

Priemer, Burkhard

Ein diagnostischer Test zu Schüleransichten über Physik und Lernen von Physik - eine deutsche Version des Tests "Views About Science Survey"

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 9 (2003), S. 160-178



Quellenangabe/ Reference:

Priemer, Burkhard: Ein diagnostischer Test zu Schüleransichten über Physik und Lernen von Physik - eine deutsche Version des Tests "Views About Science Survey" - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 9 (2003), S. 160-178 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-315611 - DOI: 10.25656/01:31561

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-315611>

<https://doi.org/10.25656/01:31561>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

BURKHARD PRIEMER

Ein diagnostischer Test zu Schüleransichten über Physik und Lernen von Physik – eine deutsche Version des Tests „Views About Science Survey“

Zusammenfassung

Ansichten von Schülern über Physik und Lernen von Physik lassen sich mithilfe des Tests „Views About Science Survey“ (VASS) erfassen. Dabei werden drei naturwissenschaftliche und drei kognitive Dimensionen berücksichtigt, die insgesamt zu einer Klassifizierung der Schüler in vier Typen führen: Experte, oberer und unterer Übergangstyp sowie Laie. Internationale Untersuchungen zeigten u.a., dass rund 8 % der Schüler Expertenansichten vertraten während etwa 1/3 eher als Laien bezeichnet werden konnten. Darüber hinaus korrelierten die erzielten VASS-Testergebnisse signifikant mit dem Abschneiden in Physiktests. Dieser Beitrag stellt den Test einschließlich der deutschen Übersetzung und international erzielte Ergebnisse vor. Ergänzend werden erste Erfahrungen mit der deutschen Version an einer nicht repräsentativen Stichprobe berichtet. Mit der deutschen Fassung des Tests VASS wird ein Fragebogen zur Erhebung epistemologischer Überzeugungen bereit gestellt, der – nach einer entsprechenden Güteprüfung – sowohl in der Schulpraxis als auch in der fachdidaktischen Forschung Einsatz finden kann.

Abstract

Student views about physics and learning physics can be assessed with the “Views About Science Survey” (VASS), a test instrument that regards three scientific and three cognitive dimensions and classifies students in four profiles: expert, high and low transitional, and folk. International investigations have shown for example that about 8 % of the students had expert views while roughly 1/3 were classified as folk. Furthermore, student VASS test scores correlated significantly with physics achievement. This article introduces the test including a German translation and reports results gained in international studies. In addition, first experiences gained with the German test translation and a non-average sample are reported. With the German version of VASS a paper-pencil questionnaire is provided that assesses epistemological beliefs and is suitable – after a quality review – for both school practice and research in science education.

1 Einleitung

Verschiedene Studien (z. B. TIMSS III) haben gezeigt, dass viele Schüler in Deutschland bzgl. der Naturwissenschaften ein so genanntes traditionell-empiristisches Weltbild vertreten (Baumert et al., 2000, 64). Nach diesem sind beispielweise der Natur Gesetze immanent, die von Physikern mehr oder weniger systematisch und schrittweise entdeckt werden. „Die Vorstellung von Wissenschaft als einer Konstruktionsleistung ist in diesem Weltbild ein Fremdkörper“ (a.a.O., 66). Deshalb kann

festgehalten werden, dass die Ansichten von Schülern über Naturwissenschaften und Lernen in den Naturwissenschaften vielfach unzureichend und nicht adäquat sind (Höttecke, 2001, 20; Lederman & O'Malley, 1992).

Individuelle Ansichten über Wissen und Lernen haben jedoch eine große Bedeutung für Lernerfolge. Dies konnte in verschiedenen internationalen Untersuchungen nachgewiesen werden (siehe z. B. Baker & Piburn, 1991; Halloun, 2001; Reif & Larkin, 1991; Schommer, 1998; Songer & Linn, 1991; Spiro, Coulson,

Feltovich & Anderson, 1988; Tobias, 1990). Halloun (2001) hat beispielsweise festgestellt, dass der Grad der Expertise hinsichtlich epistemologischer Überzeugungen signifikant mit dem Abschneiden in Physiktests korreliert. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass epistemologische Überzeugungen in einem nachweisbaren Zusammenhang zu Lernerfolgen im Physikunterricht stehen und deshalb einer intensiven Beachtung bedürfen.

Die grundsätzliche und prinzipielle Bedeutung epistemologischer Überzeugungen in der nachstehend ausgeführten Allgemeinheit – und insbesondere deren Einflüsse auf Lernerfolge – ist in Deutschland vergleichsweise wenig untersucht (Höttecke, 2001, 7; Kircher, 1995, 241), wenngleich auch Teilaspekte wie z. B. das Modellverständnis von Schülern (Kircher, 1995, Mikelskis-Seifert, 2002) intensiver erforscht sind. Damit Ansichten von Schülern in Zukunft verstärkt Aufmerksamkeit erfahren können, ist es hilfreich, diese mit entsprechenden leicht handhabbaren Methoden systematisch zu erfassen. Dieser Beitrag widmet sich deshalb der Vorstellung und Beschreibung des auf Selbsteinschätzungen beruhenden Testverfahrens „Views about Science Survey“ (VASS) zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen. Darüber hinaus werden Ergebnisse berichtet, die mit diesem Test erzielt wurden. Dabei wird auf eine breite Darstellung des theoretischen Hintergrunds bewusst verzichtet und auf entsprechende Quellen verwiesen (siehe z. B. Lederman, 1992; McComas, 1998; Kircher, 1995; Meyling, 1990; Develaki, 1998). Ausführungen sind nur so detailliert angeführt, wie es für das Verständnis des vorliegenden Textes nötig ist. Besondere Aufmerksamkeit finden jedoch Bezüge zwischen epistemologischen Überzeugungen und Lernerfolgen.

2 Epistemologische Überzeugungen

Unter epistemologischen Überzeugungen mit Bezug auf Naturwissenschaften werden in diesem Beitrag im weitesten Sinne Vorstellungen über die Praxis des naturwissenschaftlichen Arbeitens (z. B. Generierung von Wissen, verwendete Methoden und Verfahren, soziale Diskurse der Wissenschaftlergemeinschaft),

dem epistemologischen Status von naturwissenschaftlichem Wissen (z. B. Bedeutung und Gültigkeit gewonnener Aussagen, Gesetzmäßigkeiten und Theorien), die Strukturierung und Klassifikation von Wissen (z. B. Aufbau naturwissenschaftlicher Domänen) und die persönliche Bedeutung naturwissenschaftlicher Inhalte für den Lernenden (z. B. Erlernbarkeit, Relevanz für das tägliche Leben) verstanden.

Insbesondere im angloamerikanischen Raum erfolgte eine breite und intensive Diskussion hinsichtlich von Schüleransichten über die Naturwissenschaften, die aber zu keinen einheitlichen Ergebnissen geführt hat (vgl. Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar & Scott, 1996; Edmondson & Novak, 1993; Reif & Larkin, 1991; Songer & Linn, 1991). Zu heterogen sind offensichtlich die Vorstellungen von Laien über Naturwissenschaften, sodass sich keine allgemein gültigen Ansichten erkennen lassen, wenngleich wiederholt berichtet wird, dass Schüler und Studenten vielfach Standpunkte eines „naiven Realismus“ bzw. eines „naiven Induktivismus“ vertreten. Große Einigkeit besteht allerdings in der Auffassung, dass sich die Vorstellungen, die Schüler im traditionellen naturwissenschaftlichen Unterricht entwickeln – so vielfältig diese auch sein mögen –, nicht mit denen von Naturwissenschaftlern decken. Es lässt sich daher zusammenfassen, dass „die empirisch-rationale Darstellung der Physik im Schulunterricht, das Ausblenden ihrer historischen Bedingtheit und Veränderlichkeit“ (Höttecke, 2001, 21) zu einem insgesamt recht unzutreffenden Naturwissenschaftsbild bei Schülern führt.

3 Epistemologische Überzeugungen und Unterricht

Wenngleich die Bedeutung epistemologischer Überzeugungen mehrfach zum Ausdruck gebracht wurde (vgl. Baumert et al., 2000, 67), wird diesem Aspekt in der Unterrichtspraxis – besonders in Deutschland – bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dies gilt, obwohl verschiedene Ansätze in der Vergangenheit versucht haben, epistemologische Aspekte in naturwissenschaftlichen Curricula zu be-

rücksichtigen. Dabei standen die Verflechtung von Wissenschaft mit Technologie und Gesellschaft (für den angloamerikanischen Raum siehe z. B. Ziman, 1980; Solomon, 1993; für den deutschsprachigen Raum siehe z. B. Buck, 1992; Meyer, Naumann, Hahne et al., 1981), anwendungs- und produktionsbezogene Ansätze (siehe z. B. Buck, 1992), lebensweltlich orientierte Komponenten (siehe z. B. Bündler, 1998) und wissenschaftstheoretische Konzepte (von Oy, 1982; Niedderer & Schecker, 1982; Krüger & Schecker, 1982; Develaki, 1998; Meyling, 1990) im Vordergrund. Darüber hinaus schlagen andere Konzeptionen vor, Schüler „professionelles“ naturwissenschaftliches Arbeiten im Unterricht „simulieren“ zu lassen (zum Experimentieren siehe Lind, 1979; Reinhold, 1996; Roth, 1997; zu Modellen siehe Kircher, 1995). Letztlich haben sich aber diese Ansätze in der Praxis wenig durchgesetzt.

Die internationale Diskussion hat gezeigt, wie vielschichtig und heterogen selbst Expertenansichten über Physik und Lernen von Physik sein können. Es wäre unangemessen, diese alle zum Gegenstand von Unterricht zu machen. Vielmehr geht es darum, Schülern fundamentale Grundaussagen vor Augen zu führen und nicht Philosophen auszubilden (McComas, Clough & Almazroa, 1998, 6). „Since it takes historians and philosophers of science decades of study to derive generalizations about the nature of science from historical evidence, it is unrealistic to expect teachers or students to develop profound understandings from a necessarily limited exposure to the world of science“ (Dawkins & Glatthorn, 1998, 64).

Aus diesen Erfahrungen lässt sich schließen, dass es offensichtlich schwierig ist, allen Aspekten derart gerecht zu werden, dass Schüler angemessene Ansichten über Naturwissenschaften entwickeln. Sicherlich kann es nur langfristig – unter Einbeziehung der Lehrerbildung – und in einem vielseitigen Verfahren, das Aspekte der verschiedenen angeführten Ansätze wiederholt aufgreift, gelingen, Schülern ein adäquates Naturwissenschaftsbild zu vermitteln.

Dazu gehört zum einen sicherlich auch, Wissenschaftstheorie explizit zu unterrich-

ten (siehe z. B. der gesamtcurriculare Ansatz von Meyling, 1990) bzw. Metakonzepte zum Gegenstand von Unterricht zu machen, wie dies Mikelskis-Seifert (2002) am Beispiel von Modellen vorschlägt. Zum anderen lassen sich auch auf eine „immanente“ Weise im Unterricht wissenschaftstheoretische Aspekte integrieren, ohne expliziten Wissenschaftstheorie-Unterricht durchzuführen. Ein Ansatz dazu könnten z. B. die „critical incidents“ (Nott & Wellington, 1995) darstellen. So kann das Ausbleiben „erwünschter“ Versuchsausgänge im Unterricht Anlass zu erkenntnistheoretischen Diskussionen mit Schülern sein, die ohne explizite Benennung dahinterliegender Theorien auskommen. Dies lässt sich ebenfalls erreichen, indem im Unterricht gemäß eines wissenschaftlichen Vorgehens gehandelt und dieses Handeln reflektiert wird, um wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erfahrbar zu machen. Schüler, die z. B. eigenständig Hypothesen aufstellen und diese u. U. falsifizieren müssen, sind sicherlich weniger geneigt, Wissen als exakt, absolut und unumstößlich zu bezeichnen.

Darüber hinaus können neue Medien in diesem Zusammenhang neue Chancen, Impulse und Perspektiven liefern. Das Internet bietet beispielsweise Tools zur Kommunikation, zum Datenaustausch und zur Präsentation, die traditionellem Unterricht ohne Weiteres nicht zur Verfügung stehen. Verbunden mit einem „open ended approach“, der eine weitgehende Offenheit hinsichtlich von Lerninhalten, Lernwegen und Lernzielen lässt, können Schüler nicht nur miteinander kommunizieren, kooperieren und kollaborieren, sondern auf authentisches Datenmaterial zurückgreifen und sogar Kontakt zu Forschungseinrichtungen aufnehmen (vgl. das WISE- bzw. GLOBE- Projekt).

4 Schwierigkeiten von Testverfahren zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen

Epistemologische Überzeugungen sind schwierig zu erfassen. Dies gilt insbesondere, weil das zu „messende“ Merkmal einen breiten inhaltlichen Bereich abdeckt, der zudem noch schwierig zu operationalisieren ist. Lederman, Wade und Bell (1998, 331) geben einen aus-

fürhlichen Überblick über zahlreiche verschiedene Testverfahren aus dem angelsächsischen Raum und deren Schwierigkeiten, der im Folgenden herangezogen wird.

Nach Ansicht der Autoren muss beispielsweise bedacht werden, dass hinsichtlich epistemologischer Überzeugungen vielfach kein eindeutiger Experten-Konsens besteht (siehe z. B. auch McComas, Clough & Almazroa, 1998). Auch aus Erfahrungen mit VASS (Halloun, 2001) ist z. B. bekannt, dass Wissenschaftler, denen der Test vorgelegt wurde, aus gutem Grund nicht in allen Items die Expertenmeinung wiedergeben. Insofern kann ein derartiges Testverfahren auch nur solche Ansichten berücksichtigen, für die unter Wissenschaftlern weitgehende Einigkeit besteht. Hieraus entstehen inhaltliche Einschränkungen, die sehr unterschiedlich ausfallen können (dass dies zutrifft, zeigen die verschiedenen entwickelten Testinstrumente). Aus diesem Grund sind Testverfahren entstanden, die inhaltlich z. T. weit über die Erfassung epistemologischer Überzeugungen hinausgehen, indem sie zusätzlich – zu Lasten der Validität – andere Fähigkeiten und Einstellungen erheben.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass Schüleransichten sehr inkonsistent oder gar widersprüchlich sein können und einer schnellen Veränderung unterliegen können (Leach, Millar, Ryder & Séré, 2000). Leach et al. kritisieren zusätzlich, dass verschiedene Testverfahren Items mit recht allgemein formulierten Aussagen verwenden, bei denen zum einen nicht klar ist, mit welchen Vorstellungen Probanden diese Items beim Antworten verbinden. Zum anderen stellen diese Items nicht selten extrem und z. T. unzulässig verkürzte Aussagen von komplexen wissenschaftstheoretischen Strömungen dar. Allerdings merken die Autoren andererseits auch an, dass die Verwendung von Kontext-basierten Fragen – die in der Regel mit einer detaillierten Beschreibung einer speziellen Situation versehen sind – Schwierigkeiten in der Verallgemeinerbarkeit der Aussagen nach sich ziehen. Lederman, Wade und Bell (1998) geben weiterhin zu Bedenken, dass die Interpretation der Antworten der Probanden durch die Untersuchungsleiter u. U.

sehr stark von der abweicht, die Probanden in Interviews geben (vgl. auch Lederman & O'Malley, 1992).

Die geschilderten Schwierigkeiten sind bei der Anwendung derartiger Testverfahren – also auch des vorliegenden Tests – zu berücksichtigen. Darüber hinaus haben diese dazu geführt, dass alternative bzw. ergänzende Verfahren zu den herkömmlichen Methoden verwendet werden. Dies können Beobachtungen von Unterricht, Interviews oder Situations einschätzungen sein („critical incidents“, vgl. Nott & Wellington, 1995). Bei letzterem Verfahren werden z. B. Lehrer gebeten, fiktive aber realistische Unterrichtssituationen – z. B. ein vorgeführter Versuch hat nicht die „erwünschten“ Daten geliefert – einzuschätzen und ihr darauf folgendes Agieren im Unterricht zu beschreiben. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass auch die skizzierten alternativen Verfahren Validitätsprobleme aufweisen. Darüber hinaus ist mit diesen Verfahren in der Regel ein zeitlicher und methodischer Aufwand verbunden, der sich nicht in allen Untersuchungen und kaum in der Unterrichtspraxis rechtfertigen lässt.

Die angeführten Schwierigkeiten dürfen nicht dahingehend interpretiert werden, dass eine Erfassung epistemologischer Überzeugungen grundsätzlich nicht möglich oder sinnvoll ist. Der Schlüssel zur Verwendung derartiger Testverfahren liegt in der Kenntnis der Probleme und einer angemessenen Interpretation der erzielten Ergebnisse. Wie bei vielen anderen Testverfahren auch, ist die Validität des Verfahrens zu prüfen. (Bei VASS ist dies erfolgt; vgl. 5) Deshalb sind klassische Fragebogenverfahren nicht nur aufgrund der Einfachheit der Anwendung und des recht geringen Aufwands eine geeignete Methode zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen.

5 Der Test „Views about Science Survey“

Vorgestellt wird der maßgeblich von Halloun in den U.S.A. entwickelte und vom Autor dieses Beitrags ins Deutsche übersetzte Test „Views About Science Survey“ (VASS), mit dessen Hilfe die individuellen Ansichten von Schülern und Studenten

a. zur Physik und

b. zum Lernen von Physik

erfasst werden können. Der Test mündet in einer Klassifizierung der Probanden in vier disjunkte Typen, die den Grad der Expertise widerspiegeln.

Im Vordergrund der Ausführungen steht die Beschreibung des Tests VASS. Es werden die zu Grunde liegenden inhaltlichen Teilbereiche (Dimensionen) – jeweils unter Angabe von Beispiel-Items – beschrieben. Dem Anhang kann der komplette deutschsprachige Test und eine Anleitung zur Auswertung der Items entnommen werden. Anhand der bislang erhobenen Daten werden darüber hinaus Ergebnisse dargestellt, die zum einen im Ausland und zum anderen in der hier vorgestellten ersten Pilotuntersuchung mit der deutschen Version erzielt wurden.

Der Nachweis der Validität und Reliabilität des Tests (Halloun, 2001; Halloun, Osborn Popp & Hestenes, 1997), die Beschreibung der Entwicklung des Instrumentes (Halloun, 1996, 2001; Halloun & Hestens, 1998) und die Erläuterung weiterer Details des Auswertungsverfahrens werden an den angegebenen Stellen geleistet. Eine entsprechende Güteprüfung der deutschen Fassung des Tests muss jedoch noch geleistet werden. Es steht somit noch kein „fertiges“ standardisiertes Instrument zur Verfügung. Viel mehr wird der Test vorgeschlagen, damit in zukünftigen Untersuchungen weitere Daten gesammelt werden können, um die Qualität des Verfahrens zu erfassen.

5.1 Inhaltliche Teilbereiche des Tests VASS

Die Ansichten über Physik werden mit VASS in drei naturwissenschaftlichen Dimensionen erhoben: Struktur, Methoden und Gültigkeit. Die Erfassung der Ansichten der Probanden über Lernen von Physik erfolgt in drei kognitiven Dimensionen: Lernbarkeit, reflektierendes Denken und persönliche Relevanz. Diese Dimensionen werden anhand von Expertenansichten kurz vorgestellt. Darüber hinaus gibt Tabelle 1 Beispiel-Items in der deutschen Übersetzung und der englischen Originalversion.

Naturwissenschaftliche Dimensionen

1. Struktur. Naturwissenschaften spiegeln ein zusammenhängendes Konstrukt von Wissen über Vorgänge in der Natur wider, das durch Untersuchungen gewonnen wird, und sind keine lose Sammlung von unmittelbar erhaltenen Fakten.
2. Methoden. Die Methoden in den Naturwissenschaften sind systematisch und generell und nicht personenabhängig oder situationspezifisch. Mathematik ist ein Werkzeug der Naturwissenschaftler, um Theorien zu beschreiben und zu analysieren, und keine Quelle von Fakten oder Wissen. Mathematische Modelle zum Lösen von Problemen umfassen mehr als die Auswahl von Formeln um Zahlen und Ergebnisse zu errechnen.
3. Gültigkeit. Wissen in den Naturwissenschaften ist näherungsweise, nur vorübergehend gültig und kann widerlegt werden, und ist nicht exakt, absolut und endgültig wahr.

Kognitive Dimensionen

4. Lernbarkeit. Naturwissenschaften können von jedem erlernt werden, der dazu bereit ist, und nicht nur von wenigen talentierten Personen. Der Lernerfolg hängt von den persönlichen Bemühungen ab und weniger vom Einfluss des Lehrers oder der Lehrmedien.
5. Reflektierendes Denken. Für ein tiefgehendes Verständnis der Naturwissenschaften ist es erforderlich... (a) sich eher auf die systematische Anwendung von Methoden und Prinzipien zu stützen, als Fakten auswendig zu lernen, (b) Probleme und Situationen aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und nicht nur einen einzigen vorgegebenen Ansatz zu verfolgen, (c) nach Unstimmigkeiten im eigenen Wissen zu suchen, als nur neue Informationen dazulernen, (d) neue Inhalte auf eigene Weise zu strukturieren und zu begreifen, als diese wie gegeben auswendig zu lernen.
6. Persönliche Relevanz. Naturwissenschaften sind im Leben eines jeden von Relevanz und nicht nur für Naturwissenschaftler wichtig. Naturwissenschaften sollten zum eigenen Nutzen erlernt werden und nicht nur, um curriculare Anforderungen zu erfüllen.

Item in deutscher Übersetzung	Original-Item
Struktur Physiker sprechen von der Existenz von Elektronen und Protonen in einem Atom, weil: (a) sie diese Teilchen mit Versuchsinstrumenten in ihrer tatsächlichen Gestalt gesehen haben haben. <i>(b) sie Beobachtungen gemacht haben, die mithilfe solcher Teilchen erklärt werden können.</i>	Physicists say that electrons and protons exist in an atom because: (a) they have seen these particles in their actual form with some instruments. <i>(b) they have made observations that can be explained by such particles.</i>
Methoden Wenn man eine Methode, mit der ein physikalisches Problem gelöst wurde, auf ein anderes Problem anwenden will, dann müssen die Gegebenheiten in beiden Aufgaben: (a) in jeder Hinsicht identisch sein. <i>(b) in mancher Hinsicht ähnlich sein.</i>	If we want to apply a method used for solving one physics problem to another problem, the objects involved in the two problems must be: (a) identical in all respects. <i>(b) similar in some respects.</i>
Gültigkeit Die derzeitigen Vorstellungen der Physiker über die Teilchen, aus denen das Atom besteht: (a) werden immer so beibehalten, wie sie sind. <i>(b) werden gegebenenfalls in verschiedener Hinsicht geändert.</i>	Physicist's current ideas about particles that make up the atom: (a) will always be maintained as they are. <i>(b) may eventually be modified in some respects.</i>
Lernbarkeit Physik-Lernen erfordert: <i>(a) ein ernsthaftes Bemühen.</i> (b) ein besonderes Talent.	Learning physics requires: <i>(a) a serious effort.</i> (b) a special talent.
Reflektierendes Denken Wenn der Lehrer ein physikalisches Problem löst, für das ich eine falsche Lösung hatte: (a) verwerfe ich meine Lösung und lerne die vom Lehrer präsentierte. <i>(b) versuche ich herauszufinden, worin sich die Lösung des Lehrers von meiner unterscheidet.</i>	After the teacher solves a physics problem for which I got a wrong solution: (a) I discard my solution and learn the one presented by the teacher. <i>(b) I try to figure out how the teacher's solution differs from mine.</i>
Persönliche Relevanz Ich lerne Physik: (a) um den vorgeschriebenen Pflichtunterricht zu absolvieren. <i>(b) um nützliches Wissen zu lernen.</i>	Persönliche Relevanz I study physics: (a) to satisfy course requirements. <i>(b) to learn useful knowledge.</i>

Tab. 1. Beispiel-Items der naturwissenschaftlichen und kognitiven Dimensionen des Tests VASS in der deutschen Übersetzung und dem englischen Originalwortlaut (kursiv hervorgehoben die Expertenantwort).

Auch der Test VASS unterliegt den beschriebenen Einschränkungen und Schwierigkeiten, die Fragebogen-Testverfahren anlasten. Die in dieser Taxonomie von Halloun aufgezeigten Expertenansichten und verschiedene der Test-Items geben z. B. in mancher Hinsicht recht einseitige und extreme Vorstellungen wieder, die kritisch hinterfragt werden können. Beispielsweise kann Physik aus gutem Grund sowohl als Quelle von Fakten über die Natur und gleichzeitig aber auch als Quelle von Vorstellungen über die Natur angesehen werden (vgl. 1. und 2. und Test-Item 34). Dieses Beispiel zeigt, dass eindeutige Expertenmeinungen u. U. nur schwer zu erzielen sind.

Darüber hinaus enthält VASS keine detaillierten Kontext-basierten Items, sondern Fragen, die eher allgemein formuliert sind. Deshalb kann nicht bei allen Items ausgeschlossen werden, dass Probanden unterschiedliche Vorstellungen mit Fragen verbinden (z. B. bei Item 9: Verschiedene Teilgebiete der Physik, z. B. Mechanik und Elektrizitätslehre: a. sind miteinander durch gemeinsame Prinzipien verwandt. b. sind voneinander verschieden und unabhängig.).

Allerdings beinhalten andere Items klar umrissene konkrete Situationen, die nur einem geringen Interpretationsspielraum unterliegen (z. B. bei Item 32: Wenn der Lehrer ein physikalisches Problem löst, für das ich eine falsche Lösung hatte: a. verwerfe ich meine Lösung und lerne die vom Lehrer präsentierte. b. versuche ich herauszufinden, worin sich die Lösung des Lehrers von meiner unterscheidet.). Zusätzlich wird mit dem vergleichsweise großen Umfang des Tests VASS mit knapp 40 Items versucht, ein möglichst reliables Testinstrument zu konstruieren, bei dem abweichendes Antwortverhalten in einzelnen Items das Gesamtergebnis in der Regel wenig beeinflusst. Insgesamt versucht der Test, durch die Anzahl, die Wahl und die Formulierung der Items sowie dem Auswertungsverfahren weitgehend den benannten Schwierigkeiten und Einschränkungen zu begegnen.

5.2 Aufbau und Typisierung des Tests VASS

VASS ist ein Fragebogen bestehend aus 39 Fragen, die zum Teil aus dichotomen Items bzw. aus Items mit Contrasting Alternatives Design (CAD) bestehen (Rating-Skala mit fünf Stufen). Die Bearbeitungszeit beträgt ca. 30 Minuten. Das Auswertungsverfahren (siehe Anhang) legt für die Probanden eine Gesamtpunktzahl auf einer Intervallskala fest. Die Zuordnung zu einem der vier verschiedenen Typen erfolgt danach, in wie vielen Items ein Proband das gleiche Antwortverhalten zeigt wie die meisten Experten. (Die Entwicklung und Konstruktion des Tests beruht auf Befragungen von 27 Physik-Professoren, 326 Physik-Studenten, 50 Physik-Lehrern und 2589 Physik-Schülern.) Somit ist es möglich, den Expertisegrad der Probanden zu unterscheiden in:

- Experte („expert“),
- Oberer Übergangstyp („high transitional“),
- Unterer Übergangstyp („low transitional“),
- Laie („folk“).

Diese Einteilung bedeutet nicht, dass der VASS-Experte in allen inhaltlichen Teilbereichen des Tests oder in allen Items die Meinung von Wissenschaftlern wiedergegeben hat. Weiterhin wählen einzelne Wissenschaftler auch aus guten Gründen nicht die in den Items wiedergegebene Expertenmeinung, sondern beispielsweise die Laienansicht. Da es sich in diesen Fällen aber nur um einzelne Items handelt, hat dies insgesamt keinen Einfluss auf die Einteilung in die verschiedenen Typen. Die Grenzen zwischen den Typen sind aufgrund statistischer Analysen gezogen worden. Eine genauere Darstellung erfolgt in Halloun (2001).

6 International erzielte Ergebnisse

Grundlage der nachfolgenden Ergebnisse sind Erhebungen aus den U.S.A. und dem Libanon (Halloun, 2001; Halloun & Hestenes, 1998). In den Untersuchungen zum Antwortverhalten von Schülern in beiden dieser Länder wurden keine wesentlichen Unterschiede festgestellt,

sodass vermutet werden kann, dass der Einfluss unterschiedlicher kultureller Hintergründe eher gering ist.

Verteilung der Typen

Mit den mit VASS im Ausland gesammelten Daten unter Schülern der High-School ($n > 2000$) ergab sich folgende Verteilung der Typen: Experte 8 %, oberer Übergangstyp 25 %, unterer Übergangstyp 36 % und Laie 31 %. Das heißt, dass knapp 2/3 der Schüler und Studenten einem der Übergangstypen angehörten. Rund jeder zwölfte Proband war Experte bzw. jeder dritte Laie. Nach diesen Testergebnissen hatten über die Hälfte der Probanden (unterer Übergangstyp und Laie) eher inadäquate Ansichten über Physik und Lernen von Physik.

VASS-Typen und Lernerfolg

Im Rahmen der Anwendung des Tests VASS wurde der Zusammenhang zwischen der Zuordnung eines Probanden zu einem der vier Typen bzw. der erreichten Gesamtpunktzahl und dem Abschneiden dieser Testperson in einem standardisierten Physiktest (Force Concept Inventory, Hestenes & Halloun, 1995) untersucht (Halloun, 1996). Dabei hatte sich gezeigt, dass das Abschneiden im VASS-Test mit dem Lernerfolg signifikant korreliert.

Teilergebnisse in den verschiedenen Dimensionen

Wurde die Auswertung des Antwortverhaltens der Probanden nur auf die naturwissenschaftlichen Dimensionen beschränkt, so zeigte sich, dass rund 25 % der Schüler im weitesten Sinne als „naive Realisten“ bezeichnet werden können. Diese Schüler haben die Vorstellung, dass die Umwelt direkt mit den Sinnen erfassbar ist und dass Wissen in den Naturwissenschaften diese Realität widerspiegelt. Sie bezeichnen Wissen als exakt, absolut und unumstößlich sowie als situationsabhängig und isoliert. Die Auswertung der Testergebnisse hinsichtlich der kognitiven Dimensionen ergab, dass etwa 22 % der Probanden als „passive“ Lerner von Physik bezeichnet werden können. Diese sind charakterisiert durch wenig Motivation und Ausdauer beim Lernen und zeichnen sich

durch eine hohe Autoritätsabhängigkeit aus: Sie glauben, dass erfolgreiches Lernen eher von der Instruktion als vom eigenen Bemühen abhängt.

Ferner hatte sich gezeigt, dass die Ansichten von Schülern über Physik signifikant mit ihrer Ansicht zum Lernen von Physik korrelieren (Halloun, 2001). Das heißt z. B., dass Schüler mit überwiegend „naiv-realistischen“ Ansichten hinsichtlich der naturwissenschaftlichen Dimensionen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch „passiv“ lernen.

7 In einer deutschen Pilotuntersuchung erzielte Ergebnisse

Dieser Abschnitt berichtet erste Erfahrungen mit der deutschen Fassung des Tests. Bedingt durch die Anzahl und Selektion der Probanden (45 Leistungskursschüler) handelte es sich dabei nicht um eine hypothesenüberprüfende Untersuchung an einer repräsentativen Stichprobe. Viel mehr sollten zum einen die Praktikabilität und Nutzerfreundlichkeit des Tests geprüft und zum anderen erste explorative Ergebnisse gewonnen werden. Diese wurden in aller gebotenen Vorsicht quantitativ ausgewertet und den internationalen Resultaten gegenübergestellt. Dies soll jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass weitere Untersuchungen (u. a. zur Güte des Tests) notwendig sind. Im Januar 2002 hatten 45 Berliner Schüler aus Leistungskursen Physik an einer explorativen Laboruntersuchung zur Anwendung des Internets zum Lernen von Physik teilgenommen (Priemer & Schön, 2002). Das Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, die Nutzung des WWW als Informationsquelle für Schüler zur Erarbeitung des Themas „Die Entstehung der Gezeiten“ zu untersuchen. Um epistemologische Überzeugungen von Schülern als unabhängige Variable erfassen zu können, wurde die deutsche Version des Tests VASS verwendet.

Das Pre-Post-Testdesign bestand aus einem Vortest, mit dem die Ansichten von Schülern über Physik und das Lernen von Physik (deutsche VASS-Version), allgemeine Kenntnisse im Fach Physik (Items aus TIMSS, Baumert, Lehmann, Lehrke et al., 1998, dem Force Concept Inventory, Hestenes & Halloun, 1995, und dem

Mechanics Baseline Test, Hestenes & Wells, 1992), Vorkenntnisse zum behandelten Thema „Gezeiten“ (offene Frage), die Kenntnisse im Umgang mit Computern (Technology and Internet Assessment, Ealy, 2000) und weitere unabhängigen Variablen erfasst wurden. Der Nachtest ermittelte die Kenntnisse der Schüler zum Thema „Gezeiten“ mittels eines Multiple-Choice Tests und der Erstellung von Concept Maps.

Verteilung der Typen

Der Test „Views about Science Survey“ wurde nach den in Halloun (2001) beschriebenen und im Anhang dargestellten Verfahren ausgewertet. Im Vergleich mit den Ergebnissen von Halloun (2001) zeigte sich eine deutliche Verschiebung der Typenverteilung zu Gunsten des Typs Experte: Experte 67 %, oberer Übergangstyp 27 %, unterer Übergangstyp 4 % und Laie 2 %.

VASS-Typen und Lernerfolg

Analog zu Ergebnissen internationaler Untersuchungen, in denen Beziehungen zwischen epistemologischen Überzeugungen und Physikkenntnissen von Schülern und Studenten gefunden wurden, wurde dieser Zusammenhang auch anhand der in dieser Untersuchung erfassten Daten näher untersucht. Dazu wurde mithilfe von einfaktoriellen Varianzanalysen überprüft, ob sich die VASS-Typen Experte, oberer und unterer Übergangstyp und Laie hinsichtlich ihrer Leistungen in Physik voneinander unterscheiden.

Das Ergebnis der Varianzanalyse zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der verschiedenen VASS-Typen im Vortest zur Physik ($F(3,40) = 6.14, p < .01$), im Multiple-Choice-Nachtest zum Thema Gezeiten ($F(3,41) = 3.65, p < .05$) und in der Anzahl richtiger Relationen in den Concept Maps ($F(3,40) = 3.64, p < .05$). Die Typeneinteilung schien demnach ein Indikator des Lernerfolgs in Physik zu sein.

Da die beiden Typen Laie und unterer Übergangstyp in der vorliegenden Stichprobe nur

schwach vertreten waren, wurden zusätzlich Einzelvergleiche zwischen Experte und oberer Übergangstyp berechnet. Der entsprechende t-Test zeigte, dass die VASS-Experten signifikant bessere Physikleistungen erbrachten als die Probanden mit dem Profil oberer Übergangstyp. Der Experte ($n = 30$) schnitt im Vortest mit allgemeinen Fragen zur Physik ($t(40) = -3.19, p < .01$), im Multiple-Choice-Nachtest zum Thema Gezeiten ($t(40) = -2.28, p < .05$) sowie in den Concept Maps, gemessen durch die Anzahl richtiger Relationen ($t(40) = -2.99, p < .016$), signifikant besser ab als der obere Übergangstyp ($n = 12$). Wurden die Vorkenntnisse der Probanden in Physik in einer Kovarianzanalyse berücksichtigt, so ergaben sich weiterhin signifikante Unterschiede, z. B. für das Abschneiden im Multiple-Choice-Nachtest: $F(1,40) = 4.22, p < .05$.

Abschließend wurde geprüft, welche Zusammenhänge zwischen der VASS Gesamtpunktzahl und dem Abschneiden in den einzelnen Physiktests bestehen. Zu diesem Zweck wurden Produkt-Moment-Korrelationen berechnet (Tab. 2).

	VASS Gesamtpunktzahl	
Vortest mit allgemeinen Fragen zur Physik	$r=.39$	$p<.01$
Vortest zum Thema Gezeiten	$r=.34$	$p<.05$
Multiple-Choice-Nachtest zum Thema Gezeiten	$r=.43$	$p<.01$
Parameter „Richtigkeit“ des Concept Maps ¹	$r=.35$	$p<.05$

Tab. 2. Produkt-Moment-Korrelationen zwischen der VASS Gesamtpunktzahl und verschiedenen Tests zur Physik ($n=45$).

Die erreichte VASS Punktzahl korrelierte signifikant mit allen fachinhaltlichen Physiktests ($n = 45$): dem Vortest zur Physik ($r = .39, p < .01$), dem Vortest zum Thema Gezeiten ($r = .34,$

1 Dieser Parameter spiegelt wider, wie hoch der Anteil inhaltlich korrekter Propositionen in den Concept Maps war.

$p < .05$), dem Multiple-Choice-Nachtest zum Thema Gezeiten ($r = .43$, $p < .01$) sowie dem Parameter „Richtigkeit“ der Concept Maps ($r = .35$, $p < .05$). Das heißt: Je höher der Grad der Expertise bzgl. der epistemologischen Überzeugungen der Probanden (nach VASS), desto besser ist das Abschneiden in den Physiktests. Beziehungsweise: Je besser die Kenntnisse in Physik sind, über die ein Proband verfügt, desto höher ist der Grad der Expertise bzgl. epistemologischer Überzeugungen. Dies bedeutet, dass die Leistungen in Physik mit den Vorstellungen kovariierten, die Schüler über Physik und Lernen in diesem Fach haben. Die Ergebnisse zeigen, dass die Vorstellungen über Physik und Lernen von Physik, welche mit diesem Test erfasst werden können, in einem Zusammenhang zu Leistungen in Physik stehen:

- Die Leistungen der verschiedenen VASS-Typen in Physiktests unterschieden sich signifikant voneinander.
- Der Expertentyp schnitt in den Leistungstests z. B. signifikant besser ab als der obere Übergangstyp.
- Je höher der Grad der Expertise bzgl. der epistemologischen Überzeugungen der Probanden (nach VASS), desto besser war das Abschneiden in den Physiktests.

8 Diskussion der Ergebnisse

Verteilung der Typen

Die Ergebnisse von Halloun (2001) hinsichtlich der Verteilung der Typen sind vergleichbar beispielsweise mit denen von Songer und Linn (1991) (siehe Tab. 3). Die Autorinnen charakterisieren auf der Basis einer empirischen Untersuchung drei Gruppen von Ansichten über Naturwissenschaften (die Probanden waren Schüler der High-School): „statisch“ (static), „gemischt“ (mixed) und „dynamisch“ (dynamic). Schüler mit „statischen“ Ansichten sehen Naturwissenschaften als Sammlung von Fakten, die es auswendig zu lernen gilt. „Dynamische“ Ansichten sind hingegen Auffassungen, die davon ausgehen, dass naturwissenschaftliche Ideen entwickelt werden und Veränderungen unterliegen. Physik lernen bedeutet danach, die zu Grunde liegenden Grundprinzipien zu

verstehen. Mit diesem Vergleich soll auf die weitgehende Übereinstimmung der Gruppengrößen in den beiden verschiedenen Typisierungen hingewiesen werden.

Untersuchung von Halloun (2001) Angaben in %, (n > 2000)		Untersuchung von Songer und Linn (1991) Angaben in %, n = 153	
Experte	8	Dynamic beliefs	15
oberer Übergangstyp	25	Mixed beliefs	64
unterer Übergangstyp	36		
Laie	31	Static beliefs	21

Tab. 3. Prozentuale Verteilung der verschiedenen Typen der Testverfahren „Views about Science Survey“ (Halloun, 2001) und „The Views of Science Evaluation“ (Songer & Linn, 1991).

Aikenhead (1987, 472 und 476) berichtet darüber hinaus, dass etwa 25 % bzw. 36 % der kanadischen Schüler (High-School) die Ansicht vertreten, dass die Arbeit der Naturwissenschaftler objektiv und ohne sozialen Einfluss ist bzw. dass Unstimmigkeiten zwischen Forschern in der Regel auf fehlende oder widersprüchliche Fakten zurückgeführt werden können. Dies ist in weitgehender Übereinstimmung mit den dargestellten Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Dimensionen. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass die international angeführten Ergebnisse nicht einheitlich sind. Edmondson & Novak (1993) geben beispielsweise an, dass die Gruppe der Studenten mit im weitesten Sinne positivistischen Ansichten die Mehrheit aller Studenten (College) umfasst, also deutlich größer ist als hier berichtet. Allein schon bedingt durch die Unterschiedlichkeit der verwendeten Testverfahren ist natürlich zu beachten, dass im Detail u. U. verschiedene Merkmale gemessen werden, sodass Vergleiche vorsichtig gezogen werden müssen. Hieran zeigt sich im Übrigen beispielhaft, wie schwierig es ist, zu allgemein gültigen Aussagen über epistemologische Überzeugungen von Schülern zu gelangen. Darüber hinaus kann die Zuordnung der

Probanden zu Typen in erster Linie zunächst nur deren grundsätzlichen Grad der Expertise anhand eines großen Spektrums an herangezogenen Kriterien widerspiegeln. (Die Gesamtpunktzahl wird als Summenscore über sehr unterschiedliche Dimensionen errechnet, sodass die Bedeutung, eine hohe oder niedrige Punktzahl zu erzielen, „nur“ den Grad der Übereinstimmung mit Experten andeutet.) Zur genaueren Diagnose, z. B. hinsichtlich des Ausfallens bestimmter Dimensionen, sollte besonders für die Unterrichtspraxis das Antwortverhalten auf den einzelnen Skalen analysiert werden.

Anmerkungen zur deutschen Pilotstudie. In der vorliegenden Untersuchung fielen rund 2/3 der Schüler in die Klasse der Experten (bei Halloun nur 8 %). Dies waren vergleichsweise viele Probanden, was sich vermutlich auf die Selektion der Schüler aus Leistungskursen zurückführen lässt (keine optimale Stichprobe). So war nicht zu erwarten, dass sich identische Verteilungen (im Vergleich zur internationalen Stichprobe) ergeben und die Leistungsschüler auf vergleichbare Weise durch den Test differenziert werden können. Den Schülern kann durch die Kurswahl entsprechend eigener Neigungen in der Tendenz ein stärkeres Interesse am gesamten Themenfeld der Physik unterstellt werden, welches auch unabhängig von der Schule z. B. durch Freizeitbeschäftigungen motiviert sein kann. Die höhere Expertise hinsichtlich epistemologischer Überzeugungen könnte deshalb durchaus auch außerschulisch erworben worden sein. Darüber hinaus genießen die Probanden im Vergleich zu anderen Ländern im Leistungskurs umfangreichen Physikunterricht, der vermehrt auch für wissenschaftstheoretische Inhalte relevante Aspekte beinhalten kann.

Aus den genannten Gründen kann die Probandengruppe nicht als repräsentativ für Schüler in Deutschland gelten. Denn zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist nicht ersichtlich, warum Schüler in Deutschland im internationalen Vergleich einen höheren Grad der Expertise zeigen sollten. Die vorliegende Untersuchung kann diese aufgeworfenen Fragen nicht ab-

schließend beantworten. Deshalb sollten weitere Studien auch mit Probanden anderer Klassenstufen durchgeführt werden.

VASS-Typen und Lernerfolg

Die erzielten Ergebnisse verdeutlichen, dass die epistemologischen Überzeugungen eines Lernenden – soweit diese mit dem verwendeten Test erfasst werden können – eine Variable darstellt, die mit dem Lernerfolg korreliert. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit verschiedenen anderen Untersuchungen (vgl. Baker & Piburn, 1991; Halloun, 2001; Reif & Larkin, 1991; Schommer, 1998; Songer & Linn, 1991; Spiro, Coulson, Feltovich & Anderson, 1988; Tobias, 1990). Anhand der naturwissenschaftlichen Dimension „Struktur“ des Tests VASS sei dies an einem Beispiel verdeutlicht: Während Laien isolierte Fakten oder spezielle Lösungsverfahren lernen, bemühen sich Experten darum, Zusammenhänge, Grundprinzipien und Analogien der Fachsystematik zu begreifen und anzuwenden. In Testverfahren mit Fragen zur Physik werden in der Regel gerade solche Fähigkeiten überprüft, die über das Reproduzieren von Fakten hinausgehen. Folglich schneiden Experten besser ab.

Die Korrelation erlaubt aber prinzipiell auch die Interpretation, dass aus zunehmenden inhaltlichen Kenntnissen adäquatere Ansichten über Physik und Lernen von Physik entstehen. Diese Folgerung wird aber vielfach infrage gestellt! Ohne so weit zu gehen wie Halloun (2001), der konstatiert, dass traditioneller Unterricht grundsätzlich nicht zu adäquaten epistemologischen Überzeugungen führt, kann jedoch gesagt werden, dass Physikunterricht in der Schule vielfach ein „verzerrtes“ und unzutreffendes Bild der Wissenschaft bei den Schülern entstehen lässt (vgl. auch Höttercke, 2001, 21). (Adäquat besagt, inwiefern die Ansichten der Schüler denen von Wissenschaftlern entsprechen.) „It is highly unlikely that students and their teachers will come to understand that science is tentative, empirically-based, partly the product of human imagination and creativity, and is influenced by social and cultural factors solely through learning about the content of science or its processes“ (Lederman

& Abd-El-Khalick, 1998, 83). Dies unterstreicht die Wichtigkeit, epistemologische Überzeugungen im Unterricht zu thematisieren (vgl. Abschnitt 3).

Fazit

Mit der Bereitstellung des Testinstrumentes VASS in deutscher Sprache wird ein Verfahren geliefert, mit dem – unter Berücksichtigung der diskutierten Schwierigkeiten – epistemologische Überzeugungen von Schülern erfasst werden können. Dieser Test ist zum einen für Lehrer geeignet, welche die Ausprägung der epistemologischen Überzeugungen in ihrer Lerngruppe differenziert erfassen und ggf. auch Änderungen feststellen wollen. Zum anderen wird ein schnell und unkompliziert zu handhabendes Fragebogenverfahren für fachdidaktische Untersuchungen vorgeschlagen. Die vorliegende Untersuchung hat dieses Verfahren erprobt und berichtet über erste Erfahrungen – die teilweise durchaus den Ergebnissen internationaler Untersuchungen ähneln –, kann jedoch aufgrund der geltenden Einschränkungen nur als ein erster Beitrag gewertet werden. Weitere Studien mit diesem Instrument sind wünschenswert und notwendig, um die Güte des Tests zu sichern und um in Zukunft zu präzisieren und zuverlässigeren Ergebnissen zu gelangen.

Literatur

- Aikenhead, G. S. (1987). High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge. *Science Education* 71 (4). 459-487
- Baker, D. R. & Piburn, M. (1991). Process Skills Acquisition, Cognitive Growth, and Attitude Change of Ninth Grade Students in a Scientific Literacy Course. *Journal of Research in Science Teaching* 28 (5). 423-436
- Baumert, J., Bos, W., Brockmann, J., Gruehn, S., Klieme, E., Köller, O., Lehmann, R., Lehrke, M., Neubrand, J., Schnabel, K. U. & Watermann, R. (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
- Baumert, J., Lehmann, R. & Lehrke, M. et al. (1998). Testaufgaben Naturwissenschaften TIMSS 7./8. Klasse (Population 2). Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung
- Buck, P. (1992). Didaktik integrierter naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Riquarts et al. (Hrsg.), (vol. viii). 159-189
- Bünder, W. (1998). Chancen für den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht: Das Beispiel „Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING)“. In: H. Behrend (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven. Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik/ Chemie in Potsdam 1997*. Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm. 51-70
- Dawkins, K. & Glatthorn, A. (1998). Using Historical Case Studies in Biology to Explore the Nature of Science: A Professional Development Program for High School Teachers. In: W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. 163-176
- Develaki, M. (1998). Die Relevanz der Wissenschaftstheorie für das Physikverstehen und Physiklehren. Berlin: Dissertation
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press
- Ealy, M. (2000). *Technology and Internet Assessment (TIA)*. Clearwater FL, USA: H&H Publishing Company Inc.
- Edmondson, K. M. & Novak, J. D. (1993). The Interplay of Scientific Epistemological Views, Learning Strategies, and Attitudes of College Students. *Journal of Research in Science Teaching* 30 (6). 547-559
- Halloun, I. (1996). Views About Science and Physics Achievement. *The VASS Story*. College Park, MD: American Institute of Physics Press
- Halloun, I. (2001). *Student Views about Science: A Comparative Survey*. Beirut, Libanon
- Halloun, I. & Hestenes, D. (1998). Interpreting VASS Dimensions and Profiles. *Science & Education* 7(6). 553-577
- Halloun, I., Osborn Popp, S. & Hestenes, D. (1997).

- Validation of the Views About Science Survey. Manuskript
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the FCI. *The Physics Teacher* 33. 502-506
- Hestenes, D. & Wells, M. (1992). A Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher* 30. 159-165
- Höttecke, D. (2001). Die Vorstellung von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaft“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 7. 7-23
- Kircher, E. (1995). Studien zur Physikdidaktik. Kiel: IPN.
- Krüger, U.-H. & Schecker, H. (1982). Das Bild von der Wissenschaft Physik - Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu wissenschaftstheoretischen Fragestellungen bei Schülern und Lehrern der Sekundarstufe II. *Der Physikunterricht* 2. 78-82
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J. & Séré, M.-G. (2000). Epistemological Understanding in Science Learning: the Consistency of Representations Across Contexts. *Learning and Instruction* 10. 497-527
- Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding De-Natured Science: Activities that Promote Understanding of the Nature of Science. In: W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. 83-126
- Lederman, N. G. & O'Malley, M. (1992). Student's and Teacher's Conception of the Nature of Science: A Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching* 29(4). 331-359
- Lederman, N., Wade, P. & Bell, R. L. (1998). Assessing Understanding of the Nature of Science: A Historical Perspective. In: W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. 331-350
- Ledermann, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching* 29, 4. 331-359
- Lind, G. (1979). Typen des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht, dargestellt anhand von Th. S. Kuhns Modell der wissenschaftlichen Forschung. *Praxis der Naturwissenschaften* 20. 281-288.
- McComas, W. F. (1998). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. In: W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. 53-70
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In: W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. 3-39
- Meyer, H., Naumann, E., Hahne, K., Heydorn, F., Scheiterle, A., Saadi, B., Varchim, J., Freise, G. & Hameyer, U. (1981). Unterrichtsbeispiele zu Natur und Technik in der Sekundarstufe I: Ergebnisse aus dem Cuna-Programm. Kiel/Köln: IPN/Aulis
- Meyling, H. (1990). Wissenschaftstheorie im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. Bremen: Dissertation.
- Mikelskis-Seifert, S. (2002). Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. Berlin: Logos.
- Niedderer, H. & Schecker, H. (1982). Ziele und Methodik eines wissenschaftstheoretisch orientierten Physikunterrichts. *Der Physikunterricht* 2. 58-71
- Nott, M. & Wellington, J. (1995). Probing Teachers' Views of the Nature of Science: How Should We Do It and Where Should We Be Looking? *Proceedings of the Third International History, Philosophy, and Science Teaching Conference*. 864-872
- Priemer, B. & Schön, L.-H. (2002). Physiklernen mit dem Internet. In: V. Nordmeier (Hrsg.), *Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung 2002 der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, Leipzig. CD-ROM Lehmann's
- Reif, F. & Larkin, J. H. (1991). Cognition in Scientific and Everyday Domains: Comparison and Learning Implications. *Journal of Research in Science Teaching* 28 (9). 733-760
- Reinhold, P. (1996). *Offenes Experimentieren und Physiklernen*. Kiel: IPN
- Roth, W.-M. (1997). From Everyday Science to Science Education: How Science and Technology Studies Inspired Curriculum Design and Classroom Research. *Science and Education* 6. 373-396
- Schommer, M. (1998). The influence of age and edu-

- cation on epistemological beliefs. *British Journal of Educational Psychology* 68. 551-562
- Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press
- Songer, N. B. & Linn, M. C. (1991). How do Students' Views of Science Influence Knowledge Integration? *Journal of Research in Science Teaching* 28 (9). 761-784
- Spiro, R. L., Coulson, R. L., Feltovich, P. J. & Anderson, D. K. (1988). Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In: V. Patel & G. Groen (Hrsg.), *Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ, London: Lawrence Erlbaum. 375-383
- Tobias, S. (1990). *They're Not Dumb, They're Different. Stalking the Second Tier*. Tucson: Research Corporation.
- von Oy, K. (1982). Von der Beobachtung zur Theorie. Der Weg physikalischer Erkenntnis - dargestellt an einem Unterrichtsbeispiel. *Der Physikunterricht* 2. 47-57
- Ziman, J. (1980). *Teaching and Learning About Science and Technology*. Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney: Cambridge Uni. Press

Anmerkungen

Dieser Beitrag ist im Rahmen eines von der VolkswagenStiftung geförderten Projektes entstanden. Für Anregungen möchte ich mich bei Herrn Dr. Jablko und Herrn Prof. Dr. Mikelskis bedanken.

Hinweis zum Autor

Burkhard Priemer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Physik, Didaktik der Physik, der Humboldt-Universität zu Berlin.

Burkhard Priemer
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Physik
Didaktik der Physik
Newtonstrasse 15
12489 Berlin
Tel. +49 30 2093 7963
Fax. +49 30 2093 7795
E-mail: priemer@physik.hu-berlin.de
<http://didaktik.physik.hu-berlin.de>

Anhang 1:**Hinweise zur Auswertung des Tests VASS**

Die individuellen Punktzahlen werden folgendermaßen bestimmt:

1. Ein Student erhält 1 Punkt, falls er die Expertenantwort zu einem der dichotomen Items wählt (Frage 6 bis Frage 15), anderenfalls 0 Punkte.

2. Ein Student erhält 5 Punkte, falls er die Expertenantwort zu einem der CAD Items wählt (Frage 16 bis 39). Dies ist die Antwort 1, falls (a) die Expertenantwort ist (z. B. bei Item 16) bzw. Antwort 5, falls (b) die Expertenantwort ist (z. B. bei Item 17). Ein Student erhält 1 Punkt, falls er die Laienantwort wählt (Antwort 5 zu Item 16 bzw. Antwort 1 zu Item 17). In den anderen Fällen erhält der Student 4, 3 oder 2 Punkte (für die Antwort 2, 3 oder 4 zu Item 16 bzw. 4, 3 oder 2 zu Item 17).

3. Die Gesamtpunktzahl x eines Probanden errechnet sich aus der Summe der Teilpunktzahlen der Items 6 bis 38. Für die verschiedenen VASS Typen gelten die folgenden Intervalle. Expert: $x \geq 93$; oberer Übergangstyp: $92 \geq x \geq 83$; unterer Übergangstyp: $82 \geq x \geq 73$; Laie: $72 \geq x$.

Die Expertenantworten für die verschiedenen Items sind folgende (angegeben ist jeweils die Nummer des Items mit der entsprechenden Antwort): 6-a, 7-b, 8-b, 9-a, 10-a, 11-b, 12-a, 13-a, 14-b, 15-b, 16-a, 17-b, 18-a, 19-a, 20-a, 21-b, 22-b, 23-b, 24-a, 25-b, 26-a, 27-a, 28-a, 29-b, 30-b, 31-b, 32-b, 33-b, 34-b, 35-b, 36-b, 37-a und 38-a.

Anhang 2:**Fragebogen zur Erfassung von Vorstellungen über Naturwissenschaften (Deutsche Version des Tests „Views About Science Survey“ VASS)**

Der Test VASS wurde von Prof. I. A. Halloun in Zusammenarbeit mit Forschern aus dem Libanon und den USA entwickelt (deutsche Übersetzung von Burkhard Priemer). Weitere

Informationen unter <http://www.inco.com.lb/halloun> bzw. <http://didaktik.physik.hu-berlin.de>.

Ein vorgefertigter Frage- und Antwortbogen kann beim Autor angefordert werden.

Anleitung

Beantworten Sie alle Fragen. Wählen Sie zu jeder Frage nur **eine** Antwort. Lassen Sie **keine** der Fragen aus. Raten Sie nicht. Die Antworten sollten **Ihre** tatsächliche und ehrliche Meinung widerspiegeln. Versuchen Sie, die Fragen innerhalb von 30 Minuten zu beantworten.

Teil I

Bitte beantworten Sie jede der folgenden 5 Fragen, indem Sie eine der angegebenen Antworten auswählen.

1. Wenn Sie selbstständig in Ihrem derzeitigen Physik-Lehrbuch lesen, wie gut verstehen Sie im Vergleich zu den anderen in der Klasse den behandelten Stoff?
A: sehr gut; B: gut; C: durchschnittlich; D: schlecht; E: sehr schlecht
2. Wie gut sind Sie im Vergleich zu den anderen in der Klasse im selbstständigen Lösen von physikalischen Problemen in Hausaufgaben?
A: sehr gut; B: gut; C: durchschnittlich; D: schlecht; E: sehr schlecht
3. Wie gut schneiden Sie normalerweise im Vergleich zu den anderen in der Klasse zur Zeit in Physikarbeiten oder Tests ab?
A: sehr gut; B: gut; C: durchschnittlich; D: schlecht; E: sehr schlecht
4. Wie oft lesen Sie etwas über naturwissenschaftliche Themen in Zeitungen, Zeitschriften oder Büchern (ausgenommen ihre derzeitigen Lehrbücher)?
A: öfter als ein Mal in der Woche; B: etwa ein Mal in der Woche;
C: etwa ein Mal im Monat; D: selten;
E: nie

5. Wie oft sehen Sie Fernsendungen über naturwissenschaftliche Themen?

A: öfter als ein Mal in der Woche; B: etwa ein Mal in der Woche; C: etwa ein Mal im Monat; D: selten; E: nie

Teil II

In jeder der folgenden 10 Fragen sind zwei sich gegeneinander ausschließende Antworten (a) und (b) angegeben. Bitte beantworten Sie die Fragen, indem Sie eine der beiden Optionen (a) oder (b) wählen.

6. Lesen in meinem Physik-Lehrbuch ist für mich oft:
(a) eine Erfahrung, die Spaß macht.
(b) eine Erfahrung, die frustrierend ist.
7. Wenn ich die Wahl hätte:
(a) würde ich keinen Physikunterricht besuchen.
(b) würde ich weiterhin Physikunterricht zu meinem eigenen Nutzen besuchen.
8. Wenn man eine Methode, mit der ein physikalisches Problem gelöst wurde, auf ein anderes Problem anwenden will, dann müssen die Gegebenheiten in beiden Aufgaben:
(a) in jeder Hinsicht identisch sein.
(b) in mancher Hinsicht ähnlich sein.
9. Verschiedene Teilgebiete der Physik, z.B. Mechanik und Elektrizitätslehre:
(a) sind miteinander durch gemeinsame Prinzipien verwandt.
(b) sind voneinander verschieden und unabhängig.
10. Wissen in Chemie ist:
(a) verwandt mit Wissen in Physik.
(b) unabhängig von Wissen in Physik.
11. Physiker sprechen von der Existenz von Elektronen und Protonen in einem Atom, weil:
(a) sie diese Teilchen mit Versuchsaufbauten in ihrer tatsächlichen Gestalt gesehen haben.

(b) sie Beobachtungen gemacht haben, die mithilfe solcher Teilchen erklärt werden können.

12. Die derzeitigen Vorstellungen der Physiker über die Teilchen, aus denen das Atom besteht, gelten für:
(a) Körper, die sich irgendwo im Universum befinden können.
(b) einige Körper im Universum, andere aber nicht.
13. Newtons Axiome (z.B. das zweite Newtonsche Axiom in der Form $F = ma$) gelten für:
(a) Körper, die sich irgendwo im Universum befinden können.
(b) einige Körper im Universum, andere aber nicht.
14. Die derzeitigen Vorstellungen der Physiker über die Teilchen, aus denen das Atom besteht:
(a) werden immer so beibehalten, wie sie sind.
(b) werden gegebenenfalls in verschiedener Hinsicht geändert.
15. Newtons Axiome:
(a) werden immer in der derzeitigen Form verwendet werden.
(b) werden gegebenenfalls in verschiedener Hinsicht geändert.

Teil III

Die folgenden 24 Fragen bestehen aus jeweils zwei Aussagen zu einem Sachverhalt, zu denen fünf unterschiedliche Meinungen angeführt sind. Bitte beantworten Sie jede der Fragen, indem Sie eine der folgenden fünf Alternativen auswählen.

- | |
|--|
| 1 größtenteils (a) selten (b)
2 eher (a) als (b)
3 (a) und (b) im gleichen Maße
4 eher (b) als (a)
5 größtenteils (b) selten (a) |
|--|

Das folgende Beispiel beschreibt die fünf Auswahlmöglichkeiten für Frage 16.

Beispiel

Physik-Lernen erfordert:

- (a) ein ernsthaftes Bemühen.
- (b) ein besonderes Talent.

Was bedeuten die fünf verschiedenen Auswahlmöglichkeiten?

1. Größtenteils (a), selten (b):

Physik-Lernen erfordert *größtenteils* ein ernsthaftes Bemühen und *selten* ein besonderes Talent (oder im Wesentlichen Ersteres und kaum Letzteres).

2. Eher (a) als (b):

Physik-Lernen erfordert *eher* ein ernsthaftes Bemühen als ein besonderes Talent.

3. (a) und (b) in *gleichem Maße*:

Physik-Lernen erfordert ein ernsthaftes Bemühen in *gleichem Maße* wie ein besonderes Talent.

4. Eher (b) als (a):

Physik-Lernen erfordert eher ein besonderes Talent als ein ernsthaftes Bemühen.

5. Größtenteils (b), selten (a):

Physik-Lernen erfordert größtenteils ein besonderes Talent und *selten* ein ernsthaftes Bemühen (oder im Wesentlichen Ersteres und kaum Letzteres).

16. Physik-Lernen erfordert:
(a) ein ernsthaftes Bemühen.
(b) ein besonderes Talent.
17. Ich lerne Physik:
(a) um den vorgeschriebenen Pflichtunterricht zu absolvieren.
(b) um nützliches Wissen zu lernen.
18. Denkfähigkeiten, die im Physikunterricht gelehrt werden, können hilfreich für mich sein:
(a) in meinem täglichen Leben.
(b) wenn ich Naturwissenschaftler werden will.
19. Das Abschneiden in Physikarbeiten oder Tests ist ein Maß dafür, wie gut ich:
(a) den behandelten Stoff verstehe.
(b) mich daran erinnern kann, wie der Lehrer den Inhalt behandelt hat oder wie dieser in Kursmaterialien dargestellt wurde.
20. Erfolgreich im Physikunterricht zu sein, hängt für mich davon ab:
(a) wie sehr ich mich darum bemühe.
(b) wie gut der Lehrer im Unterricht erklärt.
21. Meiner Meinung nach sollte ein guter Physiklehrer zu allen Fragen, die im Unterricht gestellt werden:
(a) die richtige Antwort wissen.
(b) aufzeigen können, wie oder wo man die Antwort erhalten kann.
22. Wenn ich beim Physik-Lernen auf Schwierigkeiten stoße:
(a) suche ich Hilfe oder gebe auf.
(b) versuche ich selbstständig, diese zu überwinden.
23. Beim Lernen mit dem Physik-Lehrbuch oder mit anderen Kursmaterialien:
(a) finde ich die wichtigen Informationen und merke sie mir in der Weise, wie sie dargestellt sind.
(b) strukturiere ich den Stoff so für mich, dass ich ihn verstehen kann.
24. Ein Zusammenhang zwischen Physikunterricht und täglichem Leben ist für mich:
(a) leicht zu erkennen.
(b) schwer zu erkennen.
25. In der Physik ist es für mich wichtig:
(a) technische Begriffe und mathematische Formeln auswendig zu können.
(b) zu lernen, Informationen zu strukturieren und sie anzuwenden.

26. In der Physik dienen mathematische Formeln dazu:
 - (a) bedeutungsvolle Beziehungen zwischen Variablen zu beschreiben.
 - (b) ein Verfahren zu haben, um numerische Lösungen für Probleme zu berechnen.
27. Nachdem ich einen Text mit physikalischen Inhalten gelesen habe und glaube diesen zu verstehen:
 - (a) kann ich ähnliche Probleme selbstständig lösen.
 - (b) habe ich Schwierigkeiten, ähnliche Probleme zu lösen.
28. Das erste, was ich mache, wenn ich ein physikalisches Problem löse, ist:
 - (a) mir eine Skizze von dem Sachverhalt anzufertigen.
 - (b) mir die Formeln zu suchen, mit denen die gesuchten Größen aus den gegebenen berechnet werden können.
29. Um ein physikalisches Problem lösen zu können, muss ich:
 - (a) die Lösung eines ähnlichen Problems vorher gesehen haben.
 - (b) allgemeine Problemlösestrategien anwenden können.
30. Ein physikalisches Problem auf mehr als einem Weg zu lösen:
 - (a) ist für mich Zeitverschwendung.
 - (b) hilft mir, Denkfähigkeiten zu entwickeln.
31. Nachdem ich alle Fragen in Physik-Hausaufgaben beantwortet habe:
 - (a) beende ich die Beschäftigung mit diesen Problemen.
 - (b) überprüfe ich meine Antworten und den Lösungsweg.
32. Wenn der Lehrer ein physikalisches Problem löst, für das ich eine falsche Lösung hatte:
 - (a) verwerfe ich meine Lösung und lerne die vom Lehrer präsentierte.
 - (b) versuche ich herauszufinden, worin sich die Lösung des Lehrers von meiner unterscheidet.
33. Wie gut ich bei Physikarbeiten und Tests abschneide, hängt davon ab, wie gut ich:
 - (a) mich daran erinnern kann, wie das Thema im Unterricht behandelt wurde.
 - (b) Probleme lösen kann, die sich von denen, die ich schon mal gesehen habe, etwas unterscheiden.
34. Physik ist für mich eine wichtige Quelle:
 - (a) von Fakten über die Natur.
 - (b) von Vorstellungen über die Natur.
35. Die Gesetze der Physik sind:
 - (a) Eigenschaften der Natur und unabhängig davon, was die Menschen denken.
 - (b) von Physikern erfunden worden, um das Wissen über die Natur zu ordnen.
36. Die Gesetze der Physik spiegeln die reale Welt:
 - (a) genau wie diese ist wider.
 - (b) in Annäherung wider.
37. Physiker nutzen die Mathematik als:
 - (a) Werkzeug, um Ideen zu analysieren und um diese miteinander auszutauschen.
 - (b) Quelle für Fakten über die Natur.
38. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse über die Welt sind:
 - (a) abhängig vom gegenwärtigen Forschungsstand.
 - (b) zufällig und hängen vom Glück der Wissenschaftler ab.
39. Ich habe die Fragen der Untersuchung:
 - (a) nach bestem Wissen beantwortet.
 - (b) ohne ernsthaft darüber nachzudenken beantwortet.

