthalten sind und dies im Wesentlichen zu keiner inhaltlichen Reduzierung des NOS-Konstrukts führt. Die Aspekte, die sich im Wesentlichen auf Technik beziehen, wurden wie auch bei OSBORNE (2003) und LEDERMAN (2002/2008) bewusst ausgeklammert. Über die sechs genannten Aspekte hinaus wird auch noch das Begriffsverständnis der Studierenden erhoben. Dies soll eine bessere und genauere Interpretation der Antworten ermöglichen.

Im Folgenden werden die sechs Aspekte auf der Basis von OSBORNE et al. (2003), LEDERMAN et al. (2002), LIANG et al. (2009) und URHAHNE et al. (2008) beschrieben.

a) Sozialer und kultureller Einfluss auf die Naturwissenschaft

Wissenschaft wird durch die Kultur und ihre Werte beeinflusst, in der sie praktiziert wird. So legt die Gesellschaft die Regeln fest, nach denen geforscht werden darf und kann. Verlassen Naturwissenschaftler/-innen diesen gemeinsamen Wertekanon, so kann dies zu einer Missachtung ihrer Arbeit führen. Hierdurch nehmen die Kultur und Gesellschaft Einfluss auf die verwendeten naturwissenschaftlichen Methoden.

Darüber hinaus formulieren Kultur und Gesellschaft implizite wie explizite Forderungen an die Forschung, z.B. mit welchen Problemen sich die Forschung beschäftigen soll bzw. welche Fragen von ihr vordringlich zu lösen sind. Daraus ergeben sich aktuelle Fragestellungen und Überlegungen für die Naturwissenschaftler/-innen.

Die kulturellen und gesellschaftlichen Werte wirken sich aber nicht nur auf den Forschungsprozess aus, sondern auch darauf, wie mit möglichen naturwissenschaftlichen Ergebnissen umgegangen wird und wie diese in der Gesellschaft wahrgenommen werden.

b) Kreativität in der Naturwissenschaft

Kreativität und Vorstellungskraft von Wissenschaftlern kommen in jeder Phase der Forschung zum Tragen. So bedarf es der Kreativität und großer Vorstellungskraft, um neue Fragestellungen und Hypothesen zu generieren. Würden Naturwissenschaftler/-innen hier nur mit reiner Logik vorgehen, wäre es Ihnen unmöglich, vorhandenen Problemen mit neuen Lösungsansätzen zu begegnen.

Die Kreativität kommt aber nicht nur bei der Generierung neuer Fragestellungen und Hypothesen zum Tragen, sondern auch bei der Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Versuchsanordnungen, die es den Forschern erlauben, neue Hypothesen zu überprüfen.

Kreativität kommt darüber hinaus auch bei der Auswertung gewonnener Daten eine Bedeutung zu. Ohne das kreative Verbinden von vorhandenem Wissen, könnten Naturwissenschaftler/-innen nur sehr schwer neue Erkenntnisse gewinnen und unerwartete Ergebnisse sinnvoll interpretieren.

Natürlich müssen Naturwissenschaftler/-innen bei alledem über einen großen Wissensschatz verfügen und im logischen Denken geschult sein. Aber auch das beste Fachwissen nützt nichts ohne neue Ideen und Überlegungen, wie Ergebnisse gewonnen und interpretiert werden können.

c) Beobachtung und Schlussfolgerung

Beobachtung ist hier als zielgerichtete wissenschaftliche Tätigkeit zu verstehen und nicht als eine „alltägliche“ Handlung.

Zwei Wissenschaftler werden nicht immer aus derselben Beobachtung bzw. aus denselben Ergebnissen dieselben Schlussfolgerungen ziehen. Zu ihren Schlussfolgerungen kommen die Wissenschaftler aufgrund unterschiedlicher Faktoren. So wirken sich beispielsweise die Erwartungshaltung und das Vorwissen auf die Ergebnisse und die darauf aufbauenden Schlussfolgerungen aus.

d) Veränderbarkeit von naturwissenschaftlichem Wissen

Naturwissenschaftliches Wissen ist niemals absolut sicher und unveränderbar. Es kann durch neue Erkenntnisse, die z.B. mit Hilfe neuer Technologien gewonnen wurden, erweitert bzw. verändert werden.

Neue Entdeckungen und Erkenntnisse können auch dazu führen, dass bereits vorhandene Ergebnisse und Beobachtungen anders interpretiert werden müssen. Dieser Umstand gilt auch für Theorien und Gesetze. Dies bedeutet nicht, dass aktuelles naturwissenschaftliches Wissen als beliebig

verstanden werden darf. Aber aktuelles naturwissenschaftliches Wissen darf nicht als endgültig und allumfassend angesehen werden.

Schlussfolgerungen gehen über das „direkt“ durch die Sinne Beobachtbare hinaus. Naturwissenschaftler/-innen ziehen aus dem Beobachtbaren Schlüsse und versuchen so, das Beobachtete zu erklären. Ein Beispiel hierfür ist die Morphologie von Lebewesen. Die morphologische Beschreibung der Lebewesen ist eine Beobachtung über die sich schnell ein Konsens finden lässt. Allerdings ist die Erklärung für diese Morphologie eine Schlussfolgerung und diese kann sich von Naturwissenschaftler/-in zu Naturwissenschaftler/-in unterscheiden.

e) Theorie und Gesetz

Naturwissenschaftliche Theorien sind anerkannte, gut gesicherte und in sich konsistente Erklärungsgebäude. Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze stehen jedoch in keinem hierarchischen Bezug zueinander. Das heißt, naturwissenschaftliche Theorien werden nicht irgendwann zu Gesetzen, auch nicht, wenn sie ausreichend geprüft sind.

Es gibt einen deutlich unterschiedlichen Gebrauch des Wortes Theorie in der Alltags- und Wissenschaftssprache. In der Alltagssprache wird der Begriff „Theorie“ dafür verwendet, eine nicht abgesicherte Überlegung bzw. Vermutung zu kennzeichnen. In der Naturwissenschaft dagegen wird unter dem Begriff Theorie ein System von Aussagen oder Sätzen verstanden, das in gewissem Umfang der Zusammenfassung, Beschreibung, Erklärung und Vorhersage von Phänomenen dient. Eine Theorie fasst im Rahmen eines Gegenstandsbereichs zahlreiche und vielgestaltige Phänomene so zusammen, dass sie als wissenschaftliche Erkenntnis ausgewiesen werden können. Gesetze sind Beschreibungen von Beobachtungen oder antizipierte Beziehungen von Naturphänomenen unter konstanten Bedingungen.

f) Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden

Es gibt nicht die eine naturwissenschaftliche Methode, der alle Naturwissenschaftler/-innen folgen, egal, welchem Fach oder welcher Forschungsrichtung sie angehören. Es gibt nicht einmal „die Methode“, der alle Naturwissenschaftler/-innen eines Faches oder einer Teildisziplin folgen. Zwar benutzen Naturwissenschaftler/-innen durchaus dieselben Verfahren oder Methoden, da es häufig erprobte und gesicherte Methoden zur Generierung bestimmter Ergebnisse gibt. Aber hierfür wählen die Naturwissenschaftler/-innen aus einer Vielzahl von Methoden sehr genau aus, welche

sie nutzen wollen. Wie und mit welchen Methoden geforscht wird, hängt immer vom Forschungsgegenstand und dem Forschungsziel ab.

2.2 Testinstrumente zu Nature of Science

Ein Resultat der schon über 60 Jahre andauernden Forschung zu Nature of Science ist eine Vielzahl von verschiedenen Testinstrumenten. Viele dieser Instrumente wurden zum Zweck einer Programmevaluation entwickelt. Andere, zumeist offene Testinstrumente, wurden zur Begleitung von Interventionen entwickelt oder auch zur grundlegenden Erfassung von NOS-Perspektiven von Schüler/-innen, Studierenden und Lehrkräften (vgl. LEDERMAN, 2008).

Betrachtet man die vorhandenen Testinstrumente und die Literatur dazu, so fällt auf, dass zwei unterschiedliche Typen von Testinstrumenten Verwendung finden: Paper-and-Pencil Instrumente mit geschlossenen Items und Instrumente mit offenen Fragen und Interviews. In den 50er und 60er Jahren wurden vor allem Instrumente mit geschlossenen Items genutzt. In den 90ern veränderte sich dies und es wurden verstärkt Instrumente mit einem eher offenen Charakter eingesetzt (vgl. LEDERMAN et al., 1998; ABD-EL-KHALICK, 2006). In aktuellen Publikationen kommen beide Arten von Instrumenten zum Einsatz. Im Folgenden sollen einige Instrumente exemplarisch vorgestellt werden.

Der "Views of Nature of Science Questionnaire" (VNOS; LEDERMAN & O'MALLEY, 1990) ist das Instrument, das am häufigsten eingesetzt wird (DENG et al., 2011; LEDERMAN, 2008). Derzeit existieren fünf unterschiedliche Versionen des VNOS, die meist auf eine bestimmte Altersgruppe zugeschnitten sind. Von besonderem Interesse ist hier der VNOS-C (LEDERMAN et al., 2002), da er häufig für die Befragung von Studierenden und Lehrer/-innen eingesetzt wird.

Der VNOS-C besteht aus zehn offenen Fragen. Nach der Bearbeitung werden mindestens 25 Prozent der Befragten im Rahmen eines Follow-up-Interviews noch einmal befragt. Hierdurch können sehr detaillierte Erkenntnisse über die NOS-Perspektiven der Befragten gewonnen werden. Allerdings ist die Nutzung des VNOS-C mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden. So dauert alleine die schriftliche Befragung i.d.R. 60 Minuten und die Interviews dauern häufig noch einmal so lange. Darüber hinaus ist auch die Auswertung mit einem erheblichen zeitlichen Aufwand verbunden und bei umfangreichen Stichproben nur noch mit großem personellen Aufwand zu bewältigen.

Einer der am meisten genutzten geschlossenen Tests ist der "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS) (AIKENHEAD & RYAN, 1992). Der VOSTS wurde in den 80er Jahren in Kanada für die Curriculumsevaluation entwickelt und besteht aus Multiple-Choice-Fragen (MC-Fragen). Die Fragen verfügen über mindestens sieben Antwortalternativen, wobei drei Alternativen immer denselben Wortlaut haben: A) Ich verstehe nicht, B) Ich weiß nicht genug über dieses Thema, um die Frage zu beantworten und C) keine der Antwortalternativen gibt meinen Standpunkt wieder.

Die Entwicklung des VOSTS hat über sieben Jahre in Anspruch genommen. In einem aufwendigen Konstruktionsverfahren wurden Schüler/-innen offen befragt, um dann Schritt für Schritt geschlossene Items zu entwickeln. Explizit befasst sich von den über 100 Fragen nur ein sehr kleiner Teil mit NOS. Zu bedenken ist, dass der VOSTS aufgrund seines Konstruktionsalters gegebenenfalls nicht mehr im vollen Umfang die aktuellen Perspektiven von Schüler/-innen repräsentiert. Durch die angebotenen Antwortalternativen ermöglicht es der VOSTS den Befragten, keine Stellung zu beziehen, was Autoren wie Lederman, (2008; LEDERMAN et al., 2002) kritisieren.

Ein weiteres interessantes Instrument ist der "Student Understanding of Science and Scientific Inquiry" (SUSSI) (LIANG et al., 2008). LIANG et al. (2008) nutzen Ratingskalen für die Befragung von Lehramtsstudierenden. Auch viele andere aktuelle Testinstrumente setzen Ratingskalen ein. LIANG et al. (2008) haben die Ratingskalen um ein offenes Items ergänzt, in dem die Befragten ihre Antworten zu jedem Aspekt schriftlich begründen sollen. Der SUSSI, genauso wie andere Tests die Ratingskalen nutzen (vgl. KREMER, 2010; CHEN, 2006), hat das Problem, dass längsschnittliche Betrachtungen nur schwer oder gar nicht möglich sind. Die Ursache hierfür sind Deckeneffekte, weil die Studierenden bei der Bearbeitung von Tests mit Ratingskalen grundsätzlich hohe Werte erreichen (DENG, CHEN, TSAI & CHAI, 2011; DÜBBELDE et al., 2010; LIANG et al., 2009; ABD-EL-KHALICK, 2006; CHEN, 2006), obwohl Studierende bei Befragungen mit offenen Instrumenten ein sehr viel geringeres Verständnis zeigen (ABD-EL-KHALICK, 2006; LEDERMAN et al., 2002). Eine Erklärung hierfür ist, dass die Studierenden die sozial erwünschten Antworten erkennen und diese auswählen (LEDERMAN, 2008).

Eine mögliche Lösung für dieses Problem könnte die Verwendung von MC-Items sein. Dies legen Schlussfolgerungen von AIKENHEAD (1988) nahe, der bei der Analyse verschiedener Itemformate das MC-Format als besonders gut hervorgehoben hat. NEUMANN (2010) hat einen MC-Test

für Schüler/-innen entwickelt, der eine sehr differenzierte Betrachtung der Befragten erlaubt.

Ziel der hier durchzuführenden Studie ist es, ein NOS-Testinstrument für die Ermittlung von NOS-Perspektiven von Studierenden zu entwickeln, das vorrangig MC-Items verwendet. Mit diesem Instrument sollen große Stichproben im Längsschnitt befragt werden.

3 Die Entwicklung des neuen Testinstrumentes

Mithilfe des Testinstrumentes sollen sechs NOS-Aspekte (s. Abschnitt 0) untersucht werden. Darüber hinaus wird das Begriffsverständnis der Studierenden erfasst. Dies geschieht, um ihre Antworten genauer und zuverlässiger einordnen zu können.

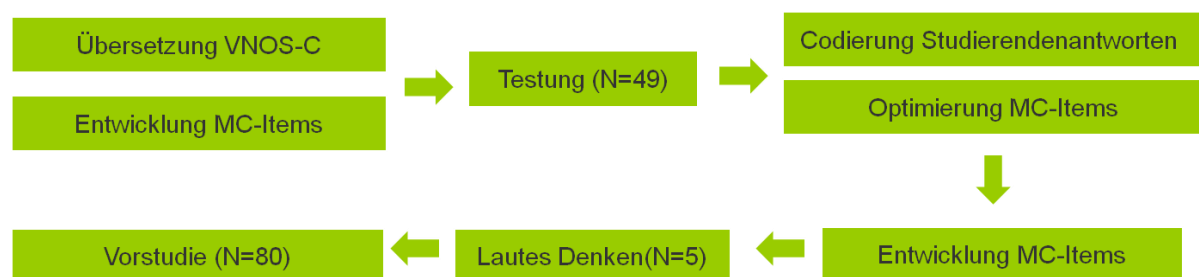


Abb. 1: Entwicklungsschritte des Testinstrumentes

Die Entwicklung des Testinstrumentes läuft in mehreren Schritten ab (Abb.1). Zunächst wurden nach einem festen Schema neue MC-Items entwickelt. Dabei werden zwei Perspektiven in vier logischen Verknüpfungsmöglichkeiten kombiniert, wobei drei Varianten Distraktoren sind und die vierte zum Attraktor wird (s. Abb.2). Parallel dazu wurden die offenen Aufgaben des VNOS-C (LEDERMAN et al. 2002) übersetzt und die Instruktionen durch Operatoren wie "erläutern" oder "erklären" präzisiert. Die MC-Items und die übersetzten Aufgaben des VNOS-C wurden in kleinen Stichproben von Studierenden des Lehramtsmasterstudienganges Biologie erprobt (N=47). Auf der Grundlage der Erprobung wurden die MC-Items überarbeitet und die mit Hilfe des VNOS-C gewonnen Antworten von Studierenden dazu genutzt, weitere MC-Items zu entwickeln.

In welchem Zusammenhang stehen Theorien und Gesetze in der naturwissenschaftlichen Forschung?	
Theorien werden bei ausreichender Überprüfung zu Gesetzen.	☐
Gesetze, die bei ausreichender Überprüfung Ausnahmen besitzen, werden Theorien.	☐
Weder werden aus Theorien bei ausreichender Überprüfung Gesetze noch werden aus Gesetzen bei ausreichender Überprüfung Theorien.	☐
Bei ausreichender Überprüfung werden sowohl aus Theorien Gesetze als auch aus Gesetzen Theorien.	☐

Abb. 2: Beispiel für ein neu konstruiertes MC-Item zu dem Aspekt "Theorie und Gesetz".

Die Gesamtheit aller so entwickelten Items wurde mittels Lauten Denkens (ERICSSON & SIMON, 1980) auf ihre Verständlichkeit hin überprüft (N=5) und ggf. optimiert. Eine weitere Testung erfolgte mit Studierenden des Studienganges Biologie mit Lehramtsoption (Bachelor wie Master; N=80). Die dabei gewonnen Ergebnisse werden momentan ausgewertet und werden zu einer dritten Überarbeitung des Instrumentes führen. Bisher stehen auf diesem Wege zu den sechs Aspekten die in Tabelle 2 angegebenen Anzahlen an Items zur Verfügung.

Tab.2: Items pro Aspekt

SK	K	BS	VNW	TG	VNM	Begriff	Summe
4	8	14	4	6	4	15	55

4 Fragestellungen

1. In wie weit ist es möglich, die NOS-Perspektiven von Studierenden mittels eines geschlossenen Testinstrumentes zu messen?
2. Welche NOS-Perspektiven haben Studierende der MINT-Studiengänge?
3. Inwiefern verändern sich die NOS-Perspektiven der MINT-Studierenden im Verlauf ihres Studiums.

5 Ausblick

Im Oktober 2012 wird nach weiteren Tests des Instruments in unterschiedlichen Stichproben (Lehramtsstudierende, Schüler/-innen der Oberstufe) die Längsschnittsbefragung der Studierenden des Studienfaches "Integrierte Naturwissenschaften" begonnen sowie parallel eine Querschnittserhebung von Lehr-

amtsstudierenden erfolgen, die mindestens eine Naturwissenschaft studieren. Dabei sollen Studierende im Bachelor wie auch im Master befragt werden.

Zitierte Literatur

- ABD-EL-KHALICK, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15–42.
- ABD-EL-KHALICK, F. (2006). Over and over again: college students' views of nature of science. In Flick, L.B. & Lederman, N.G. (Hrsg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (S. 389–424). Dordrecht: Springer Netherlands.
- ABD-EL-KHALICK, F. & AKERSON, V.L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785–810.
- AIKENHEAD, G.S. & RYAN, A.G. (1992). The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477–491.
- CHEN, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90(5), 803–819.
- DENG, F., CHEN, D.-T., TSAI, C.-C. & CHAI, C.S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961–999.
- DÜBBELDE, G., MAYER, J., MÜLLER, A. & AUFSCHNAITER, C. von (2010). Diagnosekompetenz von Biologie-Lehramtsstudierenden zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. Projektskizze. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 9, 119–135.
- ERICSSON, K.A. & SIMON, H.A. (1980). Verbal Reports as Data. *Psychological Review*, 87(3), 215–246.
- GÜNTHER, J., GRYGIER, P., KIRCHER, E., SODIAN, B. & THOERMER, C. (2004). Studien zum Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften. In Doll, J. & Prenzel, M. (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 93–113). Münster: Waxmann.
- HÖßLE, C., HÖTTECKE, D. & KIRCHER, E. (Hrsg.) (2004). *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*, Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- HÖTTECKE, D. (2006). Studierende und die Natur der Naturwissenschaften. In Pitton, A. (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien. [Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 26 ; (32.) Jahrestagung der GDGP in Paderborn 2005]* (S. 287–289). Berlin: LIT-Verl.
- HÖTTECKE, D. (Hrsg.) (2011). *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Potsdam 2010 ; [Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 31]*, Münster, Westf: LIT-Verl.
- (2005a). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. (Jahrgangsstufe 10)*. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Kultusministerkonferenz.
- (2005b). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. (Jahrgangsstufe 10)*. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Kultusministerkonferenz.
- KREMER, K. (2010). Die Natur der Naturwissenschaften verstehen. Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I. <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-> (22.8.2011).
- KUHN, T.S. (2011). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- MAYER, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 177–186). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- LEDERMAN, J.S. & STEFANICH, G.P. (2006). Addressing disabilities in the context of inquiry and nature of science instruction. In Flick, L.B. & Lederman, N.G. (Hrsg.), *Scientific In-*

- quiry and Nature of Science. *Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (S. 55–74). Dordrecht: Springer Netherlands.
- LEDERMAN, N.G. (2008). Nature of Science: Past, Present, and Future. In Abell, S.K. & Lederman, N.G. (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 831–879). New York: Routledge.
- LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R.L. & SCHWARTZ, R.S. (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.
- LEDERMAN, N.G., WADE, P.D. & BELL, R.L. (1998). Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Assessments? *Science & Education*, 7, 595–615.
- LIANG, L.L., CHEN, S., CHEN, X., KAYA, O.N., ADAMS, A.D., MACKLIN, M. & EBENEZER, J. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. http://www.ied.edu.hk/apfslt/v9_issue1/liang/index.htm#con.
- LIANG, L.L., CHEN, S., CHEN, X., KAYA, O.N., ADAMS, A.D., MACKLIN, M. & EBENEZER, J. (2009). PRESERVICE TEACHERS' VIEWS ABOUT NATURE OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE DEVELOPMENT: AN INTERNATIONAL COLLABORATIVE STUDY. *International Journal of Science and Mathematics Educations*, 7, 987–1012.
- LIANG, L.L., CHEN, S., CHEN, X., KAYA, O.N., ADAMS, S., MACKLIN, M. & EBENEZER, J. (2005). Student understanding of science and scientific inquiry (SUUSI): Development and Validation of assessment Instrument.
- LIU, S.-Y. & LEDERMAN, N.G. (2002). Taiwanese Gifted Students' Views of Nature of Science. *School Science and Mathematics*, 102(3), 114–123.
- MCCOMAS, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249–263.
- MCCOMAS, W.F. & OLSON, J.K. (2002). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In McComas, W.F. (Hrsg.), *Science & Technology Education Library* (S. 41–52). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- NEUMANN, I. (2010). *Beyond physics content knowledge. Modeling competence regarding nature of scientific inquiry and nature of scientific knowledge*, Berlin: Logos Verlag.
- 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.
- POPPER, K.R. (2010). *Lesebuch. Ausgewählte Texte zur Erkenntnistheorie, Philosophie der Naturwissenschaften, Metaphysik, Sozialphilosophie*, Stuttgart: UTB GmbH.
- THOERMER, C. & SODIAN, B. (2002). Science undergraduates' and graduates' epistemologies of science: the notion of interpretive frameworks. *New Ideas in Psychology*, 20(2-3), 263–283.
- URHAHNE, D., KREMER, K. & MAYER, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaften*, 36(1), 71–93.
- WELCH, W.W. & PELLA, M.O. (1967). The development of an instrument for inventorying knowledge of the processes of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 5(1), 64–68.
- WERNER, M. & KREMER, K. (2010). "Ein Experiment ist das, was der Lehrer macht.". Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaft. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 9, 135–150.