

Priemer, Burkhard

Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 12 (2006), S. 159-175



Quellenangabe/ Reference:

Priemer, Burkhard: Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 12 (2006), S. 159-175 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-316199 - DOI: 10.25656/01:31619

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-316199>

<https://doi.org/10.25656/01:31619>

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

Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen

Zusammenfassung

Im deutschen Sprachraum stehen Ansichten über die Entstehung, die Bedeutung und die Gültigkeit von Wissen in den Wissenschaften zunehmend im Zentrum didaktischer und psychologischer Forschung. Damit ist vielfach der Wunsch bzw. die Notwendigkeit verbunden, so genannte epistemologische Überzeugungen zu erheben. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über grundsätzliche Verfahren der Erhebung und vorliegende deutschsprachige Instrumente: Dazu wird neben einer Begriffsklärung und zusammenfassenden allgemeinen Bemerkungen ausführlich auf verschiedene prinzipielle Methoden der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen und deren Schwierigkeiten mit dem Schwerpunkt der Naturwissenschaften eingegangen. Darauf aufbauend werden die im deutschen Sprachraum verwendeten Verfahren vorgestellt, deren Ursprung in den Fachdidaktiken oder der Psychologie zu finden sind, und Desiderate weitergehender Forschung und Entwicklung benannt.

Abstract

Views about the nature of knowledge and knowing are increasingly a focus of didactical and psychological research in German-speaking countries. This often necessitates the assessment of students' images of science. The article gives an overview of fundamental techniques of assessing epistemological beliefs and of existing test instruments in German language: Beside general remarks, principal methods and their problems of collecting information about students' views of the nature of science are outlined in detail. In this context, those instruments in German are presented that have a background in science education or psychology. Finally, desires for further research and developments are outlined.

1 Einleitung

Im angloamerikanischen Raum stehen die Ansichten von Schülern, Studenten und Lehrern über Naturwissenschaften und das Lernen von Naturwissenschaften seit geraumer Zeit im Zentrum von Forschung und Curriculumentwicklung. Etwas anders sieht dies im deutschsprachigen Raum aus. Hier wird diesem Aspekt erst in den letzten Jahren wieder verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt. Ursache dafür dürften einerseits die Ergebnisse von Vergleichsstudien (z.B. TIMSS III: Baumert, Bos, Brockmann, Gruehn, Klieme, Köller, Lehmann, Lehrke, Neubrand, Schnabel & Watermann, 2000; TOSCA: Trautwein & Lüdtke, 2004) – die deutschen Schülern inadäquate Ansichten bescheinigen – und andererseits ein zunehmendes Rezipieren der didaktischen Forschung des Auslands sein. Ferner erfordert

die Festschreibung von Bildungsstandards eine Formulierung von Zielen naturwissenschaftlicher Kompetenzen, die angemessene Ansichten über die fachlichen Domänen einschließen. Neben diesen verstärkten Forschungsaktivitäten mit Ursprung in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken widmen sich ebenfalls in zunehmenden Maße Studien mit psychologischem Hintergrund Fragen hinsichtlich der Herkunft, der Bedeutung und des Einflusses epistemologischer Überzeugungen. Hier ist der Antrieb der Untersuchungen eher in der Konstruktion eines theoretischen Modells zu finden, dass die bestehenden divergierenden Befunde und Ansätze – beispielsweise hinsichtlich der individuellen Entwicklung der epistemologischen Überzeugungen in Stufen oder innerhalb eines Systems mehrerer unabhängiger Dimensionen – löst.

Eine gemeinsame zentrale Frage ist, wie epistemologische Überzeugungen mit entsprechender Güte erhoben werden können. Mögliche Methoden reichen von detaillierten Interviews bis zu standardisierten Fragebögen. Diese Vielfalt an Verfahren ist bedingt durch unterschiedliche Zielsetzungen bei Studien – z.B. rekonstruierende oder Hypothesen überprüfende Fragestellungen – und divergierende Auffassungen über die relevanten Dimensionen epistemologischer Überzeugungen, die sich beispielsweise aus unterschiedlichen wissenschaftstheoretischen Grundannahmen ergeben. Dieser Beitrag diskutiert diesen Aspekt und zeigt auf, welche prinzipiellen Methoden zur Erhebung von epistemologischen Überzeugungen zur Verfügung stehen, mit welchen Problemen diese Erhebungsverfahren behaftet sind und welche deutschsprachigen Verfahren z. Zt. vorliegen. Dazu werden unter dem Blickwinkel der vorliegenden Instrumente einfühlend allgemeine Bemerkungen zu epistemologischen Überzeugungen voran gestellt.

Der Aufsatz möchte somit dazu beitragen, einen Überblick über die Vielfalt an vorliegenden deutschsprachigen Instrumenten vorwiegend aus den Fachdidaktiken der Naturwissenschaften und der Psychologie zu schaffen, um zum einen die gemeinsamen Interessen der beiden Forschungszweige anzudeuten und um zum anderen ggf. zusammenführende kooperative Aktivitäten anzuregen.

2 Was sind epistemologische Überzeugungen?

Epistemologische Überzeugungen bezeichnen individuelle subjektive Ansichten, Auffassungen und Theorien über die Genese, Ontologie, Bedeutung, Rechtfertigung und Gültigkeit von Wissen in den Wissenschaften. Sie spiegeln damit Grundauffassungen und Einstellungen gegenüber Wissenschaften wider. Baumert et al. (2000, 65) beschreiben epistemologische Überzeugungen mit Vorstellungen und subjektiven Theorien, „die Personen über das Wissen und den Wissenserwerb generell oder in spezifischen Domänen entwickeln. Sie thematisieren, wie [...] Erkenntnisse gewonnen werden,

welche praktische Relevanz diese Erkenntnisse besitzen und vieles mehr.“

An dieser Formulierung lässt sich erkennen, dass epistemologische Überzeugungen allgemein und hinsichtlich einzelner Wissenschaftsdisziplinen gebildet werden können. Unterschiedliche Forschungstraditionen in der Psychologie und in den Fachdidaktiken legen davon Zeugnis ab: In der psychologischen Forschung liegt der Schwerpunkt stärker bei allgemeinen fachübergreifenden Ansichten über Wissenschaften und deren Wege der Erkenntnisgewinnung (Epistemologie). Verankert ist hier der Begriff der epistemologischen Überzeugung (Epistemological Beliefs). Es stehen individuelle Ansichten und die Person im Zentrum der Auseinandersetzung mit Wissen und Wissenschaften. Die fachdidaktische Forschung der Naturwissenschaften fokussiert hingegen auf die Ansichten in ihren Domänen. Es handelt sich damit um naturwissenschaftsspezifische epistemologische Überzeugungen, die vielfach auch als Ansichten über die „Natur der Naturwissenschaften“ bzw. als „Nature of Science“ (NoS) bezeichnet werden.

Nature of Science

Bei der Verwendung der angeführten Begriffe ist eine klare Abgrenzung oftmals nicht möglich. In diesem Beitrag bezeichnen gemäß den obigen Ausführungen epistemologische Überzeugungen allgemeine und domänenunspezifische Einstellungen über Wissen in den Wissenschaften, während Ansichten über Nature of Science direkt auf die Naturwissenschaften bezogen sind. Letztere können Folgendermaßen weiter präzisiert werden (siehe hierzu z.B. auch Aikenhead, 1987; Develaki, 1998; Driver, Leach, Millar & Scott, 1996; Höttercke, 2001; Kircher, 1995; Lederman, 1992; McComas, 1998; Meyling, 1990):

- Ansichten über die Praxis naturwissenschaftlichen Arbeitens (z.B. die Generierung von Wissen in den Naturwissenschaften, verwendete Methoden und Verfahren, soziale Diskurse der Wissenschaftlergemeinschaft),

- den epistemologischen Status naturwissenschaftlichen Wissens (z.B. Bedeutung und Gültigkeit gewonnener Aussagen, Gesetzmäßigkeiten und Theorien),
- die Strukturierung und Klassifikation von Wissen (z.B. der Aufbau und die Einteilung wissenschaftlicher Domänen) und
- die persönliche Bedeutung naturwissenschaftlicher Inhalte (z.B. Lernbarkeit und Relevanz für das tägliche Leben).

Durch die unscharfe Abgrenzung des Inhalts, der durch den Begriff der epistemologischen Überzeugung abgedeckt wird, ergeben sich Schwierigkeiten, die sich auf die Konstruktion geeigneter Instrumente niederschlagen. Es kommt z.B. hinzu, dass die Auffassungen, welche epistemologischen Ansichten als adäquat gelten können, von Experten – gemeint sind

hier Wissenschaftler der entsprechenden Disziplinen – u. U. sehr unterschiedlich getroffen werden. Dies gilt sowohl für epistemologische Überzeugungen im Allgemeinen als auch für Ansichten über Nature of Science im Speziellen. Obwohl ein Konsens hier sehr schwierig zu erzielen ist, liegt für die Naturwissenschaften eine Liste von Aussagen vor, die auf weitgehende Akzeptanz gestoßen ist (siehe Tabelle 1; übersetzt vom Autor nach McComas, Clough & Almazroa, 1998, 6; vgl. auch Osborn, Ratcliffe, Collins, Millar & Duschl, 2001; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004).

Während die in Tabelle 1 angeführte Liste darauf abzielt, Übereinstimmungen in den Ansichten von Experten aufzuzeigen, hat McComas (1998, 73) versucht, typische inadäquate Vorstellungen über die Naturwissenschaften, die von Schülern wiederholt geäußert wurden,

- Wissen in den Naturwissenschaften ist, obwohl es zuverlässig ist, nicht unveränderlich.
- Wissen in den Naturwissenschaften beruht stark, aber nicht vollständig, auf Beobachtungen, experimentellen Resultaten, rationalen Begründungen und einer gewissen Skepsis.
- Es gibt nicht nur einen Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. (Deshalb gibt es auch keine universelle naturwissenschaftliche Methode, die Schritt für Schritt abgearbeitet wird.)
- Naturwissenschaften verstehen sich als Ansatz, Phänomene der Natur zu erklären.
- Gesetze und Theorien dienen unterschiedlichen Zwecken, deshalb werden aus Theorien auch keine Gesetze, auch wenn zusätzliche Daten vorliegen.
- Menschen mit unterschiedlichen kulturellen Hintergründen tragen zu den Naturwissenschaften bei.
- Neue Erkenntnisse müssen klar und offen dargestellt werden.
- Naturwissenschaftliche Ergebnisse müssen nachvollziehbar dokumentiert sein, werden von Experten begutachtet und müssen replizierbar sein.
- Beobachtungen sind Theorie-geleitet.
- Naturwissenschaftler sind kreativ.
- Die Geschichte der Naturwissenschaften kennt evolutionäre und revolutionäre Entwicklungen.
- Naturwissenschaften sind Teile sozialer und kultureller Entwicklungen.
- Naturwissenschaften und Technik beeinflussen sich gegenseitig.
- Naturwissenschaftliche Ideen werden von sozialen und historischen Faktoren beeinflusst.

Tab. 1: Ansichten über die Naturwissenschaften, die von einer Vielzahl von Experten als adäquat bezeichnet werden (aus McComas, Clough & Almazroa, 1998; übersetzt vom Autor, vgl. auch Kircher in Mikelskis, 124, 2006).

festzuhalten. Er kommt zu 15 prominenten Mythen (Tabelle 2, übersetzt vom Autor), die er in seinem Beitrag detailliert erläutert und kommentiert.

Sowohl die Ausführungen adäquater (Tabelle 1) als auch inadäquater (Tabelle 2) Ansichten werden in einzelnen Fällen nicht von allen Naturwissenschaftlern akzeptiert bzw. abgelehnt. Dies ist bedingt durch die Tatsache, dass generelle Aussagen in stark verkürzter Form, wie sie in beiden Tabellen zum Ausdruck kommen, ohne weiteren Kontext einen großen Interpretationsspielraum beinhalten. Dieser kann zu unterschiedlichen Folgerungen und Auslegungen bei Experten führen (ein Beispiel hierfür aus dem Testverfahren VASS wird in Priemer, 2003, 166, gegeben). Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei nur um einzelne Aussagen handelt, die Ausnahmen darstellen.

3 Modelle epistemologischer Überzeugungen

Untersuchungen über epistemologische Überzeugungen blicken auf eine über 60-jährige Forschungstradition zurück. Dementsprechend liegen eine Reihe verschiedener z.T. sehr elaborierter Modelle zur Beschreibung von epistemologischem Denken vor. Diese darzustellen ist nicht Ziel dieses Beitrags. Dennoch sollen im Folgenden drei prinzipielle Ansätze skizziert werden, da die zugrunde liegenden Modelle Einfluss auf die Gestaltung von Erhebungsverfahren haben: Entwicklungs- und Stufenmodelle, Modelle mit unabhängigen Dimensionen und Ansätze der Naturwissenschaftsdidaktik.

Entwicklungs- und Stufenmodelle

Hofer (2001, 357) unterscheidet nach Perry (1970) vier Kategorien der Entwicklung epistemologischer Überzeugungen. Personen beginnen mit einem dualistischen Verständnis von Wissen (Dualism), welches charakterisiert

- Hypothesen werden zu Theorien und Theorien zu Gesetzen.
- Die Gesetze und Prinzipien der Naturwissenschaften sind absolut und unumstößlich.
- Hypothesen Aufstellen gleicht einem gut begründeten Raten.
- Es gibt eine generelle und universelle naturwissenschaftliche Methode.
- Eine Sammlung von gewissenhaft erhobenen Daten führt zu sicherem Wissen.
- Naturwissenschaften und deren Methoden liefern absolute Beweise.
- Naturwissenschaften sind eher an feststehende Verfahren gebunden als an Kreativität.
- Naturwissenschaften und deren Methoden können alle Fragen beantworten.
- Naturwissenschaftler sind besonders objektiv.
- Naturwissenschaftliche Erkenntnisse werden prinzipiell durch Experimente gewonnen.
- Naturwissenschaftliche Ergebnisse werden grundsätzlich auf Richtigkeit hin überprüft.
- Die Anerkennung neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erfolgt einfach und unproblematisch.
- Modelle der Naturwissenschaften repräsentieren die Wirklichkeit.
- Naturwissenschaften und Technik sind identisch.
- Naturwissenschaftler arbeiten in der Regel allein.

Tab. 2: Die 15 Mythen von Ansichten über die Naturwissenschaften (McComas, 1998, 53; übersetzt vom Autor).

werden kann durch die Neigung „Wahr-Oder-Falsch“-Aussagen zu treffen und davon überzeugt zu sein, dass es eine absolute Wahrheit gibt. Diese Auffassungen werden in einem nächsten Schritt modifiziert durch Ansichten, die mehrere Standpunkte zulassen (Multiplicity). In zunehmendem Maße werden verschiedene Standpunkte erkannt und anerkannt und eine prinzipielle Unsicherheit von Wissen akzeptiert. Diese Ansichten sind wiederum Ausgangspunkt einer relativen Bewertung erkannter Standpunkte (Contextual Relativism). Hierbei erfolgt die Einsicht, dass bestimmte Ansätze in bestimmten Situationen besser geeignet sind, um Probleme zu lösen oder Fragen zu beantworten. Schließlich entwickeln Personen die Fähigkeit, innerhalb konkurrierender Standpunkte eigene Positionen einzunehmen und zu begründen (Commitment within Relativism). Diese formulierten Stadien wurden durch eine Reihe weiterer Untersuchungen im Großen und Ganzen bestätigt, sodass heute eine weitgehende Einigkeit über drei unterscheidbare Niveaus besteht: (1) eine absolutistische Auffassung von Wissen (in Sinne von wahr oder falsch), (2) eine relativistische Auffassung von Wissen (mit einer Subjektivität) und (3) eine moderat relativistische Auffassung von Wissen (Pluralität und eine gewisse Subjektivität). Diese Kategorienbildung versteht sich als Ansatz, Entwicklungsstufen der Bildung von Ansichten zu erfassen. Dabei durchlaufen nicht alle Personen notwendigerweise alle Stadien in der angegebenen Reihenfolge.

Modelle mit unabhängigen Dimensionen

Im Kontrast zur Annahme, dass sich epistemologische Überzeugungen in Stufen ausbilden, steht der Ansatz, Ansichten über Wissen und Wissenschaften durch verschiedene voneinander unabhängige Dimensionen zu erklären (vgl. Schommer, 1998). Als solche gelten z.B. Einstellungen zur Struktur von Wissen, zur Gültigkeit von Wissen, zur Quelle von Wissen, zur Schnelligkeit der Erlernbarkeit von Wissen und zur Bedeutung angeborener Fähigkeiten zum Lernen. Die Ausprägungen in diesen Dimensionen werden auf einem Kontinuum vertortet. Beispielsweise kann die Ansicht über die

Struktur von Wissen von Probanden zwischen den Extrema „Wissen besteht aus isolierten Fakten“ bis „Wissen ist in komplexen Netzen angeordnet“ liegen. Schommer (1990) hat auf empirischen Weg vier dieser Dimensionen identifizieren können: Simplicity of Knowledge, Certainty of Knowledge, Quick Learning und Fixed Ability. Ob die genannten Kriterien tatsächlich die wesentlichen Kerndimensionen darstellen und ob diese voneinander unabhängig sind, stand wiederholt im Zentrum der Kritik dieses Modells. Der auf Schommer (1998) zurückgehende Ansatz wurde deshalb durch eine Vielzahl an Studien überprüft, erweitert und modifiziert. Wie nicht anders zu erwarten, sind die Befunde uneinheitlich. Die Arbeiten von Schommer (1998) einschließlich der Entwicklung des Testverfahrens „Epistemological Beliefs Questionnaire“ können aber als richtungweisend gelten und haben die Konstruktion von Erhebungsinstrumenten wesentlich beeinflusst.

Ansätze der Naturwissenschaftsdidaktik

Die Didaktiken der Naturwissenschaften untersuchen epistemologisches Denken unter einem etwas anderen Blickwinkel als dies in der Psychologie der Fall ist. Im Vordergrund steht weniger die Konstruktion eines Modells zur Beschreibung der Entwicklungsprozesse bei der Ausbildung epistemologischer Überzeugungen von Individuen. Viel mehr geht es darum, die auf die Naturwissenschaften bezogenen Ansichten zu erheben und auf Konsistenz und Adäquatheit zu prüfen. Dies umfasst sowohl die Rekonstruktion von Vorstellungen über die Naturwissenschaften als auch die Frage nach der Übereinstimmung mit bzw. Zustimmung zu verschiedenen erkenntnistheoretischen bzw. philosophischen Strömungen. Ziel der Forschung ist es, aus den Divergenzen zwischen Schülervorstellungen und Expertenansichten einen Unterricht zu gestalten, der zu adäquateren Ansichten führt. Die Ausrichtung der Untersuchungen ist demnach weniger personenzentriert sondern stärker domänenbezogen. Wie in Abschnitt 2 gezeigt, liegen die grundlegenden theoretischen Schwierigkeiten damit eher im Auffinden eines Konsenses bzgl.

angemessener und zu unterrichtender Ansichten über Nature of Science.

Die geschilderten drei prinzipiellen Ausrichtungen – und insbesondere die Forschungsansätze von Didaktik und Psychologie – legen trotz unterschiedlicher Zielsetzungen Kooperationen nahe. Denn ein differenziertes grundlegendes Modell der Entwicklung und Ausprägung epistemologischer Überzeugungen dient zum einen nicht nur dem Verständnis individueller Persönlichkeitsprozesse, sondern kann auch helfen, Unterricht zu gestalten. Zum anderen können die Fachdidaktiken durch ihre Expertise in der Domäne des von ihnen vertretenen Faches Einstellungen und Ansichten viel besser auf Angemessenheit einschätzen. Im Rahmen des BIQUA-Projektes „Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule“ untersuchen z.B. Sodian, Thoermer, Kircher, Grygier und Günther (2002) das Wissenschaftsverständnis von Grundschulern. Dabei wird die Ausprägung der epistemologischen Überzeugungen anhand einer Taxonomie mit den folgenden Stufen erhoben (vgl. Grygier, Günther und Kircher, 2004): 1 Wissenschaft als Beschreibung der Umwelt, 1-a Wissenschaft als Aktivität, 1-b Wissenschaft als Fakten sammeln, 1.5 Wissenschaft als Suche nach Antworten, Zusammenhängen, 2 Wissenschaft als Suche nach überprüfbareren Erklärungen (Evidenz), 2.5 Klärung von nicht direkt beobachtbaren Mechanismen, 3 Elaboriertes Wissenschaftsverständnis.

4 Prinzipielle Verfahren der Erfassung epistemologischer Überzeugungen

Im Rahmen der Untersuchung epistemologischer Überzeugungen sind eine Reihe von Erhebungsverfahren entwickelt worden. Dies waren historisch gesehen zunächst Fragebögen, so genannte Paper-Pencil-Tests. Die unten näher diskutierten Schwierigkeiten waren darüber hinaus Ansatzpunkt der Entwicklung weiterer Methoden, die im Folgenden ebenfalls vorgestellt werden (für einen allgemeinen Überblick zu Nature of Science siehe z.B. Lederman, Wade & Bell, 1998; zu weiteren Quellen siehe auch Abschnitt 6).

1. *Fragebögen („Paper-Pencil-Tests“)*: Es liegt eine Vielzahl an standardisierten Instrumenten vor. In der Regel handelt es sich um eine Liste von Fragen (oft Multiplechoice-Items), die von Probanden nacheinander in relativ kurzer Zeit (20 – 60 Min.) bearbeitet werden. Darüber hinaus werden vielfach auch offene Fragen ergänzend verwendet (vgl. z.B. Lederman, Wade & Bell, 1998; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002).
2. *Nicht-teilnehmende Beobachtungen*: Untersuchungsleiter beobachten Aktivitäten (z.B. Unterricht oder Gespräche) anhand erarbeiteter Gesichtspunkte bzw. Kriterien. Diese (videographierten) Beobachtungen werden dann in der Auswertung herangezogen, um Aussagen über die Ansichten von Probanden zu treffen oder Kategorien zu bilden (vgl. z.B. Lederman & Zeidler, 1987).
3. *Interviews bzw. lautes Denken*: Anhand von direkten Befragungen der Probanden in Interviews wird entlang eines (strukturierten) Leitfadens ein bestimmter inhaltlicher Teilbereich abgedeckt. Diese Form der Erhebung macht es möglich, zu einzelnen Antworten Nachfragen zur Klärung der Auffassung zu stellen. Darüber hinaus bietet die Methode des lauten Denkens die Möglichkeit, die Meinungsbildung im Prozess zu erfassen (vgl. z.B. Carey, Honda, Jay & Unger, 1989; Grygier, Günther & Kircher, 2004; Höttecke, 2006).
4. *Situationseinschätzungen („Critical Incidents“)*: Bei diesem Verfahren werden den Probanden bestimmte Situationen oder Szenarien präsentiert, die sie kommentieren sollen. Beispielsweise wird danach gefragt, wie sie als Lehrer reagieren könnten, sollten bzw. würden, wenn bei einem Experiment vor einer Schulklasse das „erwartete“ Ergebnis ausbleibt (vgl. z.B. Nott & Wellington, 1995).
5. *Auswertung von Material*: Anhand von schriftlichem Material (Unterrichts-, Schüler- und Curriculummaterial sowie auch Lehr- und Rahmenplänen) lässt sich z. T. ebenfalls erkennen, welche Auffassungen über Wissen und Wissenschaften die Autoren vertreten. Anhand verschiedener Aspekte lassen

sich so epistemologische Überzeugungen z.B. von Lehrern anhand von Arbeitsblättern oder Tafelanschriften erkennen. Hierzu zählt ebenfalls das Anfertigen von Concept-Maps (vgl. z.B. McComas & Olson, 1998; Sodian, Thoermer, Kircher, Grygier & Günther, 2002).

Die Wahl eines Erhebungsverfahrens aus dem aufgezeigten Spektrum ist vom Ziel der Untersuchung bestimmt. Wird eine Deskription bzw. „Production“ von epistemologischen Überzeugungen angestrebt, so eignen sich dazu insbesondere Interviews. Beispielsweise lässt sich auf diese Weise untersuchen, welche Vorstellungen Schüler über die Existenz von Elektronen besitzen. In diesem Fall ist es das Ziel, möglichst wertfrei und ohne einschränkende und zu stark leitende Vorgaben die Ausprägung der Ansichten mit Begründungen zu gewinnen. Interviews können somit sehr detailliert Überzeugungen zu Tage fördern und die interne Struktur einer Entwicklungsdimension erkennbar machen. Allerdings ist dies mit einem sehr hohen zeitlichen Aufwand in der Vorbereitung, der Durchführung und der Auswertung verbunden. Hinzu kommen Schwierigkeiten z.B. hinsichtlich der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Aussagen, wenn diese vorgenommen werden (verursacht z.B. durch „Interviewereffekte“). Auch wenn die qualitative Forschung Standards für Interviews bereitstellt, lässt sich die Güte dieser Form von Erhebung schwieriger messen und beschreiben.

Einen eher normativ orientierten Ansatz stellt die Präskription bzw. „Recognition“ dar. Dabei werden die Ansichten anhand von verschiedenen vorgegebenen Standpunkten oder Aussagen auf Zustimmung geprüft. Ein Beispiel hierfür ist die Frage nach dem Grad der Zustimmung zu vorformulierten „naiv realistischen“ Ansichten. Auf diese Weise kann der Stand oder das Niveau auf einer Entwicklungsdimension erhoben werden. Viele Fragebogenverfahren nutzen diese Methode. Dabei kann die Formulierung der Items sowohl auf das Stufenmodell als auch auf das mehrdimensionale Strukturmodell ausgerichtet sein. Klassische Fragebögen lassen sich – im Rahmen der

ihnen immanenten erkenntnistheoretischen Theorien und Positionen – objektiv auswerten und schnell mit einer großen Probandenzahl durchführen. Dadurch können Untersuchungen realisiert werden, die sich mit kleineren Interviewstudien nicht durchführen lassen. Zusätzlich ist es möglich, das Antwortverhalten unterschiedlicher Probanden oder einer Person zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu vergleichen. Darüber hinaus erlaubt dieses Verfahren eine quantitative Erfassung, die es ferner möglich macht, die Daten entsprechend auszuwerten und mit weiteren Variablen rechnerisch in Beziehung zu setzen.

Allerdings bietet die Kürze und „Einfachheit“ dieser Tests in der Regel keine tiefgehende Erhebung der Ansichten. Viel mehr handelt es sich um eine oberflächliche Erfassung, die Gründe oder Argumentationen bestimmter Ansichten nicht aufdecken kann. Weiterhin werden bei vielen Items extreme Pole vorgegeben, zu denen Probanden den Grad ihrer Zustimmung abgeben sollen. Dabei werden Expertenansichten, die sich nicht in diesen Extrema widerspiegeln, nicht ausreichend berücksichtigt. Bei vielen Verfahren wird den Probanden aufgrund einer Punktzahl ein Expertisetyp zugeordnet. Aus welchen Auffassungen diese Punkte letztlich stammen, ist für die Zuordnung oftmals bedeutungslos. Maßgebend ist die Gesamtzahl, aus der nach einem festen Schema einem Probanden eine Kategorie zugeordnet wird. Man gewinnt damit einen „gemittelten“ Gesamteindruck, kann jedoch keine inhaltlichen Aussagen über Einzelheiten der epistemologischen Überzeugungen treffen. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse derartiger Erhebungen mit Vorsicht zu verwenden. Eine einfache Zuordnung eines Probanden z.B. zum Typ „Naiver Realist“ oder „Laie“ hinsichtlich des Antwortverhaltens in einem Test wäre sicherlich eine Überschätzung der Aussagekraft des Instrumentes. Berücksichtigt man jedoch die benannten Einschränkungen, so können mit Fragebögen sicherlich schnell Felder aufgedeckt werden, in denen Probanden inadäquate Ansichten vertreten. Diese können dann Ausgangspunkt tiefergehender Untersuchungen oder besonderer Instruktionen sein.

Bei Beobachtungen, der Materialauswertung und Situationsbeschreibungen treten zusätzliche Schwierigkeiten auf. Problematisch ist z.B. die Schlussfolgerung, dass die Statements von Personen zu Situationsbeschreibungen Rückschlüsse auf deren epistemologische Überzeugungen zulassen. Denn es ist fraglich und nicht nachgewiesen, dass die Aktivitäten z.B. von Schülern und Lehrern im Unterricht – oder allgemeiner die Aussagen von Probanden – auch deren eigenen Ansichten über die Natur der Naturwissenschaften offenbaren.

Schließlich ist auch die Methode des lauten Denkens problembehaftet. Schwierigkeiten entstehen bei diesem Verfahren dabei, dass nicht zu erkennen ist, in wie fern das Verfahren selbst die Meinungsbildung beeinflusst. Denn in der Regel ist das laute Denken für viele Probanden eine neue und ungewohnte Situation, die Denkprozesse verlangsamt und somit Artefakte hervorbringen kann.

Insgesamt sollten die dargestellten Methoden meines Erachtens nicht in Konkurrenz zueinander gesehen werden (wie dies leider oft der Fall ist). Selbst die verschiedenen (und am ehesten miteinander vergleichbaren) Fragebögen erfassen in der Regel unterschiedliche Aspekte (vgl. Anmerkungen von Hofer, 2001, 368). Bei der Wahl der Instrumente ist dem Ziel der Untersuchung folgend abzuwägen zwischen der erwünschten Standardisierung, der Vergleichbarkeit, dem inhaltlichen Umfang, der Objektivität, der Möglichkeiten der Interpretation der Daten und Ergebnisse bzw. der Aussagekraft und Nutzung der Ergebnisse und des Aufwands der Erhebung.

5 Schwierigkeiten der Erfassung epistemologischer Überzeugungen

Zahlreiche Untersuchungen stellen übereinstimmend fest, dass epistemologische Überzeugungen schwierig zu erfassen sind (vgl. Lederman, Wade & Bell, 1998; McComas, Clough & Almazroa, 1998; Leach, Millar, Ryder & Séré, 2000; Lederman, 1992; Sadler & Zeidler, 2004). Im Einzelnen lassen sich eine Reihe von verschiedenen Gründen ausmachen (vgl. Lederman, Wade & Bell, 1998; McComas, Clough & Almazroa, 1998; Leach, Millar, Ryder & Séré,

2000; Lederman & O'Malley, 1992; Sadler & Zeidler, 2004). Die im Folgenden genannten Aspekte greifen auf Ausführungen in Priemer (2003, 162) zurück und werden ergänzt und präzisiert:

1. *Themen der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie umfassen einen sehr breiten inhaltlichen Umfang:* Epistemologische Überzeugungen werden über einen großen thematischen Bereich gebildet. Erhebungsverfahren – insbesondere Fragebögen – können in der Regel aber nur kleine Ausschnitte von Ansichten über Naturwissenschaften thematisieren. Dies macht es zum einen schwierig, Testergebnisse unterschiedlicher Verfahren miteinander zu vergleichen. Zum anderen wird nur ein eng begrenzter inhaltlicher Bereich abgedeckt, der kaum Verallgemeinerungen zulässt. Dadurch wird erneut deutlich, dass es keine klare Abgrenzung und Beschreibung der Merkmale und Dimensionen gibt, die zu den epistemologischen Überzeugungen zu zählen sind.
2. *Es gibt keinen eindeutigen Expertenkonsens:* D.h., es ist kaum möglich, einheitliche Expertenmeinungen über epistemologische Überzeugungen zu erzielen. Aus diesem Grund kann man auch nur schwer von den adäquaten Ansichten sprechen. Denn selbst Experten antworten u. U. auf bestimmte Fragen aus gutem Grund sehr unterschiedlich. Deshalb können Antworten nicht als richtig bzw. falsch bezeichnet werden. Angemessener ist die Feststellung der Übereinstimmung eines Probanden mit bestimmten Positionen.
3. *Bereichsspezifität der Einstellungen:* Epistemologische Überzeugungen können domänenspezifisch sein, sodass Einstellungen in verschiedenen Fächern unterschiedlich ausgeprägt sein können. Darüber hinaus ist es schwierig, allgemeine bereichsunabhängige Auffassungen sauber von kontextspezifischen zu trennen.
4. *Ansichten sind z.T. inkonsistent:* Epistemologische Überzeugungen können stark variieren und deshalb unterschiedliche Auffassungen zu ein und derselben Fragestellung

bzw. philosophischen Strömung umfassen. Dies kann seine Ursache z.B. darin haben, dass viele Probanden noch nicht intensiv über Erkenntnistheorien nachgedacht haben bzw. sich noch keine elaborierte Meinung gebildet haben. Deshalb können Antworten aus Expertensicht heraus widersprüchlich erscheinen. Es wäre aber ungerechtfertigt, von falschen Vorstellungen zu sprechen, denn es handelt sich – auch wenn in sich nicht konsistent und ausgereift – um momentan gültige Ansichten der jeweiligen Person.

5. *Ansichten sind schnell veränderlich:* Wie bei Vorstellungen von Probanden zu anderen Gegenstandsbereichen auch, verändern sich diese u. U. sehr schnell, wenn die alten Vorstellungen als nicht zutreffend erkannt werden. Insbesondere in Interviews, wenn „schnelle“ Antworten gefordert sind und keine Zeit zum Überdenken oder Überprüfen der eigenen Position bleibt, wechseln Probanden schnell zu anderen Vorstellungen, die vielfach kleine Modifikationen der alten Vorstellungen sind und oft ebenfalls nicht als adäquat von Experten bezeichnet werden.
6. *Items bieten vielfach einen erheblichen Interpretationsspielraum:* Viele Items von Testverfahren oder auch in Interviews sind weitgehend frei von speziellen detailliert beschriebenen Kontexten. Unter diesen Bedingungen ist es schwierig, zu gültigen Aussagen zu kommen, da Probanden (auch Experten!) unterschiedliche Vorstellungen mit den Fragen verbinden können.
7. *Epistemologische Überzeugungen sind schwierig zu operationalisieren:* Die umfangreiche internationale Diskussion über die Entwicklung von Instrumenten zur Erfassung von epistemologischen Überzeugungen hat gezeigt, dass es sehr schwierig ist, Inhalte der Erkenntnistheorie angemessen in Fragen oder Items abzubilden. Wie unten ausführlicher dargestellt, haben viele Verfahren deshalb nicht unerhebliche Validitätsprobleme.
8. *Items stellen z.T. extrem verkürzte Aussagen dar:* Fragestellungen in Interviews und auf Fragebögen erlauben oftmals nur sehr

knapp gehaltene Ausführungen. Dabei erfolgen z. T. erhebliche und auch unzulässige Verkürzungen, die den sehr komplexen Sachverhalt stark „verzerren“ und „unkennlich“ machen können. Diese Verkürzungen können von den Probanden in der Regel nicht kommentiert werden. Auf diese Weise können Positionen entstehen, die auf kaum noch nachvollziehbare Weise komplexeren Auffassungen entstammen, die Probanden aber dennoch einschätzen sollen. Andererseits können sehr spezielle und ausführliche Beschreibungen Schwierigkeiten in der Verallgemeinerbarkeit der Positionen hervorrufen.

9. *Antworten von Probanden liefern einen erheblichen Interpretationsspielraum:* Aus Vergleichen zwischen Antworten in Fragebögen mit ergänzenden Interviews ist bekannt, dass Statements von Probanden einem nicht unerheblichen Interpretationsspielraum durch den Testleiter unterliegen (vgl. Lederman & O'Malley, 1990; siehe aber auch Krettenauer, 2005). Hier besteht die Gefahr einer fälschlichen Auslegung der Antworten von Probanden durch den Testleiter sowohl bei standardisierten Items als auch bei offenen Fragen. Neben Testverfälschungen bei schriftlichen Erhebungen kommen bei Interviews weitere „Verzerrungsmöglichkeiten“ hinzu (vgl. einschlägige Literatur zu qualitativen und quantitativen Erhebungsmethoden wie z.B. Bortz & Döring, 2003; Bohnsack, 2003). Weiterhin verwenden Probanden Fachbegriffe innerhalb ihres eigenen (Vor-) Verständnisses und u. U. nicht notwendig mit der Bedeutung, mit der diese Worte in der Wissenschaftstheorie verwendet und von Experten verstanden werden.

Diese genannten Schwierigkeiten liefern starke Einschränkungen hinsichtlich der Validität und auch der Reliabilität der Erhebungsverfahren. Es soll an dieser Stelle aber nicht gefolgert werden, auf standardisierte Verfahren der Erfassung von Schüleransichten zu verzichten. Will man zu nachvollziehbaren Forschungsergebnissen hinsichtlich der Ausprägung und Entwicklungen von Vorstellungen kommen,

so sind Instrumente einer systematischen Erhebung unerlässlich.

6 Deutschsprachige Erhebungsverfahren

Im deutschen Sprachraum finden unterschiedliche Verfahren der Erhebung epistemologischer Überzeugungen allgemein und speziell in den Naturwissenschaften Anwendung. Im Folgenden werden diejenigen Instrumente genannt, die in einer deutschsprachigen Version vorliegen und in publizierten Untersuchungen eingesetzt wurden. Allerdings ist die Forschungslage aus der Sicht der Veröffentlichung genutzter Testinstrumente defizitär. Viele Fragebögen werden lediglich in Tagungsberichten erwähnt und sind in einschlägigen Fachzeitschriften nicht zu finden. Aus diesem Grund ist es schwierig, Charakteristika und Güte der Inventare festzustellen. Darüber hinaus ist es nicht leicht, eine dezidierte Beschreibung des erhobenen Konstrukts zu erkennen. Deshalb muss davon ausgegangen werden, dass die vorhandenen Instrumente z.T. sehr unterschiedliche Merkmale erheben, die auf verschiedene zugrunde liegende theoretische Annahmen zurückzuführen sind. Dies macht den Vergleich der Verfahren u.U. sehr schwierig und ist eine mögliche Erklärung dafür, dass die Befunde der Forschung wenig einheitlich sind. Darüber hinaus ist der Aufbau der unterschiedlichen Testverfahren z.T. sehr verschieden (Verwendet werden Items mit kurzen bzw. sehr ausführlichen Beschreibungen, mit bzw. ohne inhaltlichen Kontext, mit bzw. ohne Bezug zu einer speziellen Domäne, mit bzw. ohne Bezug zu einer wissenschaftlichen Theorie.) und richten sich an unterschiedliche Zielgruppen (meist jedoch Studierende).

Gemäß der unterschiedlichen Forschungstraditionen sind die Instrumente getrennt nach ihrer didaktischen bzw. psychologischen Herkunft angeführt. Ergänzt werden die zahlreichen Fragebogenverfahren durch Quellen zur Durchführung von Interviews. Die Darstellung

bemüht sich um einen umfassenden Überblick, der aber weder eine detaillierte Vorstellung aller einzelnen Instrumente zulässt noch eine Vollständigkeit anstrebt.

Instrumente mit psychologischem Hintergrund

Viele Erhebungsverfahren von epistemologischen Überzeugungen stammen aus der psychologischen Forschung (siehe Tabelle 3). Unverkennbar ist dabei der Einfluss der Forschung aus dem englischsprachigen Raum, insbesondere sind die Arbeiten von Schommer (1990) richtungweisend gewesen. Bei dem überwiegenden Teil der Instrumente handelt es sich um direkte oder um bearbeitete Übersetzungen bestehender Verfahren. Dokumentiert sind neben den Verfahren ebenfalls Probleme der verwendeten Instrumente im Original und in der deutschsprachigen Version. Eine der zentralen Schwierigkeiten ist die genaue Festlegung des zu messenden Konstrukts und dessen Abgrenzung zu und Unabhängigkeit von anderen Dimensionen. Dies spiegelt sich in der Vielfalt an Skalen und Faktoren wider, die die Verfahren charakterisieren (vgl. Tabelle 3). Ferner liegt der Schwerpunkt der verschiedenen Instrumente mal auf bereichsspezifischen, mal auf theorienspezifischen und mal auf allgemeinen bereichsübergreifenden epistemologischen Überzeugungen. Hinzu kommen Befunde, die unterschiedliche Ergebnisse je nach verwendetem Erhebungsverfahren zeigen. In Anbetracht der Diversität der zugrunde liegenden Konstrukte ist dies wenig verwunderlich. Es gibt jedoch auch Untersuchungen, die z.B. hohe Übereinstimmungen zwischen Interview- und Fragebogenverfahren aufweisen (Krettenauer, 2005). Allerdings wird ebenfalls angeführt, dass Fragebogenverfahren zu einer Überschätzung des absoluten Kompetenzniveaus führen. Insgesamt kann bemerkt werden, dass die Entwicklung geeigneter Erhebungsverfahren in deutscher Sprache erst wenig weit fortgeschritten ist.

Quelle	Einzelheiten
Gruber & Renkl (1995), Rehl, Gruber & Renkl (2003)	Angeführt wird eine bearbeitete Übersetzung des „Epistemological Beliefs Questionnaire“ (EBQ, Original von Schommer, 1990).
Moschner & Gruber (2005)	Auf der Basis des „Epistemological Beliefs Questionnaire“ (EBQ, Original von Schommer, 1990) wurde ein neues Instrument entwickelt, das aus 10 Skalen besteht: Absolutes Wissen, Wert von Wissen, Lernen lernen, Relativität von Wissen, Geschlechtsbedingter Einfluss auf den Wissenserwerb, kulturbedingter Einfluss auf den Wissenserwerb, Subjektivität von Wissen, Silence of Knowledge, Innate Ability und Quick Learning.
Schiefele & Moschner (1997), Moschner & Schiefele (2003)	Verwendet wird eine stark bearbeitete Übersetzung des „Epistemological Beliefs Questionnaire“ (EBQ, Original von Schommer, 1990), bei der über die Hälfte der Items neu formuliert wurden. Es ergaben sich fünf Subskalen: Objektivität des Wissens (12 Items), Unbeeinflussbarkeit der Lernfähigkeit (5 Items), Komplexität des Lernprozesses (7 Items), Eindeutigkeit der Wissensvermittlung (9 Items) und Faktenorientierung bei Prüfungen (7 Items).
Gerber (2004)	Verwendet wird ein Fragebogen auf der Basis des „Epistemological Beliefs Questionnaire“ (EBQ, Original von Schommer, 1990). Erhoben werden bereichsübergreifende wissensbezogene Überzeugungen auf vier Dimensionen: Sicherheit des Wissens (6 Items), Komplexität des Wissens (17 Items), Wissensquelle (12 Items), Wissensbegründung (9 Items). Des Weiteren liegt ein verkürzter Kinderfragebogen für 10-12-Jährige vor.
Stahl & Bromme (2004), Kienhues, Bromme & Stahl (2005)	Dokumentiert ist das „Connotative Aspects of Epistemological Beliefs“ (CAEB). Das Inventar (17 Items) enthält Fragen, die auf einen vorgegebenen Inhalt bezogen werden, mit zwei Faktoren: Texture und Variability.
Trautwein, Lüdtke & Beyer (2004), Trautwein & Lüdtke (2004)	Das Instrument verwendet Items, die aus verschiedenen Testverfahren gewonnen wurden. Genutzt werden zwei Skalen: Dualismus und Relativismus. Es liegt ein Verfahren zur Erfassung theorienspezifischer epistemologischer Überzeugungen bzgl. der Grenzen wissenschaftlicher Erkenntnis anhand von 10 vorgegebenen Theorien vor.
Paechter & Rebmann (2005)	Verwendet wird eine Übersetzung des „Epistemological Beliefs Questionnaire“ (EBQ, Original von Schommer, 1990).
Krettenauer (2005)	Es wurde ein „Fragebogen zur Erfassung des Entwicklungsniveaus epistemologischer Überzeugungen“ (FREE) erstellt. Die Probanden nehmen zu Natur- und Geisteswissenschaften in 14 kontroversen Themen Stellung. Erhoben wird die Ausprägung der Einstellung zu den drei Hauptniveaus: Absolutismus, Relativismus, Postrelativismus.
Pieschl, Stahl & Bromme (2006)	Genutzt wird eine Übersetzung des Verfahrens „Epistemological Beliefs Instrument“ (EBI, Original von Jacobson & Jehng, 1999). Erfasst werden generelle und domänenübergreifende Ansichten über Wissensaneignung und Wissen (14 Items) in zwei Faktoren: Certainty und Simplicity.
Pieschl, Stahl & Bromme (2006)	Dem Test liegt das Instrument „Domain-specific aspects of epistemological beliefs questionnaire“ (DEBQ, Original von Hofer, 2000) zu Grunde. Das Inventar wird auf einen vorgegebenen Themenbereich angewendet (15 Items) und extrahiert zwei Faktoren: Definitude und Accessibility.

Tab. 3: Deutschsprachige Fragebogenverfahren zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen mit Ursprung in der psychologischen Forschung.

Instrumente mit naturwissenschafts- didaktischem Hintergrund

Bei den in Tabelle 4 angeführten Fragebögen mit Ursprung in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken handelt sich ebenfalls in einigen Fällen (Priemer, 2003; Urhahne & Hopf, 2004; Wilhelm & Heuer, 2005; Hofheinz, 2006) um Übersetzungen englischsprachiger Instrumente. Weiterhin zeigt sich auch hier eine Vielzahl an erhobenen Merkmalen der unter-

schiedlichen Instrumente, deren Gemeinsamkeit oft nur darin besteht, dass es sich um fachspezifische Erhebungen zu den Naturwissenschaften handelt. Dies wirft Fragen der Validität der Erhebungen auf: welche Einstellung soll gemessen werden, und ist das Instrument geeignet, dieses Kriterium zu erfassen? Meines Wissen sind zumindest die deutschen Übersetzungen noch nicht validiert bzw. zeigen Probleme bei der Validierung. Dies ist insofern

Quelle	Einzelheiten
Krüger & Schecker (1982), Schecker (1985), Bethge (1988), Meyling (1990)	Angeführt werden Fragen und Statements (in Fragebögen und Interviews), die von Probanden zu beurteilen sind. Der Fokus der Arbeiten liegt auf der Mechanik, der Quantenphysik bzw. generell auf epistemologischen Überzeugungen.
Raufuß (1989)	Es werden 43 Fragen in geschlossener Antwortform verwendet, die inhaltliche und wissenschaftstheoretische Aspekte umfassen. Ziel ist die Erhebung der Umsetzung wissenschaftstheoretischer Inhalte im Unterricht durch Befragung von Lehrern.
Develaki (1998)	Dokumentiert ist ein umfassender Fragebogen von ca. 1 Stunde Bearbeitungszeit, der die Methodologie der Naturwissenschaften, philosophische Auffassungen, soziale bzw. ethische Konsequenzen und allgemeine Fragen behandelt.
Baumert et al. (2000), Köller, Baumert & Neubrandt (2000)	Angewendet wurde ein kurzer Fragebogen innerhalb von TIMSS III mit wenigen Items.
Priemer (2003)	Genutzt wird das standardisierte Verfahren "Views About Science Survey" (VASS, Original von Halloun, 1996, 2001), ein Fragebogen mit 39 Items. Erhoben werden drei naturwissenschaftliche Dimensionen: Struktur, Methoden, Gültigkeit und drei kognitive Dimensionen: Lernbarkeit, Reflektierendes Denken und Persönliche Relevanz.
Urhahne & Hopf (2004)	Es handelt sich um das standardisierte Verfahren "Certain Epistemological Beliefs Scale" (Original von Conley, Pintrich, Vekiri & Harrison, 2004), ein Fragebogen mit 26 Items. Erhoben werden die vier Dimensionen: Quelle des Wissens, Sicherheit des Wissens, Entwicklung des Wissens und Rechtfertigung des Wissens.
Wilhelm & Heuer (2005)	Verwendet wird das standardisierte Verfahren "Maryland Physics Expectations Survey" (MPEX, Original von Redish, Saul & Steinberg, 1998), ein Fragebogen mit 34 Items. Erhoben werden sechs Dimensionen: Unabhängigkeit, Zusammenhang, Konzepte, Realitätsbezug, Mathematikbezug und Anstrengung.
Hofheinz (2006), Höttecke (2006)	Genutzt wird das Instrument „Views of Nature of Science“ (VNOS, Original von Lederman, Abd-El-Khalick, Bell und Schwartz, 2002). Das Verfahren liegt im Original in verschiedenen ausführlichen Versionen vor und beinhaltet Fragen mit offenen Antworten, die in Untersuchungen durch Interviews begleitet werden können.

Tab. 4: Deutschsprachige Fragebogenverfahren zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen in den Naturwissenschaften mit Ursprung in den Fachdidaktiken.

nicht verwunderlich, da schon Validitätsprobleme bei einigen Instrumenten in der Originalversion auftreten. Hinzu kommen Schwierigkeiten, die sich durch die Übersetzungen ergeben. Die älteren Arbeiten nennen zwar die Verwendung von Fragebögen und Interviews und geben einzelne Items an. Genauere Angaben zur Entwicklung der Fragen und zur Güte der Verfahren werden allerdings in der Regel nicht gemacht. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass für den deutschen Sprachraum bislang kein ausreichend validiertes standardisiertes Fragebogenverfahren mit naturwissenschaftsdidaktischem Hintergrund vorliegt.

Interviewverfahren

Hinsichtlich der Verwendung von Interviews kann davon ausgegangen werden, dass diese auch im deutschen Sprachraum seit geraumer Zeit durchgeführt werden. Tabelle 5 führt jüngere Arbeiten auf. Diese spiegeln die Tradition der mündlichen Befragungen zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen jedoch nur ungenügend wider. Genauere Hinweise zu Interviews sind bei älteren Arbeiten aber z.T. nicht leicht zu finden. Die Ziele dieser Erhebungen weisen – bedingt durch die Verschiedenartigkeit

der Untersuchungen – eine noch größere Vielfalt auf als bei schriftlichen Befragungen. Derartige Befragungen folgen einem anderen Paradigma – sie werden in der Regel im Rahmen qualitativer Forschung verwendet – und sind deshalb nicht direkt mit Fragebogenverfahren vergleichbar. Dennoch liegen Gütemaßstäbe für die Erhebung von Interviews vor. Leider sind aber detaillierte Angaben z. B. hinsichtlich der verwendeten Leitfäden nicht immer dokumentiert bzw. publiziert. Erst anhand dieser Angaben ist es letztlich möglich, Erhebungsergebnisse zu vergleichen und Aussagen über die Güte der Befragungen zu machen.

7 **Desiderate weitergehender Forschung und Entwicklung**

Die systematische Erhebung epistemologischer Überzeugungen mithilfe von Testinstrumenten blickt im deutschsprachigen Raum auf eine eher kurze eigenständige Entwicklung zurück. Die Arbeiten sind in vielen Fällen stark denen des angloamerikanischen Raums angelehnt oder sogar direkte Übersetzungen. Aus diesem Grund lohnt sich ein Blick auf den weiter fortgeschrittenen Stand der Forschung in Großbritannien und den U.S.A. Hier finden bei Untersuchungen, die sich z.B. dezidiert mit

Quelle	Einzelheiten
Höttecke (2001, 2006)	Angewendet wird ein offener Fragebogen und ein Leitfaden für die Durchführung von Interviews, der z.B. Aspekte wie allgemeine Vorstellungen über die Naturwissenschaften, Bedeutung des Wissens und von Experimenten bzw. Methoden und die Relevanz von soziokulturellen, gesellschaftlichen, ökonomischen sowie politischen Einflüssen auf Naturwissenschaften erhebt.
Grygier, Günther & Kircher (2004), Sodian, Thoerner, Kircher, Grygier & Günther (2002)	Durchgeführt werden Interviews (21 Fragen) und Concept Maps zum Naturwissenschaftsverständnis von Grundschulern. Eine Einstufung erfolgt mithilfe einer Taxonomie (vgl. Abschnitt 3 „Modelle“). Die Interviews basieren auf Arbeiten von Carey, Honda, Jay & Unger (1989) bzw. Carey und Smith (1993).
Krettenauer (2005)	Das Entwicklungsniveau metaethischen Denkens wurde mit halbstrukturierten Interviews erfasst, bei dem die Probanden mit Dilemmata konfrontiert werden. Gefunden wurden drei Entwicklungsdimensionen: Intuitivismus, Subjektivismus und Transsubjektivismus. Es werden Analogien zu epistemologischen Überzeugungen hergestellt: Absolutismus, Relativismus, Postrelativismus.

Tab. 5: Deutschsprachige Erhebungsverfahren zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen mithilfe von Interviews.

den Ansichten von Schülern und Studenten über Naturwissenschaften und weiteren Faktoren wie Lehrereinfluss oder durchlaufene Instruktion beschäftigen, in der Regel Interviews und Beobachtungen statt. Diese Studien widmen diesem Aspekt entsprechend viel Zeit, sodass damit ein sehr hoher Aufwand verbunden ist. Ist dieser nicht gewünscht oder möglich und nimmt man die eingeschränkte Aussagekraft in Kauf, so kommen ebenfalls standardisierte Fragebogenverfahren zum Einsatz. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn epistemologische Überzeugungen als Kontrollvariable erhoben werden sollen. Oft werden dabei Fragebögen als Ergänzung und nicht als Ersatz zu anderen Verfahren eingesetzt. Dementsprechend kann man festhalten, dass das Ziel der Untersuchung – und dies ist wenig verwunderlich – das zu verwendende Instrument bestimmt. Das bedeutet in letzter Konsequenz, dass es sinnvoll ist, verschiedene deutschsprachige Verfahren zur Verfügung zu haben. Dazu gehören entsprechende Fragebogeninstrumente.

Dieser Beitrag versucht vor diesem Hintergrund das Spektrum an zur Verfügung stehenden Inventaren aufzuzeigen. Berücksichtigt wurden dabei die Forschungszeige, die sich traditionell mit epistemologischen Überzeugungen beschäftigen: die Didaktiken der Naturwissenschaften und die Entwicklungspsychologie. Trotz z. T. recht ähnlicher Ziele sind gemeinsame Anstrengungen der Forschung aber bislang eher eine Ausnahme. Die vorgenommene Sichtung der vorliegenden Testverfahren bietet in diesem Sinne eine Verknüpfung der Untersuchungsinteressen und möchte den Blick auf die jeweils andere Domäne eröffnen. Auf dieser Grundlage kann die eher fachorientierte didaktische Forschung in den Naturwissenschaften von der stärker auf die individuelle Entwicklung fokussierte psychologische Forschung profitieren.

In Anbetracht der Darstellung vorhandener deutschsprachiger Verfahren stellt sich die Frage, in welche Richtung die zukünftige Forschung und Entwicklung gehen kann und soll. Hinsichtlich der Erhebungen mit Interviews ist es vermutlich wenig sinnvoll, einen einzigen „Standardleitfaden“ zu entwickeln, da sich die Ziele, Themen und Inhalte bei verschiedenen Studien zu stark unterscheiden dürften. Ein einheitliches Vorgehen würde der Diversität der Fragestellungen damit vermutlich nicht gerecht werden. Es wäre ggf. hilfreich, ein Set an Basisfragen zu entwickeln, das als Grundstock in verschiedenen Untersuchungen zur Erlangung vergleichbarer Ergebnisse dienen kann. Dieses wird dann durch den umfassenderen untersuchungsspezifischen Hauptteil ergänzt. Anders sieht dies jedoch bei der „schnellen“ und groben Fragenbogenmethode aus. Da es hier oftmals um das Gewinnen eines allgemeinen Überblicks über Auffassungen geht, wäre es eher sinnvoll, zu einem konsensfähigen Instrument zu gelangen. Dazu ist zunächst zu spezifizieren, welches Konstrukt in welchem Kontext für welche Zielgruppe erhoben werden soll. Dieses sollte einer genauen Beschreibung unterzogen werden. Bestünde in der Didaktik der Naturwissenschaft und ggf. weiterhin in der Psychologie hier im Rahmen einer Grundlagenarbeit eine weitgehende – wenn auch nur vorläufige – Einigkeit, könnten gemeinsame Anstrengungen und die Konzentration zunächst auf ein einziges Instrument Synergien nutzen, sodass ein möglichst valides Verfahren entsteht, das weit verbreitet genutzt und optimiert werden kann. Eine Kooperation aus Fachdidaktik, Wissenschaftstheorie und Testentwicklung mit psychologischem Hintergrund könnte fruchtbare Ergebnisse bringen. Der Autor schlägt vor, die Entwicklung der standardisierten Erfassung epistemologischer Überzeugungen mithilfe von Fragebögen in dieser Richtung voranzutreiben.

Literatur

- Aikenhead, G. S. (1987). High-School Graduates' Beliefs About Science-Technology-Society. III Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge. *Science Education*, 71, 459-487.
- Baumert, J., Bos, W., Brockmann, J., Gruehn, S., Klie-me, 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.
- Bethge, T. (1988). Aspekte des Schülervorverständnisses zu grundlegenden Begriffen der Atomphysik. Bremen: Dissertation.
- Bohnsack, R. (2003). Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden. Opladen: Leske + Budrich.
- Bortz, N. & Döring, N. (2003). Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin: Springer.
- Carey, S., Honda, M., Jay, E. & Unger, C. (1989): "An experiment is when you try it and see if it works": a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 73(11), special issue, 514-529.
- Carey, S. & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28, 235-251.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I. & Harrison, D. (2004). Changes in Epistemological Beliefs in Elementary Science Students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.
- Develaki, M. (1998). Die Relevanz der Wissenschaftstheorie für das Physikverstehen und Physikler-nen. Berlin: Dissertation.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Gerber, J. (2004). Intergenerationale Transmission epistemologischer Überzeugungen Entwicklung eines Erhebungsinstruments und Befunde zur Genese wissensbezogener Vorstellungen. Bielefeld: Dissertation.
- Gruber, H. & Renkl, A. (1995). Die Entwicklung epistemologischer Überzeugungen bei Studierenden. Beitrag zur 37. Tagung Experimentell Arbeitender Psychologen in Bochum.
- Grygier, P., Günther, J. & Kircher, E. (2004). Über Naturwissenschaften lernen. Hohengehren: Schneider.
- 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.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 378-405.
- Hofer, B. K. (2001). Personal Epistemology Research: Implications for Learning and Teaching. *Journal of Educational Psychology Review*, 13(4), 353-383.
- Hofheinz, V. (2006). Offene Untersuchungsaufträge – methodisch begleitet? In A. Pitton (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik 2005 in Paderborn* (S. 278-280). Berlin: Lit-Verlag.
- Höttecke, D. (2001). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen*. Berlin: Logos.
- Höttecke, D. (2006). Studierende und die Natur der Naturwissenschaften. In A. Pitton (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik 2005 in Paderborn* (S. 287-289). Berlin: Lit-Verlag.
- Jacobson, M. J. & Jehng, J.-C. (1999). Epistemological beliefs instrument: Scales and items. http://mj-jacobson.net/publications/Epist_Beliefs_Instrument98.PDF (Sept. 06).
- Kienhues, D., Bromme, R. & Stahl, E. (2005). CAEB: A semantic differential to measure connotative epistemological beliefs. Paper presented at the 11th European Conference for Research on Learning and Instruction, Nicosia/Cyprus.
- Kircher, E. (1995). *Studien zur Physikdidaktik*. Kiel: IPN.
- Köller, O., Baumert, J., & Neubrand, J. (2000). Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In J. Baumert & W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Kapitel IV in Band II: TIMSS Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (S. 229-270), Opladen: Leske + Budrich.
- Krettenauer, T. (2005). Die Erfassung des Entwicklungsniveaus epistemologischer Überzeugungen und das Problem der Übertragbarkeit von Interviewverfahren in standardisierte Fragebogenmethoden. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 37(2), 69-79.
- Krüger, U.-H. & Schecker, H. (1982). Das Bild von der Wissenschaft Physik. *Der Physikunterricht*, 2, 78-82.
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J. & Sére, M.-G. (2000). Epistemological Understanding in Science Learning: The Consistency of Representations Across Contexts. *Learning and Instruction*, 10, 497-527.

- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497-521.
- Lederman, N. G. & O'Malley, M. (1990). Students' Perception of Tentativeness in Science: Development, Use and Sources of Change. *Science Education*, 74, 225-239.
- Lederman, N. G., 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* (pp. 331-350). Dordrecht: Kluwer.
- Lederman, N. G. & Zeidler, D. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior. *Science Education*, 7, 721-734.
- 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* (pp. 53-70). Dordrecht: Kluwer.
- 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* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In W. F. McComas (Ed.). *The Nature of Science in Science Education* (pp. 41-52). Dordrecht: Kluwer.
- Meyling, H. (1990). *Wissenschaftstheorie im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe*. Bremen: Dissertation.
- Mikelskis, H. (2006). *Physik-Didaktik*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Moschner, B. & Gruber, H. (2005). Weiterentwicklung eines Instruments zur Erfassung epistemologischer Überzeugungen. Abstractband der 10. Fachtagung Pädagogische Psychologie.
- Moschner, B. & Schiefele, H. (2003). Epistemological beliefs – learning strategies and academic achievement. 10th Biennial Conference of the European Association for Learning and Instruction in Padova, Italien.
- Nott, M. & Wellington, J. (1995). Critical incidents in the science classroom and the nature of science. *School Science Review*, 76, 41-46.
- Osborn, J., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R. & Duschl, R. (2001). *Evidence-Based Practice in Science Education (EPSE)*. Teaching Pupils Ideas-About-Science, Clarifying Learning Goals and Improving Pupil Performance. Paper presented at the Conference of the European Science Education Research Association, Thessaloniki, Greece.
- Paechter, M. & Rebmann, K. (2005). Epistemologische Überzeugungen: Gibt es einen Zusammenhang mit Lernstrategien im Studium. Abstractband der 10. Fachtagung Pädagogische Psychologie.
- Perry, W. G. (1970). *Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years: A Scheme*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Pieschl, S., Stahl, E. & Bromme, R. (2006). Effects of task difficulty and epistemological beliefs on metacognitive calibration: a pilot-study. *Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences ICLS '06*. International Society of the Learning Sciences.
- Priemer, B. (2003). Ein diagnostischer Test zu Schüleransichten über Physik und Lernen von Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 160-178.
- Raufuß, D. (1989). *Die Physikalisch-Naturwissenschaftliche Denkweise*. Köln: Aulis.
- Redish, E., Saul, J., Steinberg, R. (1998). Student Expectations in Introductory Physics. *American Journal of Physics* 66,(3), 212-224.
- Rehrl, M., Gruber, H. & Renkl, A. (2003). Epistemologische Überzeugungen im Vergleich: Die Rolle von Studiendauer und Studienfach. 64. Tagung der Arbeitsgruppe für empirisch-pädagogische Forschung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft in Hamburg.
- Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2004). Student Conceptualizations of the Nature of Science in Response to a Socioscientific Issue. *International Journal of Science Education*, 26, 387-409.
- Schecker, H. (1985). *Das Schülervorverständnis zur Mechanik*. Bremen: Dissertation.
- Schiefele, U. & Moschner, B. (1997). Epistemologische Überzeugungen im Studium. 55. Tagung der Arbeitsgruppe für empirisch-pädagogische Forschung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft in Berlin.
- Schommer, M. (1998). The Influence of Age and Education on Epistemological Beliefs. *British Journal of Educational Psychology*, 68, 551-562.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88, 610-645.

- Sodian, B., Thoermer, C., Kircher, E., Grygier, P. & Günther, J. (2002). Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. Zeitschrift für Pädagogik, 45. Beiheft, 192-206.
- Stahl, E. & Bromme, R. (2004). CAEB: Ein semantisches Differential zur Erfassung konnotativer epistemologischer Überzeugungen über wissenschaftsbasiertes Wissen. 44. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Göttingen.
- Trautwein, U. & Lüdtke, O. (2004). Wissenschaftspropädeutik in der gymnasialen Oberstufe. In O. Köller, R. Watermann, U. Trautwein & O. Lüdtke (Hrsg.), Wege zur Hochschulreife in Baden-Württemberg. TOSCA – eine Untersuchung an allgemein bildenden und beruflichen Gymnasien (S. 351-366). Oplanden: Leske + Budrich.
- Trautwein, U., Lüdtke, O. & Beyer, B. (2004). Rauchen ist tödlich, Computerspiele machen aggressiv? Allgemeine und theorienspezifische epistemologische Überzeugungen bei Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 18, 187-199.
- Urhahne, D. & Hopf, M. (2004). Epistemologische Überzeugungen in den Naturwissenschaften und ihre Zusammenhänge mit Motivation, Selbstkonzept und Lernstrategien. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 70-86.
- Wilhelm, T. & Heuer, D. (2005). Ansichten deutscher Elftklässler über Physik und Lernen von Physik. Didaktik der Physik, DPG-Frühjahrstagung.

Burkhard Priemer ist Juniorprofessor für Fachdidaktik der Physik an der Ruhr-Universität Bochum.

Prof. Dr. Burkhard Priemer
Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Physik und Astronomie
Fachdidaktik der Physik
Universitätsstr. 150
44801 Bochum

Tel. +49 234 3 22 87 05
Fax. +49 234 32 14329
E-mail: priemer@physik.rub.de
<http://www.dp.rub.de>