

Das Verständnis Jugendlicher von der Natur der Naturwissenschaften

Wege der Kompetenzförderung und Kompetenzdiagnostik

Kerstin Kremer¹, Detlef Urhahne² & Jürgen Mayer¹

Kerstin.H.Kremer@didaktik.bio.uni-giessen.de, urhahne@lrz.uni-muenchen.de

¹Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Biologiedidaktik, Karl-Glöckner-Str. 21C, 35394 Gießen, ²Ludwig-Maximilians-Universität München, Didaktik der Biologie, Winzererstr. 45/II, 80797 München

Zusammenfassung

Die Entwicklung eines angemessenen Verständnisses der Natur (Charakteristika) der Naturwissenschaften ist ein bedeutendes Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts. Im Zuge der Einführung nationaler Bildungsstandards rückt dieses international stark beachtete Bildungsziel auch in Deutschland zunehmend in den Fokus der Aufmerksamkeit.

Die hier vorgestellte Studie beschreibt Untersuchungen zur Validierung eines Messinstruments zum Verständnis der Natur der Naturwissenschaften bei Schülern. Über t-Tests wird die Verständnisausprägung bezüglich der Natur der Naturwissenschaften einer Gruppe von Jugendlichen mit hohem Selbstkonzept in den Naturwissenschaften mit einer anderen Gruppe verglichen, deren Selbstkonzept niedriger ausgeprägt ist. Außerdem wird untersucht, wie sich das Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern mit besseren bzw. schlechteren Lernleistungen in den Naturwissenschaften unterscheidet.

Es zeigt sich ein angemesseneres Verständnis der Natur der Naturwissenschaften bei höherem domänenspezifischen Selbstkonzept in Physik und Biologie sowie besserer Lernleistung. Aus den Untersuchungsergebnissen wird ebenso das teils unzureichende Verständnis der Natur der Naturwissenschaften deutlich.

Abstract

The development of an adequate understanding of the nature of science is an important objective in science education. In the context of the implementation of national education standards in Germany, this educational objective is shifting into the focus of attention.

The present study aims to validate a questionnaire for measuring students' understanding of the nature of science. T-tests compare the understanding of the nature of science of students who have a higher domain-specific self-concept and those whose domain-specific self-concept is lower. The study also assesses how the understanding of the nature of science differs among students with high resp. low learning performance in science.

The understanding of the nature of science increases with higher domain-specific self-concept in physics and biology as well as better learning performance in science. Furthermore, the partly insufficient understanding of the nature of science becomes apparent.

1 Einleitung

Die Entwicklung eines angemessenen Verständnisses der Natur (Charakteristika) der Naturwissenschaften ist ein bedeutendes Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts (MAYER et al. 2004). Die den US-amerikanischen Science-Standards zugrunde liegende Programmschrift *Science for all Americans* (AAAS 1990) definiert ein anschlussfähiges wissenschaftstheoretisches Verständnis der Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) als Grundlage naturwissenschaftlicher Bildung (*Scientific Literacy*). Auch in Deutschland ist die Forderung, eine allgemeine Verständnisgrundlage für die Charakteristika der Naturwissenschaften im naturwissenschaftlichen Unterricht zu legen, nicht neu. FALKENHAUSEN (2000, 7) sieht in „*der auf das Weltverständnis des zukünftigen Bürgers zielenden wissenschaftpropädeutischen Unterweisung die Möglichkeit, wissenschaftliches Vorgehen vorzustellen, einzuüben, zu reflektieren und dabei auch die Grenzen naturwissenschaftlicher Einsicht zu bedenken*“.

Durch das mittelmäßige Abschneiden Deutschlands bei internationalen Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS (Deutsches PISA-Konsortium 2000; BAUMERT et al. 2000) rückte das Wesen naturwissenschaftlicher Grundbildung auch in Deutschland stärker in den Fokus der Aufmerksamkeit. Die Einführung nationaler Bildungsstandards (KMK 2004) stellt einen wesentlichen Schritt dar, um von einer fachlichen Überfrachtung im naturwissenschaftlichen Unterricht hin zu einem kumulativen Entwicklungsprozess von fachspezifischen Kompetenzen und auf Anwendungen bezogenem Wissen zu gelangen. Im Zuge dieser Entwicklungen hat auch in Deutschland das Wissenschaftsverständnis von Schülerinnen und Schülern an Bedeutung gewonnen (TRAUTWEIN & LÜDTKE 2004; URHAHNE et al. 2008). Diese Kompetenz wird in die aktuelle Entwicklung von Kompetenzmodellen gemäß der KMK-Bildungsstandards einbezogen (MAYER 2007; SCHECKER & PARCHMANN 2006; URHAHNE et al. 2008).

2 Theoretische Grundlagen

Im Sinne einer Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht ist es von Bedeutung, erlernbare und vermittelbare Leistungsdispositionen zu erfassen, die für ein angemessenes Verständnis der Natur der Naturwissenschaften in unterschiedlichen Kontexten erforderlich sind. Im Hinblick auf diese Aufgabe müssen (1) kognitionspsychologische Modelle und Messinstrumente mit Blick auf den naturwissenschaftlichen Wissensbereich spezifiziert werden und (2) didaktisch fundierte Förderungsstrategien in Bezug auf diese Modelle entwickelt werden.

2.1 Modelle epistemologischer Überzeugungen

Epistemologische (erkenntnistheoretische) Überzeugungen sind domänenspezifische oder domänenübergreifende Vorstellungen über die Struktur des Wissens und des Wissenserwerbs (HOFER & PINTRICH 1997). Als Gegenstand entwicklungs- und lernpsychologischer Forschung sind diese intuitiven Theorien schon seit den Pionierarbeiten von PERRY (1968) bis in die heutige Zeit (CONLEY et al. 2004) von Bedeutung, weil man davon ausgeht, dass sie Lernprozesse durch eine Vorstrukturierung wahrgenommener Inhalte beeinflussen (HOFER & PINTRICH 1997).

PERRY (1968) beschreibt in einem Entwicklungsmodell die gedanklichen Veränderungen von Studenten während ihrer Studienzeit. Von einem einfachen Dualismus, der Wissen in richtig oder falsch unterteilt, entwickelt sich die Haltung zu einer relativistischen Position. Perrys Arbeiten regten weitere Forscher an, epistemologische Überzeugungen zu untersuchen (Zusammenfassung in URHAHNE & HOPF 2004). Durch die Arbeiten von MARLENE SCHOMMER (1990) vollzog sich dabei ein konzeptioneller Wechsel. Glaubte man bis dahin, epistemologische Überzeugungen seien ein eindimensionales Konstrukt, so spricht seither vieles für einen multidimensionalen Ansatz mehr oder weniger voneinander unabhängiger epistemologischer Überzeugungen. HOFER und PINTRICH (1997) trennen zwischen einem Bereich „Vorstellungen über die Struktur des Wissens“ und einem Bereich „Vorstellungen über die Struktur des Wissenserwerbs“. Beide Bereiche beinhalten jeweils zwei epistemologische Dimensionen. Im Bereich der „Vorstellungen über die Struktur des Wissens“ enthält das Modell die Dimensionen „Sicherheit des Wissens“ und „Komplexität des Wissens“. Die Dimension „Sicherheit des Wissens“ meint die Vorstellung, dass Wissen eher als feststehend oder eher als veränderlich wahrgenommen wird. Die Dimension „Komplexität des Wissens“ bringt zum Ausdruck, dass Wissen

eher einer Ansammlung von Fakten oder eher stark in Wechselbeziehung stehenden Konzepten gleicht. Im Bereich der „Vorstellungen über die Struktur des Wissenserwerbs“ unterscheiden HOFER und PINTRICH (1997) in ihrem Modell die Dimensionen „Quelle des Wissens“ und „Rechtfertigung des Wissens“. Die Dimension „Quelle des Wissens“ betrifft die Vorstellung, dass Wissen eher von außen durch Autoritäten an Lernende herangetragen wird oder eher auf die Fähigkeit der Lernenden, in Interaktion mit anderen Wissen zu konstruieren, aufbaut. Die Dimension „Rechtfertigung des Wissens“ fragt danach, wie Lernende mit Behauptungen umgehen und Aussagen von Lehrern und Experten nutzen. Auch hier kann unterschieden werden, ob Lernende eher zu einem Schwarz-Weiß-Denken im Sinne von richtig oder falsch oder eher zu vielfältigen Meinungen und begründeten Urteilen neigen.

Ein weiterer Anstoß, den MARLENE SCHOMMER für die Erforschung epistemologischer Überzeugungen gegeben hat, ist die Forschungsfrage nach dem domänenübergreifenden oder domänenspezifischen Charakter dieser intuitiven Theorien (SCHOMMER & WALKER 1995). Auch HOFER und PINTRICH (1997) empfehlen, die Forschung über die Domänenabhängigkeit epistemologischer Überzeugungen zu intensivieren. In der Folge wurden, basierend auf einem multidimensionalen Ansatz, verstärkt Studien durchgeführt, die sich gezielt auf den Wissensbereich „Naturwissenschaften“ beziehen (u. a. CONLEY et al. 2004; KÖLLER et al. 2000) und somit Anschlussmöglichkeiten für die Fachdidaktik bieten.

2.2 Fachdidaktische Ansätze zum Verständnis der Natur der Naturwissenschaften

In der Fachdidaktik werden epistemologische Überzeugungen nicht nur wegen ihrer instrumentellen Funktion für das Lernen betrachtet, sondern sie stellen selbst ein wichtiges Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts dar. Ausgereifte fachbezogene Überzeugungen über Wissen und Wissensgenese lassen erkennen, welche Fragen in einem Fachgebiet überhaupt gestellt und mit welchen Verfahren und mit welcher Sicherheit beantwortet werden können. Eine ausgereifte Sichtweise der Natur der Naturwissenschaften wird von LEDERMAN (2006, 2) wie folgt zusammengefasst: *„Naturwissenschaftliches Wissen besitzt einen vorläufigen Charakter und verändert sich im Laufe der Zeit, stützt sich auf empirische Belege, wird objektiv durch Beobachtungen und Experimente gewonnen, ist aber auch subjektiv und theoriegeladen, stellt ein Produkt menschlicher Kreativität dar und ist von sozialen, kulturellen und technologischen Aspekten mitgeprägt.“*

Wie das Bildungsziel eines angemessenen Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden kann, wird gegenwärtig in der Naturwissenschaftsdidaktik kontrovers diskutiert. Historisch-genetische und experimentell-forschende Unterrichtsverfahren stellen mögliche Ansätze für die Unterrichtspraxis dar (LEDERMAN et al. 2002; MAYER 2002). Beim historisch-genetischen Ansatz wird mit Fallstudien aus der Wissenschaftsgeschichte gearbeitet, um Schülerinnen und Schülern den empirischen Charakter und die Vorläufigkeit der Naturwissenschaft am historischen Entwicklungsprozess zu verdeutlichen (SOLOMON et al. 1992) sowie naturwissenschaftliche Ideen und Entdeckungen als Aktivität von Menschen und eingebettet in die Entwicklung von Kultur und Gesellschaft aufzuzeigen (HÖTTECKE 2004). Die Wirksamkeit dieses Ansatzes konnte in Instruktionsstudien bisher noch nicht eindeutig gezeigt werden (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN 2000). Gute Ergebnisse liefert der experimentell-forschende Ansatz, wenn problemorientierte Forschungsaktivitäten durch eine explizite, durch den Lehrer angeleitete Reflexion von Aspekten der Natur der Naturwissenschaften begleitet werden (KHISHFE & ABD-EL-KHALICK 2002). Ein rein experimentell-forschender Unterricht erzielte in der Instruktionsstudie von KHISHFE und ABD-EL-KHALICK (2002) jedoch keine messbare Ausreifung des Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften von Schülerinnen und Schülern. Die verbreitete Hoffnung, implizit bei der Vermittlung wissenschaftsmethodischer Denk- und Arbeitsweisen ein angemessenes Verständnis der Charakteristika von Naturwissenschaft als „Nebenprodukt“ gleich mit zu fördern, ist somit nicht ohne weiteres haltbar (KHISHFE & ABD-EL-KHALICK 2002). Instruktionsstudien mit gezielter Förderung und sinnvoll abgestimmter Erfassung des Verständnisses der Lernenden von der Natur der Naturwissenschaft liegen jedoch erst vereinzelt vor, so dass von verallgemeinerbaren Befunden noch nicht gesprochen werden kann.

2.3 Kerndimensionen der Natur der Naturwissenschaften

Im Folgenden werden dieser Studie zugrunde liegende Kerndimensionen der Natur der Naturwissenschaften benannt. Die Kerndimensionen zeichnen sich dadurch aus, dass ein breiter Meinungskonsens über die Relevanz dieser Dimensionen für eine schulische Förderung des Verständnisses der Charakteristika von Naturwissenschaft besteht (KMK, 2004; OSBORNE et al. 2003; MCCOMAS & OLSON 1998). Die Darstellung wird sich in Anlehnung an das Ordnungsschema von OSBORNE et al. (2003) auf die Bereiche „Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen“, „Vorstellungen über naturwissenschaftli-

che Methoden“ und „Vorstellungen über Institutionen und soziale Handhabung“ konzentrieren.

Im Bereich „Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen“ ergeben sich Parallelen naturwissenschaftsdidaktischer Konzepte zu den kognitionspsychologischen Konstrukten epistemologischer Überzeugungen. In Übereinstimmung mit der allgemeinen theoretischen Konzeption von HOFER und PINTRICH (1997) und der späteren naturwissenschaftlich ausgerichteten Untersuchung von CONLEY et al. (2004) lassen sich die Sicherheit, Entwicklung, Einfachheit, Rechtfertigung und Herkunft des naturwissenschaftlichen Wissens als Kerndimensionen nennen.

Im Bereich der „Vorstellungen über naturwissenschaftliche Methoden“ charakterisieren vier weitere Kerndimensionen die Natur der Naturwissenschaften. Dazu zählen der „Zweck der Naturwissenschaften“, die „Unterscheidung von Theorie und Gesetz“, der „Mythos einer universellen, naturwissenschaftlichen Methode“ und die „Rolle der Kreativität des Naturwissenschaftlers“ bei der Erkenntnisgewinnung.

Im Bereich der „Vorstellungen über Institutionen und soziale Handhabung“ sind die Meinungen über Kerndimensionen sehr heterogen. Hier kann die Dimension „soziale und kulturelle Einflüsse auf die Naturwissenschaften“ als anerkannt gelten (für eine nähere Charakterisierung der Kerndimensionen siehe u. a. LEDERMAN et al. 2002; URHAHNE et al. 2008).

2.4 Objektive und subjektive naturwissenschaftliche Fähigkeiten

Die Fähigkeitsentwicklung von Schülern in den naturwissenschaftlichen Fächern hängt mit der Entwicklung angemessener Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften zusammen. Je mehr das domänenspezifische Wissen von Lernenden wächst, desto realistischer wird ihr Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften. Dabei spielen sowohl die objektiven Fähigkeiten für die naturwissenschaftlichen Fächer als auch die selbstbezogenen, subjektiven Einschätzungen der naturwissenschaftlichen Fähigkeiten eine gewichtige Rolle. Während sich erstere in Indikatoren wie Klassenarbeiten, Schulleistungstests oder Noten abbilden, werden letztere mithilfe von Selbstkonzept-Fragebögen erfasst. In der Selbstkonzeptforschung wird hierzu ein hierarchischer Ansatz verfolgt, bei dem ein allgemeines Selbstkonzept zunächst in ein akademisches und ein nicht-akademisches (soziales, emotionales und körperliches) Selbstkonzept aufgegliedert wird (MOSCHNER & DICKHÄUSER 2006). Das akademische Selbstkonzept wiederum spaltet sich fächerabhängig in weitere untergeordnete Selbstkonzepte. Auf dieser untergeordneten Ebene sind auch die Fä-

higkeitsselbstkonzepte für Biologie, Chemie und Physik angesiedelt. Biologie als das vermeintlich leichteste und Physik als das schwerste naturwissenschaftliche Fach bilden die Pole für Selbsteinschätzungen eigener Fähigkeiten in den Naturwissenschaften (URHAHNE & HOPF 2004).

3 Forschungshypothesen

Die hier vorgestellte Studie beschreibt Untersuchungen zur Validierung eines Messinstruments zum Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften bei Schülern der Sekundarstufe I. Es wird die Verständnisausprägung bezüglich der Natur der Naturwissenschaften einer Gruppe von Jugendlichen mit höherem Selbstkonzept in den Naturwissenschaften mit einer anderen Gruppe verglichen, deren Selbstkonzept niedriger ausgeprägt ist. Außerdem wird untersucht, wie sich das Verständnis der Natur der Naturwissenschaften bei Schülern mit besseren bzw. schlechteren Lernleistungen in den Naturwissenschaften unterscheidet. Die folgenden Forschungshypothesen liegen der Studie zugrunde.

- (1) Schüler, die ein höheres Fähigkeitsselbstkonzept in den Naturwissenschaften aufweisen, zeigen im Vergleich zu Schülern mit einem niedrigeren Selbstkonzept ein angemesseneres Verständnis der Natur der Naturwissenschaften.

In vorangegangenen Studien (BAUMERT & KÖLLER 2000; URHAHNE & HOPF 2004) konnte ein positiver Zusammenhang zwischen dem Fähigkeitsselbstkonzept von Lernenden und erkenntnistheoretischen Vorstellungen nachgewiesen werden.

- (2) Schüler mit besseren Lernleistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern zeigen im Vergleich zu Schülern mit schlechteren Lernleistungen ein angemesseneres Verständnis der Natur der Naturwissenschaften.

BAUMERT und KÖLLER (2000) konnten im Rahmen der TIMSS-Untersuchung einen positiven Zusammenhang zwischen der Lernleistung im Fach Physik und einer realistischen Vorstellung von der Physik und ihrer Alltagsrelevanz aufzeigen.

4 Methodik

An der Untersuchung nahmen 272 Schüler der Sekundarstufe I eines Gymnasiums (n = 50) und einer Realschule (n = 67) im Großraum München sowie eines hessischen Mädchengymnasiums (n = 155) teil. Die Schüler gehörten zum Er-

hebungszeitpunkt der sechsten ($n = 4$), siebten ($n = 65$), achten ($n = 136$), neunten ($n = 33$) und zehnten ($n = 34$) Jahrgangsstufe an. Wegen des mit rund 80 % verhältnismäßig hohen Anteils weiblicher Untersuchungsteilnehmer wurde auf die Analyse von Geschlechtseffekten verzichtet. Die Schüler bearbeiteten innerhalb ihres regulären Biologieunterrichts und in Anwesenheit der Lehrkräfte einen zehneitigen Fragebogen. Dieser enthielt neben soziodemographischen Fragen die im Folgenden beschriebenen Items und Skalen.

Zur Messung des Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften dienten 111 Items, die die geschilderten Kerndimensionen (siehe Kapitel 2.3) inhaltlich abbildeten. Die Items wurden einerseits für die Untersuchung formuliert und andererseits aktuellen Erhebungsinstrumenten aus der Kognitionspsychologie sowie der Naturwissenschaftsdidaktik entnommen (für eine genauere Beschreibung der verwendeten Instrumente siehe URHAHNE et al. 2008). Die gewonnenen Daten wurden einer explorativen Faktorenanalyse nach der Hauptkomponentenmethode mit Varimax-Rotation unterzogen. Durch die Anwendung des Scree-Tests von CATTELL (1966) wurde eine Sieben-Faktor-Lösung erzielt, wodurch 33 % der Gesamtvarianz aufgeklärt werden konnten. Zur Skalenbildung wurden jeweils die Items mit den höchsten Ladungen auf den sieben Faktoren herangezogen. In Tabelle 1 sind die gebildeten Skalen mit Itembeispielen sowie die Anzahl der Items und die Reliabilitäten der Skalen angegeben. Die Gesamtreliabilität des Fragebogens mit 44 Items kann mit Cronbachs $\alpha = .84$ als befriedigend bezeichnet werden, während die Messzuverlässigkeiten der einzelnen Skalen geringer ausfallen. Dieser Umstand steht in Einklang mit Befunden anderer Forschungsarbeiten zu erkenntnistheoretischen Überzeugungen. Kennwerte für die Reliabilität solcher Skalen liegen erfahrungsgemäß in einem Bereich zwischen .50 und .70 (MUIS, BENDIXEN & HÄRLE 2006). Der geringe Kenntnisstand der Heranwachsenden, deren Vorstellungen erst in der Entwicklung begriffen sind, könnte als Erklärung herangezogen werden.

Ergänzend wurden die letzten Zeugniszensuren in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Natur & Technik und das domänenspezifische Selbstkonzept für die Fächer Biologie und Physik mit je fünf gleichen Items erhoben, die sich inhaltlich an eine Skala zum naturwissenschaftlichen Selbstkonzept von KÖLLER et al. (2000) anlehnen („Für Biologie/Physik bin ich einfach nicht so begabt.“ (-), $\alpha_{\text{Biologie}} = .88$, $\alpha_{\text{Physik}} = .82$).

Zur Messung aller Items wurde eine fünfstufige Likert-Skala (1 „stimmt gar nicht, 2 „stimmt kaum“, 3 „stimmt teils-teils“, 4 „stimmt ziemlich“, 5 „stimmt völlig“) eingesetzt.

Tab. 1: Itembeispiele, Anzahl der Items und Reliabilitäten der sieben Skalen

Skala	Itembeispiel	Item- anzahl	Cronbachs α
Herkunft	Nur Naturwissenschaftler können sich naturwissenschaftliche Forschungsfragen überlegen. (-)	5	.70
Sicherheit	Bewährte naturwissenschaftliche Theorien dürfen nicht in Frage gestellt werden. (-)	7	.66
Entwicklung	Manchmal verändern sich die Vorstellungen in den Naturwissenschaften.	8	.71
Rechtfertigung	In den Naturwissenschaften kann es mehrere Wege geben, um Vorstellungen zu überprüfen.	9	.71
Einfachheit	Naturwissenschaftliche Theorien sind oft viel komplizierter als sie sein müssten. (-)	5	.52
Zweck	Naturwissenschaftler führen Experimente durch, um neue Entdeckungen zu machen.	5	.62
Kreativität	Naturwissenschaftliches Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.	5	.54

Anmerkung. (-): negativ gepoltes Item

5 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Im Zuge der Auswertung der erhobenen Daten wurden Hinweise zur Validierung des entwickelten Messinstruments gesammelt. Zu diesem Zweck wurde die Stichprobe in Hinblick auf das erhobene Selbstkonzept in Biologie und Physik sowie auf die Naturwissenschaftsnote mit Hilfe eines Mediansplits in jeweils zwei gleich große Gruppen unterteilt. Gruppe 1 stellt jeweils diejenigen Probanden mit dem eher niedrig ausgeprägten Selbstkonzept bzw. mit den eher schlechten Lernleistungen dar. Gruppe 2 repräsentiert jeweils den Teil der Stichprobe, der ein eher positives Selbstkonzept aufweist bzw. eher gute Lernleistungen in den Naturwissenschaften erbringt. Über t-Tests für unabhängige Stichproben wurden Gruppenvergleiche des Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften vorgenommen.

Die erste Hypothese zur Validierung des Messinstruments besagt, dass Lernende mit höheren selbst eingeschätzten Fähigkeiten auch ein angemesseneres Verständnis der Natur der Naturwissenschaften zeigen. Tabelle 2 zeigt den Vergleich der Mittelwerte zu den sieben erhobenen Dimensionen der Natur der

Naturwissenschaften von Lernenden mit hohem und niedrigem Selbstkonzept im Fach Biologie.

Tab. 2: Unterschiede hinsichtlich des Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften bei Lernenden mit niedrigem (Gruppe 1) und hohem (Gruppe 2) Selbstkonzept im Fach Biologie.

Skala	Gruppe 1		Gruppe 2		t	df	p <
	M	SD	M	SD			
Herkunft	3.90	.72	3.95	.76	-.56	243	ns
Sicherheit	3.68	.58	3.72	.61	-.51	237	ns
Entwicklung	3.74	.56	3.93	.50	-2.69	233	.01
Rechtfertigung	3.74	.57	3.95	.50	-3.11	236	.01
Einfachheit	2.81	.56	2.84	.66	-.36	245	ns
Zweck	3.70	.59	3.97	.58	-3.54	247	.001
Kreativität	3.06	.57	3.18	.59	-1.66	240	ns

Wie vermutet zeigt die Gruppe mit dem höheren domänenspezifischen Selbstkonzept ein realistischeres Verständnis der Natur der Naturwissenschaften als die Vergleichsgruppe, was in einem zwar geringfügig aber in allen Skalen durchgängig höheren Mittelwert bei Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 1 zum Ausdruck kommt. In Hinblick auf die Dimensionen „Entwicklung des Wissens“ und „Rechtfertigung des Wissens“ sowie „Zweck der Naturwissenschaften“ zeigen sich signifikante Unterschiede. Schülerinnen und Schüler mit einem eher hoch ausgeprägten Selbstkonzept für das Fach Biologie schätzen naturwissenschaftliches Wissen tendenziell eher als nicht für alle Zeit sicher, sondern in der Weiterentwicklung befindlich ein. Die Bedeutung von Beobachtungen und Experimenten für die Rechtfertigung naturwissenschaftlichen Wissens sowie ihre eigenen Teilhabemöglichkeiten am Erkenntnisprozess werden von diesen Lernenden tendenziell realistischer eingeschätzt als von Lernenden der Vergleichsgruppe.

Die psychologische Forschung zum akademischen Selbstkonzept hat gezeigt, dass die Selbsteinschätzung eigener Fähigkeiten bezüglich unterschiedlicher Fächer unterschiedlich ausfallen kann. Das Fach Physik wird als schweres naturwissenschaftliches Fach eingeschätzt, während das Fach Biologie als vermeintlich leichter verständlich eingestuft wird (URHAHNE & HOPF 2004). Aus diesem Grund wurden in der geschilderten Untersuchung die Fähigkeitselbst-

konzepte für Biologie und Physik getrennt voneinander erhoben. Tabelle 3 zeigt den Vergleich der Mittelwerte zu den sieben erhobenen Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften von Lernenden mit hohem und niedrigem Selbstkonzept im Fach Physik.

Tab. 3: Unterschiede hinsichtlich des Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften bei Lernenden mit niedrigem (Gruppe 1) und hohem (Gruppe 2) Selbstkonzept im Fach Physik

Skala	Gruppe 1		Gruppe 2		t	df	p <
	M	SD	M	SD			
Herkunft	3.80	.78	4.08	.68	-2.88	219	.01
Sicherheit	3.56	.60	3.83	.57	-3.37	221	.001
Entwicklung	3.70	.59	3.93	.48	-2.98	204	.01
Rechtfertigung	3.72	.61	3.95	.47	-3.14	200	.01
Einfachheit	2.73	.59	2.91	.64	-2.20	231	.05
Zweck	3.75	.63	3.89	.59	-1.74	229	ns
Kreativität	3.07	.59	3.16	.60	-1.12	225	ns

Auch bezüglich des Selbstkonzepts im Fach Physik zeigen sich in allen Skalen durchgängig höhere Mittelwerte bei Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 1. Dieser Mittelwertunterschied fällt darüber hinaus für fünf der sieben Dimensionen signifikant aus.

Somit zeigt sich, dass das Fähigkeitsselbstkonzept von Lernenden einen signifikanten Erklärungsbeitrag hinsichtlich ihres Verständnisses der Charakteristika von Naturwissenschaft leisten kann. Insbesondere das Verständnis der Natur der Naturwissenschaften von Lernenden mit einer hohen subjektiven Fähigkeitseinschätzung im Fach Physik hebt sich deutlich von den Befunden der Vergleichsgruppe mit niedrigerem Selbstkonzept ab.

Die zweite Hypothese bezieht sich auf die objektiven Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern in den naturwissenschaftlichen Fächern. Im schulischen Kontext werden diese von außen an den Lernenden herangetragen Fähigkeitenzuweisungen in erster Linie durch den Lehrer in Form von Noten vorgenommen. Die erhobenen Einzelnoten zu den naturwissenschaftlichen Fächern aus dem letzten Zeugnis der Probanden wurden z-transformiert, um Niveauunterschiede in der Notengebung auszugleichen, und über die Fächer wurde der Mittelwert gebildet. Diese virtuelle Naturwissenschaftsnote wurde

für die hier vorgestellten Untersuchungen herangezogen. Abbildung 1 zeigt einen graphisch dargestellten Vergleich der Mittelwerte zu den sieben erhobenen Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften von Lernenden mit besseren und schlechteren Lernleistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern.

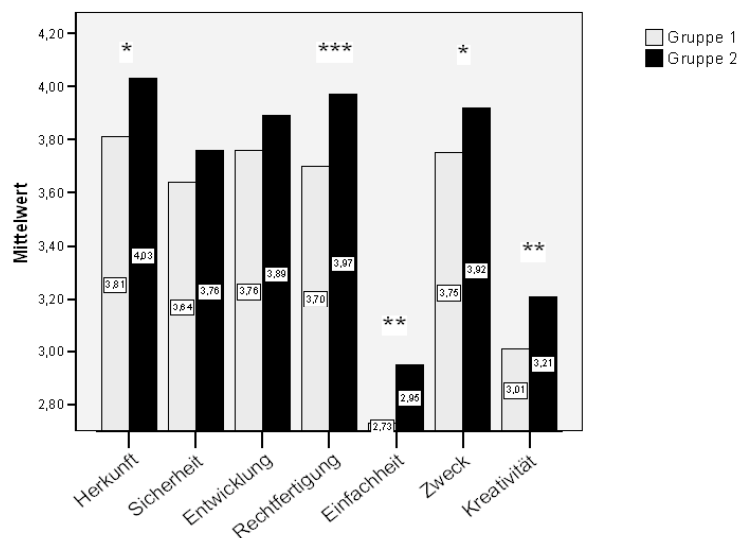


Abb. 1: Unterschiede der Mittelwerte des Verständnisses der Natur der Naturwissenschaften bei Lernenden mit schlechteren (Gruppe 1) und besseren (Gruppe 2) Lernleistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern

Entsprechend der aufgestellten Hypothese zeigen sich in allen Skalen durchgängig höhere Mittelwerte bei Gruppe 2 im Vergleich zu Gruppe 1. Diese Mittelwertsunterschiede stellen sich in Hinblick auf fünf der sieben Dimensionen als signifikant heraus. Vertiefte Kenntnisse und größeres Wissen, wie sie vom Lehrer bei der Notengebung zum Ausdruck gebracht werden, stellen somit eine weitere Erklärungsgrundlage für das Verständnis der Natur der Naturwissenschaften dar. Über die Bestätigung der formulierten Hypothese ergibt sich ein weiterer Beleg für die Gültigkeit der Befunde des hier eingesetzten Fragebogens.

Aus den Untersuchungsergebnissen wird ebenso das teils unzureichende Verständnis von der Natur der Naturwissenschaften der untersuchten Jugendli-

chen deutlich. Die Dimension Einfachheit, die darauf zielt, dass naturwissenschaftliche Theorien bei all ihrer Komplexität eher einfach als kompliziert formuliert werden, wurde von den Schülerinnen und Schülern noch nicht angemessen wahrgenommen. Die Dimension Kreativität, bei der es um die Bedeutung von Einfallsreichtum für den gesamten naturwissenschaftlichen Forschungsprozess geht, weist ebenso eine unterdurchschnittliche Bewertung auf.

Für den neu konstruierten Fragebogen wurde zur Kompetenzerfassung die graduelle Zustimmung zu den Items auf einer Likert-Skala genutzt. Auf diese Weise wird die zeitökonomische Erfassung auch größerer Stichproben ermöglicht und die gewonnenen Daten können systematisch mit anderen Konstrukten und Variablen in Beziehung gesetzt werden. Missverständnisse und Fehlvorstellungen der Lernenden zu den Aussagen des Fragebogens oder einzelnen Fachbegriffen können jedoch trotz äußerst solider Testkonstruktion ernstzunehmende Fehlerquellen darstellen. Aus diesem Grund werden Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften auch durch offene Fragebögen in Verbindung mit Interviews erhoben (LEDERMAN et al. 2002). In verstärkter auf unterrichtliche Förderungsstrategien ausgerichteten Studien ist es deshalb wichtig, diese unterschiedlichen Methoden miteinander zu verbinden, um die Mess Eigenschaften des vorliegenden Instruments weiter abzusichern und auch inhaltlich zu begründen.

Zusammenfassend kann berichtet werden, dass der neu konstruierte Fragebogen die Möglichkeit bietet, hypothesengeleitete empirische Studien durchzuführen. Dieser Beitrag liefert Befunde zur Kompetenzausprägung bei Lernenden mit höherem und niedrigerem Selbstkonzept sowie besseren und schlechteren Lernleistungen in den Naturwissenschaften.

Ein angemessenes Verständnis der Charakteristika der Naturwissenschaften kann durch experimentell-forschende Tätigkeiten, durch die Betrachtung des wechselseitigen Einflusses von Wissenschaft, Technik und Gesellschaft sowie durch die Einbindung wissenschaftshistorischer und wissenschaftsphilosophischer Fallstudien gefördert und in einen sinnvollen Zusammenhang mit Fachinhalten gebracht werden. So können unter Berücksichtigung der Lebens- und Erfahrungswelt der Lernenden Grundlagen zu lebenslangem Lernen in einer wissenschaftlich und technisch geprägten Gesellschaft gelegt werden.

Zitierte Literatur

- ABD-EL-KHALICK, F. & N.G. LEDERMAN (2000): The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* **37**, 1057-1095.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, AAAS (1990): *Science for all Americans, Education for a changing future*. Oxford University Press, New York, NY.
- BAUMERT, J. & O. KÖLLER (2000): Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: BAUMERT, J., W. BOS & R. LEHMANN [Hrsg.]: *TIMSS/III. Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn*. Leske + Budrich, Opladen, 271-315.
- BAUMERT, J., W. BOS, J. BROCKMANN, S. GRUEHN, E. KLIEME, O. KÖLLER, R. LEHRMANN, M. LEHRKE, J. NEUBRAND, K.U. SCHNABEL & R. WATERMANN (2000): *TIMSS/III Deutschland. Der Abschlussbericht. Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung am Ende der Schullaufbahn*. Berlin.
- CATTELL, R.B. (1966): The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research* **1**, 245-276.
- CONLEY, A.M., P.R. PINTRICH, I. VEKIRI & D. HARRISON (2004): Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology* **29**, 186-204.
- DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM [Hrsg.] (2001): *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich, Opladen.
- FALKENHAUSEN, E. (2000): *Biologieunterricht – Materialien zur Wissenschaftspropädeutik*, Aulis Verlag, Köln.
- HÖTTECKE, D. (2004): Wissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: HÖBLE, C., D. HÖTTECKE & E. KIRCHER [Hrsg.]: *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Schneider Verlag, Hohengehren, 43-56.
- HOFER, B.K. & P.R. PINTRICH (1997): The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research* **67**, 88-140.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ [Hrsg.] (2004): *Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss*. Berlin.
- KHISHFE, R. & F. ABD-EL-KHALICK (2002): Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* **39**, 551-578.
- KÖLLER, O., J. BAUMERT & J. NEUBRAND (2000): Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In: BAUMERT, J., W. BOS & R. LEHMANN [Hrsg.]: *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn (Bd. 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe)*. Leske + Budrich, Opladen, 229-269.
- KÖLLER, O., K.U. SCHNABEL & J. BAUMERT (2000): Der Einfluss der Leistungsstärke auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* **32**, 70-80.
- LEDERMAN, N.G. (2006): „Definitions“ of Nature of Science and Scientific Inquiry that guide Project ICAN: a cheat sheet. (abgerufen am 03.05.07 unter <http://www.projectican.com/documents/Subjectmatterwithoutcontext-acheatsheet.pdf>)
- LEDERMAN, N.G., F. ABD-EL-KHALICK, R.L. BELL & R.S. SCHWARTZ (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**, 497-521.
- MAYER, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: Krüger, D. & H. Vogt [Hrsg.]: *Handbuch der Theorien in der biologiegedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 177-186.
- MAYER, J. (2002): *Vom Schulversuch zum Forschenden Unterricht – Wissenschaftliches Arbeiten im Biologieunterricht am Beispiel der Photosynthese. Materialien zum BLK-Programm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. IPN, Kiel.

- MAYER, J., U. HARMS, M. HAMMANN, H. BAYRHUBER & U. KATTMANN (2004): Kerncurriculum Biologie der gymnasialen Oberstufe. MNU **57**, 166-173.
- MCCOMAS, W.F. & J.K. OLSON (1998): The nature of science in international science education standards documents. In: MCCOMAS, W.F. [ed.]: The nature of science in science education: Rationales and strategies. Kluwer Academic, Dordrecht, 41-52.
- MOSCHNER, B. & O. DICKHÄUSER (2006): Selbstkonzept. In: Rost, D.H. [Hrsg.]: Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Beltz PVU, Weinheim, 685-692.
- MUIS, K.R., L.D. BENDIXEN & F.C. HÄRLE (2006): Domain-general and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. Educational Psychology Review **18**, 3-54.
- ORBORNE, J., S. COLLINS, M. RATCLIFFE, R. MILLAR & R. DUSCHL (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**, 692-720.
- PERRY JR., W.G. (1999): Forms of ethical and intellectual development in the college years. A scheme. Jossey-Bass, San Francisco, CA, (Original erschienen 1968).
- SCHHECKER, K. & I. PARCHMANN (2006): Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften **12**, 45-65.
- SCHOMMER, M. (1990): Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. Journal of Educational Psychology **82**, 498-504.
- SCHOMMER, M. & K. WALKER, (1995): Are epistemological beliefs similar across domains? Journal of Educational Psychology **87**, 424-432.
- SOLOMON, J., J. DUVEEN, L. SCOTT & S. MCCARTHY (1992): Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. Journal of Research in Science Teaching **29**, 409-421.
- TRAUTWEIN, U. & O. LÜDTKE (2004). Wissenschaftspropädeutik in der gymnasialen Oberstufe. In: KÖLLER, O., R. WATERMANN, U. TRAUTWEIN & O. LÜDTKE [Hrsg.]: Wege zur Hochschulreife in Baden-Württemberg. TOSCA – eine Untersuchung an allgemein bildenden und beruflichen Gymnasien. Leske + Budrich, Opladen, 351-366.
- URHAHNE, D. & M. HOPF (2004): Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften **10**, 71-87.
- URHAHNE, D., K. KREMER & J. MAYER (2007): Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. Unterrichtswissenschaft **36**, 72-94.