

CHRISTIANE KONNEMANN, ROMAN ASSHOFF UND MARCUS HAMMANN

Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen

Attitudes towards evolutionary theory: Theoretical and psychometric issues

ZUSAMMENFASSUNG

Trotz zahlreicher Studien zur Akzeptanz der Evolutionstheorie besteht weiterhin Unklarheit über das zugrundeliegende psychologische Konstrukt. Manche Autoren sprechen von Einstellungen oder Überzeugungen andere auch von Vorstellungen. Smith (2010, 534) fasste den Stand der Forschung kürzlich folgendermaßen zusammen: „‘acceptance of evolution’ is an ill-defined construct that has been confused in the literature and has likely contributed to contradictory results across studies“. In dieser Studie wird ein Beitrag zur Klärung des Konstrukts geleistet. Ausgehend von psychologisch fundierten Definitionen der Konstrukte „Einstellung“, „Überzeugung“ und „Vorstellung“ wird argumentiert, dass es sich bei der Akzeptanz der Evolutionstheorie nicht um ein rein kognitives Konstrukt handelt, sondern um eine subjektiv-bewertende Einstellung mit kognitiven, affektiven und verhaltensbezogenen Komponenten. Erträge dieser theoretischen Klärungen werden am Beispiel bisher widersprüchlicher Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie verdeutlicht. Darüber hinaus werden messtheoretische Konsequenzen für die Erfassung der Akzeptanz als Einstellung formuliert und didaktische Konsequenzen einer sozialpsychologischen Sicht auf Einstellungen zur Evolutionstheorie aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Einstellungen zur Evolutionstheorie, Dreikomponentenmodell, Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis

ABSTRACT

Even though there is a variety of studies assessing acceptance of evolution, the underlying psychological construct is still under discussion. Some authors speak of attitudes and beliefs, others use the term student conceptions. In a recent review, Smith (2010, 534) argues: „‘acceptance of evolution’ is an ill-defined construct that has been confused in the literature and has likely contributed to contradictory results across studies“. In this paper, we contribute to clarifying the construct. On the basis of psychological definitions of “attitude”, “belief” and “student conceptions” we argue that acceptance of evolutionary theory as a construct does not belong exclusively to the cognitive domain but constitutes an evaluative attitude with cognitive, affective and behavioral components. The benefit of this theoretical clarification is explicated by exemplary analyses of contradictory results concerning the relationship between acceptance and understanding of evolutionary theory. Psychometric and educational

implications are discussed from a psychological perspective of attitude measurement and attitude change.

Keywords: attitudes towards evolutionary theory, multicomponent view of attitudes, relationship between acceptance and understanding

1 Einleitung

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Evolutionstheorie die vereinigende Theorie der Biowissenschaften. Gleichzeitig bleibt die Evolutionstheorie unter der Allgemeinbevölkerung umstritten und kreationistische Strömungen gewinnen nicht nur in den USA an Anhängern. Verschiedene deutsche und internationale Studien beschäftigen sich daher mit der Akzeptanz und Ablehnung der Evolutionstheorie. In zahlreichen Studien wird explizit von „Akzeptanz“ als Zielkonstrukt gesprochen (z. B. Déniz, Donnelly & Yilmaz 2007; Illner 1999; Ingram & Nelson 2006; Miller, Scott & Okamoto 2006; Rutledge & Warden 1999). Allerdings wird momentan diskutiert, was unter der „Akzeptanz der Evolutionstheorie“ zu verstehen sei (Smith 2010, 534). Unklarheiten über das zugrundeliegende psychologische Konstrukt zeigen sich beispielsweise darin, dass die „Akzeptanz der Evolutionstheorie“ von einigen Autoren als ein rein kognitives Konstrukt beschrieben wird (Rutledge & Warden 1999), während andere Autoren diese explizit als affektive Einstellung (Ingram & Nelson 2006) oder als Überzeugung (Nadelson & Southerland 2010) auffassen. Es stellt sich daher die grundlegende Frage,

um welches psychologische Konstrukt es sich handelt. Diese Frage hat sowohl messtheoretische als auch didaktische Konsequenzen, weil kognitive und affektive Konstrukte nicht nur unterschiedlich erfasst, sondern auch durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden. Außerdem könnten vorliegende uneinheitliche Forschungsergebnisse auf eine mangelnde Konstruktklärung zurückzuführen sein (Smith 2010).

2 Zielsetzungen

Ziel dieses Beitrags ist es, zu einer theoriegeleiteten Klärung des Akzeptanzkonstrukts beizutragen. Dazu wird im Folgenden dargestellt, dass es sinnvoll ist, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als eine mehrdimensionale Einstellung aufzufassen. Ausgehend von psychologischen Definitionen der Konstrukte „Einstellung“, „Überzeugung“ und „Vorstellung“ wird zunächst untersucht, inwieweit eine Unterscheidung der Konstrukte innerhalb der bisherigen Forschung zur Akzeptanz der Evolutionstheorie vorgenommen wurde. Anschließend wird dargestellt, welche messtheoretischen Konsequenzen aus der theoretischen Klärung des Akzeptanz-

Konstrukts zu ziehen sind. Die Erträge für Forschung und Unterricht werden anhand einer Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie verdeutlicht. Dazu wird insbesondere geprüft, ob maßgebliche Messinstrumente in diesem Bereich aus psychometrischer Sicht geeignet sind, Akzeptanz im Sinne einer Einstellung zu erfassen, und ob widersprüchliche Ergebnisse unter Rückgriff auf die erfolgten Klärungen verständlich werden. Darüber hinaus werden Perspektiven für die psychometrische Erfassung der Akzeptanz als Einstellung und deren explizite Berücksichtigung im Unterricht aufgezeigt.

3 Theoretische Klärung zentraler Konstrukte

3.1 Einstellungen und Überzeugungen in der Sozialpsychologie

Einstellungen werden in der Sozialpsychologie als zusammenfassende Bewertung eines Einstellungsobjekts verstanden (Maio & Haddock 2010; Smith & Mackie 2008). Entsprechend definieren Eagly und Chaiken (1993) eine Einstellung als eine

psychische Tendenz, die dadurch zum Ausdruck kommt, dass ein bestimmtes Objekt, ein Sachverhalt oder eine Idee mit einem gewissen Grad an Zuneigung oder Abneigung bewertet wird. Bei dieser Bewertung handelt es sich um einen subjektiven Prozess (Olson & Zanna 1993), bei dem im Wesentlichen beurteilt wird, ob etwas gut oder schlecht ist (Eagly & Chaiken 1993).

Nach dem Dreikomponentenmodell von Eagly und Chaiken (1993) handelt es sich bei Einstellungen um mehrdimensionale Konstrukte mit kognitiven, affektiven und verhaltensbezogenen Komponenten. Das Modell (vgl. Abb. 1) beschreibt Einstellungen als Ergebnis der Verarbeitung kognitiver, affektiver und verhaltensbezogener Informationen (*Input*), die sich als kognitive, affektive oder verhaltensbezogene Reaktionen (*Output*) manifestieren (Olson & Zanna 1993).

Eng mit dem Einstellungsbegriff verbunden ist der Begriff der „Überzeugung“ (*belief*), der in der empirischen Forschung zur Evolutionstheorie häufig verwandt wird. Überzeugungen gelten verschiedenen Sozialpsychologen als nicht weiter zerlegbare kognitive Einheiten von Einstellungen und Werthaltungen (Seel 2003, 124). Dazu

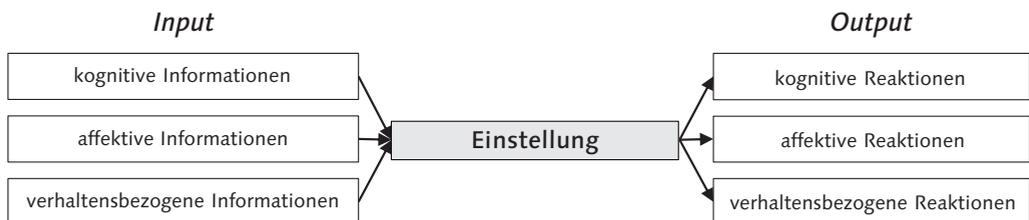


Abb. 1: Dreikomponentenmodell der Einstellung (Eagly & Chaiken 1993, Abbildung verändert nach Jonas, Stroebe & Hewstone 2007, 190).

zählt insbesondere die Einschätzung von positiven und negativen Eigenschaften eines Einstellungsobjekts (Stürmer 2009, 71). In Abgrenzung zum Einstellungsbegriff bezieht sich der Begriff „Überzeugung“ nur auf die kognitiven Anteile einer Bewertung. „Überzeugungen“ unterscheiden sich von anderen kognitiven Konstrukten durch die Eigenschaft, dass jede Überzeugung eine subjektive Bewertung des Einstellungsobjekts als gut oder schlecht bzw. als wünschenswert oder unerwünscht ausdrückt (Seel 2003, 124). Eine Person formuliert beispielsweise Vorteile oder Chancen, um eine positive Bewertung auszudrücken, und Nachteile und Risiken für eine negative Bewertung. Dabei kann man über jedes Einstellungsobjekt eine Reihe von Überzeugungen haben, die ihrerseits zu einer positiven oder negativen Einstellung gegenüber dem Objekt beitragen (Stürmer 2009, 70).

Einstellungen zur Evolutionstheorie lassen sich demnach als zusammenfassende positive oder negative Bewertungen der Evolutionstheorie beschreiben, die auf Gedanken und Überzeugungen, Gefühlen und Emotionen oder auch auf zurückliegenden Verhaltenserfahrungen beruhen. Überzeugungen zur Evolutionstheorie beziehen sich im Sinne des psychologischen Konstrukts hingegen nur auf die kognitive Komponente, d. h. auf positive oder negative kognitive Aussagen zur Evolutionstheorie. Verschiedene Studien berichten beispielsweise von negativen Überzeugungen zur Evolutionstheorie bei amerikanischen Lehrkräften, welche die Evolution für eine spekulative Vermutung halten (Rutledge & Warden 2000, Trani 2004).

3.2 Vorstellungen in der Kognitionspsychologie und didaktischen Lehr-Lernforschung

Vorstellungen (*conceptions, perceptions*) werden traditionell im Bereich der Kognitionspsychologie und der Schülervorstellungsforschung untersucht. Diese werden als Kognitionen, also Verständnisse und Gedanken, zu einem bestimmten Sachgebiet verstanden (Gropengießer, Kattmann & Krüger 2010; Krüger & Vogt 2007) und kognitionspsychologisch unter dem Begriff „Wissen“ subsumiert (Vosniadou & Brewer 1992). In der konstruktivistischen Lehr-Lernforschung werden Vorstellungen als subjektive gedankliche Prozesse beschrieben, die weder aufgenommen noch weitergegeben werden können, sondern immer selbst konstruiert werden (Krüger & Vogt 2007).

Sollen nun Vorstellungen und Einstellungen gegeneinander abgegrenzt werden, so gilt es zu bedenken, dass mit Überschneidungen zwischen den Konstrukten zu rechnen ist. Daher werden im Bereich der Vorstellungsforschung zunehmend auch Emotionen und Intentionen berücksichtigt (Sinatra & Pintrich 2010). Eine Differenzierung zwischen Einstellungen und Vorstellungen ist dennoch erstrebenswert und liegt in der Gewichtung der jeweiligen Hauptdimension, die bei den Vorstellungen in der Kognition und bei den Einstellungen in der Bewertung liegt. Für die Erhebung von Einstellungen bedeutet dies, dass stets der Versuch unternommen werden muss, den bewertenden Aspekt hervorzubringen (vgl. Abschnitt 4).

Vorstellungen zur Evolutionstheorie sind seit den 1980er Jahren in einer Vielzahl von Studien untersucht worden. Beschrieben wurden insbesondere Vorstellungen zur Anpassung, Vererbung, natürlichen Selektion, Teleologie und zum Anthropomorphismus (Wandersee, Good & Demastes 1995). Beispiele sind die Denkfiguren des gezielten adaptiven Handelns von Individuen, der adaptiven körperlichen Umstellung und der absichtsvollen genetischen Transmutation (Baalmann 1998; Baalmann, Frerichs, Weitzel, Gropengießer & Kattmann 2004). Darüber hinaus sind in den letzten Jahren im Zusammenhang mit den Forschungen zu *nature of science* Vorstellungen zum epistemologischen Status der Evolutionstheorie sowie zu evolutionsbiologischen Methoden und Belegen beschrieben worden (vgl. Alters & Nelson 2002).

3.3 Forschungsüberblick zur Akzeptanz der Evolutionstheorie

Welche Zielkonstrukte werden untersucht? Wie werden diese definiert?

Seit den 90er Jahren widmen sich über 50 internationale Studien der Akzeptanz oder Ablehnung der Evolutionstheorie. Eine Betrachtung der Titel dieser Studien zeigt, dass die Autoren eine Vielzahl unterschiedlicher Zielkonstrukte benennen. Die überwiegende Anzahl der Autoren spricht von einer Akzeptanz der Evolution(stheorie) (z. B. Deniz et al. 2007; Ingram & Nelson 2006; Lombrozo, Thanukos & Weisberg 2008; Miller et al.

2006; Nadelson & Sinatra 2009; Nadelson & Southerland 2010; Rutledge & Warden 1999; Sinatra, Southerland, McConaughy & Demastes 2003). Andere Autoren sprechen von Einstellungen zur Evolution (Apaydin & Sürmeli 2010; Downie & Barron 2000; Francis & Greer 1999; Graf 2008; Graf & Soran 2011; Isik, Soran, Ziemek & Graf 2007; Köse 2010; Matthews 2001), von Überzeugungen zur oder Glauben an Evolution (*belief(s) in evolution*: Cavallo & McCall 2008; Evans 2001; Lawson & Worsonop 1992; Mazur 2005; McKeatchie, Lin & Strayer 2002), von Vorstellungen (*perceptions*: Dagher & BouJaoude 2005; Hokeyem & BouJaoude 2008; Tollini & White 2010; Woods & Scharmann 2001; *conceptions*: Cunningham & Wescott 2009; Prinou, Halkia & Skordoulis 2008; Wescott & Cunningham 2005) oder allgemein von Ansichten über Evolution (*views about evolution*: Dagher & BouJaoude 1997; Kim & Nehm 2011; Paz-y-Mino & Espinosa 2008). Außerdem wird die Neigung zu kreationistischen Positionen untersucht (Francis & Greer 2001; Fulljames & Francis 1988; Kutschera 2008; Retzlaff-Fürst & Urhahne 2009).

Diese Begriffsvielfalt deutet an, dass viele Autoren ohne eine gemeinsame psychologische Fundierung der Konstrukte arbeiten, wobei auch nur selten explizite Definitionen der untersuchten Konstrukte angegeben werden. Am häufigsten findet man Begriffsbestimmungen für Überzeugungen und Akzeptanz. Dabei werden für beide Konstrukte überwiegend philosophisch-epistemologische Kriterien genannt, die auf eine erkenntnistheoretische Unterscheidung von Wissen und

Glauben zurückzuführen sind. Als Beispiele sind die Adjektivpaare objektiv vs. subjektiv, öffentlich vs. persönlich, rational vs. irrational, verifiziert vs. nicht verifiziert anzuführen (Smith & Siegel 2004). Entsprechend definieren Southerland und Sinatra (2003, 319) Überzeugungen als subjektive, nicht-rationale Wissenskonstrukte: *“beliefs are understood to be a subjective way of knowing and are thought to be personal truths as opposed to truths about the world. [...] Beliefs are understood to be extrarational; that is, they are not based on evaluation of evidence, they are subjective, and they are often intertwined with affect”*. Auch die Akzeptanz der Evolutionstheorie wird von zahlreichen Autoren auf epistemologische Kriterien zurückgeführt, insbesondere auf die „Überprüfbarkeit“, „Wissenschaftlichkeit“ und „Gültigkeit“ (z. B. Nadelson & Southerland 2010; Sinatra et al. 2003; Smith 1994; Southerland, Sinatra & Matthews 2001). In Übereinstimmung damit unterscheidet Smith (2010, 534) die folgenden drei Bedeutungsalternativen der Akzeptanz der Evolutionstheorie: 1. *„acceptance as best scientific explanation“*, 2. *„acceptance as science“* und 3. *„acceptance as valid“*.

Eine psychologisch fundiertere Akzeptanzdefinition liefern Ingram und Nelson (2006), indem sie die Akzeptanz der Evolutionstheorie bewusst als eine Einstellung bezeichnen. Allerdings wird das psychologische Konstrukt lediglich benannt, ohne Bezüge zu Modellen, Theorien oder Ergebnissen der Einstellungsforschung explizit zu formulieren.

Wie werden die Konstrukte Einstellung, Vorstellung und Überzeugung abgegrenzt?

Zahlreiche Autoren stimmen darin überein, dass die wichtigste Abgrenzung zwischen zwei Konstrukten im Bereich Evolution die epistemologische Unterscheidung zwischen *acceptance* und *belief* ist, weil Aussagen wie *„belief in evolution“* die Grenze zwischen naturwissenschaftlichem Wissen und religiösen Überzeugungen verwischen würden (Deniz et al. 2007; Ingram & Nelson 2006; Nadelson & Southerland 2010; Sinatra et al. 2003; Smith 1994; Smith & Scharmann 1999). Sinatra et al. (2003) weisen allerdings darauf hin, dass die Unterscheidung zwischen Akzeptanz und Überzeugung eine philosophisch-epistemologische sei, die möglicherweise nicht mit den psychologischen Konstrukten der Lernenden übereinstimme.

Eine psychologische Unterscheidung zwischen Vorstellungen, Einstellungen und Überzeugungen wird hingegen nicht explizit vorgenommen. Symptomatisch für eine fehlende theoretische Unterscheidung der Konstrukte ist die Verwendung bestehender Einstellungs- und Vorstellungsfragebögen in der Studie von Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009). Der Studie liegen je ein Fragebogen zu Einstellungen (Ingram & Nelson 2006) und zu Vorstellungen (Wescott & Cunningham 2005) zugrunde. Allerdings wird die Mehrzahl der „Einstellungssitems“ zur Erfassung von Verständnis genutzt, während die „Vorstellungssitems“ als Grundlage zur Formulierung einer Kreationismus-Skala genutzt werden. Inwiefern dieses Vorge-

hen gerechtfertigt werden kann, wird in Abschnitt 5 diskutiert.

Welche Theorien und Modelle werden zugrunde gelegt?

Bezüge zu Theorien und Modellen beschränken sich fast ausschließlich auf das klassische *Conceptual Change*-Modell von Strike und Posner (1992). Das Modell wird auch von Autoren als theoretischer Rahmen genutzt, die Einstellungen als Zielkonstrukte nennen (Matthews 2001; Graf 2008). Dies ist widersprüchlich, da ein kognitives Modell nicht ungeprüft auf den affektiven Bereich übertragen werden kann. In einigen wenigen Studien findet man Hinweise auf die sozialpsychologische Einstellungsforschung, wie in den Studien von Francis und Greer (1999) und McKeatchie et al. (2002). Allerdings werden die Theorien und Modelle nicht auf Einstellungen zur Evolutionstheorie, sondern auf Einstellungen zu den Naturwissenschaften angewandt (Francis & Greer 1999) oder lediglich in den didaktischen Schlussfolgerungen benannt (McKeatchie et al. 2002).

3.4 Konstruktklärung – Akzeptanz der Evolutionstheorie als Einstellung

Vor dem Hintergrund der sozialpsychologischen Einstellungsforschung ist es sinnvoll, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als ein mehrdimensionales, bewertendes Konstrukt aufzufassen. Hierfür sprechen insbesondere drei Gründe: Erstens ist die Akzeptanz aus Sicht der Sozialpsychologie

eine zusammenfassende bewertende Stellungnahme und damit eine Einstellung (siehe Abschnitt 3.1). Dieser bewertende Charakter wird von einigen Autoren benannt (z. B. Ingram & Nelson 2006), allerdings betonen verschiedene Autoren von Studien zu Lehr-Lernprozessen im Bereich Evolution, dass es sich dabei nicht um eine mehrdimensionale, sondern um eine rein kognitive, rational-logische Bewertung der Evolutionstheorie im Sinne des klassischen *Conceptual Change*-Verständnisses handelt. So argumentiert beispielsweise Smith (1994), dass eine Akzeptanz der Gültigkeit von Wissen auf einer Prüfung der Plausibilität, Überzeugungskraft und Nützlichkeit der empirischen Belege beruhe. Andere Autoren beschreiben die Akzeptanz als letzten Schritt eines klassischen Konzeptwechsels (Demastes, Good & Peebles 1996, 409). Demgegenüber postulieren Theorien und Modelle der sozialpsychologischen Einstellungsforschung, dass akzeptierende Einstellungen auf einer Bewertung beruhen, die nicht nur kognitive, sondern auch affektive und verhaltensbezogene Anteile haben kann (Eagly & Chaiken 1993).

Zweitens mehren sich Hinweise aus der biologiedidaktischen Einstellungsforschung darauf, dass affektive Konstrukte eine wichtige Rolle für die Akzeptanz der Evolutionstheorie spielen könnten und sich die Akzeptanz der Evolutionstheorie nicht einfach durch eine rein kognitive und rational-logische Auseinandersetzung mit evolutionären Inhalten ergibt (Evans 2008; Sinatra, Brem & Evans 2008; Thagard & Findlay 2010). Anhaltspunkte liefern einerseits die vorliegenden uneinheitlichen

Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Wissen (Smith 2010) und andererseits die Tatsache, dass sich affektive Faktoren in aktuellen Studien sogar als bessere Prädiktoren für eine Akzeptanz evolutionsbiologischer Aussagen erwiesen haben als das Verständnis naturwissenschaftlicher Inhalte (Graf & Soran 2011; Miller et al. 2006; Sinatra et al. 2003). Betrachtet man die Akzeptanz der Evolutionstheorie nicht als eindimensionales kognitives Konstrukt, sondern als mehrdimensionale Einstellung und bedenkt, dass Einstellungen häufig eher mit Emotionen, Werten und irrationalen Faktoren als mit Faktenwissen und dem rationalen Verständnis zusammenhängen (Maio & Haddock 2010), so lässt sich die Bedeutung affektiver Faktoren für die Akzeptanz der Evolutionstheorie auch theoretisch begründen.

Drittens zeigten Instruktionsstudien, dass sich die Akzeptanz der Evolutionstheorie schlecht durch eine reine Wissensvermittlung (Bishop & Anderson 1990; Cavallo & McCall 2008; Demastes, Good & Peebles 1995; Lawson & Worsnop 1992) dafür aber durch eine zusätzliche aktive Auseinandersetzung mit verschiedenen Positionen zur Evolutionstheorie und eine persönliche Positionierung beeinflussen lässt (Ingram & Nelson 2006; Matthews 2001; Verhey 2005). Obwohl diese bestehenden Ansätze nicht explizit theoriegeleitet sind und nicht auf die sozialpsychologische Einstellungsforschung Bezug nehmen, lassen sie sich dennoch mit psychologischen Einstellungstheorien in Einklang bringen: Eine direkte Bezugnahme auf die eigenen Einstellungen verstärkt die Wahrnehmung der persönlichen Relevanz, welche in der

Sozialpsychologie als einer der stärksten Prädiktoren für die Veränderung von Einstellungen gilt (Smith & Mackie 2007). Darüber hinaus wurde gezeigt, dass insbesondere eine aktive Auseinandersetzung mit Argumenten, z. B. in Form von Gruppendiskussionen oder Rollenspielen, die Veränderung von Einstellungen fördern kann (Bohner & Wänke 2002).

Es ist also sinnvoll, die Akzeptanz der Evolutionstheorie in Übereinstimmung mit Ingram und Nelson (2006) als eine Einstellung aufzufassen und diese darüber hinaus mit Hilfe sozialpsychologischer Modelle als ein mehrdimensionales Konstrukt zu charakterisieren. Diese theoriegeleitete Charakterisierung der Akzeptanz leistet einen Beitrag zur geforderten Klärung des Konstrukts und eröffnet zudem die Möglichkeit, die Ergebnisse der sozialpsychologischen Einstellungsforschung sowohl zur psychometrischen Erfassung von Einstellungen als auch zur Veränderung von Einstellungen auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie anzuwenden.

4 Messtheoretische Klärungen – Erfassung von Einstellungen und Überzeugungen

Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurden in der Sozialpsychologie verschiedene geschlossene Fragebogenverfahren zur psychometrischen Erfassung von Einstellungen entwickelt. Entscheidendes Merkmal dieser psychometrischen Verfahren ist die Tatsache, dass die Fragebogenitems stets eine Bewertung beinhalten (Jonas et al. 2007). Hierin besteht ein wesentlicher

Unterschied zu den Methoden der Erfassung von Vorstellungen.

Die sogenannte Methode des summierten *Ratings* nach Likert (1932) ist eines der am weitesten verbreiteten Verfahren der Einstellungsmessung und basiert darauf, dass auf einer Urteilsskala mit mehreren Antwortalternativen (sog. *Ratingskalen*) für jedes Item die persönliche Zustimmung oder Ablehnung erfasst wird. Aussagen über die zugrundeliegende Einstellung ergeben sich entsprechend der Definition als Gesamtbewertung durch die Bildung eines *Summenscores* über alle Items der Skala (Stürmer 2009). Dabei wird nicht eine einzelne Überzeugung, Emotion oder Verhaltensdisposition als ein reliabler und valider Indikator für die dahinterliegende Einstellung angesehen, sondern erst die Akkumulation einstellungsrelevanter Überzeugungen, Emotionen und Verhaltensweisen liefert einen brauchbaren Prädiktor. Auf Itemebene erfolgt die für Einstellungen charakteristische Bewertung durch die Verwendung von positiven oder negativen Ausdrücken. Während Gefühle und Emotionen in der Psychologie traditionell als synonym mit Bewertung aufgefasst werden, zumal sie stets eine positive oder negative Reaktion auf ein Einstellungsobjekt ausdrücken (Sokolowski 2008), muss bei kognitiven und verhaltensbezogenen Items auf den positiv-negativ-Aspekt besonders geachtet werden (Eagly & Chaiken 1993). Die Bewertung kann dabei sowohl durch bipolare Adjektive als auch durch positiv- oder negativ-konnotierte Verben erfolgen (Shrigley 1983). Beispiele liefern die bipolaren Adjektivpaare „gut-schlecht“, „fair-unfair“ oder

„legal-illegal“ (Maio & Olson 2010) und die bewertenden Verben „mögen“, „genießen“, „vorziehen“, „ablehnen“, „hassen“ und „fürchten“. Die subjektive Dimension wird häufig ausgedrückt durch Formulierungen wie „ich glaube“, „ich denke“ oder „ich bin überzeugt, dass“ (Shrigley 1983). Beispiele für solche bewertenden Aussagen aus der Forschung zur Akzeptanz der Evolutionstheorie finden sich z. B. bei Cavallo und McCall (2008, 526) in dem Item „*I believe that evolution is not the best explanation for the way the world and organisms have come to exist in their current form*“. Mit einer Zustimmung oder Ablehnung der Aussage wird hier eine persönliche Bewertung der Evolutionstheorie als Erklärung für die Entstehung der Welt zum Ausdruck gebracht.

Die beiden Grundbedingungen der Einstellungserfassung – Bewertung und Subjektivität – gehen bereits auf die Pionierarbeiten der Einstellungsmessung durch Likert und Thurstone in den 1930er Jahren zurück (Shrigley 1983). Allerdings ist es nicht immer einfach, alle Items entsprechend diesen Standards zu formulieren. Schon Likert (1932) wies daher auf Gefahren der Verwendung von Items hin, deren subjektiv bewertende Qualität so gering ist, dass sie als Tatsachenaussagen („*factual statements*“) gedeutet werden können (Shrigley & Koballa 1984). Als Tatsachenaussagen gelten Aussagen, über die unter Experten in dem jeweiligen Feld weitgehend Konsens herrscht. Beispiele hierfür, die aus dem Bereich der Einstellungen zu Naturwissenschaften stammen, sind Aussagen wie „*Science is knowledge*“ oder „*Science is a process for generating knowledge*“ (Shrig-

ley, Koballa & Simpson 1988, 669). Die Problematik der Erfassung von Einstellungen über diese Art von Aussagen besteht darin, dass das Antwortverhalten auch auf Faktenwissen beruhen kann und somit nicht Ausdruck einer Einstellung sein muss. Shrigley und Kollegen (Shrigley et al. 1988, 665) betonen daher, dass zur Prüfung der Validität von Einstellungseitems die Analyse statistischer Kennwerte nicht genüge, sondern dass eine zusätzliche qualitative Beurteilung des Statements in Bezug auf ihre bewertende Qualität („*evaluative quality*“) nötig sei. Diese Einschätzung ist für die Erforschung von Einstellungen zur Evolutionstheorie von besonderer Bedeutung, weil in den gängigen Fragebögen zur Erfassung der Akzeptanz der Evolutionstheorie zurzeit viele Tatsachenaussagen zu finden sind. Wegen ihrer zentralen Bedeutung werden die beiden am häufigsten verwandten Fragebögen in Kapitel 5 differenziert analysiert und es wird eine mögliche Konfundierung mit Wissen diskutiert. Als wegweisend für die fachdidaktische Einstellungsforschung können die vorliegenden Messinstrumente im Bereich der Einstellungen zu den Naturwissenschaften (*attitudes towards science*) gelten. In diesem Bereich wird versucht zwischen Einstellungen und Vorstellungen zu unterscheiden und es liegen Skalen vor, bei denen sich die subjektiven Bewertungen in jedem einzelnen Item widerspiegeln (Osborne, Simpson & Collins 2003). Ein typisches Beispiel liefert der von Francis und Greer (1999, 221) eingesetzte Fragebogen zur Erfassung von Schülereinstellungen zu den Naturwissenschaften, in dem Einstellungen als dreidimensionale Konstrukte

mit kognitiver, affektiver und verhaltensbezogener Komponente verstanden werden. Entsprechend weisen sämtliche 20 Fragebogenitems eine Verknüpfung des Einstellungsobjekts mit einem bewertenden Ausdruck auf. Beispielimts lauten:

- (1) „*Science is relevant to my everyday life.*“
- (2) „*Studying science gives me great pleasure.*“
- (3) „*Science discoveries do more harm than good.*“

3-stufiges Antwortformat

Während im ersten Statement mit der Relevanz für das persönliche Leben eine wertende Überzeugung erfasst wird, verweist das zweite Item auf positive Emotionen, die mit dem Lernen von Naturwissenschaften verbunden sind und das dritte Beispielitem bringt die Wahrnehmung negativer Konsequenzen neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zum Ausdruck. Die verhaltensbezogene Komponente wird in diesem Fragebogen durch einzelne Aussagen zu Verhaltensintentionen wie „*I will seriously consider becoming a scientist when I leave school*“ oder auch auf zukünftige Handlungen hinweisende Items wie „*I would like to study science more deeply than I do at present*“ berücksichtigt.

5 Erträge der Klärungen – Akzeptanz und Verständnis im Bereich Evolution

Die Diskussion und Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Akzeptanz und Verständnis besitzt eine zentrale Stel-

lung innerhalb der Forschung zur Akzeptanz der Evolutionstheorie (Cobern 2004; Nadelson & Southerland 2010; Smith 1994; Southerland & Sinatra 2003). Dies gründet nicht zuletzt darauf, dass man sich erhofft, eine Förderung der Akzeptanz der Evolutionstheorie durch die unterrichtliche Vermittlung von Wissen zu erreichen. Grundsätzlich scheinen sich beide Konstrukte gegenseitig zu bedingen, denn zum einen gibt es Hinweise, dass mangelndes Wissen die Ausbildung einer Akzeptanz der Evolutionstheorie behindern kann (Lawson & Worsnop 1992). Auf der anderen Seite wird argumentiert, dass ablehnende Einstellungen den Wissenserwerb im Bereich Evolution behindern (Evans 2008; Meadows et al. 2000; Smith 1994).

Neben diesen theoretischen Argumentationen wurde die Frage nach Zusammenhängen zwischen Akzeptanz und Verständnis im Bereich Evolution auch empirisch untersucht (vgl. Tab. 1). Allerdings sind die vorliegenden Ergebnisse uneinheitlich: Einige Studien fanden mittlere bis starke positive Zusammenhänge (z. B. Rutledge & Warden 2000; Nadelson & Sinatra 2009; Nadelson & Southerland 2010), andere Studien konnten keine statistisch-bedeutsamen Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis nachweisen (z. B. Bishop & Anderson 1990; Brem, Ranney & Schindel 2003; Sinatra et al. 2003). Als Ursache hierfür kann – wie eingangs dargestellt – eine fehlende Klärung des Akzeptanz-Konstrukts angesehen werden (Smith 2010, 534). Die Frage, ob sich uneinheitliche Ergebnisse möglicherweise auf un-

terschiedliche Operationalisierungen zurückführen lassen, wird im folgenden Teil untersucht.

5.1 Forschungsüberblick zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis

In der folgenden Tabelle (Tab. 1) sind alle uns bekannten Studien zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis im Bereich Evolution überblicksartig zusammengestellt.

Die Übersicht zeigt, dass verschiedene Begriffe für das Zielkonstrukt „Akzeptanz“ verwendet werden, dass mit verschiedenen Instrumenten unterschiedliche Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis gefunden wurden und dass die Stärke des Zusammenhangs variiert, selbst wenn dasselbe Instrument eingesetzt wurde.

Dabei beruht die Mehrheit der Studien auf dem MATE-Fragebogen (*Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument*; siehe Anhang) von Rutledge und Warden (1999). Vergleicht man diese Studien untereinander, so lassen sich Alters- oder Bildungseffekte vermuten, zumal bei amerikanischen Schülern keine (Cavallo & McCall 2008), bei amerikanischen Studenten mittlere (Nadelson & Southerland 2010) und bei amerikanischen Lehrern hohe positive Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis gefunden wurden (Rutledge & Warden 2000; Trani 2004). Außerdem gibt es Hinweise auf einen Einfluss soziokultureller Faktoren, zumal die Zusammenhänge in nicht-west-

Tab. 1: Übersicht über empirische Studien zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie

STUDIE	STICHPROBE	ZIELKONSTRUKT	TESTINSTRUMENTE		ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN AKZEPTANZ UND VERSTÄNDNIS
			Akzeptanz	Verständnis	
			M (SD)	M (SD)	
			Cronbach's α	Cronbach's α	
Bishop & Anderson 1990	Studenten (Biologie, USA, n=110)	„belief in the truthfulness of evolutionary theory“ (415)	Einzelitem (“Do you believe the theory of evolution to be truthful?”)	open-response-Instrument (Bishop & Anderson 1990) M (SD) n.a. α n.a.	n.a. (angegeben wurden Wissensunterschiede für die Gruppen believers, nonbelievers)
Brem et al. 2003	Studenten und College-Absolventen (USA, n=135)	“beliefs about the origin and development of life“ (187)	Auswahl-Einzelitem (1. “All forms of life evolved [...]”, ..., 5. “All forms of life were first brought into being [...] by a supreme being or beings.”)	open-response-Instrument (Bishop & Anderson 1990) M (SD) n.a. α n.a.	n.a. (“we failed to find a relationship between belief and knowledge“ (191))
Cavallo & McCall 2008	Schüler (High-School, USA, Ø=14,5 Jahre, n=81)	„beliefs in evolution“ (523), “acceptance of evolution“ (526), “perceptions of evolutionary theory“ (526)	MATE + 2 Items (Likert-Skala) M 66,66 (5,56) (Prätest) M 68,49 (15,19) (Posttest) α n.a.	UBC (MC-Skala) M 6,04 (3,05) (Prätest) M 9,66 (4,23) (Posttest) α n.a.	Prätest: r(81)=0,12 n.s. Posttest: r(81)=0,17 n.s.
Déniz et al. 2007	Studenten (Biologie-Lehramt, Türkei, Ø=19,8 Jahre, n=132)	„acceptance of evolutionary theory“ (420)	MATE (Likert-Skala) M 50,95 (9,76) α =0,92	Rutledge & Warden 2000 (MC-Skala) M 9,29 (2,4) α =0,98	r(132)=0,2*
Gräf 2008	Studenten (Lehramt, Deutschland und Türkei, n=1748)	„Einstellungen [...] zur Evolution“ (17), „Akzeptanz der Evolution“ (19), „Überzeugungen zur Evolution“ (27ff.)	11 EAS-Items + 2 MATE-Items (Likert-Skala) M (SD) n.a. α n.a.	MC-Skala basierend auf Bishop & Anderson 1986 M (SD) n.a. α n.a.	Deutschland: r(1228)=0,293** Türkei: r(502)=0,023 n.s.
Gräf & Soran 2011	Studenten (Lehramt, Deutschland und Türkei, n=972)	„Einstellungen [...] zur Evolution“ (141), „Überzeugungen zur Evolution“ (148), „Akzeptanz der Evolution“ (159)	11 EAS-Items + 2 MATE-Items (Likert-Skala) M (SD) n.a. α =0,807	MC-Skala basierend auf Bishop & Anderson 1986 Deutschland: M 8,0 (n.a.) Türkei: M 5,2 (n.a.) α n.a.	Deutschland: r(729)=0,275** Türkei: r(243)=0,023 n.s.
Kim & Nehm 2011	Studenten (Lehramt, Korea, Ø=22,94 Jahre, n=84)	„views of evolution“ (197), “acceptance of evolution“ (218), “evolutionary beliefs“ (197)	MATE (Likert-Skala) M 73,79 (9,2) α =0,84	ECK (Likert-Skala) M (SD) n.a. α =0,58	r(84)=0,223*
Nadelson & Sinatra 2009	Pädagogen (Hochschullehrer, USA, n=337)	„acceptance of evolution“ (490), “believe in (accept) evolution“ (492)	MATE (Likert-Skala) M 87,77 (13,41) α =0,96	CINS (MC-Skala) M 15,41 (4,26) α =0,86	r(337)=0,38**
Nadelson & Sutherland 2010	Studenten (College, USA, Alter: ca. 20 Jahre, n=741)	„acceptance“ (83f.), “belief“ (83)	MATE (Likert-Skala) M (SD) n.a. α =0,93	MUM (MC-Skala) M (SD) n.a. α =0,86	r(741)=0,47**

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite ...

Fortsetzung Tabelle 1:

Peker, Comert & Kence 2010	Studenten (Biologie oder Lehramt, Türkei, $n=1098$)	"acceptance [...] of the biological evolution theory" (739)	MATE (Likert-Skala)	Rutledge & Warden 2000 (MC-Skala, nur 12 Items)	$r(1098)=0,25$ n.a.
			M (SD) n.a.	M (SD) n.a.	
			α n.a.	α n.a.	
Retzlaff-Fürst & Urhahne 2009	Schüler (Realschule, Deutschland, Ø=15,8 Jahre, $n=83$)	„Kreationismus“ (173), „kreationistische Denkweisen“ (175), „Neigung zu kreationistischen Positionen“ (175)	1 EAS-Item + 10 zusätzliche Items (Likert-Skala)	8 EAS-Items + 4 zusätzliche Items (Likert-Skala)	$r(83)=-0,10$ n.s.
			M 2,19 (1,54)	M (SD) n.a.	
			$\alpha=0,94$	$\alpha=0,7$	
Rutledge & Warden 2000	Biologie-Lehrer (High School, USA, $n=1039$)	„acceptance of evolutionary theory“ (23)	MATE (Likert-Skala)	Rutledge & Warden 2000 (MC-Skala)	$r(552)=0,71$ n.a.
			M 77,59 (19,83)	M 14,89 (4,05)	
			$\alpha=0,84$	$\alpha=0,78$	
Sinatra et al. 2003	Studenten (keine Biologiestudenten, USA, $n=93$)	„acceptance of animal or human evolution“ (510)	Einzelitem ("How valid do YOU consider the broader scientific explanation of [photosynthesis, animal evolution, human evolution] to be?")	UBC (MC-Skala)	Humanevolution: $r(93)=-0,09$ n.s. Evolution der Lebewesen: $r(93)=-0,14$ n.s.
				M (SD) n.a.	
Trani 2004	Biologie-Lehrer (High School, USA, $n=82$)	"acceptance of the theory of evolution" (419)	MATE (Likert-Skala)	Rutledge & Warden 2000 (MC-Skala)	$r(80)=0,7^*$
			M 85,9 (17,48)	M 17,51 (2,53)	
			α n.a.	α n.a.	

verwendete AbkürzungenCINS = *Conceptual Inventory of Natural Selection* (Anderson, Fisher & Norman 2002)EAS = *Evolution Attitudes Survey* (Ingram & Nelson 2006)ECK = *Evolution Content Knowledge* (Nehm & Schonfeld 2007)MATE = *Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument* (Rutledge & Warden 1999)MUM = *Measure of Understanding of Macroevolution* (Nadelson & Southerland 2010)UBC = *Understanding biological change* (Settlage & Jensen 1996)* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; n.s. = nicht signifikant, n.a. = nicht angegeben**Farbmarkierung:**hellgrau = niedrige Korrelationskoeffizienten, $0,2 \leq r \leq 0,5$; dunkelgrau = mittlere bis hohe Korrelationskoeffizienten, $r > 0,5$

lichen Kulturkreisen – z. B. bei türkischen (Deniz et al. 2007; Peker et al. 2010) und bei koreanischen Studenten (Kim & Nehm 2011) – nur schwach positiv ausfielen.

Auch der EAS-Fragebogen (*Evolution Attitudes Survey*; siehe Anhang) von Ingram und Nelson (2006) findet mehrfache Verwendung (Graf 2008; Graf & Soran 2011; Retzlaff-Fürst & Urhahne 2009). Allerdings werden, wie in 3.4 bereits erläutert, die gleichen Items für zwei unterschiedliche Konstrukte verwendet: Während Graf

(2008) bzw. Graf und Soran (2011) elf von zwölf EAS-Items zur Erfassung von „Einstellungen zur Evolution“ verwenden, nutzen Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009) nur ein EAS-Item für „kreationistische Auffassungen“ und acht EAS-Items zur Erfassung des Verständnisses evolutionstheoretischer Positionen. Dieselben Items werden somit einmal als Indikator für Einstellungen und einmal als Maß für Wissen verwendet. Vergleicht man darüber hinaus die Ergebnisse der Studien, welche die Akzeptanz

über Einzelitems erfassen, mit denjenigen, die den MATE verwenden, so fällt auf, dass unter Verwendung des MATE signifikante Zusammenhänge in beträchtlicher Höhe gefunden wurden (z. B. Rutledge & Warden 1999; Trani 2004), während mit Einzelitems keine Zusammenhänge nachgewiesen werden konnten (Bishop & Anderson 1990; Brem et al. 2003; Sinatra et al. 2003). Diese unterschiedlichen Ergebnisse wurden als uneinheitlich und widersprüchlich beschrieben (Smith 2010). Dabei sind vor allem die gefundenen sehr hohen, wenn auch reproduzierten, Korrelationen bei amerikanischen Lehrkräften überraschend, weil aus Sicht der Sozialpsychologie (Maio & Haddock 2010) ebenso wie aus anderen Bereichen der naturwissenschaftsdidaktischen Einstellungsfor schung (Pardo & Calvo 2002) eher geringe Zusammenhänge zwischen Einstellungen und Wissen zu erwarten wären.

Eine mögliche Ursache für diese vermeintlich hohen Zusammenhänge besteht darin, dass weder theoretisch noch bei der Operationalisierung zwischen dem kognitiven Konstrukt „Wissen“ und dem affektiven Konstrukt „Einstellung“ unterschieden wurde. Zur Überprüfung dieser Vermutung muss zunächst geklärt werden, ob mit den eingesetzten Instrumenten überhaupt Akzeptanz im psychologischen Sinne von Einstellungen gemessen wird oder ob nicht möglicherweise die hohen Korrelationskoeffizienten auch darin begründet sein könnten, dass insbesondere mit dem MATE-Fragebogen nicht ausschließlich Einstellungen, sondern auch Wissen erfasst wird.

5.2 Theoretische und messtheoretische Analysen bestehender Studien

Analyse von Studien, welche die MATE- und EAS-Fragebögen verwenden

Im ersten Schritt werden der MATE-Fragebogen von Rutledge und Warden (1999) und der EAS-Fragebogen von Ingram und Nelson (2006) analysiert, zumal diese Fragebögen am häufigsten in der Forschung zur Akzeptanz der Evolutionstheorie verwandt wurden. Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Analyse wurden beide Fragebögen im Anhang beigefügt (s. Anhang).

Zunächst gilt es zu klären, welches Akzeptanzverständnis diesen Studien zugrundeliegt und ob Einstellungen in diesen Instrumenten als Gesamtbewertungen im Sinne des Dreikomponentenmodells (Eagly & Chaiken 1993) operationalisiert werden. Grundsätzlich betonen beide Autorengruppen, nicht Wissen, sondern Akzeptanz zu messen, wobei Rutledge und Warden (1999, 13) die kognitiven Anteile der Akzeptanz als „*perceptions of evolutionary theory's scientific validity*“ bezeichnen und gegenüber „*attitudes concerning the evolution-creation controversy*“ abgrenzen. Somit verstehen Rutledge und Warden (1999) die Akzeptanz nicht als eine Einstellung, sondern als ein rationales, kognitives Konstrukt, das sie ohne erkennbare Theorieleitung explizit von Einstellungen abgrenzen. Rutledge und Warden (1999) streben somit nicht an, Einstellungen im psychologischen Sinne zu messen. Allerdings wird der MATE von anderen Autoren zur Erfassung von Einstellungen

eingesetzt (z. B. Apaydin & Sürmeli 2009). Ingram und Nelson betonen hingegen explizit, Einstellungen zur Evolutionstheorie zu messen (2006, 12), allerdings ohne auf Theorien und Modelle der Einstellungsforschung Bezug zu nehmen. Auch wenn beide Studien ihre Konstrukte nicht explizit theoriegeleitet begründen, dürften sich die Ergebnisse der Studien aufgrund des unterschiedlichen Akzeptanzverständnisses in ihren messtheoretischen Ansätzen unterscheiden. Bereits vor einer Detailanalyse der Fragebögen fällt allerdings auf, dass Ingram und Nelson (2006, 12) betonen, beide Instrumente seien explizit zur Erfassung desselben Konstrukts erstellt worden, wobei über einen Paralleltest der beiden Instrumente berichtet wird, der einen hohen positiven Zusammenhang der beiden Instrumente zeigte [$r(53) = 0,879^{***}$]. Dies ist ein widersprüchlicher Befund, der von den Autoren nicht als solcher benannt wird.

Eine Analyse der Fragebogenitems zeigt, dass in beiden Fragebögen zahlreiche Tatsachenaussagen enthalten sind. Beispielsweise enthält der MATE deskriptive Aussagen über naturwissenschaftliche Zusammenhänge [z. B. „*The age of the earth is at least 4 billion years*“ (Item 11)], erkenntnistheoretische Aspekte der Evolutionstheorie [z. B. „*The theory of evolution is incapable of being scientifically tested*“ (Item 2)] sowie zur Anerkennung der Evolutionstheorie innerhalb der *scientific community* [z. B. „*Most scientist accept evolutionary theory to be a scientifically valid theory*“ (Item 5)]. Diese Ausrichtung der Items auf spezifische Wissensinhalte ist kongruent mit der Definition der

Autoren von Akzeptanz als ein rationales, kognitives Konstrukt. Nichtsdestotrotz sind solche Items wegen ihres inhaltlichen Interpretationsspielraums problematisch, weil nicht eindeutig zu sagen ist, ob das Antwortverhalten durch mangelndes Wissen oder ablehnende Überzeugungen hervorgerufen wird (vgl. Abschnitt 4.). So könnte eine Person sowohl aus mangelndem Wissen als auch aufgrund kreationistischer Überzeugungen das Alter der Erde geringer als vier Milliarden Jahre einschätzen (Item 11). Ebenso könnten sowohl ein mangelndes Verständnis wissenschaftlicher Kriterien für die Gültigkeit einer Theorie als auch eine kreationistische Ablehnung derselben dazu führen, dass die Evolutionstheorie nicht als wissenschaftlich gültig eingeschätzt wird (Item 4). Daher bereiten Items wie „*Evolution is a scientifically valid theory*“ (Item 20) interpretatorische Schwierigkeiten. Zwar ist in derartigen Aussagen eine Bewertung im obigen Sinne enthalten – bewertet wird die wissenschaftliche Gültigkeit der Evolutionstheorie – allerdings ist unklar, inwieweit das Antwortverhalten eine persönliche Überzeugung oder aber eine deskriptive Beschreibung des epistemologischen Status der Evolutionstheorie auf der Grundlage von Wissen widerspiegelt. Nicht minder problematisch sind Aussagen über die Anerkennung der Evolutionstheorie durch Wissenschaftler (Item 5), denn auch hier handelt es sich um eine deskriptive Aussage, die allein auf der Grundlage von Wissen über die Anerkennung innerhalb der *scientific community* beantwortbar ist. So ist es denkbar, dass auch Menschen mit ablehnenden Einstel-

lungen gegenüber der Evolutionstheorie diese Aussage bejahen könnten, weil sie von der allgemeinen Akzeptanz der Evolutionstheorie wissen. Es ist also eine Konfundierung mit Wissen zu befürchten, so dass der MATE-Fragebogen nur bedingt geeignet ist, Einstellungen im psychologischen Sinne zu erfassen. Ähnliche Kritik, insbesondere die Konfundierung mit Wissen, wurde bereits an anderer Stelle formuliert (Smith 2010), ohne dabei allerdings auf das psychologische Einstellungskonstrukt Bezug zu nehmen. Ingram und Nelson (2006) erheben im Gegensatz zu Rutledge und Warden (1999) explizit den Anspruch, Einstellungen zur Evolution zu messen. Dennoch zeigen folgende Beispiele, dass auch im EAS-Fragebogen Tatsachenaussagen enthalten sind:

“It is statistically impossible that life arose by chance.” (Item 9)

“Mutations are never beneficial to animals.” (Item 11)

“The Second Law of Thermodynamics shows that evolution could not have happened.” (Item 12)

Auch bei diesen Items besteht ein grundsätzlicher Interpretationsspielraum: Eine Interpretation einer Zustimmung zu diesen Items als Ausdruck einer kreationistischen Einstellung setzt beispielsweise voraus, dass der Befragte ein Verständnis von statistischen Wahrscheinlichkeiten (Item 9), von Mutationen als zufällige und nicht grundsätzlich negative Veränderungen des Erbgutes (Item 11) bzw. der Gesetze der Thermodynamik (Item 12) besitzt. Nur wenn dies sichergestellt ist, kann

eine Zustimmung tatsächlich als Ausdruck einer kreationistischen Einstellung gewertet werden. Beispiele für ambivalente Aussagen liefern außerdem Items, in denen Aussagen über das Fehlen oder die mangelnde Eindeutigkeit evolutionärer Belege (3, 7, 8) gemacht werden. Eine bewertende Konnotation der Aussagen ist zwar nicht auszuschließen, schließlich können fehlende Belege als Unsicherheit gewertet werden, gleichzeitig ist für diese Einschätzung aber differenziertes Wissen darüber notwendig, inwiefern z. B. die gemeinsame Abstammung von heutigen Menschen und Affen durch Fossilien tatsächlich belegt ist. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Analyse der Items von MATE und EAS zeigt, dass es sich bei beiden Fragebögen in erster Linie um kognitive Instrumente handelt, zumal in keinem der Fragebögen affektive oder verhaltensbezogene Items zu finden sind. Zudem sind in beiden Fragebögen zahlreiche Tatsachenaussagen enthalten, die keine explizite Bewertung im Sinne der psychometrischen Erfassung von Einstellungen enthalten und eine Konfundierung von Einstellungen und Wissen befürchten lassen. Somit sind beide Fragebögen nur bedingt geeignet, Einstellungen im sozialpsychologischen Sinne zu messen, und es ist zu befürchten, dass die überraschend hohen Korrelationskoeffizienten aus einer Überschneidung der erfassten Konstrukte resultieren.

Analyse von Studien mit Einzelitems zur Akzeptanz der Evolutionstheorie

Anders stellt sich die Situation dar, wenn man diejenigen Studien betrachtet, welche

die Akzeptanz der Evolutionstheorie nicht als Skala, sondern als Einzelitem operationalisieren und dann mit einem Wissensmaß in Verbindung bringen (Bishop & Anderson 1990; Brem et al. 2003; Sinatra et al. 2003). Beispiele für in diesen Studien verwandte Akzeptanz-Indikatoren liefern die Items:

- (1) „*Do you believe the theory of evolution to be truthful?*“ (Bishop & Anderson 1990; Demastes et al. 1995)
- (2) „*How valid do you consider the broader scientific explanation of human evolution?*“ (Sinatra et al. 2003)

Durch die Adjektive „wahr“ und „gültig“ drücken diese Fragen eine Bewertung der Evolutionstheorie aus, wobei das Personalpronomen die Subjektivität der Aussage verstärkt. In der subjektiven Formulierung besteht ein wesentlicher Unterschied zu dem bereits zitierten Item 20 des MATE-Fragebogens (Rutledge & Warden 1999), denn bei Sinatra et al. (2003) wird nicht nach einer allgemeinen, sondern einer explizit subjektiven Einschätzung der Gültigkeit gefragt, so dass sich ein geringerer Interpretationsspielraum des Antwortverhaltens ergibt. Nach obigen Erläuterungen sollten derartige Items grundsätzlich besser geeignet sein, Einstellungen zu erfassen, zumal sie die beiden Grundbedingungen der Subjektivität und Bewertung erfüllen. Dabei gilt es allerdings die psychometrischen Einschränkungen zu bedenken, welche die Verwendung von Einzelitems mit sich bringt. Insbesondere sind die Anfälligkeit für Formulierungseffekte (Bishop 2006), die Nutzung eines

eindimensionalen Formats zur Erfassung eines mehrdimensionalen Konstrukts und Schwierigkeiten bei der Prüfung der test-theoretischen Gütekriterien zu nennen (Eagly & Chaiken 1993).

Ein grundsätzlich anderer Einzelitem-Typ, der auch häufig in Bevölkerungsumfragen zum Einsatz kommt, wird in der tabellarischen Gegenüberstellung durch das Auswahlitem von Brem et al. (2003) vertreten. In solchen Items werden den Probanden verschiedene Aussagen zur Entstehung und Entwicklung des Lebens zur Auswahl gestellt. Inwieweit solche Auswahlitems geeignet sind, eine Akzeptanz der Evolutionstheorie zu erfassen, ist bereits an anderer Stelle diskutiert worden (Bishop 2006). Aus psychometrischer Sicht besteht ein Grundproblem solcher Items darin, dass versucht wird, zwei verschiedene Einstellungen – Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zur Schöpfungserzählung – gemeinsam in einem einzelnen Item zu erfassen. Zudem wird befürchtet, dass eher eine Präferenz als eine Akzeptanz erfasst wird (Bishop 2006). Diese Items sind also nicht unproblematisch, allerdings steht dabei eine Konfundierung mit Wissen nicht im Vordergrund.

Übereinstimmend mit dieser Einschätzung konnte keine der Studien, welche die Akzeptanz über Einzelitems operationalisiert, statistische Zusammenhänge mit dem Verständnis der Evolutionstheorie nachweisen. Weder bei Korrelationsanalysen (Sinatra et al. 2003; Brem et al. 2003) noch bei Mittelwertvergleichen zwischen verschiedenen Überzeugungsgruppen (Brem et al. 2003; Bishop & An-

derson 1990) fanden sich Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis. Vermutlich erhält man geringere Zusammenhänge, wenn man die Akzeptanz der Evolutionstheorie als subjektiv-bewertende Einstellungen operationalisiert, wohingegen höhere Zusammenhänge auftreten, wenn zwischen den Erhebungsinstrumenten für Akzeptanz und Verständnis Überschneidungen bestehen.

6 Konsequenzen für die Erfassung von Einstellungen zur Evolutionstheorie

Aus den dargestellten Schwächen der bisherigen Operationalisierung von Einstellungen zur Evolutionstheorie und der zu befürchtenden Konfundierung mit Wissen ergeben sich die folgenden zentralen Forschungsdesiderate.

Für die Erfassung von Einstellungen zur Evolutionstheorie ist eine psychologische Fundierung zukünftiger Studien wünschenswert. Wichtige Orientierungspunkte liefern Studien aus anderen Bereichen der naturwissenschaftsdidaktischen Einstellungsforschung, beispielsweise die Ansätze von Francis und Greer (1999) und Klop (2009). Dabei sollte – anders als bisher geschehen – eine mehrdimensionale Operationalisierung von Einstellungen ausgehend vom sozialpsychologischen Dreikomponentenmodell erfolgen. Insbesondere sind Einstellungen und Überzeugungen zur Evolutionstheorie von anderen psychologischen Konstrukten wie Vorstellungen und Wissen theoriegeleitet abzugren-

zen. Außerdem sollte zwischen Überzeugungen als kognitive Teilkomponente von Einstellungen und Einstellungen als mehrdimensionale Gesamtbewertungen unterschieden werden.

Um in Zukunft auf valide und psychometrisch fundierte Instrumente zurückgreifen zu können, sollten Validierungsstudien erfolgen, die die Güte der neu zu entwickelnden Instrumente prüfen. Zentral ist dabei eine divergente Validierung durch verfügbare Wissens-Indizes (z. B. Anderson et al. 2002; Settlage & Jensen 1996). Ebenfalls sollten konvergente Zusammenhänge mit bestehenden Akzeptanz- und Kreationismus-Indikatoren geprüft werden (z. B. Astley & Francis 2010; Miller et al. 2008). Dabei ist allerdings zu beachten, dass hier mit Tests verglichen wird, deren Inhaltsvalidität selbst möglicherweise nicht hinreichend ist.

7 Konsequenzen für den Unterricht

Als Erträge einer reliablen und validen mehrdimensionalen Messung von Einstellungen zur Evolutionstheorie und der Unterscheidung von Einstellungen und Wissen ist – neben einer grundsätzlichen Klärung des Zusammenhangs von Einstellungen und Wissen im Bereich Evolution – die zielgerichtete Entwicklung didaktischer Ansätze zu erwarten, bei denen sowohl Vorstellungen als auch Einstellungen zur Evolutionstheorie explizit berücksichtigt werden.

In der Sozialpsychologie sind Möglichkeiten der Einstellungsänderung in ver-

schiedenen Modellen und Prinzipien formuliert und empirisch überprüft worden (z.B. Chaiken 1987; Petty & Cacioppo 1986). Dass es gewinnbringend sein könnte, diese Ansätze auf den Evolutionsunterricht zu übertragen, lässt sich am Beispiel der sogenannten „*matching hypothesis*“ verdeutlichen. Diese Hypothese besagt, dass Informationen dann den stärksten Effekt auf Einstellungen haben, wenn sie entweder auf die Basis der jeweiligen Einstellung (kognitiv, affektiv, verhaltensbezogen) oder auf deren Funktion (z. B. Ich-Verteidigung oder Wertausdruck) direkt Bezug nehmen (Fabrigar & Petty 1999; Shavitt 1990). So wurde beispielsweise gezeigt, dass Einstellungen, welche Werte ausdrücken, durch eine Auseinandersetzung mit Werten beeinflussbar sind (Shavitt 1990). Eine mögliche Anwendung dieser „*matching hypothesis*“ für den Evolutionsunterricht könnte darin bestehen, aufzuzeigen, dass eine positive Einstellung zur Evolutionstheorie, wie bei Hammann & Asshoff (2011) dargestellt, nicht zu einem Konflikt mit der eigenen Religiosität und damit nicht mit religiösen Werten führen muss. Dies kann durch eine Auseinandersetzung mit den verschiedenen Modellen für das Verhältnis zwischen Naturwissenschaften und Religion nach Barbour (1990) oder auch durch die Vermittlung von Wissen über die Naturwissenschaften (*nature of science*) und die Theologie (*nature of theology*) geschehen. Am Ende steht die Erkenntnis, dass ein Wertkonflikt nicht notwendig ist, so dass die Schülerinnen und Schüler unabhängig von ihren eigenen Einstellungen und

Werten prüfen können, welche Evidenzen Wissenschaftler für die Evolutionstheorie erbracht haben und wie überzeugend diese sind. In einem solchen Unterricht geht es darum, jenseits von Indoktrination und Vermittlung von Werten eine Aufgeschlossenheit gegenüber naturwissenschaftlichen Zugängen zur Evolutionstheorie zu bewirken. Eine Beeinflussung anderer Einstellungen (wie z. B. zu den Schöpfungserzählungen oder zur Religion) wird dadurch bewusst vermieden.

8 Ausblick

Die kritische Betrachtung widersprüchlicher Definitionen und Operationalisierungen der untersuchten Konstrukte zeigte, dass es theoretisch und messtheoretisch gewinnbringend ist, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als mehrdimensionale Einstellung zu konzeptualisieren und mithilfe von Theorien und Modellen der Sozialpsychologie zu charakterisieren. So konnte zwischen „Vorstellung“ als primär nicht-bewertendes, in erster Linie kognitives Konstrukt und „Einstellung“ als bewertendes, mehrdimensionales Konstrukt unterschieden werden. Zwar bleibt relativierend anzumerken, dass eine Unterscheidung nicht in jeder Hinsicht trennscharf ist, auf der anderen Seite ist aber herauszustellen, dass sich die Unterscheidung in diesem Beitrag als gewinnbringend erwiesen und eine theoretisch fundierte Erklärung bisher schlecht interpretierbarer Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie ermöglicht hat.

Als zentrales Forschungsdesiderat ergibt sich eine theoriegeleitete Entwicklung valider, mehrdimensionaler Instrumente für Einstellungen zur Evolutionstheorie. Es ist zu erwarten, dass die Klärung des Konstruktums auch größere Klarheit in das Zusammenspiel der beteiligten Faktoren der kognitiven und affektiven Domäne bringen wird. Perspektiven für den Unterricht liegen insbesondere in der Entwicklung von Unterrichtsansätzen, die neben Vorstellungen auch explizit auf Einstellungen der Schülerinnen und Schüler Bezug nehmen und dazu Theorien und Modelle der Einstellungsänderung nutzen. Nicht die alleinige Vermittlung von Fachwissen, sondern die zusätzliche aktive Auseinandersetzung mit den eigenen Einstellungen und Werten sowie die Wahrnehmung der persönlichen Relevanz der Evolutionstheorie könnten vielversprechende Ansatzpunkte für Einstellungsänderungen sein.

Danksagung

Wir danken der Friedrich-Stiftung für die Förderung des Projekts „Evolution und Schöpfung“, in dessen Rahmen diese Studie entstand.

Literatur

- Alters, B. J., & Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56(10), 1891–1901.
- Anderson, D. L., Fisher, K. M., & Norman, G. J. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 952–978.
- Apaydin, Z., & Sürmeli, H. (2009). Undergraduate Students' Attitudes Towards the Theory of Evolution. *Elementary Education Online*, 8(3), 820–842.
- Aronson, E., Wilson, T. D., & Akert, R. M. (2010). *Social Psychology*. New York: Pearson.
- Astley, J., & Francis, L. J. (2010). Promoting positive attitudes toward science and religion among sixth-form pupils: dealing with scientism and creationism. *British Journal of Religious Education*, 32(3), 189–200.
- Baalmann, W. (1998). Vorstellungen von Evolution vermitteln. Ergebnisse der Didaktischen Rekonstruktion evolutionsbiologischer Begriffe. In H. Bayrhuber, K. Etschenberg & U. Gebhard (Eds.), *Biologie und Bildung* (pp. 331–335). Kiel: IPN.
- Baalmann, W., Frerichs, V., Weitzel, H., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2004). Schüler- vorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7–28.
- Bishop, B. A., & Anderson, C. W. (1990). Student Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415–427.
- Bishop, G. (2006). *Polls Apart on Human Origins*. Paper presented at the Public Online Pros. Verfügbar unter: http://www.publicopinion-pros.norc.org/features/2006/aug/bishop_printable.asp [15.11.2010].
- Brem, S. K., Ranney, M., & Schindel, J. (2003). Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Science Education*, 87(2), 181–206.

- Bohner, G., & Wänke, M. (2002). *Attitudes and Attitude Change*. Hove: Psychology Press.
- Cavallo, A. M. L., & McCall, D. (2008). Seeing May Not Mean Believing: Examining Students' Understandings & Beliefs in Evolution. *American Biology Teacher*, 70(9), 522–530.
- Chaiken, S. (1987). The heuristic model of persuasion. In M. P. Zanna, J. M. Olson & C. P. Herman (Eds.), *Social influence: The Ontario Symposium* (Vol. 5, pp. 3–39). Hillsdale: Erlbaum.
- Cobern, W. W. (2004). Apples and Oranges: A Rejoinder to Smith and Siegel. *Science & Education*, 13, 583–589.
- Cuningham, D. L., & Wescott, D. J. (2009). Still more “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students' Conceptions of Evolution. *Evolution: Education & Outreach*, 2, 505–517.
- Dagher, Z. R., & Boujaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 429–445.
- Dagher, Z. R., & Boujaoude, S. (2005). Students' perceptions of the nature of evolutionary theory. *Science Education*, 89(3), 378–391.
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1995). Students Conceptual Ecologies and the Process of Conceptual Change in Evolution. *Science Education*, 79(6), 637–666.
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1996). Patterns of conceptual change in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 407–431.
- Déniz, H., Donnelly, L. A., & Yilmaz, I. (2007). Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers: Toward a more informative conceptual ecology for biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 420–443.
- Downie, J. R., & Barron, N. J. (2000). Evolution and religion: attitudes of Scottish first year biology and medical students to the teaching of evolutionary biology. *Journal of Biological Education*, 34(3), 139–146.
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Orlando: Harcourt Brace & Company.
- Evans, E. M. (2001). Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: Creation versus evolution. *Cognitive Psychology*, 42(3), 217–266.
- Evans, M. E. (2008). Conceptual Change and Evolutionary Biology: A Developmental Analysis. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 263–294). New York: Taylor & Francis.
- Fabrigar, L. R., & Petty, R. E. (1999). The role of the affective and cognitive bases of attitudes in susceptibility to affectively and cognitively based persuasion. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(3), 363–381.
- Francis, L. J., & Greer, J. E. (1999). Attitudes towards creationism and evolutionary theory: the debate among secondary pupils attending Catholic and Protestant schools in Northern Ireland. *Public Understanding of Science*, 8(2), 93–103.
- Francis, L. J., & Greer, J. E. (2001). Shaping adolescents' attitudes towards science and religion in Northern Ireland: the role of scientism, creationism and denominational schools. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 39–53.
- Fulljames, P., & Francis, L. J. (1988). The Influence of Creationism and Scientism on Attitudes towards Christianity among Kenyan Secondary-School Students. *Educational Studies*, 14(1), 77–96.
- Graf, D. (2008). Kreationismus vor den Toren des Biologieunterrichts? Einstellungen und Vorstellungen zur „Evolution“. In C. Antweiler, C. Lammers & N. Thies (Eds.), *Die unerschöpfte Theorie. Evolution und Kreationismus in Wissenschaft und Gesellschaft* (pp. 17–38). Aschaffenburg: Alibri.
- Graf, D., & Soran, H. (2011). Einstellung und Wissen von Lehramtsstudierenden zur Evolution – ein Vergleich zwischen Deutschland und der Türkei. In D. Graf (Ed.), *Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich* (pp. 141–161). Heidelberg: Springer.

- Gropengießer, H., Kattmann, U., & Krüger, D. (2010). *Biologiedidaktik in Übersichten*: Aulis.
- Hammann, M., & Asshoff, R. (2011). Einstellungen zur Evolutionstheorie. In H. Bayrhuber, A. Faber & R. Leinfelder (Eds.), *Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung*. Seelze: Kallmeyer Verlag, 130–143.
- Hokayem, H., & Boujaoude, S. (2008). College students' perceptions of the theory of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 395–419.
- Illner, R. (1999). *Einfluss religiöser Schülervorstellungen auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie*. Universität Oldenburg, Oldenburg.
- Ingram, E. L., & Nelson, C. E. (2006). Relationship between achievement and students' acceptance of evolution or creation in an upper-level evolution course. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 7–24.
- Isik, S., Soran, H., Ziemek, H.-P., & Graf, D. (2007). Einstellungen und Wissen von Lehramtsstudierenden zur Evolution – ein Vergleich zwischen Deutschland und der Türkei. In H. Bayrhuber (Ed.), *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Tagungsband des VdBiol*. Essen.
- Jonas, K., Stroebe, W., & Hewstone, M. R. C. (2007). *Sozialpsychologie. Eine Einführung*. Heidelberg: Springer.
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Kim, Y. S., & Nehm, R. H. (2011). A Cross-Cultural Comparison of Korean and American Science Teachers' Views of Evolution and the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 33(2), 197–227.
- Klop, T. (2008). *Attitudes of Secondary School Students towards Modern Biotechnology*. Rotterdam: University Press.
- Köse, E. Ö. (2010). Biology students' and teachers' religious beliefs and attitudes towards theory of evolution. *H. U. Journal of Education*, 38, 189–200.
- Krüger, D., & Vogt, H. (Eds.) (2007). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kutschera, U. (2008). Creationism in Germany and its possible cause. *Evolution: Education & Outreach*, 1, 84–86.
- Lawson, A. E., & Worsnop, W. A. (1992). Learning About Evolution and Rejecting a Belief in Special Creation – Effects of Reflective Reasoning Skill, Prior Knowledge, Prior Belief and Religious Commitment. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 143–166.
- Lombrozo, T., Thanukos, A., & Weisberg, M. (2008). The importance of understanding the nature of science for accepting evolution. *Evolution: Education & Outreach*, 1, 280–298.
- McKeachie, W. J., Lin, Y. G., & Strayer, J. (2002). Creationist vs. evolutionary beliefs: Effects on learning biology. *American Biology Teacher*, 64(3), 189–192.
- Maio, G. R., & Haddock, G. (2010). *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE.
- Maio, G. R., & Olson, J. M. (1995). Relations between Values, Attitudes, and Behavioral Intentions – the Moderating Role of Attitude Function. *Journal of Experimental Social Psychology*, 31(3), 266–285.
- Matthews, D. (2001). Effect of a curriculum containing creation stories on attitudes about evolution. *American Biology Teacher*, 63(6), 404–409.
- Mazur, A. (2005). Believers and disbelievers in evolution. *Politics and the Life Sciences*, 8, 55–61.
- Miller, J. D., Scott, E. C., & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313(5788), 765–766.
- Nadelson, L. S., & Sinatra, G. M. (2009). Educational Professionals' Knowledge and Acceptance of Evolution. *Evolutionary Psychology*, 7(4), 490–516.
- Nadelson, L. S., & Southerland, S. A. (2010). Examining the Interaction of Acceptance and Understanding: How Does the Relationship Change with a Focus on Macroevolution? *Evolution: Education & Outreach*, 3, 82–88.

- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 699–723.
- Olson, J. M., & Zanna, M. P. (1993). Attitudes and Attitude Change. *Annual Review of Psychology*, 44, 117–154.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Pardo, R., & Calvo, F. (2002). Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis. *Public Understanding of Science*, 11, 155–195.
- Paz-y-Mino C., G., & Espinosa, A. (2008). Assessment of biology majors' versus nonmajors' views on evolution, creationism, and intelligent design. *Evolution: Education & Outreach*, 2, 75–83.
- Peker, D., Comert, G. G., & Kence, A. (2010). Three Decades of Anti-evolution Campaign and its Results: Turkish Undergraduates' Acceptance and Understanding of the Biological Evolution Theory. *Science & Education*, 19, 739–755.
- Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1986). *Communication and persuasion: Central and peripheral routes to attitude change*. New York: Springer.
- Prinou, L., Halkia, L., & Skordoulis, C. (2008). What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? *Evolution: Education & Outreach*, 1, 312–317.
- Retzlaff-Fürst, C., & Urhahne, D. (2009). Evolutionstheorie, Religiosität und Kreationismus und wie Schüler darüber denken. *MNU*, 62(3), 173–183.
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (1999). The Development and Validation of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument. *School Science and Mathematics*, 99(1), 13–18.
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: Critical relationships. *American Biology Teacher*, 62(1), 23–31.
- Seel, N. M. (2003). *Psychologie des Lernens*. München: UTB.
- Settlage, J., & Jensen, M. (1996). Investigating the inconsistencies in college student responses to natural selection test questions. *Electronic Journal of Science Education*. Verfügbar unter: <http://wolfweb.unr.edu/homepage/jcannon/ejse/settlage.html> [26.08.2010].
- Shavitt, S. (1990). The role of attitude objects in attitude function. *Journal of Experimental Social Psychology*, 26, 124–148.
- Shrigley, R. L. (1983). The Attitude Concept and Science Teaching. *Science Education*, 67(4), 425–442.
- Shrigley, R. L., & Koballa, T. R. (1984). Attitude measurement: Judging the emotional intensity of Likert-type science attitude statements. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 111–118.
- Shrigley, R. L., Koballa, T. R., & Simpson, R. D. (1988). Defining attitude for science educators. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 659–678.
- Sinatra, G. M., Brem, S. K., & Evans, E. M. (2008). Changing Minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evolution: Education & Outreach*, 1, 189–195.
- Sinatra, G. M., Southerland, S. A., McConaughy, F., & Demastes, J. W. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 510–528.
- Smith, M. U. (1994). Counterpoint – Belief, Understanding, and the Teaching of Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 591–597.
- Smith, M. U. (2010). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science & Education*, 19(6–8), 523–538.
- Smith, E. R., & Mackie, D. M. (2007). *Social psychology*. New York: Psychology Press.

- Smith, M. U., & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83(4), 493–509.
- Smith, M. U., & Siegel, H. (2004). Knowing, believing, and understanding: What goals for science education? *Science & Education*, 13, 553–582.
- Sokolowski, K. (2008). Emotion. In J. Müseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (pp. 294–333). Berlin, Heidelberg: Spektrum.
- Southerland, S. A., & Sinatra, G. M. (2003). Learning about biological evolution: A special case of intentional conceptual change. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional Conceptual Change* (pp. 317–343). Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum.
- Southerland, S. A., Sinatra, G. M., & Matthews, M. R. (2001). Belief, knowledge, and science education. *Educational Psychology Review*, 13(4), 325–351.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A Revisionist Theory of Conceptual Change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147–176). New York: State University of New York.
- Stürmer, S. (2009). *Sozialpsychologie*. München: Ernst Reinhardt (UTB).
- Thagard, P., & Findlay, S. (2010). Getting to Darwin: Obstacles to Accepting Evolution by Natural Selection. *Science & Education*, 19, 625–636.
- Tollini, C., & White, J. (2010). College Students' Perceptions of Intelligent Design. *Evolution: Education & Outreach*, 3(4), 595–604.
- Trani, R. (2004). I won't teach evolution; It's against my religion. And now for the rest of the story... *American Biology Teacher*, 66(6), 419–427.
- Verhey, S. D. (2005). The effect of engaging prior learning on student attitudes toward creationism and evolution. *Bioscience*, 55(11), 996–1003.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth – a Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585.
- Wandersee, J. H., Good, R. G., & Demastes, S. S. (1995). Forschung zum Unterricht über Evolution: Eine Bestandsaufnahme. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 43–54.
- Wescott, D. J., & Cunningham, D. L. (2005). Recognizing student misconceptions about science and evolution. *MountainRise*, 2(2).
- Woods, C. S., & Scharmann, L. C. (2001). High school students' perceptions of evolutionary theory. *Electronic Journal for Science Education*. Verfügbar unter: <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/woodsetal.html> [31.05.2010].

KONTAKT

Christiane Konnemann
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Zentrum für Didaktik der Biologie
Hindenburgplatz 34
48143 Münster
ChristianeKonnemann@uni-muenster.de

AUTORENINFORMATIONEN

Christiane Konnemann ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und promoviert zu Schülereinstellungen zur Evolutionstheorie.

Dr. Roman Asshoff ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Didaktik der Biologie. Seine Forschungsschwerpunkte sind Lehr-Lernprozesse im Bereich Evolution und das Experiment als Methode des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns.

Prof. Dr. Marcus Hammann ist Professor für Didaktik der Biologie am Zentrum für Didaktik der Biologie. Forschungsschwerpunkte sind Lehr-Lernprozesse im Bereich Evolution und die Modellierung von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung.

Anhang

Tab. 2: MATE-Fragebogen (Rutledge & Warden 1999) (+/- positive bzw. negative Itempolung)

MEASURE OF ACCEPTANCE OF THE THEORY OF EVOLUTION (MATE)	
1.	Organisms existing today are the result of evolutionary processes that have occurred over millions of years. (+)
2.	The theory of evolution is incapable of being scientifically tested. (-)
3.	Modern humans are the product of evolutionary processes which have occurred over millions of years. (+)
4.	The theory of evolution is based on speculation and not valid scientific observation and testing. (-)
5.	Most scientists accept evolutionary theory to be a scientifically valid theory. (+)
6.	The available data is ambiguous as to whether evolution actually occurs. (-)
7.	The age of the earth is less than 20,000 years. (-)
8.	There is a significant body of data which supports evolutionary theory. (+)
9.	Organisms exist today in essentially the same form in which they always have. (-)
10.	Evolution is not a scientifically valid theory. (-)
11.	The age of the earth is at least 4 billion years. (+)
12.	Current evolutionary theory is the result of sound scientific research and methodology. (+)
13.	Evolutionary theory generates testable predictions with respect to the characteristics of life. (+)
14.	The theory of evolution cannot be correct since it disagrees with the Biblical account of creation. (-)
15.	Humans exist today in essentially the same form in which they always have. (-)
16.	Evolutionary theory is supported by factual, historical, and laboratory data. (+)
17.	Much of the scientific community doubts if evolution occurs. (-)
18.	The theory of evolution brings meaning to the diverse characteristics and behaviors observed in living forms. (+)
19.	With few exceptions, organisms on earth came into existence at about the same time. (-)
20.	Evolution is a scientifically valid theory. (+)

Tab. 3: EAS-Fragebogen (Ingram & Nelson 2006) (+/- positive bzw. negative Itempolung)

EVOLUTION ATTITUDES SURVEY (EAS)	
1.	Over billions of years all plants and animals on Earth (including humans) descended (evolved) from a common ancestor (e.g., a one-celled organism). (+)
2.	A supreme being (e.g., God) created humans pretty much in their present form; humans did not evolve from other forms of life (e.g. fish and/or reptiles). (-)
3.	There is no real evidence that humans evolved from other animals. (-)
4.	Scientists who believe in evolution do so mainly because they want to, not because of any evidence. (-)
5.	There is scientific evidence supporting that humans were supernaturally created. (-)
6.	There is fossil evidence supporting that animals, including humans, did not evolve. (-)
7.	There is no fossil evidence supporting that humans and apes evolved from a common ancestor. (-)
8.	The methods used to determine the age of fossils and rocks are not accurate. (-)
9.	It is statistically impossible that life arose by chance. (-)
10.	The Earth is not old enough for evolution to have taken place. (-)
11.	Mutations are never beneficial to animals. (-)
12.	The Second Law of Thermodynamics shows that evolution could not have happened. (-)

