

# **Einstellungen zur Evolutionstheorie:**

## **Ein mehrdimensionaler Ansatz**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
des Doktors der Erziehungswissenschaften (Dr. paed.)  
an der Westfälischen Wilhelms-Universität  
Münster

vorgelegt von  
**Christiane Konnemann**  
geb. in Münster

Münster 2016

Erstgutachter

Prof. Dr. Marcus Hammann

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Helge Gresch

Tag der mündlichen Prüfung:

21.12.2016

*“Das Thema ‘Schöpfung – Evolution’  
als historisches Berührungsfeld von Naturwissenschaft und Theologie  
fordert eine Positionierung beider Wissenschaftsbereiche.  
Was haben sie sich zu sagen?  
Wie verhalten sich Gegenstandsbereiche, Begriffe, Methoden  
und die gewonnenen Erkenntnisse zueinander?  
Die Gefahr der Grenzüberschreitungen ist groß.“*

(Hunze, 2002, p. 95)

## Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die bestehende Vielfalt von Einstellungen deutscher SchülerInnen im Themenkomplex "Evolution und Schöpfung" zu beschreiben. Dabei besteht die zentrale Idee darin, anders als in vielen bisherigen Studien nicht allein auf die Akzeptanz bzw. kreationistische Ablehnung der Evolutionstheorie zu fokussieren, sondern eine erweiterte Perspektive einzunehmen und dabei vier verschiedene Konstrukte zu berücksichtigen. Dies sind neben Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen auch kreationistische und szientistische Überzeugungen.

Ausgangspunkte der Arbeit waren eine unzureichende theoretische Fundierung bisheriger Studien zur Akzeptanz der Evolutionstheorie und daraus resultierende Zweifel an deren Validität. Daraus ergab sich die Notwendigkeit einer theoretischen und messtheoretischen Klärung sowie einer sich anschließenden Entwicklung und Validierung neuartiger Instrumente, die stärker als zuvor die psychologischen Grundlagen der Einstellungsmessung berücksichtigen. Im zentralen Schritt wurden die Einstellungen deutscher SchülerInnen ( $n = 1672$ ) mit Hilfe der Methodik der Latenten Klassenanalyse modelliert. Auf diese Weise wurden sieben verschiedene Einstellungsprofile beschrieben, die sich durch eine unbekannte Vielfalt an evolutionsbefürwortenden Profilen auszeichnen. Dabei ließen sich fast 90% der Stichprobe verschiedenen evolutionsbefürwortenden Profilen zuordnen, wohingegen nur 4% einem evolutionsablehnend-kreationistischen Profil angehörten. Neuartig ist, dass diese Typologie es erlaubt, innerhalb der Gruppe von evolutionsbefürwortenden SchülerInnen Einstellungsprofile mit und ohne Neigungen zu szientistischen Überzeugungen zu unterscheiden und Gruppen von SchülerInnen zu identifizieren, die Evolution und Schöpfung ohne Konflikt miteinander kombinieren. Vor dem Hintergrund einer unerwartet weiten Verbreitung des szientistischen Einstellungsprofils (22%) erfolgten in einem letzten Schritt grundlegende Überlegungen zur Berücksichtigung szientistischer Überzeugungen im Biologieunterricht.

Insgesamt liefert diese Arbeit Hinweise darauf, dass die Vielfalt an Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ größer ist als bisher bekannt. Insbesondere die Vielfalt evolutionsbefürwortender Profile eröffnet neue Herausforderungen für Forschung und Unterricht. Demgegenüber scheint die Prävalenz kreationistischer Profile in deutschen Klassenzimmern geringer zu sein als häufig angenommen.

## **Abstract**

The aim of this thesis is to describe the diversity of existing attitudes concerning evolution and creation among German high school students. The main idea is – unlike many existing studies in science education – to focus not only on the acceptance or creationist rejection of evolutionary theory, but to broaden the perspective taking into consideration four different attitude constructs. More precisely, this thesis centers on attitudes towards evolutionary theory and attitudes towards the Biblical accounts of creation, as well as creationist and scientific beliefs.

The starting point of this thesis was the observation of a deficient theoretical foundation of previous studies on acceptance of evolutionary theory and resulting doubts concerning the validity of those studies. This observation resulted in the necessity of a clarification of the theoretical and psychometrical underpinnings and in the development of new measurement instruments that more carefully reflect the standards of psychological attitude measurement. In the main study, the attitudes of German high school students were modeled applying probabilistic Latent Class Analysis. This procedure allowed describing seven different attitude profiles which, in particular, provide insights into the diversity of pro-evolution profiles. More precisely, almost 90% of the sample were characterized by different pro-evolution profiles. In contrast, only 4% belonged to the creationist anti-evolution profile. For the first time, this typology of attitude profiles allows for distinguishing within the group of pro-evolution students between students with and without agreement to scientific beliefs. Furthermore, it allows identifying groups of students that deliberately combine evolution and creation without any conflict. Against the background of an unexpected high proportion of the scientific attitude profile (22%), the last step of this thesis involved fundamental considerations concerning dealing with scientific beliefs in the biology classroom.

Altogether, this thesis provides evidence that the diversity of attitudes concerning evolution and creation is larger than previously known. In particular, the described diversity of pro-evolution profiles opens new challenges for science education research and evolution teaching. In contrast, the prevalence of creationist profiles seems to be smaller than often assumed in German classrooms.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	iv
Abstract .....	v
1. Einleitung .....	1
2. Theoretischer Hintergrund.....	3
2.1 Einstellungen und Überzeugungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ .....	3
2.2 „Evolution und Schöpfung“ als historisches Berührungsfeld von Naturwissenschaft und Theologie .....	14
3. Zielsetzung der Arbeit und Forschungsschwerpunkte.....	23
3.1 Einbettung in das Kooperationsprojekt „Einstellungen und Unterricht zum Themenkomplex ‚Evolution und Schöpfung‘“ .....	23
3.2 Zielsetzung .....	23
3.3 Forschungsschwerpunkte .....	24
4. PUBLIKATION 1: Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen.....	29
Zusammenfassung .....	29
Abstract.....	30
4.1 Einleitung .....	30
4.2 Zielsetzungen .....	31
4.3 Theoretische Klärung zentraler Konstrukte .....	31
4.4 Messtheoretische Klärungen – Erfassung von Einstellungen und Überzeugungen.....	38
4.5 Erträge der Klärungen – Akzeptanz und Verständnis im Bereich Evolution .....	40
4.6 Konsequenzen für die Erfassung von Einstellungen zur Evolutionstheorie.....	49
4.7 Konsequenzen für den Unterricht.....	49
4.8 Ausblick .....	50
Anhang .....	52
5. PUBLIKATION 2: Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten für Kreationismus und Szientismus bei deutschen SchülerInnen.....	54
Zusammenfassung .....	54
Abstract.....	54
5.1 Einleitung und Zielsetzung .....	55
5.2 Theoretischer Rahmen.....	55

---

5.3	Stand der Forschung .....	57
5.4	Ziele und Forschungsfragen .....	58
5.5	Hypothesen .....	58
5.6	Design und Methodik .....	59
5.7	Ergebnisse .....	61
6.	PUBLIKATION 3: Einstellungen Jugendlicher zu Schöpfung und Evolution .....	69
6.1	Einleitung .....	69
6.2	Theoretischer Hintergrund.....	70
6.3	Gemeinsame Fragestellungen und Methodik.....	74
6.4	Ergebnisse der qualitativen religionsdidaktischen Untersuchung.....	74
6.5	Ergebnisse der quantitativen biologiedidaktischen Untersuchung .....	78
6.6	Fazit und Ausblick.....	82
7.	PUBLIKATION 4: Insights Into the Diversity of Attitudes Concerning Evolution and Creation: A Multidimensional Approach.....	84
	Abstract.....	84
7.1	Introduction .....	85
7.2	Theoretical background .....	86
7.3	Research Questions.....	95
7.4	Methods .....	95
7.5	Results .....	107
7.6	Discussion.....	116
7.7	Conclusions and implications.....	120
	Appendix .....	123
8.	PUBLIKATION 5: Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften (am Beispiel des Szientismus) und Bildung durch Biologieunterricht.....	124
8.1	Einleitung .....	124
8.2	Szientismus.....	125
8.3	Grenzen der Naturwissenschaften.....	127
8.4	Natur der Naturwissenschaften (NOS).....	128
8.5	Szientismus bei Schülerinnen und Schülern .....	131
8.6	Szientismus und Gesellschaft.....	132
8.7	Zusammenfassung .....	133
9.	Zusammenfassung und Diskussion .....	135
9.1	FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1: Theoretische und messtheoretische Klärungen .	135

9.2	FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2: Entwicklung, Erprobung, Validierung von Instrumenten .....	139
9.3	FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3: Mehrdimensionale Charakterisierung von Einstellungen.....	146
9.4	FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4: Grundlegende Überlegungen zur Berücksichtigung von Szientismus im Unterricht .....	159
9.5	Methodische Reflexionen .....	163
10.	Perspektiven.....	170
10.1	Perspektiven für die Forschung.....	170
10.2	Perspektiven für den Unterricht .....	174
11.	Fazit und Ausblick.....	184
12.	Literaturverzeichnis.....	185
13.	Anhang .....	205
	Danksagungen.....	228

## 1. Einleitung

Welchen Ursprung haben die heute existierenden Arten? Vor mehr als 150 Jahren lieferte Charles Darwin (1859) den entscheidenden Ansatz zur Beantwortung dieser Frage und damit zur naturwissenschaftlichen Erklärung der Entstehung der Arten. Heute integriert die moderne Evolutionstheorie das Wissen vieler Disziplinen und ihre Aussagen spielen eine zentrale Rolle für die modernen Biowissenschaften. Nichtsdestotrotz bleibt die Evolutionstheorie in Medien und öffentlicher Wahrnehmung ein umstrittenes Thema.

Eine zentrale Frage der Kontroverse lautet: Schließen sich naturwissenschaftliche Evolutionstheorie und biblische Schöpfungserzählungen gegenseitig aus? Menschen mit kreationistischen Überzeugungen – wie sie insbesondere in den USA verbreitet sind – entscheiden sich für einen wörtlichen Schöpfungsglauben und gegen die Evolutionstheorie. Am anderen Ende des Spektrums stehen szientistische Evolutionsbefürworter wie Richard Dawkins, die den Naturwissenschaften und ihrer Methodik eine ausdrückliche Überlegenheit gegenüber anderen Disziplinen zuweisen und insbesondere religiöse Deutungsformen kategorisch ablehnen. Im Gegensatz zu kreationistischen und szientistischen Extrempositionen gibt es zahlreiche Beispiele bekannter NaturwissenschaftlerInnen, TheologInnen und PhilosophInnen, die keinen Widerspruch zwischen der naturwissenschaftlichen Evolutionstheorie und den biblischen Schöpfungserzählungen sehen und damit die Frage der Vereinbarkeit von Naturwissenschaft und Religion bejahen (z.B. Gould, 1997; Ayala, 2012; Barbour, 1990; Seckler, 1998).

Die empirische naturwissenschaftsdidaktische Forschung zur Kontroverse zwischen Evolution und Schöpfung fokussiert typischerweise auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie bzw. deren Ablehnung aufgrund kreationistischer Überzeugungen. Demgegenüber wurde argumentiert, dass es jenseits der Kategorien ‚Akzeptanz‘ und ‚Ablehnung‘ eine Vielfalt von Positionen gibt (Clores & Limjap, 2006; Yasri, 2014), die aber noch nicht eingehend untersucht wurde. Insbesondere wurden szientistische Überzeugungen – im Gegensatz zu kreationistischen Überzeugungen – bisher nur in sehr wenigen Studien berücksichtigt (z.B. Astley & Francis, 2010).

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es daher, Einstellungen deutscher SchülerInnen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ zu charakterisieren und dabei insbesondere auch die Vielfalt der Einstellungen in den Blick zu nehmen. Dazu werden Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ als mehrdimensionale Einstellungsprofile beschrieben. Entscheidend für die vorliegende Arbeit ist dabei die Unterscheidung von

vier Einstellungskonstrukten: (1) Einstellungen zur Evolutionstheorie, (2) Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen, (3) kreationistische Überzeugungen und (4) szientistische Überzeugungen. Es wird argumentiert und aufgezeigt werden, dass sich eine mehrdimensionale Herangehensweise zur Beschreibung von Vielfalt aus inhaltlichen wie methodischen Gründen anbietet und dass ein mehrdimensionaler Ansatz mit den genannten vier Konstrukten Einblicke in die Vielfalt an Einstellungen – insbesondere im Bereich evolutionsbefürwortender Positionen – ermöglicht. Dabei liefert diese Arbeit Hinweise, dass ein Forschungsbedarf in Bezug auf szientistische Positionen besteht. Grundlegende Überlegungen zum Umgang mit Szientismus im Biologieunterricht bilden den letzten wichtigen Schritt dieser Arbeit.

## 2. Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Einstellungen und Überzeugungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“

Der zentrale Schritt dieser Arbeit besteht in einer mehrdimensionalen Modellierung von Einstellungen auf der Basis von vier Einstellungskonstrukten. Zur Begründung des Ansatzes werden in diesem Kapitel zunächst die zugrunde gelegten Theorien und Modelle der psychologischen Einstellungsforschung erläutert (2.1.1). Im Anschluss werden diese anhand der für diese Arbeit zentralen vier Konstrukte konkretisiert und der jeweilige Forschungsstand kurz umrissen (2.1.2-2.1.5).

#### 2.1.1 Sozialpsychologische Einstellungsdefinitionen und Modelle

Einstellungen gelten seit längerem als eines der bestuntersuchteten Konstrukte der Sozialpsychologie. Dort werden Einstellungen gemeinhin definiert als eine Bewertung von Menschen, Objekten oder Ideen (Aronson, Wilson, & Akert, 2010). Den Versuch einer umfassenden Definition liefern Eagly und Chaiken (1993, p. 1): „Eine Einstellung ist eine psychologische Tendenz, die dadurch zum Ausdruck gebracht wird, dass eine bestimmte Entität mit einem bestimmten Ausmaß an Zustimmung oder Ablehnung bewertet wird.“ Noch konkreter lassen sich Einstellungen beschreiben als eine Gesamtbewertung eines Einstellungsobjekts, die sich in Attributdimensionen wie gut vs. schlecht, schädlich vs. nützlich, angenehm vs. unangenehm oder sympathisch vs. unsympathisch ausdrücken (Ajzen, 2001).

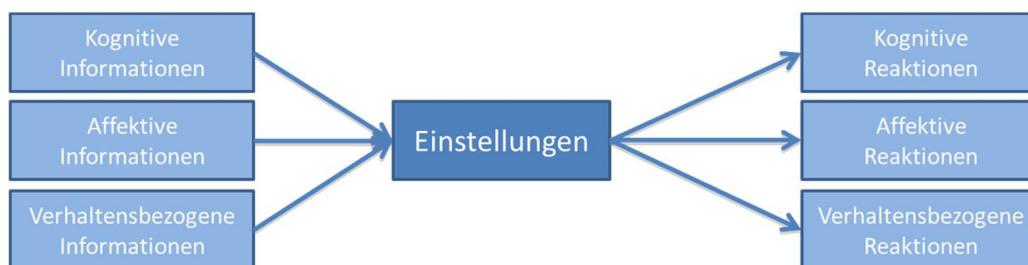


Abbildung 1: Dreikomponentenmodell (verändert nach Eagly & Chaiken, 1993)

Nach dem Dreikomponentenmodell (auch Mehrkomponentenmodell, Abbildung 1) beruhen Einstellungen auf einer kognitiven, einer affektiven und einer verhaltensbezogenen Komponente (Eagly & Chaiken, 1993). Dabei verweist die kognitive Komponente insbesondere auf Überzeugungen, die das Einstellungsobjekt mit positiven oder negativen

Attributen verknüpfen (Ajzen & Fishbein, 1980). Typischerweise bilden sich positive Einstellungen aus, wenn die überwiegende Zahl der Überzeugungen das Einstellungsobjekt mit positiven Attributen verknüpft. Die Einstellung ist negativ, wenn negative Überzeugungen dominieren (Ajzen, 1995). Die affektive Komponente von Einstellungen bezieht sich auf Gefühle und Emotionen, die mit dem Einstellungsobjekt verknüpft sind, wohingegen die verhaltensbezogene Komponente auf Verhaltensweisen und Erfahrungen Bezug nimmt, die das Einstellungsobjekt betreffen (Maio & Haddock, 2010).

### **2.1.2 Einstellungen zur Evolutionstheorie<sup>1</sup>**

Vor dem Hintergrund der erläuterten sozialpsychologischen Grundlagen der Einstellungsforschung sind Einstellungen zur Evolutionstheorie zu verstehen als mehrdimensionale Bewertungen der Evolutionstheorie basierend auf wertenden Überzeugungen (z.B. „relevant“, „wichtig“), Gefühlen und Emotionen (z.B. „Interesse“, „Spaß“, „Befürchtungen“) und Verhaltensweisen (z.B. „Film anschauen“, „Museum besuchen“). Damit sind Einstellungen zur Evolutionstheorie breiter als das häufig verwendete Konstrukt der ‚Akzeptanz der Evolutionstheorie‘, das von einflussreichen Autoren im Feld definiert worden ist als die Wahrnehmung der wissenschaftlichen Gültigkeit der Evolutionstheorie, deren Fähigkeit Phänomene zu erklären und deren Akzeptanz innerhalb der Scientific Community (Rutledge & Warden, 1999).

Ein Großteil der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung zur Akzeptanz der Evolutionstheorie basiert auf dem sogenannten *Measure of Acceptance of the Theory of Evolution* (MATE; Rutledge & Warden, 1999). Der MATE ist von verschiedenen Autoren genutzt worden, um die Akzeptanz der Evolutionstheorie in Gruppen verschiedenen Bildungsniveaus (z.B. Schüler, Studenten und Lehrer) und verschiedener Nationalitäten (z.B. US-Amerika, Griechenland, Deutschland, Türkei) zu untersuchen (Wagler & Wagler, 2013). Darüber

---

<sup>1</sup> In dieser Arbeit werden aus mehreren Gründen bewusst die Termini „Einstellungen zur Evolutionstheorie“ und „Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen“ anstelle der verwandten Termini „Einstellungen zur Evolution“ und „Einstellungen zur Schöpfung“ verwendet. Erstens verweisen die Termini „Evolutionstheorie“ und „Schöpfungserzählungen“ auf die zentralen naturwissenschaftlichen bzw. theologischen Ideen, während die Begriffe „Evolution“ und „Schöpfung“ in erster Linie die zugrundeliegenden Prozesse Bezug nehmen. Zweitens wird an den in der Forschung gebräuchlichen Terminus „Akzeptanz der Evolutionstheorie“ angeknüpft. Drittens wird, wie bei Hunze (2009) weiter erläutert, durch den Terminus „Schöpfungserzählungen“ einer Gleichsetzung von ‚Schöpfung‘ mit ‚Natur‘ entgegengewirkt.

hinaus sind im Rahmen bisheriger Forschungen eine Reihe von Einflussfaktoren beschrieben worden, die mit der Akzeptanz der Evolutionstheorie in Verbindung stehen (z.B. Verständnis von Evolution, Verständnis von NOS, Einstellungen zu den Naturwissenschaften, religiöse Überzeugungen, epistemologische Überzeugungen, ‚thinking dispositions‘; vgl. Reviews bei Allmon, 2011; Smith, 2010a; Wagler & Wagler, 2013; Wiles & Alters, 2011). Damit legen diese Forschungen grundsätzlich das Fundament für eine Förderung der Akzeptanz im naturwissenschaftlichen Unterricht von Schule und Hochschule. Andererseits gilt es zu beachten, dass der MATE von verschiedener Seite in Bezug auf seine Validität kritisiert worden ist (Smith, 2010a; Wagler & Wagler, 2013) und dass in aktuellen Studien über alternative Erhebungsverfahren diskutiert wird (Nadelson & Southerland, 2012; Smith, 2010a; Yasri, 2014). Hier ordnen sich die theoretischen und messtheoretischen Klärungen dieser Arbeit ein (vgl. PUBLIKATION 1), die grundlegend für die hier verfolgte Forschungsstrategie sind.

### **2.1.3 Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen**

Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen beziehen sich auf einen anderen Einstellungsgegenstand – auf die Schöpfungserzählungen der Bibel<sup>2</sup> – und unterscheiden sich demnach von Einstellungen zur Evolutionstheorie. Dabei sind verschiedene Einstellungskombinationen möglich: Zum Beispiel besitzen nicht-religiöse NaturwissenschaftlerInnen typischerweise positive Einstellungen zur Evolutionstheorie und neutrale oder negative Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen (z.B. Dawkins, 2006). Andererseits ist es durchaus auch möglich, positive Einstellungen zur Evolutionstheorie mit positiven Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen zu kombinieren, wenn Naturwissenschaften

---

<sup>2</sup> In dieser Arbeit wird bewusst der Terminus ‚Schöpfungserzählungen‘ anstelle der alternativen Termini ‚Schöpfungstexte‘ oder ‚Schöpfungsberichte‘ gewählt, um explizit an moderne theologische Interpretationen von Genesis 1-25 anzuknüpfen. So ist ‚Schöpfung‘ einer Handreichung der Evangelischen Kirche in Deutschland (2010, p. 14) zufolge kein deskriptiver Begriff, der etwas Vorzufindendes beschreibt, sondern ein theologischer Grundbegriff, der nicht Beschreibung, sondern Deutung von Gegenwart ausdrücken will. Aus diesem Grund wird von namhaften christlichen TheologInnen die Bezeichnung von Genesis 1 als „Schöpfungsbericht“ abgelehnt. Im Vorwort der Einheitsübersetzung der Bibel heißt es: „Die Schöpfungserzählung ist weder als naturwissenschaftliche Aussage noch als Geschichtsdarstellung zu verstehen, sondern als Glaubensaussage über das Wesen der Welt und des Menschen und über deren Beziehung zu Gott“ (‚Die Bibel. Altes und Neues Testament,‘ 1980, p. 5). Der Plural ‚Schöpfungserzählungen‘ wird verwendet, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die christliche Bibel zwei verschiedene Schöpfungserzählungen enthält: die priesterschriftliche (Gen 1,1-2,4a) und die jahwistische Schöpfungserzählung (Gen 2,4b-25).

und Religion – z.B. in der Tradition von S. J. Gould (1997) – als zwei sich nicht überschneidende Lehrgebiete („non-overlapping magisteria“, NOMA) betrachtet werden. Für eine umfassende Charakterisierung von Einstellungen wird in dieser Arbeit daher argumentiert, dass Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen unabhängig von Einstellungen zur Evolutionstheorie operationalisiert werden sollten (genauer siehe PUBLIKATION 4).

Obwohl Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen einen nicht unwesentlichen Aspekt christlich-religiöser Bildung und Erziehung betreffen, wurden diese im Bereich der empirischen religionspädagogischen Forschung bisher nicht systematisch beforscht. Es liegen lediglich Einzelbefunde vor (z.B. Höger, 2008). Die im Rahmen von Vorstudien und der Hauptstudie dieser Arbeit referierten Befunde liefern hier einen Beitrag (vgl. PUBLIKATIONEN 3 und 4).

#### **2.1.4 Kreationistische Überzeugungen**

Hinter dem Begriff des Kreationismus verbirgt sich keine einheitliche Strömung, sondern vielmehr ein Konglomerat verschiedener Positionen. Dieses lässt sich nach dem viel beachteten Evolution-Schöpfung-Kontinuum von Eugenie Scott (1999; 2009) als ein Kontinuum von Positionen beschreiben, an deren Extrempunkten ein wortwörtlicher Glaube an die Schöpfung der Bibel oder eine materialistische Weltsicht stehen (vgl. Abbildung 2). Dabei spiegelt das Kontinuum von oben nach unten eine Abnahme der wörtlichen Lesart der biblischen Schöpfungserzählung wider. Gleichzeitig nimmt die Akzeptanz naturwissenschaftlicher Aussagen von oben nach unten zu. Nach Scott (2009) lässt sich grundsätzlich unterscheiden zwischen Junge-Erde- und Alte-Erde-Positionen (in der Abbildung getrennt durch die gepunktete horizontale Linie), je nachdem ob das Alter der Erde mit etwa 6 000-10 000 Jahren (Junge-Erde) oder mit mehreren Milliarden Jahren (Alte-Erde) angenommen wird. Innerhalb der Alte-Erde-Positionen unterscheidet die Autorin des Weiteren nach dem Grad der Zustimmung zu evolutionsbiologischen Aussagen zwischen kreationistischen (*Gap Creationism, Day-Age Creationism, Progressive Creationism, Evolutionary Creationism*) und evolutionistischen Positionen (*Theistic Evolutionism, Agnostic Evolutionism, Materialist Evolutionism*). Eine Sonderrolle spielt der sogenannte *Intelligent Design*-Kreationismus, zumal dieser nicht auf die Schöpfungserzählungen und insbesondere nicht auf das Alter der Erde Bezug nimmt. Daher bildet dieser in der Darstellung von Scott eine querliegende Dimension.

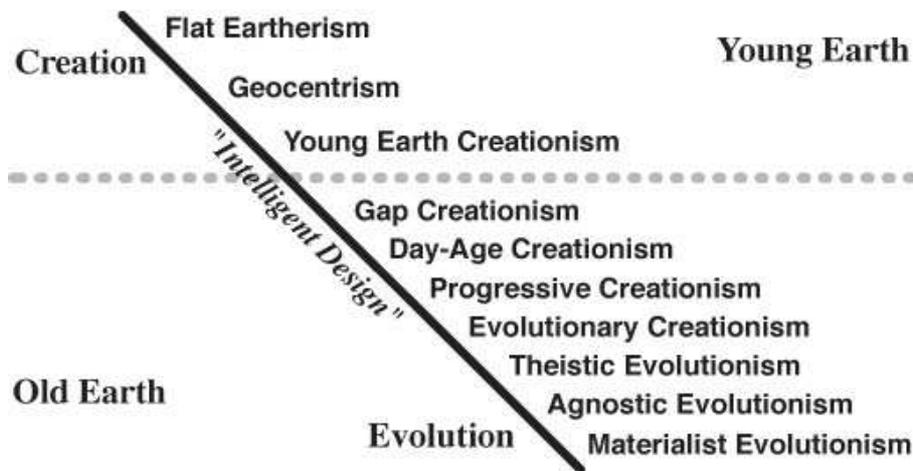


Abbildung 2: Evolution-Schöpfung-Kontinuum (Scott, 2009)

In Europa sind insbesondere der Junge-Erde-Kreationismus und der *Intelligent Design*-Kreationismus verbreitet (Graf & Lammers, 2011). Dabei zeichnet sich der sogenannte Junge-Erde-Kreationismus dadurch aus, dass aus einem wortwörtlichen Glauben an die biblischen Schöpfungserzählungen eine Ablehnung der Evolutionstheorie gefolgert wird (Astley & Francis, 2010; Fulljames & Francis, 1988). Eine typische Überzeugung ist die von den führenden Junge-Erde-Kreationisten Henry Morris und John C. Whitcomb vertretene Aussage, dass es wissenschaftliche Belege gibt, die die Wahrheit einer direkten göttlichen Erschaffung beweisen. Vertreter des Junge-Erde-Kreationismus nehmen an, dass das Universum in seiner aktuellen Form vor etwa 10000 Jahren erschaffen worden sei und alle Pflanzen und Tiere in ihrer heutigen Form als separate Arten geschaffen wurden (Scott, 2000). In Abgrenzung zum *Flat Earthism* und *Geocentrism* (Abbildung 2) werden allerdings die Kugelform der Erde und das Heliozentrische Weltbild anerkannt. Der sogenannte *Intelligent Design*-Kreationismus (ID) verzichtet hingegen auf jeglichen Verweis auf die Schöpfungserzählungen der Bibel. Vielmehr wird mit der Komplexität der natürlichen Welt und der Rolle des Zufalls argumentiert. Lebewesen könnten sich aufgrund ihrer Komplexität nicht aus einfachen Vorstufen entwickeln. Dafür bedürfe es eines übernatürlichen „intelligenten Designers“ (Bayrhuber, 2011).

Kreationistische Überzeugungen betreffen in erster Linie die sogenannten abrahamitischen Religionen (Scott, 2009).<sup>3</sup> Dabei genießen kreationistische Überzeugungen die

<sup>3</sup> Zwar besitzen die drei abrahamitischen Religionen – Christentum, Islam und Judentum – keine gemeinsamen Schöpfungstexte; insbesondere gibt es im Koran anders als in der Bibel keine explizit ausformulierte Schöpfungserzählung (vgl. Graf & Lammers, 2011), wobei aber in mehreren Suren (z.B. in den Suren 15:26 und 35:11) auf die Schöpfung des Menschen Bezug genommen wird. Poole

größte Verbreitung innerhalb des evangelikalen Christentums (ThePewForum, 2009). Auch in orthodoxen Kreisen zeigt sich ein eher hoher Anteil an Kreationisten (Graf & Lammers, 2011). Die katholische Kirche proklamiert heutzutage eindeutig eine Akzeptanz der Evolutionstheorie. Dennoch gibt es auch innerhalb des Katholizismus immer wieder Einzelfälle kreationistischer Positionen. Ein Beispiel ist der für seine der ID-Bewegung nahestehenden Aussagen bekannte Erzbischof von Wien, Christoph Kardinal Schönborn (Martínez & Glick, 2014). Zur Verbreitung von Kreationismus innerhalb des Christentums konnte Wilson (2010) auf der Basis von Ergebnissen einer weltweiten Internet-Umfrage zeigen, dass sich diese global relativ konstant beschreiben ließ durch 60% Kreationisten und weniger als 10% Evolutionsbefürworter, dass aber Europa eine klare Ausnahme zu dieser Regel bildet, zumal die Mehrzahl europäischer Christen die Evolutionstheorie klar befürwortet. Neben dem christlich-geprägten Kreationismus gibt es auch denjenigen jüdischer und islamischer Prägung, wobei kreationistische Überzeugungen innerhalb des Judentums generell eher selten sind (Scott, 2009), während diese in islamischen Kreisen zunehmende Verbreitung finden (Graf & Lammers, 2011). Auch beim Kreationismus islamischer Prägung lassen sich Positionen unterscheiden, die aus einer wörtlichen Lesart des Korans eine Ablehnung des Evolutionsgedankens (insbesondere in Bezug auf den Menschen) folgern (z.B. Harun Yahya), und Positionen, die dem *Intelligent-Design*-Kreationismus nahestehen (Brasseur, 2011; Graf & Lammers, 2011).

Forschungen zu kreationistischen Überzeugungen zeigen nationale Unterschiede in Bevölkerungsumfragen, wobei diese in Deutschland eine vergleichsweise eher geringe Verbreitung haben (Blancke, Hjerimitslev, & Kjærgaard, 2014; Miller, Scott, & Okamoto, 2006; vgl. Abbildung 3). Demnach ist eine kreationistische Ablehnung der Evolution des Menschen mit 40-50% am häufigsten in den USA und der Türkei und mit unter 20% am seltensten in den skandinavischen Ländern, Japan und Frankreich. Deutschland rangiert mit etwa 20% Ablehnung und gut 70% Zustimmung im oberen Mittelfeld der untersuchten Länder. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Clément (2015) auf der Basis einer weltweiten Befragung von Lehrkräften. Kutschera (2008) kommt im Rahmen seiner Analysen eines Auswahlitems zur Evolution des Lebens auf der Erde zu dem Schluss, dass 12,5% der

---

(2008) zufolge teilen alle drei großen abrahamitischen Religionsgruppen trotz der bestehenden Unterschiede die beiden grundsätzlichen Überzeugungen, dass es 1) einen Gott gibt, der alles erschaffen hat und dass 2) diese Schöpfung einem Zweck dient.

Deutschen Anhänger des Junge-Erde-Kreationismus seien und dass 25,2% dem ID-Kreationismus naheständen. Darüber hinaus wurden in mehreren Studien allgemeine Einflussfaktoren identifiziert, die mit kreationistischen Überzeugungen im Zusammenhang stehen, darunter Konfession, Alter, Bildungsniveau, Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Religiosität (Mazur, 2005, 2010; Miller et al., 2006). Forschungen aus dem Bereich der empirischen religionspädagogischen Forschung zeigen, dass kreationistische Überzeugungen von SchülerInnen negativ mit Einstellungen zu Naturwissenschaften und positiv mit Einstellungen zur Religion zusammenhängen (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 1999a). Klose (2011) kommt in einer Untersuchung kreationistischer Überzeugungen bei deutschen SchülerInnen zu dem Schluss, dass kreationistische Überzeugungen zwar vertreten sind, diese im Mittel aber eher abgelehnt werden, während die Evolution von der großen Mehrheit der SchülerInnen in ihrer Gültigkeit anerkannt wird.

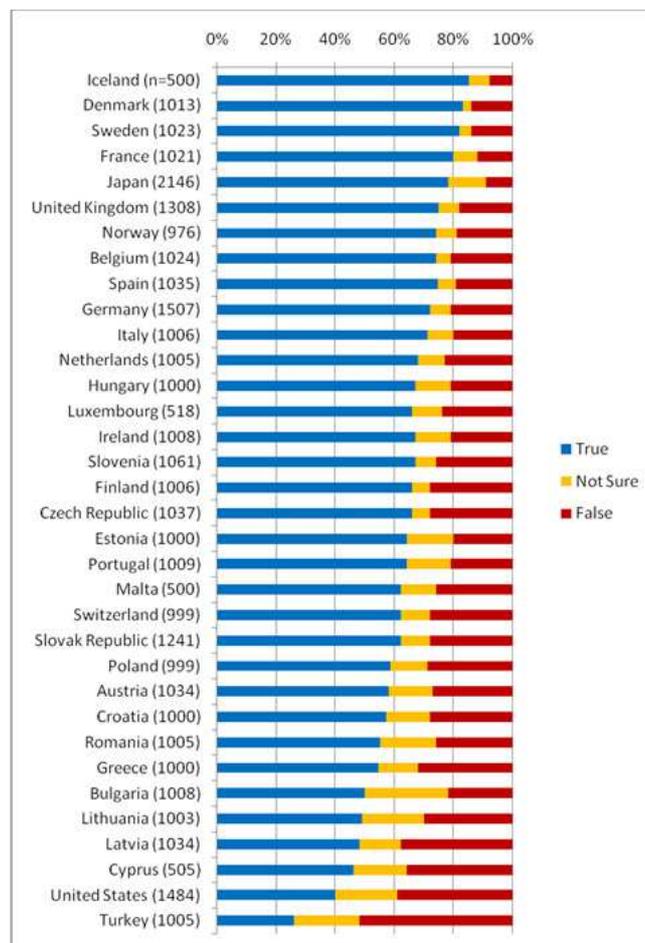


Abbildung 3: Nationale Unterschiede in der Akzeptanz der Humanevolution (Abbildung nach Miller et al., 2006)

Im Rahmen dieser Arbeit werden – wegen ihrer Verbreitung in Europa und der inhaltlichen Unterschiede – zwei Formen kreationistischer Überzeugungen in den Blick genommen: der Junge-Erde-Kreationismus und der *Intelligent Design*-Kreationismus (genauer siehe PUBLIKATION 2). Kreationistische Überzeugungen werden dabei explizit von den zuvor definierten Einstellungen unterschieden, weil sich diese nicht uneingeschränkt aus den Einstellungen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen erschließen lassen. Dies gilt insbesondere für den *Intelligent Design*-Kreationismus, weil dieser nicht auf die Schöpfungserzählungen Bezug nimmt. Desweiteren sollten Anhänger des Junge-Erde-Kreationismus zwar negative Einstellungen zur Evolutionstheorie und positive Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen besitzen. Für eine eindeutige Charakterisierung als kreationistisch fehlt bei dieser Einstellungskombination aber die wörtliche Lesart der Bibel als wichtiges Merkmal für Kreationismus, denn aus einer Skepsis gegenüber der Evolutionstheorie lässt sich nicht notwendigerweise auf die wörtliche Interpretation der Bibel schließen, weil auch andere Ursachen wie z.B. Verständnisdefizite für eine Ablehnung ursächlich sein können (genauer siehe PUBLIKATIONEN 1 und 4).

### **2.1.5 Szientistische Überzeugungen**

Der Begriff des ‚Szientismus‘ wird in erster Linie in der philosophischen Literatur verwendet. Dort beschreibt Szientismus eine erkenntnistheoretische Position, die den Naturwissenschaften im Vergleich zu anderen Zweigen von Bildung oder Kultur einen zu großen Wert zumisst (Sorell, 1991, p. X). Nach Habermas bezeichnet Szientismus ein Verständnis von Wissenschaft, das andere ebenso legitime Möglichkeiten der Wissensgenese ausschließt (Habermas, 1973, p. 13).<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Neben dem Begriff des ‚Szientismus‘ werden in der Literatur für derartige Überzeugungen zum Teil auch andere Begriffe verwendet, beispielsweise *scientific materialism* (Barbour, 1990), *scientific expansionism* (Stenmark, 2004), *epistemological realism* (Cobern & Loving, 2008) oder auch *atheist materialism* (Scott, 2008). In der religionspädagogischen Literatur existiert zusätzlich der verwandte Begriff der ‚Wissenschaftsgläubigkeit‘, der dort – in Abgrenzung zu Szientismus als philosophische Position – für eine entwicklungsbedingte Neigung von Jugendlichen zu wissenschaftlichen Erklärungen verwendet wird (Angel, 2009b). Verschiedene Autoren haben auf die Problematik eines pejorativen Gebrauchs der Begriffe ‚Szientismus‘ und ‚szientistisch‘ hingewiesen (genauer siehe Schöttler, 2012). Diese Begriffe werden in dieser Arbeit trotz der Kritik verwendet, um an zentrale bestehende Arbeiten anzuknüpfen. Dabei werden die Begriffe in allen Teilen dieser Arbeit zu einer wertfreien Bezeichnung der entsprechenden philosophischen Position und explizit nicht als abwertendes Schimpfwort verwendet.

Dem Philosophen Mikael Stenmark (1997; 2001) zufolge gibt es nicht eine, sondern eine Vielzahl verschiedener Definitionen bzw. Formen von Szientismus. Dabei trifft der Autor die grundsätzliche Unterscheidung zwischen Szientismus innerhalb der akademischen Wissenschaften (*academic-internal*) und Szientismus in der Gesellschaft (*academic-external*). Zur Kategorie *academic-internal* gehören solche Überzeugungen, die zum Ausdruck bringen, dass einige oder alle echten Wissenschaften letztlich auf eine einzige (Natur-) Wissenschaft reduzierbar sind und dass die Methoden der Naturwissenschaften die Methoden anderer Wissenschaften ersetzen können. Zur Kategorie der gesellschaftlich relevanten Formen von Szientismus (*academic-external*) gehören nach Stenmark (2001, p. 134) im Wesentlichen vier weitere Varianten szientistischer Überzeugungen, die er als epistemischen, ontologischen, existentiellen und axiologischen Szientismus klassifiziert. Dabei sei die Befürwortung einer dieser vier Überzeugungen ausreichend, um eine Person als szientistisch zu charakterisieren.

Von den gesellschaftlich relevanten Formen des Szientismus bildet nach Stenmark (2013, p. 2104) der epistemische Szientismus die bekannteste Form. Dazu zählen solche Überzeugungen, die zum Ausdruck bringen, dass die einzige Wirklichkeit, über die wir etwas wissen können, diejenige ist, zu der die Naturwissenschaften Zugang haben, und dass das einzige Wissen, das wir besitzen können, naturwissenschaftliches Wissen ist (Stenmark, 2001). Der sogenannte ontologische Szientismus ist gekennzeichnet durch die Überzeugung, dass die einzig existierende Wirklichkeit diejenige ist, zu der die Naturwissenschaften Zugang haben. Als existentiellen Szientismus bezeichnet Stenmark (2001) die Auffassung, dass die Naturwissenschaften traditionelle Religionen vollständig erklären und ersetzen können. In ähnlicher Weise bezeichnet der axiologische Szientismus die Überzeugung, dass die Naturwissenschaften Moral und Ethik ersetzen können, zumal sie alle moralischen Fragen selbst beantworten bzw. die Moral vollständig erklären können.

Nach Stenmark (2001) sind viele Kombinationen dieser Überzeugungen möglich. Die umfassendste Form des Szientismus, die gewissermaßen alle anderen Formen einschließt, beschreibt er mit dem Begriff des umfassenden Szientismus (*comprehensive scientism*): „In its most ambitious form, scientism can be defined as the view that science has no real boundaries; that is to say, eventually it will answer all empirical, theoretical, practical, moral, and existential questions“ (Stenmark, 2013, p. 2104). Als generelles Merkmal szientistischer Überzeugungen benennt Stenmark (2013, p. 2104) die Idee der Auswei-

tung der Grenzen der Naturwissenschaften im Sinne eines unangemessenen wissenschaftlichen Expansionsdrangs (*scientific expansionism*): „the proponents [of scientism] believe that the boundaries of science (that is, of the natural sciences) can and should be expanded in such a way that what has not previously been understood as amenable to scientific methodology can now be brought within the scope of science“. Darüber wie genau die Grenzen der Naturwissenschaften ausgeweitet werden und welche Gegenstände von den Naturwissenschaften vereinnahmt werden sollten, bestünde allerdings je nach szientistischer Position Uneinigkeit. Manche Befürworter des Szientismus seien dabei ambitionierter als andere. Eine ambitionierte Variante beschreibt der Autor mit folgenden Worten:

Some people seem to think that there are no real limits to the competence of science, no limits to what can be achieved in the name of science. There is no area of human life to which science cannot successfully be applied. A scientific account of anything and everything constitutes the full story of the universe and its inhabitants. Or, if there are limits to the scientific enterprise, the idea is that, at least, science sets the boundaries for what we human beings can ever know about reality. (Stenmark, 2013, pp. 2103–2104)

PUBLIKATION 5 setzt an dieser Stelle an und reflektiert die Bedeutung der Vermittlung von Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften als Möglichkeit des unterrichtlichen Umgangs mit szientistischen Überzeugungen für den Biologieunterricht.

In der Naturwissenschaftsdidaktik ist Szientismus als eine unangemessene Bevorzugung der Naturwissenschaften und ihrer Methodik gegenüber anderen Disziplinen definiert worden (Smith, 2010a, p. 531) oder auch als die Überzeugung, dass die Naturwissenschaften die absolute Wahrheit finden könnten (Smith, 2010b, p. 550). Zeyer (2005, p. 195) kombiniert das Merkmal der Überlegenheit der Naturwissenschaft mit einer Ablehnung klassischer NOS-Aspekte: „Man kann die Position, die sich diesem [NOS-] Konsens verweigert und zusätzlich die intrinsische Überlegenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnis über andere Erkenntnisformen postuliert, als naturwissenschaftlichen Szientismus bezeichnen.“ Cobern (1991) beschreibt Szientismus unter Verweis auf Duschl (1988) als eine autoritäre Sichtweise, in der naturwissenschaftliches Wissen als absolute und unveränderbare Wahrheit dargestellt wird. In ähnlicher Weise wird Szientismus auch in der religionspädagogischen Literatur bezeichnet als die Überzeugung, dass naturwissenschaftliche Methoden und naturwissenschaftliche Theorien absolute Wahrheit erlangen könnten (Astley & Francis, 2010; Fulljames & Francis, 1988).

Die Forschungen zu szientistischen Überzeugungen sind dabei bislang wenig umfangreich. In der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung wird Szientismus überwiegend im Kontext von NOS thematisiert (z.B. Ryan & Aikenhead, 1992; Zeyer, 2005; Zeyer, 2009). Darüber hinaus gibt es auch Erwähnungen im Zusammenhang mit *worldviews* (z.B. Hansson & Lindahl, 2010; Taber, 2013), Pluralismus und kultureller Vielfalt (Cobern & Loving, 2001, 2008) oder mit den sogenannten *science and religions issues* (Reiss, 2008; Taber, 2013). Einzelne Autoren ziehen dabei aus empirischen Studien zu Vorstellungen über NOS Schlussfolgerungen über Szientismus (Aikenhead & Ryan, 1992; Abd-el-Khalick, 2001). Ein gutes Verständnis der Natur der Naturwissenschaften, so die zentrale Argumentation, wirke szientistischen Überzeugungen entgegen (Pigliucci, 2002). Von verschiedenen Autoren wurde zudem die Relevanz szientistischer Überzeugungen für den Evolutionsunterricht betont (z.B. Bayrhuber, 2011; Kattmann, 2012; Kattmann, 2013; Smith, 2010a; Taber, 2013). Neben dem Umgang mit kreationistischen Positionen müsse man sich auch mit szientistischen Positionen auseinandersetzen. Im Rahmen empirischer religionspädagogischer Studien wurden deskriptive Ergebnisse zur Zustimmung oder Ablehnung einzelner szientistischer Überzeugungen berichtet (Rothgangel, 1999, 2009, 2011b) und quantitative Zusammenhänge von szientistischen Überzeugungen mit kreationistischen Überzeugungen, mit Einstellungen zu den Naturwissenschaften und mit Religiosität beschrieben (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 1999a, 2001; Fulljames & Francis, 1988). Teile dieser Arbeit (PUBLIKATIONEN 2 und 3) knüpfen an diese Studien an.

Im Vergleich zu den zuvor charakterisierten Einstellungen und Überzeugungen (vgl. 2.1.2-2.1.4) nehmen szientistische Überzeugungen eine Sonderrolle ein, zumal diese nicht direkt auf die Evolutionstheorie oder die Schöpfungserzählungen Bezug nehmen, sondern auf der übergeordneten Ebene eine Überhöhung der Naturwissenschaften ausdrücken. Entscheidend für den in dieser Arbeit verfolgten mehrdimensionalen Ansatz ist es, dass keine zwingende Verknüpfung zwischen szientistischen Überzeugungen und Einstellungen zur Evolutionstheorie besteht: Zwar sollten Personen mit einer starken Affinität zu szientistischen Überzeugungen eine positive Einstellung zur Evolutionstheorie besitzen. Der Umkehrschluss gilt aber nicht, denn es ist durchaus möglich, positive Einstellungen zur Evolutionstheorie zu haben, ohne die Naturwissenschaften im Vergleich zu anderen Disziplinen aufzuwerten (vgl. die eingangs bereits zitierten Positionen von F. Ayala [2012] oder S. J. Gould [1997]). Daher bilden szientistische Überzeugungen die vierte Dimension

---

des in dieser Arbeit verfolgten mehrdimensionalen Ansatzes und werden in der Hauptstudie unabhängig von den bisher beschriebenen Konstrukten in die Modellierung der Einstellungen eingespeist (vgl. PUBLIKATION 4).

## **2.2 „Evolution und Schöpfung“ als historisches Berührungsfeld von Naturwissenschaft und Theologie<sup>5</sup>**

Das bereits eingangs referierte Zitat des Theologen Guido Hunze (2002, p. 95) bringt in kondensierter Form die Relevanz des Themas „Evolution und Schöpfung“ auf den Punkt.

Das Thema ‘Schöpfung – Evolution’ als historisches Berührungsfeld von Naturwissenschaft und Theologie fordert eine Positionierung beider Wissenschaftsbereiche. Was haben sie sich zu sagen? Wie verhalten sich Gegenstandsbereiche, Begriffe, Methoden und die gewonnenen Erkenntnisse zueinander? Die Gefahr der Grenzüberschreitungen ist groß.

Das Thema lässt sich demnach nicht zufriedenstellend klären, ohne exemplarisch eine Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Theologie zu vollziehen. Dazu ist Wissen über Gegenstandsbereiche, Begriffe, Methoden und Erkenntnisse notwendig. In ähnlicher Weise argumentiert der bereits zum Szientismus zitierte Philosoph Mikael Stenmark (2004, p. 13), demzufolge es kaum möglich ist, das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion angemessen zu klären, ohne zu berücksichtigen, dass Naturwissenschaften und Religion verschiedene Gegenstandsbereiche (theoretische Dimension) und verschiedene Ziele (teleologische Dimension) besitzen, dass beide Disziplinen unterschiedliche Erkenntnisweisen aufweisen (epistemologische Dimension) und dass beide sozial eingebettet sind (soziale Dimension). In der Naturwissenschaftsdidaktik werden derartige Aspekte in Bezug auf die Naturwissenschaft als Verständnis der Natur der Naturwissenschaft bezeichnet und untersucht. Anknüpfend an diese Argumentation werden daher im Rahmen dieser Arbeit in der erweiterten Modellierung (vgl. PUBLIKATIONEN 3 und 4) die Verhältnis-

---

<sup>5</sup> In der Literatur wird – von Autor zu Autor unterschiedlich – entweder vom Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion (z.B. Stenmark, 2004) oder vom Verhältnis von Naturwissenschaft und Theologie (z.B. Hunze, 2002) gesprochen. Bei einzelnen Autoren werden die Begriffe sehr bewusst verwendet und mit inhaltlicher Bedeutung besetzt (z.B. Reiss, 2008), bei den meisten Autoren wird aber einerseits vom Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion gesprochen, zur Unterscheidung der möglichen Verhältnisbestimmungen werden aber andererseits fast ausschließlich Argumente verwendet, die sich auf die Theologie und nicht auf die Religion beziehen (z.B. Barbour, 1990). In den einleitenden Teilen dieser Arbeit werden die Begrifflichkeiten der jeweiligen Autoren beibehalten. In den empirischen Teilen wird hingegen zur Vereinheitlichung durchgängig von Naturwissenschaft und Theologie gesprochen.

bestimmungen der SchülerInnen in Bezug auf Naturwissenschaft und Theologie, das Verständnis der Natur der Naturwissenschaften und das Verständnis der Natur der christlichen Theologie mit einbezogen.

Dabei liegen der vorliegenden Arbeit drei grundlegende Prämissen zugrunde. Erstens werden in dieser Arbeit Naturwissenschaften und Theologie als prinzipiell gleichwertige, aber nicht gleichartige Formen der Rationalität betrachtet (genauer 2.2.1). Zweitens wird davon ausgegangen, dass es verschiedene Möglichkeiten der Verhältnisbestimmung zwischen Naturwissenschaft und Theologie gibt, wobei ein Konflikt zwischen Naturwissenschaften und Theologie nicht notwendig ist (genauer 2.2.2). Drittens wird argumentiert, dass zur Vermeidung einer solchen Konfliktwahrnehmung ein grundlegendes Verständnis der Natur der Naturwissenschaften und der Natur der christlichen Theologie wichtige Voraussetzungen sind (genauer 2.2.3 und 2.2.4).

### **2.2.1 Die Bildungskonzeption der Modi der Weltbegegnung als Forschungsrahmen**

Den normativ-bildungstheoretischen Rahmen der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Forschungen bildet das Konzept der Modi der Weltbegegnung nach Jürgen Baumert (2002). Danach wird eine umfassende und differenzierte Bildung erst dann möglich, wenn verschiedene Modi der Weltbegegnung voneinander unterschieden, aber eben auch aufeinander bezogen werden können (EKD, 2010). Nach Baumert (2002, pp. 106–107) verbergen sich hinter dem Begriff der Modi der Weltbegegnung unterschiedliche Formen der Rationalität: „Die unterschiedlichen Rationalitätsformen eröffnen jeweils eigene Horizonte des Weltverstehens, die für Bildung grundlegend und nicht wechselseitig austauschbar sind. Schulen moderner Gesellschaften institutionalisieren die reflexive Begegnung mit jeder dieser unterschiedlichen Rationalitätsformen“.

Dabei unterscheidet Baumert (2002) vier grundsätzlich verschiedene Rationalitätsformen (vgl. Abbildung 4): 1. die Modellierung der Welt durch Mathematik und Naturwissenschaften (kognitiv-instrumentelle Rationalität), 2. die Begegnung und Gestaltung durch Sprache, Literatur, Musik, Malerei und Bildende Kunst (ästhetisch-expressive Rationalität), 3. die Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft in Geschichte, Ökonomie, Politik und Recht (normativ-evaluative Rationalität), sowie 4. eine Beantwortung der Fragen nach dem Woher, Wohin und Wozu des menschlichen Lebens durch Religion und Philosophie (konstitutive Rationalität).



**Abbildung 4: Modi der Weltbegegnung (eigene Darstellung basierend auf Baumert, 2002)**

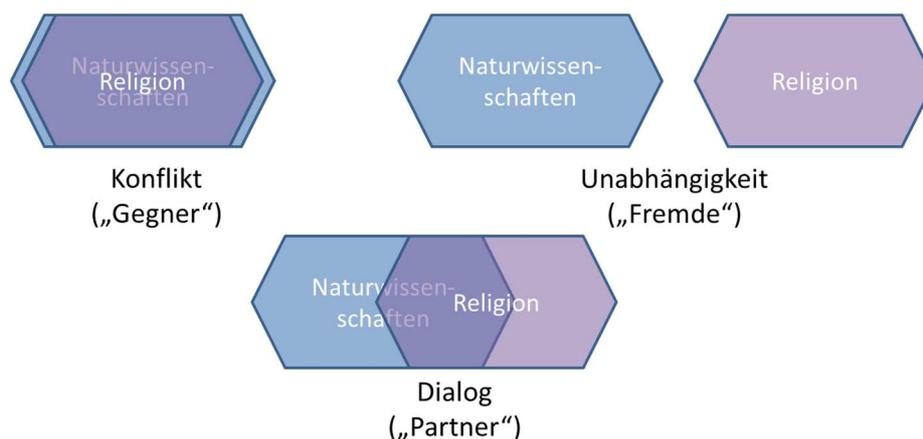
Ausgehend von diesem Bildungsverständnis werden in dieser Arbeit Naturwissenschaften und Theologie als prinzipiell gleichwertige Formen der Rationalität betrachtet. Dabei beschäftigen sich beide Disziplinen im Falle der Entstehung und Entwicklung des Lebens auf der Erde nur anscheinend mit dem gleichen Gegenstand, zumal sie diesbezüglich fundamental unterschiedliche Fragen stellen und beantworten. Während es den Naturwissenschaften – im Rahmen des methodischen Naturalismus – um eine Beschreibung und Erklärung der Entstehung und Entwicklung der Arten geht, deutet die christliche Theologie das Anfangsgeschehen als den Beginn einer Beziehung zwischen Gott, Welt und Mensch (EKD, 2010; Hunze, 2009; Ritter, 1999).

### **2.2.2 Möglichkeiten der Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Religion**

Ein vermeintlicher Konflikt zwischen Naturwissenschaft und Religion beschäftigt die Gelehrten bereits seit Jahrhunderten. Der „Fall Galilei“ und der in dieser Arbeit betrachtete Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ sind berühmte historische Beispiele, an denen ein solcher Konflikt offen zutage tritt. Der vermeintliche Konflikt hat an Aktualität nichts verloren und ist im Rahmen der Evolution-Schöpfung-Kontroverse in den Medien weiter präsent. Dort argumentieren Kreationisten (z.B. Vertreter der kreationistischen Organisationen des *Institute for Creation Research* oder der *Creation Research Society* in den USA, der Studiengemeinschaft Wort und Wissen in Deutschland oder von ProGenesis in der Schweiz) wie Szientisten (z.B. Dawkins, 2006; Dawkins, 2009; Kutschera, 2006) regelmäßig für die Überlegenheit der religiösen respektive der naturwissenschaftlichen Sichtweise. Gleichzeitig haben sich viele namhafte TheologInnen, PhilosophInnen und

NaturwissenschaftlerInnen bemüht, Möglichkeiten der Vereinbarkeit von Naturwissenschaft und Religion aufzuzeigen (z.B. Ayala, 2012; Barbour, 1990; Barth, 1975; EKD, 2010; Gould, 1997).

In der philosophischen Literatur gibt es verschiedene Klassifikationen der Möglichkeiten der Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Religion (aktuelles Review bei Yasri, Arthur, Smith, & Mancy, 2013). Die einflussreiche Klassifikation von Ian G. Barbour (1990) fasst die Vielfalt möglicher Positionen zu folgenden vier Kategorien zusammen: 1. Konflikt, 2. Unabhängigkeit, 3. Dialog und 4. Integration. Kreationismus und Szientismus sind klassische Beispiele für die ‚Konflikt‘-Kategorie, wobei im ersten Fall die Religion und im zweiten Fall die Naturwissenschaft als vermeintlicher Gewinner hervorgeht. Die anderen drei Kategorien beschreiben verschiedene Versuche der Vereinbarung von Naturwissenschaft und Religion, wobei ‚Unabhängigkeit‘ in erster Linie auf eine Komplementarität der Disziplinen aufgrund unterschiedlicher Gegenstandsbereiche, Methoden und Fachsprachen zurückgeführt wird, während die Kategorie ‚Dialog‘ methodologische Parallelen und Grenzfragen in den Mittelpunkt rückt und ‚Integration‘ auf die Integration von Wissen aus der einen Disziplin in die andere fokussiert. Zuweilen werden letztere beiden Varianten auch zusammengefasst (z.B. Hunze, 2007; Seckler, 1998; vgl. Abbildung 5), so dass sich wie in dem Buchtitel „Naturwissenschaft trifft Religion. Gegner, Fremde, Partner?“ (Barbour, 2010) drei Varianten ergeben (vgl. Abbildung 5).



**Abbildung 5: Verhältnismodelle von Naturwissenschaft und Religion (eigene Darstellung basierend auf Hunze [2007], Seckler [1998], Barbour [2010])**

Im Bereich der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung haben in jüngerer Vergangenheit verschiedene Autoren über die bestehende Vielfalt an Positionen zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion und deren Bedeutung für die Vermittlung von Evolution

reflektiert (z.B. Billingsley, 2013; Reiss, 2013; Taber, 2013). Den Überlegungen liegen unterschiedliche vorwiegend qualitative Studien zugrunde, die Hinweise auf eine zugrundeliegende Vielfalt an Überzeugungen bei Studenten (Brickhouse, Dagher, Letts, & Shipman, 2000; Hokayem & BouJaoude, 2008; Roth & Alexander, 1997; Shipman, Brickhouse, Dagher, & Letts, 2002; Winslow, Staver, & Scharmann, 2011), Geistlichen (Colburn & Henriques, 2006), WissenschaftlerInnen (Ecklund, 2010) sowie SchülerInnen liefern (Hanley, Bennett, & Ratcliffe, 2014; Taber, Billingsley, Riga, & Newdick, 2011). Die Vielfalt an Positionen bei SchülerInnen beschreiben beispielsweise Taber und Kollegen (Taber et al., 2011) durch folgende fünf Kategorien: 1. *giving religion precedence*, 2. *being open to science supporting faith*, 3. *compartmentalizing science and religion*, 4. *using multiple frameworks*, 5. *choosing science over religion*. Ein zweites aktuelles Beispiel einer Typologie von Schüler-Positionen liefern Hanley und Kollegen (Hanley et al., 2014) mit einem besonderen Fokus auf das „Engagement“ der SchülerInnen in Bezug auf wissenschaftliche Erklärungen für den Ursprung des Universums und des Lebens auf der Erde. Die Autoren beschreiben die SchülerInnen als ablehnend (*resistors*), wenn diese sich weigern sich mit einem Konzept (i.d.R. den wissenschaftlichen Belegen) auseinanderzusetzen, als vereinbarend (*reconciled*), wenn sie religiöse Überzeugungen und wissenschaftliche Belege in Einklang bringen, als offen (*explorers*), wenn sie sich vorbehaltlos auf das Thema einlassen, und als verwirrt (*confused*), wenn sie unentschlossen sind oder sich mit dem Thema noch nicht ausreichend beschäftigt haben. Weitere Beispiele für individuelle Strategien der Vereinbarung, d.h. der Auflösung eines vermeintlichen Konflikts, finden sich in verschiedenen Studien mit Studenten und Lehrern (z.B. Hokayem & BouJaoude, 2008; Meadows, Doster, & Jackson, 2000; Roth & Alexander, 1997). Mehrere Studien aus dem Bereich *evolution education* nehmen zudem den Zusammenhang zwischen einem wahrgenommenen Konflikt zwischen Naturwissenschaft und Religion und der Akzeptanz der Evolutionstheorie in den Blick (Dagher & BouJaoude, 1997; Lombrozo, Thanukos, & Weisberg, 2008; Nadelson & Sinatra, 2009). Zusammengenommen liefern diese Studien Anhaltspunkte für eine grundsätzliche Vielfalt an Positionen bezogen auf das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion. Hier setzt PUBLIKATION 4 dieser Arbeit an und liefert eine Beschreibung und Quantifizierung der Vielfalt an Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ als einen Kristallisationspunkt des Aufeinandertreffens von Naturwissenschaft und Religion.

### 2.2.3 Das Verständnis der Natur der Naturwissenschaften (NOS)

In der Naturwissenschaftsdidaktik wird Wissen über die Naturwissenschaften mit dem bereits erwähnten Begriff *nature of science* (NOS; dt. Natur der Naturwissenschaften) bezeichnet. Dabei verweist der Begriff *nature of science* auf ein Verständnis soziokultureller, epistemologischer und methodischer Aspekte der Naturwissenschaften (Lederman, 1992; McComas & Olson, 1998; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003) und insbesondere auf die zentralen Werte und Annahmen, die hinter naturwissenschaftlichem Wissen und seiner Entwicklung stehen (Lederman, 1992). In ihren einflussreichen Arbeiten charakterisieren Lederman und Kollegen (z.B. Lederman & Abd-El-Khalick, 1998) NOS als ein Bündel verschiedener Überzeugungen, die zum Ausdruck bringen, dass naturwissenschaftliches Wissen vorläufig und veränderbar aber dennoch verlässlich ist, auf Empirie basiert, subjektiv und theoriegeladen ist, ein Produkt menschlicher Kreativität ist, soziokulturell eingebettet in die Gesellschaft zu verstehen ist, und durch die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung sowie zwischen wissenschaftlichen Theorien und Gesetzen geprägt ist. Solch ein Bündel an Merkmalen ist ein Beispiel für sogenannte Consensus-Listen-Ansätze. Moderne Ansätze (Dagher & Erduran, 2016; Erduran & Dagher, 2014; Irzik & Nola, 2011) bauen auf derartigen Listen auf, beschreiben NOS aber nicht mehr als gemeinsame Merkmale aller Naturwissenschaften, sondern vielmehr über Ähnlichkeiten und Unterschiede in verschiedenen Kategorien, die als Familienähnlichkeiten (*family resemblance*) bezeichnet werden.

Für das Thema Evolution werden drei Aspekte von NOS für besonders relevant gehalten: 1) der epistemologische Status einer Theorie (*nature of theories*), 2) die Art und Vielfalt naturwissenschaftlicher Belege (*nature of evidence*) sowie 3) die Vielfalt naturwissenschaftlicher Methoden (*nature of methods*) (Smith, 2010a; Smith, 2010b). Dabei wird dem epistemologischen Status der Evolutionstheorie (*nature of theories*) innerhalb der Literatur besondere Aufmerksamkeit gewidmet, zumal nicht nur eine, sondern sogar zwei gegensätzliche nichtwissenschaftliche Vorstellungen beschrieben wurden: Auf der einen Seite belegen verschiedene Studien, dass manche SchülerInnen und StudentInnen die Evolutionstheorie für eine unveränderliche Tatsachenaussage halten, zumal sie diese als „bewiesene“ Hypothese verstehen, die beim Vorliegen weiterer Belege zu einem Gesetz würde (Cavallo & McCall, 2008, p. 522). Auf der anderen Seite ist auch die gegensätzliche Vorstellung, Evolution sei unsicher und „nur eine Theorie“, relativ verbreitet (Dagher & BouJaoude, 2005). Diese Einschätzung steht häufig in einem engen Zusammenhang mit der Überzeugung, der Evolutionstheorie mangle es an Belegen und an „harten Fakten“

(*nature of evidence*) (Dagher & BouJaoude, 2005; Downie & Barron, 2000) sowie an einer direkten Überprüfungen in Form von Laborexperimenten (*nature of methods*) (Smith, 2010a, p. 530).

Es gibt drei zentrale Begründungen dafür, dass das Verständnis von NOS eine Schlüsselrolle für das Verständnis und die Akzeptanz der Evolutionstheorie spielt. Erstens wird argumentiert, dass Wissen über NOS die Unterscheidung von naturwissenschaftlichem Wissen und religiösen Überzeugungen ermögliche und so eine persönliche Verhältnisbestimmung zwischen Naturwissenschaften und Religion unterstütze (Sinatra, Southerland, McConaughy, & Demastes, 2003). Eine Kenntnis von Kriterien für empirische Wissenschaften ermögliche zweitens eine Unterscheidung zwischen Wissenschaften und Pseudowissenschaften und beuge dadurch einer Verbreitung von kreationistischen Positionen vor (Lombrozo et al., 2008; Sinatra et al., 2003). Zum Beispiel könnten Personen mit einem differenzierten NOS-Verständnis erkennen, warum Erklärungen von Kreationisten und ID-Anhängern nicht als wissenschaftliche Erklärungen gelten können, weil sie insbesondere den methodischen Naturalismus – also die grundsätzliche Beschränkung naturwissenschaftlicher Erklärungen auf natürliche Ursachen – nicht berücksichtigten und daher nicht als wissenschaftlich gelten könnten. Als dritte zentrale Bedeutung der Vermittlung von Wissen über NOS für den Kontext Evolution wird ein direkter positiver Effekt eines differenzierten Verständnisses des erkenntnistheoretischen Status der Evolutionstheorie genannt (Sinatra et al., 2003). Nur wenn man diesen kenne und ein Theorieverständnis jenseits von dem einer alltäglichen Vermutung besitze, sei eine wirkliche Akzeptanz der Evolutionstheorie möglich. Andere Autoren sehen hingegen einen weniger direkten Einfluss, sondern argumentieren, dass Wissen über Naturwissenschaften nicht direkt die Akzeptanz der Evolutionstheorie fördere, sondern in einem präventiven Effekt eine Ablehnung verhindere (Lombrozo et al., 2008).

Der Einfluss eines angemessenen Verständnisses von NOS auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie ist von verschiedenen Autoren empirisch untersucht worden. Die empirischen Ergebnisse sind allerdings gemischt und wurden als uneindeutig und widersprüchlich beschrieben (Graf & Soran, 2011; Hammann & Asshoff, 2011). So wurden in quantitativen Untersuchungen korrelative Zusammenhänge in sehr unterschiedlicher Höhe gefunden: Einige Studien fanden mittlere bis hohe positive Zusammenhänge bei US-amerikanischen Lehrkräften (Rutledge & Warden, 2000; Trani, 2004), andere geringe positive Zusammenhänge bei US-amerikanischen Studenten oder Schülern (Cavallo & McCall, 2008;

Lombrozo et al., 2008; Sinatra et al., 2003), noch andere konnten keine signifikanten Zusammenhänge bei türkischen Studenten feststellen (Deniz, Donnelly, & Yilmaz, 2008). Qualitative Studien deuten darauf hin, dass nicht nur ein geringes, sondern insbesondere ein mittelmäßiges NOS-Verständnis ein Grund für eine Ablehnung der Evolutionstheorie sein kann (Dagher & BouJaoude, 1997, 2005).

#### **2.2.4 Das Verständnis der Natur der Theologie (NOTh)<sup>6</sup>**

Nach den Argumentationen von Hunze (2002) und Stenmark (2004) ist für eine angemessene Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Theologie neben Wissen über die Naturwissenschaften auch Wissen über die christliche Theologie nötig (vgl. 2.2).<sup>7</sup> Daher wird in dieser Arbeit neben der Natur der Naturwissenschaften (NOS) auch die Natur der christlichen Theologie (*nature of theology*, NOTh) in den Blick genommen. Dabei wird NOTh konzeptualisiert als Gegenstandsbereich der Theologie, deren Methodik und Epistemologie, sowie deren spezifische Grenzen. Nach Hunze (2002) lässt sich der Gegenstandsbereich der christlichen Theologie umreißen als die Suche nach Gott in seiner Beziehung zu den Menschen und zur Natur. Jung (2004) betont, dass eine der zentralen Fragen der Theologie die Frage nach den Folgerungen aus Geschichte und Gegenwart für die Zukunft des Christentums sei. Nach Baumert (2002) beantwortet die Theologie als Form konstitutiver Rationalität die Fragen nach dem Woher, Wohin und Wozu des menschlichen Lebens. Wichtige Methoden der Theologie basieren auf der Analyse und

---

<sup>6</sup> In dieser Arbeit werden sowohl die Akronyme NOT als auch NOTh als Abkürzungen von *nature of theology* verwendet, zumal nach Publikation der ersten Studien das kürzere Akronym NOT in den Studien von Heap und France (2013) mit einer abweichenden Bedeutung für *nature of technology* verwendet wurde. Zur eindeutigen Kennzeichnung in der internationalen Literatur wurde daher in der Folge das Akronym NOTh verwandt.

<sup>7</sup> Zumal es große Unterschiede in den Theologien verschiedener Religionen gibt, wurden in dieser Arbeit – in einem ersten Zugang zu NOTh – nur die theologischen Grundpositionen der großen christlichen Kirchen in Deutschland berücksichtigt, wie sie von katholischer Seite durch die Deutsche Bischofskonferenz und von protestantischer Seite durch die Evangelische Kirche Deutschlands (EKD) vertreten werden. Gründe für die Berücksichtigung dieser Konfessionen liegen in der spezifischen konfessionellen Situation in Deutschland, die sich etwas vereinfacht beschreiben lässt als ein Drittel Katholiken, ein Drittel Protestanten und ein Drittel Konfessionslose (fowid, 2014). Mit der Zusammenfassung katholischer und protestantischer Theologie sollen keinesfalls existierende theologische Unterschiede (wie z.B. in der Heiligenverehrung oder im Marienkult) missachtet werden. In Bezug auf sozio-kulturelle, epistemologische und methodologische Aspekte spielen diese aber – so die hier vertretende These – eine untergeordnete Rolle.

Interpretation biblischer Texte sowie anderer christlicher Quellen (Jung, 2004). Im Gegensatz zur fundamentalistischen Bibelauslegung, die davon ausgeht, dass der Text der Bibel unmittelbar von Gott inspiriert wurde und daher als wortwörtlich wahr anzusehen ist (siehe 2.1.4), besitzt die historisch-kritische Bibelexegese – neben zahlreichen weiteren Methoden der Bibelauslegung – eine herausragende Bedeutung für die moderne Theologie (Arnoldshainer Konferenz, 1992). Eine zentrale Grenze der Theologie ist in der Transzendenz Gottes begründet (Scheffczyk, 1979, p. 322). Nur wenn Gott sich offenbare, seien theologische Aussagen überhaupt möglich (Barbour, 2010, p. 32).

Diese Konzeptualisierung von NOTh unterscheidet sich von dem verwandten Konstrukt *nature of religion* (NOR), das von dem britischen Naturwissenschaftsdidaktiker Michael Reiss (2009b) verwendet wird, insofern als sich NOTh auf die christliche Theologie als wissenschaftliche Disziplin bezieht, während NOR versucht, konfessionsunabhängige Eigenschaften von Religionen zu beschreiben und dabei insbesondere die individuelle Dimension von Religion in den Blick zu nehmen (darunter praktische und rituelle Aspekte ebenso wie erfahrungsbezogene und emotionale Aspekte). Da nach obiger Argumentation insbesondere sozio-kulturelle, epistemologische und methodologische Aspekte für eine Verhältnisbestimmung von Bedeutung sind (vgl. Hunze, 2002; Stenmark, 2004), wird in dieser Arbeit NOTh in Abgrenzung zu NOR verwendet, zumal bei NOR wegen der breiteren Ausrichtung eben diese Aspekte von Theologie als wissenschaftliche Disziplin keine tragende Rolle spielen.

Warum aber sollte ein Verständnis von NOTh für Einstellungen im Kontext „Evolution und Schöpfung“ wichtig sein? Zum einen, weil ein fehlendes Verständnis der historisch-kritischen Exegese einer wörtlichen Auslegung der Bibel und damit einer fundamentalistischen Überhöhung im Sinne kreationistischer Überzeugungen den Weg bereiten kann. Zum anderen, weil auch umgekehrt eine unnötige kategorische Ablehnung der Schöpfungserzählungen die Folge sein kann, wobei szientistische Überzeugungen wie die Aussage „Die Naturwissenschaften widerlegen die Bibel/die Schöpfungserzählung“ zum Tragen kommen (vgl. Rothgangel, 2011b).

### **3. Zielsetzung der Arbeit und Forschungsschwerpunkte**

#### **3.1 Einbettung in das Kooperationsprojekt „Einstellungen und Unterricht zum Themenkomplex ‚Evolution und Schöpfung‘“**

Teile dieser Arbeit entstanden im Rahmen des von der Erhardt Friedrich Stiftung geförderten Kooperationsprojekts "Einstellungen und Unterricht zum Themenkomplex ‚Evolution und Schöpfung‘" (07/2010-06/2012). In Kooperation mit Mitarbeitern des Instituts für Religionspädagogik der Evangelisch-Theologischen Fakultät der Universität Wien (Elisabeth Oberleitner, Martin Rothgangel) wurde ein koordiniertes Design quantitativer und qualitativer Erhebungsinstrumente erarbeitet, das auf eine Triangulation ausgewählter Daten ausgerichtet war. Ziel des Kooperationsprojekts war es, zur Klärung der folgenden Forschungsfragen beizutragen:

- 1. Welche Einstellungen besitzen deutsche SchülerInnen gegenüber dem Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ und wie begründen sie diese?*
- 2. Wie groß ist der Anteil deutscher SchülerInnen, die kreationistische oder szientistische Einstellungen besitzen und wie begründen sie diese?*
- 3. Welche Faktoren bedingen Einstellungen von SchülerInnen zum Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“?*

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden im quantitativen biologiedidaktischen Teilprojekt stichprobenbeschreibende Aussagen angestrebt, während im qualitativen religionspädagogischen Teilprojekt ein Fokus auf die exploratorische Erkundung von Begründungen seitens der SchülerInnen gelegt wurde.

#### **3.2 Zielsetzung**

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit besteht in einer Charakterisierung der Einstellungen deutscher SchülerInnen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“, die so angelegt ist, dass sie Raum für Vielfalt lässt. In den einleitenden Kapiteln ist dargestellt worden, dass es zwar einzelne Hinweise auf eine bestehende Vielfalt von Positionen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ gibt (2.2.2), dass aber das Hauptaugenmerk der bisherigen naturwissenschaftsdidaktischen Forschung auf der Akzeptanz bzw. auf der kreationistischen Ablehnung der Evolutionstheorie lag (2.1.2, 2.1.4) und dass die Vielfalt an Positionen im Allgemeinen (2.2.2) und szientistische Positionen im Speziellen (2.1.5) noch kaum systematisch untersucht worden sind.

In den einzelnen Teilkapiteln (2.1.2-2.1.5) ist argumentiert worden, dass es für die Beschreibung von Vielfalt im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ gewinnbringend sein sollte, vier Konstrukte unabhängig voneinander in eine Modellierung von Einstellungen mit einzubeziehen. Daher wird in dieser Arbeit der Versuch unternommen, durch eine mehrdimensionale Charakterisierung von Einstellungen auf der Basis dieser vier Konstrukte ein umfassenderes Bild möglicher Einstellungsprofile im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ zu zeichnen und erste Ansatzpunkte für deren unterrichtliche Berücksichtigung zu reflektieren.

### **3.3 Forschungsschwerpunkte**

Im Hauptteil dieser Arbeit werden fünf separate Publikationen vorgestellt, die zu dieser Zielsetzung beitragen. Die Publikationen lassen sich vier verschiedenen Forschungsschwerpunkten zuordnen: Zunächst erfolgten theoretische und messtheoretische Klärungen (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1). Darauf folgte die Entwicklung, Erprobung und Validierung von Instrumenten (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2), welche in die mehrdimensionale Charakterisierung von Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ mündete (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3). Reflexionen zur unterrichtlichen Berücksichtigung der Ergebnisse der mehrdimensionalen Modellierung am Beispiel des „Szientismus“ runden die Arbeit ab (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4).

#### **3.3.1 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1: Theoretische und messtheoretische Klärungen**

Der für das vorliegende Forschungsvorhaben grundlegende Artikel „Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen“ (PUBLIKATION 1) analysiert bestehende theoretische und empirische Ansätze zu Einstellungen zur Evolutionstheorie ausgehend von psychologischen Theorien und Modellen der Einstellungsforschung. Diese Studie bildet das Fundament des gesamten Forschungsvorhabens, indem Einstellungen, Überzeugungen und Vorstellungen theoretisch voneinander abgegrenzt und damit ein Beitrag zur Klärung des Akzeptanzkonstrukts geleistet wird. Die zentrale Fragestellung der Studie lautet, welches psychologische Konstrukt hinter der Akzeptanz der Evolutionstheorie steht. Die Kernaussage, welche entwickelt und begründet wird, lautet: Es ist sinnvoll, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als eine mehrdimensionale Einstellung aufzufassen. Erträge dieser theoretischen Klärungen werden am Beispiel bisher widersprüchlicher empirischer Zusammenhänge zwischen der Akzeptanz und dem Verständnis der Evolutionstheorie verdeutlicht. Darüber hinaus werden messtheoretische

Konsequenzen für die Erfassung der Akzeptanz als Einstellung formuliert sowie didaktische Konsequenzen einer sozialpsychologischen Sicht auf Einstellungen zur Evolutionstheorie aufgezeigt. Als zentrale Forschungsdesiderate ergeben sich die Notwendigkeit einer stärkeren theoretischen Fundierung der Forschung zu Einstellungen zur Evolutionstheorie und die theoriegeleitete Entwicklung von Erhebungsinstrumenten, die stärker zwischen Einstellungen und Wissen differenzieren.

### **3.3.2 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2: Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten**

Aufbauend auf den theoretischen und messtheoretischen Klärungen beschreibt PUBLIKATION 2 exemplarisch die theoriegeleitete „Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten für kreationistische und szientistische Überzeugungen“. Auf der Basis einer schriftlichen Befragung von 222 SchülerInnen (Gymnasium) werden Ergebnisse der Entwicklung und Erprobung der Instrumente für kreationistische und szientistische Überzeugungen vorgestellt. Inhaltlich wird dabei für eine Fokussierung auf zwei „Spielarten“ kreationistischer Überzeugungen – Junge-Erde-Kreationismus und *Intelligent Design* – argumentiert sowie eine Szientismus-Operationalisierung in Anlehnung an Stenmark (2001) begründet. Zentrale Gütekriterien werden auf der Basis psychometrischer Skalenskennwerte (Schwierigkeit, Trennschärfe, Reliabilität) und Validitätsargumenten (konvergente, diskriminante, faktorielle Validität) diskutiert.

Als vorläufige Antwort auf die Fragestellung des zugrundeliegenden Projekts (vgl. 3.1), wie groß der Anteil deutscher SchülerInnen mit kreationistischen oder szientistischer Überzeugungen ist, zeichnet sich ab, dass zumindest in dieser Stichprobe deutscher SchülerInnen kreationistische und szientistische Überzeugungen – gemessen an den Skalenmittelwerten – nur eine geringe Verbreitung haben. Dieser Befund ist insofern für die weiteren Studien von Bedeutung, als dass er die Notwendigkeit unterstreicht, neben den Extrempositionen auch die Vielfalt zwischen den Extremen in den Blick zu nehmen.

Der Artikel „Einstellungen Jugendlicher zu Schöpfung und Evolution“ (PUBLIKATION 3) beschreibt die Ergebnisse der Triangulation exemplarischer Ergebnisse der quantitativen biologiedidaktischen und der qualitativen religionspädagogischen Pilotstudien (von Elisabeth Oberleitner und Martin Rothgangel). Im Ergebnis liefern sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Analysen Hinweise darauf, dass die Einstellungen zur Evolutionstheorie positiver sind als diejenigen zu den Schöpfungserzählungen.

Der Ertrag für den quantitativen Ansatz besteht darin, dass die qualitativen Analysen punktuelle Rückschlüsse auf die Validität der eingesetzten quantitativen Methoden ermöglichen. So lassen sich verschiedene Entscheidungen bezogen auf die quantitativen Erhebungsinstrumente durch die qualitativen Ergebnisse rechtfertigen (z.B. der Fokus auf die kognitiven und affektiven Anteile von Einstellungen und die zentrale Berücksichtigung der Emotionskategorien „Interesse“ und „Faszination“).

Über die Triangulation hinausgehend liefern die quantitativen Analysen dieser Publikation Hinweise darauf, dass SchülerInnen dieser Studie (n = 227, Gymnasium), die nicht zu kreationistischen oder szientistischen Überzeugungen neigen, durchaus in der Lage sind, positive Einstellungen sowohl zu den Schöpfungserzählungen als auch zur Evolutionstheorie zu kombinieren. Statistisch drückt sich dies durch einen negativen korrelativen Zusammenhang zwischen Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen aus, der sich mittels Partialkorrelation auf kreationistische und szientistische Überzeugungen zurückführen ließ. Als Schlussfolgerung ergab sich insbesondere, dass es im Datensatz auch vereinbarende Positionen gibt, die es bei der Beschreibung von Vielfalt zu berücksichtigen gilt.

Genauere Informationen zur theoriegeleiteten Operationalisierung und zur Validierung der Skalen für Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen werden darüber hinausgehend in PUBLIKATION 4 berichtet. Auch für diese Skalen werden zentrale Gütekriterien auf der Basis psychometrischer Kennwerte (Trennschärfe, Reliabilität) und verschiedener Validitätsargumente (konvergent, diskriminant) diskutiert.

### **3.3.3 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3: Mehrdimensionale Charakterisierung von Einstellungen**

Der zentrale Schritt der vorliegenden Arbeit liegt in der Erprobung eines mehrdimensionalen Ansatzes zur Beschreibung von Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“. Dabei erfolgt die Umsetzung der in den einleitenden Kapiteln bereits erläuterten entscheidenden Idee, bei der Beschreibung dieser Einstellungen nicht auf ein einzelnes Konstrukt – z.B. auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie – zu fokussieren, sondern eine erweiterte Perspektive einzunehmen und der Modellierung von mehrdimensionalen Einstellungsprofilen die im theoretischen Teil (siehe 2.1) hergeleiteten vier Konstrukte zugrunde zu legen (Einstellungen zur Evolutionstheorie, Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen, kreationistischen Überzeugungen und szientistischen Überzeugungen). In

einem weiteren Schritt werden Gruppen von Schülern mit verschiedenen Einstellungsprofilen in Bezug auf weitere Faktoren charakterisiert.

Die beiden Forschungsfragen dieser Studie lauten:

*F1 Welche Einstellungsprofile besitzen deutsche SchülerInnen basierend auf (1) Einstellungen zur Evolutionstheorie, (2) Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen, (3) kreationistischen Überzeugungen und (4) szientistischen Überzeugungen?*

*F2 Inwieweit unterscheiden sich SchülerInnen mit unterschiedlichen Einstellungsprofilen in Bezug auf die Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Theologie, das Verständnis von NOS und das Verständnis von NOTh?*

PUBLIKATION 4 beschreibt die aus dieser Modellierung hervorgegangenen mehrdimensionalen Einstellungsprofile auf der Basis einer Stichprobe deutscher SchülerInnen (n = 1672, Gymnasium/Gesamtschule). Unter Verwendung der probabilistischen Methodik der Latenten Klassenanalyse werden sieben verschiedene Einstellungsprofile beschrieben. Darunter finden sich zwei extreme Einstellungsprofile, die kreationistischen und szientistischen Positionen zugeordnet werden konnten, sowie fünf weitere Einstellungsprofile. Letztere beschreiben drei Viertel der Stichprobe und zeichnen sich insbesondere in der Vielfalt evolutionsbefürwortender Positionen aus. Die ermittelten Gruppen von SchülerInnen unterschieden sich auch in Bezug auf weitere Variablen, speziell in der Wahrnehmung eines Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Religion, im Verständnis von *nature of science* (NOS) und im Verständnis von *nature of theology* (NOTh). Damit liefern die Ergebnisse Hinweise auf eine bestehende Vielfalt an Einstellungen und werden im Hinblick auf den Umgang mit Vielfalt diskutiert.

#### **3.3.4 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4: Grundlegende Überlegungen zur Berücksichtigung von Szientismus im Biologieunterricht**

Vor dem Hintergrund des Ergebnisses, dass das szientistische Einstellungsprofil in der in PUBLIKATION 4 untersuchten Stichprobe deutscher SchülerInnen mit 21,8% eine vergleichsweise große Verbreitung aufweist, beschäftigt sich PUBLIKATION 5 mit grundlegenden Überlegungen zur Berücksichtigung von Szientismus im Biologieunterricht. Auf der Basis einer systematischen Literaturzusammenstellung zu den Themen „Szientismus“ und „NOS“ wird argumentiert, dass der Aspekt der Grenzen der Naturwissenschaften eine wichtige aber wenig beachtete Dimension von NOS darstellt, die ihre besondere Bedeu-

tung bei der Prävention von bzw. beim unterrichtlichen Umgang mit szientistischen Überzeugungen besitzt. Dabei wird zwischen der Reichweite der Naturwissenschaften und der Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis als zwei Aspekte der Grenzen der Naturwissenschaften unterschieden. Im Mittelpunkt des Artikels stehen Reflexionen über den Zusammenhang zwischen Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften und Bildung durch Biologieunterricht. Ein zentrales Argument lautet, dass eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften bildend wirkt und damit dem Bildungsauftrag des Biologieunterrichts zuträglich ist, weil die gängige naturwissenschaftliche Praxis der Kommunikation von Ergebnissen in den Medien es den SchülerInnen erschwert, die Reichweite der Naturwissenschaften und die Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnisse richtig einzuschätzen.

#### **4. PUBLIKATION 1: Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen**

PUBLIKATION 1: Konnemann, C., Asshoff, R., & Hammann, M. (2012). Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 81-98.

*Eingereicht: 18.08.2011, angenommen: 28.11.2011, erschienen: 24.06.2012.*

*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 (2010a, p. 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 (2010a, p. 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

## **4.1 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. Deniz et al., 2008; Illner, 2000; Ingram & Nelson, 2006; Miller et al., 2006; Rutledge & Warden, 1999). Allerdings wird momentan diskutiert, was unter der „Akzeptanz der Evolutionstheorie“ zu verstehen sei (Smith, 2010a, p. 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, 2010b) auffassen. Es stellt sich daher die grund-

legende 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, 2010a).

## **4.2 Zielsetzungen**

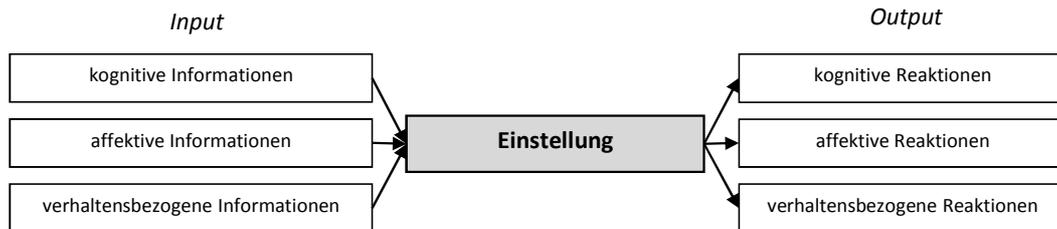
Ziel dieses Beitrags ist es, zu einer theoriegeleiteten Klärung des Akzeptanz-Konstrukts beizutragen. Dazu wird im Folgenden dargestellt, dass es sinnvoll ist, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als eine mehrdimensionale Einstellung aufzufassen. Ausgehend von psychologischen Definitionen der Konstrukte „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.

## **4.3 Theoretische Klärung zentraler Konstrukte**

### **4.3.1 Einstellungen und Überzeugungen in der Sozialpsychologie**

Einstellungen werden in der Sozialpsychologie als zusammenfassende Bewertung eines Einstellungsobjekts verstanden (Maio & Haddock, 2010; Smith & Mackie, 2007). 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).



**Abbildung 6: Dreikomponentenmodell der Einstellung (Eagly & Chaiken, 1993, Abbildung verändert nach Jonas, Stroebe, & Hewstone, M. R. C., 2007b, p. 190)**

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). Dazu zählt insbesondere die Einschätzung von positiven und negativen Eigenschaften eines Einstellungsobjekts (Stürmer, 2009, p. 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, p. 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, p. 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).

#### **4.3.2 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, 2003). 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 4.4).

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).

### 4.3.3 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., 2008; Ingram & Nelson, 2006; Lombrozo et al., 2008; Miller et al., 2006; Nadelson & Sinatra, 2009; Nadelson & Southerland, 2010b; Rutledge & Sadler, 2007; Sinatra et al., 2003). Andere Autoren sprechen von Einstellungen zur Evolution (Apaydin & Sürmeli, 2009; Downie & Barron, 2000; Francis & Greer, 1999a; 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 & Worsnop, 1992; Mazur, 2005; McKeachie, Lin, & Strayer, 2002), von Vorstellungen (*perceptions*: Dagher & BouJaoude, 2005; Hokayem & BouJaoude, 2008; Tollini & White, 2010; Woods & Scharmann, 2001; *conceptions*: Cunningham & Wescott, 2009; Pri-nou, Halkia, & Skordoulis, 2008; Wescott & Cunningham, 2005) oder allgemein von Ansichten über Evolution (*views about evolution*: Dagher & BouJaoude, 1997; Kim & Nehm, 2011; Paz-y-Mino C. & 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, p. 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, 2010b; Sinatra et al., 2003; Smith, 1994; Southerland, Sinatra, & Matthews, 2001). In Übereinstimmung damit unterscheidet Smith (2010a, p. 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., 2008; Ingram & Nelson, 2006; Nadelson & Southerland, 2010b; 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 „Einstellungsitems“ zur Erfassung von Verständnis genutzt, während die „Vorstellungsitems“ als Grundlage zur Formulierung einer Kreationismus-Skala genutzt werden. Inwiefern dieses Vorgehen gerechtfertigt werden kann, wird in Abschnitt 4.5 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 (Strike & Posner, 1992). Das Modell wird auch von Autoren als theoretischer Rahmen genutzt, die Einstellungen als Zielkonstrukte nennen (Graf, 2008; Matthews, 2001). 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 (1999a) und McKeachie et al. (2002). Allerdings werden die Theorien und Modelle nicht auf Einstellungen zur Evolutionstheorie, sondern auf Einstellungen zu den Naturwissenschaften angewandt (Francis & Greer, 1999a) oder lediglich in den didaktischen Schlussfolgerungen benannt (McKeachie et al., 2002).

**4.3.4 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 4.3.1). 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, p. 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, 2010a) 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.

#### **4.4 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, Stroebe, & Hewstone, M. R. C., 2007a). 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 Adjektiv-paare „gut-schlecht“, „fair-unfair“ oder „legal-illegal“ (Haddock & Maio, 2007) 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, p. 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*“ (Shrigley, Koballa, & Simpson, 1988, p. 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, p. 665) betonen daher, dass zur Prüfung der Validität von Einstellungitems 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 4.5 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, Simon, & Collins, 2003). Ein typisches Beispiel liefert der von Francis und Greer (1999b, p. 221) eingesetzte Fragebogen zur Erfassung von Schülereinstellungen zu den Naturwissenschaften, in dem Einstel-

lungen 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. Beispielitems 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.

#### **4.5 Erträge der Klärungen – Akzeptanz und Verständnis im Bereich Evolution**

Die Diskussion und Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Akzeptanz und Verständnis besitzt eine zentrale Stellung innerhalb der Forschung zur Akzeptanz der Evolutionstheorie (Cobern, 2004; Nadelson & Southerland, 2010b; 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. Tabelle 1). Allerdings sind die vorliegenden Ergebnisse uneinheitlich: Einige Studien fanden mittlere bis starke positive Zusammenhänge (z. B. Nadelson & Sinatra, 2009; Nadelson & Southerland, 2010b;

Rutledge & Warden, 2000), 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, 2010a, p. 534). Die Frage, ob sich uneinheitliche Ergebnisse möglicherweise auf unterschiedliche Operationalisierungen zurückführen lassen, wird im folgenden Teil untersucht.

#### **4.5.1 Forschungsüberblick zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis**

In der folgenden Tabelle (Tabelle 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, 2010b) 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-westlichen Kulturkreisen – z. B. bei türkischen (Deniz et al., 2008; Peker, Comert, & Kence, 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 4.3.4 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.

**Tabelle 1: Übersicht über empirische Studien zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie**

Studie	Stichprobe	Zielkonstrukt	Testinstrumente		Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis
			Akzeptanz <i>M (SD)</i> <i>Cronbach's α</i>	Verständnis <i>M (SD)</i> <i>Cronbach's α</i>	
Bishop & Anderson, 1990	Studenten (Biologie, USA, n=110)	„belief in the truthfulness of evolutionary theory“ (415)	<b>Einzelitem</b> (“Do you believe the theory of evolution to be truthful?”)	<b>open-response-Instrument</b> (Bishop & Anderson, 1990) <i>M (SD) n.a.</i> <i>α n.a.</i>	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)	<b>Auswahl-Einzelitem</b> (1. “All forms of life evolved [...]”, ..., 5. “All forms of life were first brought into being [...] by a supreme being or beings.”)	<b>open-response-Instrument</b> (Bishop & Anderson, 1990) <i>M (SD) n.a.</i> <i>α= n.a.</i>	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)	<b>MATE + 2 Items (Likert-Skala)</b> <i>M 66,66 (5,56) (Prätest)</i> <i>M 68,49 (15,19) (Posttest)</i> <i>α= n.a.</i>	<b>UBC (MC-Skala)</b> <i>M 6,04 (3,05) (Prätest)</i> <i>M 9,66 (4,23) (Posttest)</i> <i>α= n.a.</i>	Prätest: <i>r(81)=0,12 n.s.</i>  Posttest: <i>r(81)=0,17 n.s.</i>
Deniz et al., 2008	Studenten (Biologie-Lehramt, Türkei, Ø= 19,8 Jahre, n=132)	„acceptance of evolutionary theory“ (420)	<b>MATE (Likert-Skala)</b> <i>M 50,95 (9,76)</i> <i>α=0,92</i>	<b>Rutledge &amp; Warden, 2000 (MC-Skala)</b> <i>M 9,29 (2,4)</i> <i>α=0,98</i>	<i>r(132)=0,2*</i>
Graf, 2008	Studenten (Lehramt, Deutschland und Türkei, n=1748)	„Einstellungen [...] zur Evolution“ (17), „Akzeptanz der Evolution“ (19), „Überzeugungen zur Evolution“ (27ff.)	<b>11 EAS-Items + 2 MATE-Items (Likert-Skala)</b> <i>M (SD) n.a.</i> <i>α n.a.</i>	<b>MC-Skala</b> basierend auf Bishop & Anderson, 1986 <i>M (SD) n.a.</i> <i>α n.a.</i>	<b>Deutschland:</b> <i>r(1228)=0,293**</i>  <b>Türkei:</b> <i>r(502)=0,023 n.s.</i>
Graf & Soran, 2011	Studenten (Lehramt, Deutschland und Türkei, n=972)	„Einstellungen [...] zur Evolution“ (141), „Überzeugungen zur Evolution“ (148), „Akzeptanz der Evolution“ (159)	<b>11 EAS-Items + 2 MATE-Items (Likert-Skala)</b> <i>M (SD) n.a.</i> <i>α=0,807</i>	<b>MC-Skala</b> basierend auf Bishop & Anderson, 1986 <i>Deutschland: M 8,0 (n.a.)</i> <i>Türkei: M 5,2 (n.a.)</i> <i>α n.a.</i>	<b>Deutschland:</b> <i>r(729)=0,275**</i>  <b>Türkei:</b> <i>r(243)=0,023 n.s.</i>
Kim & Nehm, 2011	Studenten (Lehramt, Korea, Ø=22,94 Jahre, n=84)	„views of evolution“ (197), “acceptance of evolution“ (218), “evolutionary beliefs“ (197)	<b>MATE (Likert-Skala)</b> <i>M 73,79 (9,2)</i> <i>α=0,84</i>	<b>ECK (Likert-Skala)</b> <i>M (SD) n.a.</i> <i>α=0,58</i>	<i>r(84)=0,223*</i>

**Tabelle 1 (Fortsetzung): Übersicht über empirische Studien zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie**

Studie	Stichprobe	Zielkonstrukt	Testinstrumente		Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis
			Akzeptanz <i>M (SD)</i> <i>Cronbach's α</i>	Verständnis <i>M (SD)</i> <i>Cronbach's α</i>	
Nadelson & Sinatra, 2009	Pädagogen (Hochschullehrer, USA, n=337)	„acceptance of evolution“ (490), „believe in (accept) evolution“ (492)	MATE (Likert-Skala) <i>M 87,77 (13,41)</i> $\alpha=0,96$	CINS (MC-Skala) <i>M 15,41 (4,26)</i> $\alpha=0,86$	$r(337)=0,38^{**}$
Nadelson & Southerland, 2010b	Studenten (College, USA, Alter: ca. 20 Jahre, n=741)	„acceptance“ (83f.), „belief“ (83)	MATE (Likert-Skala) <i>M (SD) n.a.</i> $\alpha=0,93$	MUM (MC-Skala) <i>M (SD) n.a.</i> $\alpha=0,86$	$r(741)=0,47^{**}$
Peker et al., 2010	Studenten (Biologie oder Lehramt, Türkei, n=1098)	„acceptance [...] of the biological evolution theory“ (739)	MATE (Likert-Skala) <i>M (SD) n.a.</i> $\alpha n.a.$	Rutledge & Warden, 2000 (MC-Skala, nur 12 Items) <i>M (SD) n.a.</i> $\alpha n.a.$	$r(1098)=0,25$ n.a.
Retzlaff-Fürst & Urhahne, 2009	Schüler (Realschule, Deutschland, $\bar{\phi}=15,8$ Jahre, n=83)	„Kreationismus“ (173), „kreationistische Denkweisen“ (175), „Neigung zu kreationistischen Positionen“ (175)	1 EAS-Item + 10 zusätzliche Items (Likert-Skala) <i>M 2,19 (1,54)</i> $\alpha=0,94$	8 EAS-Items + 4 zusätzliche Items (Likert-Skala) <i>M (SD) n.a.</i> $\alpha=0,7$	$r(83)=-0,10$ n.s.
Rutledge & Warden, 2000	Biologie-Lehrer (High School, USA, n=1039)	„acceptance of evolutionary theory“ (23)	MATE (Likert-Skala) <i>M 77,59 (19,83)</i> $\alpha=0,84$	Rutledge & Warden, 2000 (MC-Skala) <i>M 14,89 (4,05)</i> $\alpha=0,78$	$r(552)=0,71$ n.a.
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) <i>M (SD) n.a.</i> $\alpha n.a.$	Humanevolution: $r(93)=-0,09$ n.s. Evolution der Lebewesen: $r(93)=-0,14$ n.s.
Trani, 2004	Biologie-Lehrer (High School, USA, n=82)	„acceptance of the theory of evolution“ (419)	MATE (Likert-Skala) <i>M 85,9 (17,48)</i> $\alpha n.a.$	Rutledge & Warden, 2000 (MC-Skala) <i>M 17,51 (2,53)</i> $\alpha n.a.$	$r(80)=0,7^*$

Verwendete Abkürzungen:

CINS = *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, 2010a)

UBC = *Understanding biological change* (Settlage & Jensen, 1996)

\*  $p < 0,05$

\*\*  $p < 0,01$

\*\*\*  $p < 0,001$

n.s. = nicht signifikant

n.a. = nicht angegeben

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, 2000; 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, 2010a). 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 Einstellungsforschung (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.

#### **4.5.2 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 beigelegt (s. Anhang).

Zunächst gilt es zu klären, welches Akzeptanzverständnis diesen Studien zugrunde liegt 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 (Rutledge & Warden, 1999, p. 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 (Ingram & Nelson, 2006, p. 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, p. 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 4.4). 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 krea-

tionistische 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 Einstellungen 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, 2010a), 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

kungen zu bedenken, welche die Verwendung von Einzelitems mit sich bringt. Insbesondere sind die Anfälligkeit für Formulierungseffekte (Bishop, 2005), die Nutzung eines ein-dimensionalen Formats zur Erfassung eines mehrdimensionalen Konstrukts und Schwierigkeiten bei der Prüfung der testtheoretischen 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, 2005). 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, 2005). 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 (Brem et al., 2003; Sinatra et al., 2003) noch bei Mittelwertvergleichen zwischen verschiedenen Überzeugungs-Gruppen (Bishop & Anderson, 1990; Brem et al., 2003) 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.

#### **4.6 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 (1999b) und Klop (2008). 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 abzugrenzen. Außerdem sollte zwischen Überzeugungen als kognitive Teilkomponente von Einstellungen und Einstellungen als mehr-dimensionale 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 konvergent Zusammenhänge mit bestehenden Akzeptanz- und Kreationismus-Indikatoren geprüft werden (z. B. Astley & Francis, 2010; Miller, Montplaisir, Offerdahl, Cheng, & Ketterling, 2010). Dabei ist allerdings zu beachten, dass hier mit Tests verglichen wird, deren Inhaltsvalidität selbst möglicherweise nicht hinreichend ist.

#### **4.7 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 verschiedenen Modellen und Prinzipien formuliert und empirisch überprüft worden (z.B. Chaiken & Stangor, 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 und 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.

#### **4.8 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 Ak-

zeptanz 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 Konstrukts 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.

## Anhang

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

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

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

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

## **5. PUBLIKATION 2: Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten für Kreationismus und Szientismus bei deutschen SchülerInnen**

PUBLIKATION 2: Konnemann, C., Nick, M., Brinkmann, S., Asshoff, R., & Hammann, M. (2012). Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten zur Erfassung von Kreationismus und Szientismus bei deutschen SchülerInnen. *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Vol. 5). Innsbruck: Studienverlag, S. 133-152.

*Eingereicht: 14.11.2011; angenommen: 06.03.2012.*

### **Zusammenfassung**

Neigen deutsche SchülerInnen zu Kreationismus oder Szientismus? Diese Frage bildet den Ausgangspunkt der hier skizzierten Studie mit SchülerInnen des Gymnasiums aus NRW (n = 222), die in erster Linie der Entwicklung von Kurzskalen zur Erfassung von Überzeugungen zu Kreationismus (10 Items,  $\alpha = 0,90$ ), *Intelligent Design* (9 Items,  $\alpha = 0,95$ ) und Szientismus (10 Items,  $\alpha = 0,85$ ) bei deutschen SchülerInnen diente. Berichtet wird über die Schritte der Entwicklung, Erprobung und erfolgreichen Validierung der Erhebungsinstrumente.

### **Abstract**

Do German high school students tend to creationism or scientism? Starting from this question we report about the development, field-testing and validation of assessment instruments concerning German high school students' (n = 222) beliefs towards creationism (10 items,  $\alpha = 0,90$ ), Intelligent Design (9 items,  $\alpha = 0,95$ ) and scientism (10 items,  $\alpha = 0,85$ ). We report about the development, first testing and successful validation of our assessment instruments.

## **5.1 Einleitung und Zielsetzung**

Die Frage, welche Einstellungen zur Evolutionstheorie Menschen in Deutschland haben und welche Faktoren diese Einstellungen bedingen, steht seit einigen Jahren im Zentrum verschiedener Forschungsvorhaben (vgl. Graf & Soran, 2011; Kutschera, 2008; Retzlaff-Fürst & Urhahne, 2009). Neben Faktoren wie Religiosität, Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Wissen über die Naturwissenschaften (NOS) werden szientistische und kreationistische Überzeugungen als wichtige Einflussfaktoren für Einstellungen zur Evolutionstheorie diskutiert. Bisher liegen allerdings kaum Ergebnisse und keine einschlägigen Erhebungsinstrumente für Kreationismus und Szientismus bei deutschen SchülerInnen vor. Allein die Studien von Klose (2011) und Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009) widmen sich den kreationistischen und szientistischen Überzeugungen deutscher SchülerInnen. Eine entsprechende *large-scale* Studie stellt ein Forschungsdesiderat dar (Rothgangel, 2011b). Daher besteht das zentrale Anliegen dieser Studie in der (Weiter-)Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten für eine anschließende größere Erhebung mit deutschen SchülerInnen.

## **5.2 Theoretischer Rahmen**

### **5.2.1 Einstellungen und Überzeugungen zu „Evolution und Schöpfung“**

Eine Einstellung wird unter Bezugnahme auf sozialpsychologische Theorien als ein mehrdimensionales, bewertendes Konstrukt definiert (Smith & Mackie, 2007), das sich nach dem Dreikomponentenmodell von Eagly und Chaiken (1993) auf kognitiver, affektiver und verhaltensbezogener Ebene manifestiert. Einstellungen zur Evolutionstheorie sind somit als akzeptierende oder ablehnende Gesamtbewertungen zu verstehen, die als positive oder negative Gedanken bzw. Überzeugungen, Gefühle und Emotionen oder Verhaltensintentionen zum Ausdruck kommen. Nach Stürmer (2009, p. 70) bezieht sich der Begriff der Überzeugungen in Abgrenzung zum Einstellungsbegriff auf „die Informationen, das Wissen oder die Kognitionen, die eine Person mit einem Einstellungsobjekt verbindet. Über jedes Einstellungsobjekt kann man eine Reihe von Überzeugungen haben, die ihrerseits zu einer positiven oder negativen Einstellung gegenüber dem Objekt beitragen können“.

### **5.2.2 Kreationismus**

Kreationismus wird von einigen Autoren als die Überzeugung definiert, dass die Schöpfungserzählungen der Bibel wortwörtlich wahr sind (Klose, 2009; Waschke, 2009). Andere Autoren setzen Kreationismus mit einer Ablehnung der Evolutionstheorie gleich (Graf

& Lammers, 2011, p. 9). Grundsätzlich wichtig ist eine eindeutige Abgrenzung zwischen Kreationismus und christlicher Religiosität (Fulljames & Francis, 1988), denn viele religiöse Menschen glauben an die Schöpfungserzählung, legen diese jedoch nicht wortwörtlich aus und können somit die Evolutionstheorie akzeptieren, ohne in einen Konflikt mit ihrem Glauben zu geraten. Daher erachten verschiedene Autoren es für sinnvoll, Kreationismus zweistufig als eine Ablehnung der Evolutionstheorie aufgrund einer wortwörtlichen Auslegung der Schöpfungserzählung zu definieren (Astley & Francis, 2010; Bayrhuber, 2011; Francis & Greer, 2001; Fulljames & Francis, 1988). Für die empirische Erfassung kreationistischer Überzeugungen bedeutet dies, dass beide Dimensionen, die „wörtliche Auslegung der Schöpfungserzählungen“ wie auch die „Ablehnung der Evolutionstheorie“, erfasst werden sollten.

In Deutschland werden vor allem zwei Ausprägungen kreationistischer Überzeugungen für bedeutsam gehalten (Bayrhuber, 2011; Graf & Lammers, 2011): Erstens der Junge-Erde-Kreationismus, bei dem eine wörtliche Auslegung der Schöpfungserzählung im Mittelpunkt steht, wobei sogar die Aussagen über ein kurzes Erdalter von weniger als 10.000 Jahren wörtlich genommen werden, und zweitens die *Intelligent Design*-Bewegung, die sich anders als die übrigen Kreationismus-Strömungen nicht direkt auf die Schöpfungserzählungen der Bibel bezieht. Aufgrund dieser Unterschiede ist es schwierig, *ID* in eine allgemeine Definition von Kreationismus mit einzubeziehen. Daher wird im Folgenden zwischen Kreationismus und *ID* als Sonderform unterschieden.

Nach Bayrhuber (2011, p. 6) bezeichnet *Intelligent Design (ID)* die Überzeugung, dass sich Lebewesen aufgrund ihrer Komplexität nicht aus einfachen Vorstufen entwickeln könnten. Dafür bedürfe es eines übernatürlichen Designers. Dabei lehnen *ID*-Anhänger die Evolution nicht prinzipiell ab. Ausgeschlossen wird nur, dass evolutionäre Mechanismen hinreichen, alle Systeme der Natur hervorzubringen (Waschke, 2009).

### 5.2.3 Szientismus

Fulljames und Francis (1988, p. 78) definieren Szientismus als „*the view that scientific methods and scientific theories can attain to absolute truth*“, wobei offen bleibt, was genau mit „absoluter Wahrheit“ gemeint ist, zumal sich dahinter ein sehr alter und komplexer Begriff der Philosophie verbirgt (Rehfus, 2003; Ritter, Gründer, & Gabriel, 2001). Eine andere – ebenfalls einflussreiche – Szientismus-Definition zielt darüber hinaus auf unzulässige Grenzüberschreitungen ab. So definiert der Wissenschaftsphilosoph Stenmark (2004, p. 133) Szientismus umfassender als die Überzeugung, dass sich die Grenzen

der Naturwissenschaften ausweiten lassen, d.h. dass Fragestellungen, die nicht in den Zuständigkeitsbereich der Naturwissenschaften fallen, zum Gegenstand der Naturwissenschaften gemacht werden. Dabei unterscheidet Stenmark zwischen verschiedenen Formen des Szientismus und argumentiert (2001, p. 18), dass viele Szientisten einer der folgenden vier Thesen zustimmen: 1. „*The only kind of knowledge we can have is scientific knowledge*“, 2. „*The only things that exist are the ones science can discover*“, 3. „*Science alone can answer our moral questions and explain as well as replace traditional ethics*“, 4. „*Science alone can answer our existential questions and explain as well as replace traditional religion*“.

#### 5.2.4 NOS („*nature of science*“)

Nach Fulljames und Francis (1988) stehen szientistische Überzeugungen in einem offensichtlichen Kontrast zu einem angemessenen Verständnis der Naturwissenschaften, das auch als *nature of science* (NOS) bezeichnet wird. NOS umfasst Wissen über Ziele und Vorgehensweisen beim naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, über naturwissenschaftliche Erklärungen und über die Rolle der Naturwissenschaften in der Gesellschaft (Hamman 2006). Lederman charakterisiert das Verständnis von NOS mehrdimensional und benennt folgende Dimensionen: „*science is tentative or subject to change, but reliable; empirically based; subjective or theory-laden; a product of human creativity; socio-culturally embedded within society; and makes use of the distinction between observation and inference and between scientific theories and laws*“ (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, p. 499).

### 5.3 Stand der Forschung

International wurde Kreationismus bei SchülerInnen bisher nur in wenigen Studien untersucht (Eve et al. 2010, 185). Einflussreiche Studien im europäischen Raum sind die von Francis und Kollegen Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 1999a, 2001; Fulljames & Francis, 1988). In der aktuellsten dieser Studien (Astley & Francis, 2010) wird Kreationismus durch die Kombination einer wörtlichen Auslegung der Schöpfungserzählungen (3 Items) und ablehnender Überzeugungen zur Evolutionstheorie (3 Items) operationalisiert (insgesamt 6 Items,  $\alpha = 0,83$ ,  $n = 178$ ). Kreationismus bei deutschen SchülerInnen wurde bisher in zwei Studien untersucht. Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009) verwandten eine Likert-Skala (5-stufig) mit 11 Items ( $\alpha = 0,96$ ,  $n = 83$ ), die überwiegend eine Neigung zur wörtlichen Auslegung der Schöpfungserzählungen abbilden. Klose (2011) verwandte ebenfalls eine Likert-Skala mit fünf Items, die den Kategorien wörtliche Auslegung der

Schöpfungserzählungen (2 Items), ablehnende Überzeugungen zur Evolutionstheorie (2 Items) und *ID* (1 Item) zuzuordnen sind ( $\alpha = 0,83$ ,  $n = 806$ ). Eine weitere relevante Studie ist die von Kutschera (2008), in der allerdings nicht primär SchülerInnen, sondern deutsche BürgerInnen mit einem Einzelitem (*Single-choice*-Aufgabe) zur Rolle Gottes bei der Entstehung und Entwicklung des Lebens mit drei Auswahlmöglichkeiten befragt wurden, welche als Kreationismus, *ID* und Evolutionismus klassifiziert wurden. Graf und Soran (2011) erfassten mit 13 Items akzeptierende und ablehnende Überzeugungen zur Evolutionstheorie bei Studierenden ( $\alpha = 0,81$ ,  $n = 728$ ).

Zur Erfassung szientistischer Überzeugungen bei SchülerInnen wurden national und international bisher Instrumente eingesetzt, die allesamt auf einer von Fulljames und Francis (1988, 4 Items,  $\alpha = 0,61$ ,  $n = 624$ ) entwickelten Likert-Skala basieren (Astley & Francis, 2010, 7 Items,  $\alpha = 0,77$ ,  $n = 178$ ; Francis & Greer, 2001, 5 Items,  $\alpha = 0,45$ ,  $n = 1584$ ; Klose, 2011, 5 Items,  $\alpha = 0,67$ ,  $n = 806$ ). Nicht zufriedenstellend sind neben der zum Teil geringen internen Konsistenz vor allem inhaltliche Aspekte: Zum einen wird stark auf den sehr abstrakten Aspekt der absoluten Wahrheit (vgl. 6.2.3) fokussiert (Beispielitem: *Science can give us absolute truths* [Astley & Francis, 2010]). Zum Anderen greifen mehrere Items Aspekte heraus, die inhaltlich dem Bereich Verständnis der Naturwissenschaften (vgl. 6.2.4) – und nicht dem Szientismus – zugeordnet werden können (Beispielitem: *Theories in science can be proved to be definitely true* [Astley & Francis, 2010]). Daraus ergibt sich die Gefahr der Konfundierung der Konstrukte „Szientismus“ und „NOS“.

## 5.4 Ziele und Forschungsfragen

Ziel dieser Studie ist die (Weiter-)Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten für kreationistische und szientistische Überzeugungen bei deutschen SchülerInnen in Vorbereitung einer größeren Studie zu Einstellungen zum Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“. Die zentralen Forschungsfragen lauten: Lassen sich Kurzskalen entwickeln, mit denen sich szientistische, kreationistische und *ID*-Überzeugungen reliabel messen lassen? Welche Schlussfolgerungen über die Validität der Skalen lassen sich aus den vorliegenden Daten ziehen?

## 5.5 Hypothesen

Für die Erfassung kreationistischer Überzeugungen bei SchülerInnen liegen bereits Skalen mit akzeptablen internen Konsistenzen vor. Allerdings wurde bisher nicht untersucht, ob

sich reliable Subskalen zu den zwei definitorischen Dimensionen „Neigung zu einer wörtlichen Auslegung der Schöpfungserzählungen“ und „Ablehnung der Evolutionstheorie“ bilden lassen und ob sich diese Subskalen faktorenanalytisch voneinander trennen lassen. Daher lautet die *erste Hypothese*: Die Kreationismus-Skala bildet zwei faktorenanalytisch unterscheidbare Dimensionen kreationistischer Überzeugungen messzuverlässig ab.

*ID*-Überzeugungen wurden bisher nicht separat erfasst. Sollte die theoretische Unterscheidung zwischen *ID*-Überzeugungen und allgemeinen kreationistischen Überzeugungen zutreffen, so sollte eine gemeinsame Faktorenanalyse aller Kreationismus- und *ID*-Items zur Auftrennung in unabhängige Faktoren führen. *Zweite Hypothese*: Kreationismus- und *ID*-Überzeugungen bilden faktorenanalytisch unterscheidbare Indikatoren.

Für die Erhebung von Szientismus liegen bisher Skalen mit relativ geringen und variierenden internen Konsistenzen vor ( $\alpha = 0,45$  bis  $\alpha = 0,77$ ). Dabei wurde bisher nicht zwischen dem Verständnis von NOS und szientistischen Überzeugungen unterschieden. Eine konsequentere Unterscheidung sollte die interne Konsistenz erhöhen. Außerdem sollten die beiden Skalen „Szientismus“ und „NOS“ bei einer gemeinsamen exploratorischen Faktorenanalyse auf unterschiedliche Faktoren laden. *Dritte Hypothese*: Szientistische Überzeugungen und das Verständnis von NOS bilden faktorenanalytisch unterscheidbare Indikatoren.

## 5.6 Design und Methodik

### 5.6.1 Erhebungs- und Auswertungsmethoden

Die Entwicklung der Messinstrumente erfolgte nach dem *Top-Down*-Ansatz nach Bühner (2006). Als Antwortformat wurde eine vierstufige Ratingskala (*stimme gar nicht zu, stimme eher nicht zu, stimme eher zu, stimme voll und ganz zu*) gewählt. Die Revision der Skalen erfolgte auf der Basis inhaltlicher und statistischer Kriterien (Trennschärfen, faktorielle Optimierung und  $\alpha$ -Maximierung).

Die quantitative Auswertung erfolgte mit dem Computerprogramm SPSS 18. Zur Bestimmung der Reliabilität wurde der Cronbach's  $\alpha$ -Index als Maß für die interne Konsistenz jeder Skala bestimmt. Zur Beschreibung der Daten wurden Mittelwerte und Standardabweichungen auf Item- und Skalenebene berechnet. Zur Erhöhung der Inhaltsvalidität wurde neben dem verfolgten *Top-Down*-Ansatz die Augenscheinvalidität durch zwei Biologen und zwei Theologen geprüft. Die Konstruktvalidität wurde durch struktursuchende Verfahren mit den folgenden Grenzwerten nach Bühner (2006) geprüft: konvergent

( $r > 0,5$ ), diskriminant ( $r < 0,4$ ), faktoriell (Interpretation von Ladungen größer als  $|0,5|$ ). Zur konvergenten und diskriminanten Validierung wurden Korrelationen mit konstruktverwandten und konstruktfernen Skalen berechnet, wobei je nach Skalenniveau Pearson's  $r$ , Spearman's  $\rho$  oder Cramers  $V$  bestimmt wurden. Die Klassifikation der Korrelationen als sehr hoch ( $0,9 < r \leq 1$ ), hoch ( $0,7 < r \leq 0,9$ ), mittel ( $0,5 < r \leq 0,7$ ), gering ( $0,2 < r \leq 0,5$ ) und sehr gering ( $0 < r \leq 0,2$ ) erfolgte nach Bühl (2010, p. 297). In Tabelle 4 sind die zu Validierungszwecken erhobenen Variablen aufgelistet.

**Tabelle 4: Übersicht über die zur Validierung verwandten Variablen**

Variable	Quelle	Items	$\alpha$
Akzeptanz der Evolutionstheorie	Kutschera, 2008	1	---
Akzeptanz der Evolutionstheorie	Miller et al., 2006	1	---
Wörtliches Bibelverständnis	Newsweek Staff, 2004	1	---
Verständnis von NOS	Liang et al., 2006	24	0,79
Szientismus	Astley & Francis, 2010	7	0,78
Einstellungen zu den Naturwissenschaften	Astley & Francis, 2010	6	0,87

Die faktorielle Validierung erfolgte durch exploratorische Faktorenanalysen (Hauptkomponentenmethode mit Eigenwertkriterium und Varimaxrotation). Waren die extrahierten Faktoren nicht eindeutig interpretierbar, wurde die Faktorenzahl mit Hilfe des Scree-Tests (Bühner, 2006) reduziert.

### 5.6.2 Stichprobe

Von den insgesamt 222 befragten GymnasiastInnen einer opportunistischen Stichprobe aus NRW waren 58% weiblich und 42% männlich. Zum Zeitpunkt der Befragung besuchten 45% die neunte, 40% die elfte und 15% die zwölfte Jahrgangsstufe. Die SchülerInnen waren im Mittel 16,3 Jahre alt ( $SD = 1,51$ ) und gehörten mehrheitlich einer christlichen Konfession an (84%). Keiner Konfession gehörten 9% der SchülerInnen an, 5% waren muslimischen und je 1% jüdischen und hinduistischen Glaubens.

## 5.7 Ergebnisse

### 5.7.1 Ergebnisse der Skalenentwicklung und -revision

#### *Skala zum Kreationismus*

Zur Erfassung kreationistischer Überzeugungen im Sinne der obigen zwei-dimensionalen Definition wurden die Skalen von Astley und Francis (2010; 6 Items) und Klose (2011; 4 Items) zu einer Skala zusammengefasst und einer gemeinsamen statistischen Analyse unterzogen. Inhaltlich können 5 Items der Kategorie „Neigung zu einer wörtlichen Auslegung der Schöpfungserzählungen“ (Kr1, Kr2, Kr3, Kr5, Kr8) und 5 Items der Kategorie „Ablehnung der Evolutionstheorie“ (Kr4, Kr6, Kr7, Kr9, Kr10) zugeordnet werden (vgl. Tabelle 5). Das fünfte Item von Klose (2011), das inhaltlich der ID-Kategorie zuzuordnen ist, wurde innerhalb der ID-Skala erhoben (vgl. Item ID4 in Tabelle 6).

**Tabelle 5: Wortlaut der Kreationismus-Skala (\*invertierte Items)**

Label	Item
Kr1	Gott hat die Frau aus der Rippe des Mannes erschaffen.
Kr2	Wenn ich die Natur betrachte, bin ich überzeugt, dass hinter allem Leben ein göttlicher Schöpfungsplan steckt.
Kr3	Ich glaube, dass Gott die Welt in 6 Tagen von je 24 Stunden erschaffen hat.
Kr4*	Die Tiere und Pflanzen, wie wir sie heute kennen, haben sich aus früheren Arten entwickelt.
Kr5	Gott hat alle Tier- und Pflanzenarten direkt erschaffen.
Kr6*	Vor 600 Mio. Jahren begann ein Prozess, der aus einzelligen Organismen den Menschen hervorgehen ließ.
Kr7*	Alle Anpassungen von Lebewesen können durch natürliche Selektion erklärt werden.
Kr8	Ich glaube, dass die Welt genau so entstanden ist, wie die Bibel es in den Schöpfungserzählungen überliefert.
Kr9	Ich lehne die Evolutionstheorie ab.
Kr10*	Ich akzeptiere die Idee der Evolution, die besagt, dass sich alles im Verlaufe von Millionen von Jahren entwickelt hat.

### ***Skala zu Intelligent Design***

Zur Erfassung von *ID*-Überzeugungen wurden Items von Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009), Losh und Nzekwe (2011) und Klose (2011) zusammen mit sieben neuentwickelten Items zu einer Skala mit 13 Items zusammengefasst. In allen Items wurden der direkte Bezug auf Gott und die Schöpfungserzählungen der Bibel vermieden und stattdessen Formulierungen wie „übernatürliche Macht“ oder „intelligenter Schöpfer“ verwendet. Auf der Grundlage inhaltlicher und statistischer Analysen wurden je zwei Items wegen fehlender Abgrenzung zum Junge-Erde-Kreationismus und mangelnder Trennschärfen nachträglich wieder entfernt, so dass sich eine Kurzskaala von neun Items ergab (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Wortlaut der *Intelligent Design*-Skala (\*invertierte Items)**

Label	Item
ID1	Tiere und Pflanzen können sich im Laufe der Zeit geringfügig verändern, aber die Grundtypen sind von einer übernatürlichen Macht erschaffen worden.
ID2	Einem intelligenten Schöpfer verdanken wir es, dass die Dinge in der Natur sich so gut zueinander fügen.
ID3	Die Menschen sind zu komplex, um nur durch natürliche Prozesse entstanden zu sein; ihre Existenz spiegelt den Willen einer übernatürlichen Macht wider.
ID4	Die Welt ist so einzigartig, dass sie nur durch einen intelligenten Schöpfer gemacht worden sein kann.
ID5*	Es ist keine übernatürliche, intelligente Macht für das Entstehen und Verändern von Lebewesen verantwortlich.
ID6	Man erkennt den Einfluss einer übernatürlichen Macht, da vorhandene komplexe Strukturen von Lebewesen (z.B. Facettenaugen der Fliegen) nicht durch Zufall entstanden sein können.
ID7*	Ich glaube nicht, dass besondere Fähigkeiten von Lebewesen durch eine übernatürliche Macht entstanden sind.
ID8	Es gibt keine zufällige Entwicklung von Lebewesen, da immer eine übernatürliche Macht aktiv beteiligt ist.
ID9*	Auch die komplexesten Körperstrukturen sind alle nur durch natürliche Prozesse entstanden.

**Skala zum Szientismus**

Zur Erfassung szientistischer Überzeugungen wurden ausgehend von der Szientismus-Definition von Stenmark (2001) 13 Items zur Ausweitung der Grenzen der Naturwissenschaften formuliert. Drei Items waren bei einer anfänglichen Item-Analyse auffällig und wurden nachträglich aus der Skala entfernt, weil bei zwei Items inhaltlich zu befürchten war, dass nicht Überzeugungen bezogen auf die Naturwissenschaften, sondern eine Skepsis gegenüber den Geisteswissenschaften das Antwortverhalten bestimmte. Ein drittes Item wurde aus inhaltlichen Gründen entfernt, so dass sich die folgende Skala mit zehn Items ergab (Tabelle 7).

**Tabelle 7: Wortlaut der Szientismus-Skala (\*invertierte Items)**

Label	Item
Sz1	Nur Ergebnisse aus dem Bereich der Naturwissenschaften können als Erkenntnisse bezeichnet werden.
Sz2*	Es ist möglich auch anders als mit naturwissenschaftlichen Mitteln Erkenntnisse zu erlangen.
Sz3	Das Wissen der Menschen beschränkt sich auf das, was mit naturwissenschaftlichen Methoden herausgefunden werden kann.
Sz4	Vernunft verbietet es uns, an etwas zu glauben, das nicht naturwissenschaftlich bewiesen ist.
Sz5	Es existiert nichts, das nicht mit naturwissenschaftlichen Mitteln gemessen oder beobachtet werden kann.
Sz6	Weil sich das Leben aus den Naturwissenschaften erklärt, benötigen wir keine Religionen.
Sz7	Menschen sind nicht mehr und nicht weniger als komplexe bio-chemische Maschinen.
Sz8	Irgendwann werden die Naturwissenschaften auf alle Fragen eine Antwort haben, die sich die Menschen über das Leben, die Erde und das Weltall stellen.
Sz9	Heutzutage ist es zwar noch nicht möglich die menschliche Seele naturwissenschaftlich zu erklären, irgendwann wird aber auch das möglich sein.
Sz10	Schwierige moralische Entscheidungen sollten von einem Ethikrat getroffen werden, der nur aus Naturwissenschaftlern besteht.

## 5.7.2 Reliabilität und Validität der Skalen

### *Skala zum Kreationismus*

Die Gesamtreliabilität der Kreationismus-Skala (10 Items) betrug  $\alpha = 0,90$ . Wie aus Tabelle 8 ersichtlich wird, sind die Trennschärfen durchweg als zufriedenstellend zu bezeichnen. Aufgeteilt auf die zwei Subskalen ergab sich für die Neigung zu einer wörtlichen Auslegung der Schöpfungserzählungen (5 Items) eine interne Konsistenz von  $\alpha = 0,87$  und für die Überzeugungen zur Evolutionstheorie von  $\alpha = 0,80$ . Die Korrelation der beiden Teilskalen lag mit  $r = 0,70^{**}$  im mittleren Bereich.

**Tabelle 8: Itemkennwerte der Kreationismus-Skala**

Label	M	SD	$r_{it-i}$	$a_1$	$a_2$
Kr1	1,51	0,82	0,63	0,79	
Kr2	2,30	1,01	0,59	0,67	
Kr3	1,56	0,83	0,67	0,80	
Kr4*	1,39	0,66	0,53		0,68
Kr5	1,55	0,75	0,68	0,60	
Kr6*	1,99	0,92	0,70		0,75
Kr7*	1,93	0,76	0,50		0,64
Kr8	1,54	0,82	0,70	0,81	
Kr9	1,78	0,81	0,57		0,69
Kr10*	1,61	0,79	0,60		0,72

Anmerkungen: M = Mittelwert, SD = Standardabweichung,  $r_{it}$  = Trennschärfe,  $a_1$  = Ladung auf den ersten Faktor („wörtliche Schöpfungsauslegung“),  $a_2$  = Ladung auf den zweiten Faktor („Ablehnung der Evolutionstheorie“). Es werden nur Ladungen größer 1.501 berichtet.

Eine exploratorische Faktorenanalyse sollte zeigen, ob die Skala, wie in Hypothese 1 vermutet, auf zwei voneinander unterscheidbare Faktoren lädt. Die Ergebnisse in Tabelle 8 bestätigen die angenommene Zwei-Faktoren-Struktur mit einer Varianzaufklärung von 59,7%.

Die Validität der Kreationismus-Skala wird darüber hinaus konvergent durch eine mittlere bzw. hohe Korrelation mit zwei bestehenden Einzel-Items zur Akzeptanz der Evolutions-

theorie (Kutschera, 2008:  $r = 0,66^{***}$ ; Miller et al., 2006:  $r = 0,71^{***}$ ) und mit einem Einzelitem zur wörtlichen Auslegung der Bibel ( $r = 0,86^{***}$ ) gestützt.<sup>8</sup> Der geringe nicht-signifikante Zusammenhang zwischen kreationistischen Überzeugungen und dem Verständnis von NOS ( $r = 0,28$ ) bestätigt diskriminant, dass hier unterschiedliche Konstrukte erfasst werden.

### **Skala zum Intelligent-Design**

Die Gesamtreliabilität der Skala ist hoch und beträgt  $\alpha = 0,95$ . Die Itemkennwerte (vgl. Tabelle 9) sind durchweg zufriedenstellend.

**Tabelle 9: Itemkennwerte der *Intelligent Design*-Skala**

Label	M	SD	$r_{it-i}$	A
ID1	2,25	0,97	0,64	0,84
ID2	2,13	1,00	0,73	0,86
ID3	2,17	1,03	0,73	0,88
ID4	2,04	1,04	0,80	0,89
ID5*	2,39	1,08	0,67	0,83
ID6	2,14	1,00	0,70	0,86
ID7*	2,30	1,08	0,60	0,80
ID8	1,87	0,88	0,57	0,79
ID9*	2,07	0,96	0,66	0,84

Anmerkungen: M = Mittelwert, SD = Standardabweichung,  $r_{it-i}$  = Trennschärfe, a = Ladung auf den einzigen Faktor („ID“).

Die Validität der *ID*-Skala wird faktoriell durch die gefundene Einfaktorstruktur mit 71,2% Varianzaufklärung bestätigt (vgl. Tabelle 9). Die Validität wird außerdem konvergent durch Korrelationen mit bestehenden Einzelitems zur Akzeptanz der Evolutionstheorie (Miller et al., 2006,  $r = 0,6^{***}$ ; Kutschera 2008,  $r = 0,77^{***}$ ) gestützt.

Eine gemeinsame Faktorenanalyse aller Items zu Kreationismus und *ID* ergab eine Dreifaktor-Struktur (Faktor 1: wörtliche Auslegung der Schöpfungserzählungen, Faktor 2:

<sup>8</sup> Anders als in den übrigen Studien erfolgte die Kodierung der Einzelitems in dieser Publikation so, dass ein geringer Wert einer hohen Akzeptanz entspricht. Dadurch ergeben sich hier positive Korrelationen (siehe auch Fussnote 16).

Ablehnung der Evolutionstheorie, Faktor 3: *ID*) mit 66,8% Varianzaufklärung. Eine unerwartete Faktorenladung trat bei Item Kr2 auf, das auf den Faktor „*ID*“ lud.

### **Skala zum Szientismus**

Die interne Konsistenz der Skala beträgt  $\alpha = 0,85$ . Die Itemkennwerte der Kurzskala sind durchweg zufriedenstellend (vgl. Tabelle 10).

**Tabelle 10: Itemkennwerte der Szientismus-Skala**

Label	M	SD	$r_{it-i}$	$a_1$	$a_2$
Sz1	2,37	,945	,570		,651
Sz2	2,01	,720	,509		,728
Sz3	2,27	,979	,502		,768
Sz4	2,01	,990	,437		,571
Sz5	1,75	,883	,594	,538	
Sz6	1,64	,906	,639	,575	
Sz7	1,78	,905	,548	,566	
Sz8*	1,91	1,001	,650	,728	
Sz9	1,78	,878	,438	,831	
Sz10	1,39	,634	,584	,697	

Anmerkungen: M = Mittelwert, SD = Standardabweichung,  $r_{it}$  = Trennschärfe,  $a_1$  = Ladung auf den ersten Faktor,  $a_2$  = Ladung auf den zweiten Faktor. Es werden nur Ladungen größer 1.501 berichtet.

Zur Validierung der Skala wurden konvergent Zusammenhänge mit der Szientismus-Skala von Astley und Francis (2010) geprüft ( $r = 0,73^{***}$ ), sowie diskriminant Zusammenhänge mit dem Verständnis von NOS ( $r = -0,32^{***}$ ) und mit Einstellungen zu den Naturwissenschaften ( $r = 0,38^{***}$ ) untersucht. Eine exploratorische Faktorenanalyse lieferte eine Zweifaktorenlösung mit 54,1% Varianzaufklärung, wobei der erste Faktor durch Überzeugungen gebildet wird, die neben den Naturwissenschaften keine weiteren Erkenntnisse (Sz1, Sz2) oder Wissensformen (Sz3, Sz4) akzeptieren. Auf den zweiten Faktor laden Items, die eine Ausweitung der Naturwissenschaften in Richtung Religion (Sz6, Sz8) und Ethik (Sz10) formulieren, keine Realität jenseits der naturwissenschaftlichen Welt akzeptieren (Sz5, Sz9) oder den Menschen auf bio-chemische Prozesse reduzieren (Sz7).

Eine gemeinsame exploratorische Faktorenanalyse aller Szientismus- und NOS-Items lieferte eine anfängliche 10-Faktorenlösung, wobei sich nach dem Scree-Test nur sechs Fak-

toren als bedeutsam erwiesen. Diese Faktorenanzahl ließ sich inhaltlich plausibel interpretieren, zumal das eingesetzte NOS-Instrument von Liang et al. (2006) fünfdimensional angelegt ist und durch die gemeinsame Faktorenanalyse Szientismus als sechste Dimension hinzutritt. Eine anschließende konfirmatorische Faktorenanalyse bestätigte diese theoretische Struktur, zumal alle Szientismus-Items auf einen einzigen Faktor luden, wohingegen die NOS-Items erwartungsgemäß auf mehrere Faktoren luden.

### 5.7.3 Deskriptive Ergebnisse

Tabelle 11 zeigt die deskriptiven Ergebnisse für alle drei Skalen und für die zwei Subskalen zum Kreationismus. Aufgrund des theoretischen Mittelwerts 2,5 (4-stufige Skala, Minimum 1, Maximum 4) sind Mittelwerte unter 2,5 als überdurchschnittliche Ablehnung und über 2,5 als überdurchschnittliche Zustimmung zu interpretieren.

Tabelle 11: Deskriptive Ergebnisse

Skala	Items	$\alpha$	M	SD
Kreationismus (Gesamt)	10	0,90	1,78	0,62
Subskala „wörtliche Schöpfungsauslegung“	5	0,87	1,76	0,73
Subskala „Ablehnung der Evolutionstheorie“	5	0,80	1,79	0,62
<i>Intelligent-Design</i>	9	0,95	2,15	0,85
Szientismus	10	0,85	1,89	0,58

Anmerkungen:  $\alpha$  = Cronbachs  $\alpha$ , M = Mittelwert, SD = Standardabweichung.

Die deskriptiven Kennwerte zeigen, dass Kreationismus, Szientismus und *ID* nur eine geringe Zustimmung erhielten. Die befragten SchülerInnen neigten im Mittel also weder zu szientistischen noch zu kreationistischen oder zu *ID*-Überzeugungen.

### 5.7.4 Diskussion

Die Ergebnisse belegen, dass das zentrale Ziel dieser Studie, die Entwicklung reliabler Kurzskalen zur Erfassung szientistischer, kreationistischer und *ID*-Überzeugungen bei deutschen SchülerInnen erreicht wurde. Für alle drei Kurzskalen liegen darüber hinaus Hinweise bezüglich ihrer Validität vor.

Insbesondere ist es gelungen, die theoretisch hergeleitete zwei-dimensionale Struktur des Kreationismus-Konstrukts durch zwei reliable Subskalen abzubilden. In der ersten Hypothese wurde vermutet, dass der Gesamtskala eine zweifaktorielle Struktur zugrunde liegt. Die gefundenen Faktorenladungen stimmen mit dieser Hypothese überein.

Auch für *ID*-Überzeugungen konnte eine intern konsistente Skala gebildet werden. Die zweite Hypothese zielte auf eine Prüfung der theoretischen Unterscheidung zwischen allgemeinen kreationistischen Überzeugungen und *ID* als einer Sonderform. Die Faktorenladungen stützen diese Hypothese. Lediglich bei Item Kr2 trat eine unerwartete Faktorladung auf den Faktor „*ID*“ auf. Diese Ladung könnte inhaltlich damit zusammenhängen, dass sich das Item nur durch eine direkte Bezugnahme auf einen Gott von Items der *ID*-Skala unterscheidet.

Durch eine stärkere Theorieleitung und theoretische Abgrenzung ist es gelungen, eine Szientismus-Skala mit einer verbesserten internen Konsistenz zu erstellen, so dass nun eine reliable Skala zur Erfassung szientistischer Überzeugungen bei deutschen SchülerInnen vorliegt. Dabei konnte die theoretische Unterscheidung der Konstrukte „Verständnis von NOS“ und „szientistische Überzeugungen“ empirisch durch einen geringen negativen Korrelationskoeffizienten und eine faktorenanalytische Trennung der Indikatoren untermauert werden, so dass auch Hinweise für das Zutreffen der dritten Hypothese vorliegen.

Die Tragfähigkeit der entwickelten Skalen wird durch die berichteten deskriptiven Ergebnisse gestützt, zumal die gefundenen geringen Neigungen deutscher SchülerInnen zu kreationistischen und szientistischen Überzeugungen mit bisherigen Studien im Einklang stehen. So berichtet auch Klose (2011; 5-stufige Skala, theoretischer Skalenmittelwert  $M = 3$ ) über eine überdurchschnittliche Ablehnung kreationistischer ( $M = 2,11$ ,  $SD = 0,89$ ) und szientistischer Aussagen ( $M = 2,65$ ,  $SD = 0,75$ ) bei deutschen SchülerInnen ( $n = 806$ , 13-19 Jahre). Eine geringe Zustimmung zu kreationistischen Überzeugungen beobachteten auch Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009) bei deutschen SchülerInnen der Realschule ( $n = 83$ , 10. Klasse). Die Autoren stellten fest, dass nur 20% der Befragten teilweise oder vollständig kreationistischen Aussagen zustimmten.

Kritisch bleibt anzumerken, dass eine Überprüfung der revidierten Skalen an einem unabhängigen Datensatz noch aussteht und die bisherige Stichprobengröße keine belastbaren Aussagen zulässt. Es ist aber zu erwarten, dass diese sich auch bei größeren Stichproben als zuverlässig erweisen, so dass kreationistische und szientistische Überzeugungen wie angestrebt in eine Charakterisierung von Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ einbezogen werden können.

## 6. PUBLIKATION 3: Einstellungen Jugendlicher zu Schöpfung und Evolution

PUBLIKATION 3: Konnemann, C., Oberleitner, E., Asshoff, R., Rothgangel, M., & Hammann, M. (2013). Einstellungen Jugendlicher zu Schöpfung und Evolution. In: Dieterich, V.-J., Roebben, B., Rothgangel, M. (Hrsg.) (2013). *"Der Urknall ist immerhin, würde ich sagen, auch nur eine Theorie"*. Schöpfung und Jugendtheologie. Jahrbuch Jugendtheologie: Vol. 2. Stuttgart: Calwer, S. 49-62.

*Eingereicht: 30.09.2012; angenommen: 31.01.2013.*

### 6.1 Einleitung

*»Ich finde, dass beides [Schöpfung und Evolution] Berücksichtigung finden muss. Ich finde es nicht gut, wenn man total naiv ist und so die Schöpfungsgeschichte komplett wörtlich nimmt. Weil es ist halt, es widerspricht schon ein bisschen dem Verstand [...]. Und von daher finde ich schon, dass man das auch zulassen darf diese sehr sachliche Entstehungsgeschichte. Was aber nicht heißt, dass es sozusagen keine, keine göttliche Entstehungsgeschichte gibt. Ich finde einfach, dass sich das nicht ausschließt.«*

*(Schülerin, Klasse 11, Gymnasium)*

Das einführende Zitat zeigt, dass es der Schülerin gelingt, das Verhältnis von Schöpfungserzählungen und Evolutionstheorie für sich in Einklang zu bringen. Doch nicht alle der befragten SchülerInnen äußern sich derart reflektiert. Vielen bereitet es Schwierigkeiten, zur Vereinbarkeit von Schöpfung und Evolution klar Stellung zu beziehen. Welche Einstellungen haben jugendliche Schüler/innen generell zum Themenkomplex »Schöpfung und Evolution«? Wie stehen Sie zu den Schöpfungserzählungen und wie zur Evolutionstheorie? Diese Fragen bilden den Ausgangspunkt des hier vorgestellten interdisziplinären Forschungsvorhabens.

Dabei bildet das Konzept der Modi der Weltbegegnung nach Jürgen Baumert (2002) den gemeinsamen bildungstheoretischen Rahmen. Danach wird eine umfassende und differenzierte Bildung erst dann möglich, wenn verschiedene Weltzugänge und Erkenntnisweisen voneinander unterschieden, aber eben auch aufeinander bezogen werden können (EKD, 2010). Wie kaum ein anderes Berührungsfeld von Theologie und Naturwissenschaft fordert der Themenkomplex »Schöpfung und Evolution« eine Positionierung sowohl der Theologie als auch der Biologie. Die Gefahr der Grenzüberschreitung ist groß, wie insbesondere kreationistische und szientistische Überzeugungen deutlich machen. Seit geraumer Zeit wird eine zunehmende Verbreitung solcher Überzeugungen in Europa diskutiert (Curry, 2009) und eine verstärkte Konfrontation besonders mit kreationistischen Positionen im schulischen Kontext befürchtet (Blancke, Bourdry, Braeckman, Smedt, & Cruz, 2011). Allerdings wurden Einstellungen von Schüler/innen zum Themenkomplex »Schöpfung und Evolution« bisher national und international nur in Ansätzen untersucht. Ziel dieser Untersuchung ist es daher, Einstellungen von Schüler/innen in Deutschland zu charakterisieren.

## **6.2 Theoretischer Hintergrund**

### **6.2.1 Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und zur Evolutionstheorie<sup>9</sup>**

Theoretische Grundlagen des gemeinsamen Forschungsvorhabens bilden Theorien und Modelle der sozialpsychologischen Einstellungsforschung, insbesondere das Dreikomponentenmodell von Eagly und Chaiken (1993). Danach werden Einstellungen als zusammenfassende Bewertungen eines Einstellungsobjekts verstanden, die auf drei Komponenten beruhen. Dabei wird unterschieden zwischen einer kognitiven, einer affektiven und einer verhaltensbezogenen Komponente. Als kognitive Komponente werden dabei wertende Überzeugungen, Gedanken und Merkmale bezeichnet, die mit dem Einstellungsobjekt assoziiert werden. Die affektive Komponente umfasst Gefühle und Emotionen, verbunden mit dem Einstellungsobjekt, während die verhaltensbezogene Komponente auf das Einstellungsobjekt bezogene Verhaltensweisen bezeichnet (Maio & Haddock, 2010).

---

<sup>9</sup> Um einer deskriptiven Gleichsetzung von Schöpfung und Natur vorzubeugen, sprechen wir im Folgenden grundsätzlich nicht von Schöpfung und Evolution, sondern von Schöpfungserzählungen und Evolutionstheorie.

### ***Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen***

Einstellungen zu den biblischen Schöpfungserzählungen wurden bisher nur in Ansätzen erforscht. Zwar existieren themennahe Studien (Höger, 2008; Klose, 2009; Rothgangel, 1999), doch Einstellungen in ihrer Mehrdimensionalität zu erheben, blieb zumindest unter deutschsprachigen Theolog/innen bisher aus. Als Orientierung für religionspädagogische Einstellungsforschung können hier anglosächsische Studien dienen (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 1999a; Fulljames & Francis, 1988; Gibson, 1989), wenn gleich auch diese die ihnen zugrunde liegende Einstellungstheorie nicht diskutieren.

Man geht davon aus, dass Einstellungsveränderungen zu den biblischen Schöpfungserzählungen primär aus einem wortwörtlichen Schriftverständnis resultieren. Gattungsgemäße Fehlbenennungen (beispielsweise Schöpfungs»bericht«) oder eine verkürzte Aufbereitung des theologisch komplexen Schöpfungsterminus im Sinne einer Weltentstehungs-erklärung verklären den Sachverhalt zusätzlich. Desgleichen beeinflussen szientistische Überzeugungen die subjektive Bewertung der Schöpfungserzählungen negativ (Löber & Rothgangel, 2008; Rothgangel, 2011b).

### ***Einstellungen zur Evolutionstheorie***

Einstellungen zur Evolutionstheorie wurden in den letzten beiden Jahrzehnten insbesondere im angloamerikanischen Sprachraum untersucht (z.B. Rutledge & Warden, 1999). Allerdings hat sich gezeigt, dass Theorien und Modelle der psychologischen Einstellungsforschung in diesen Studien kaum Berücksichtigung gefunden haben und die vorliegenden Instrumente sowohl theoretische als auch messtheoretische Schwächen aufweisen. Daher bestehen begründete Zweifel an der Validität bisheriger Studien, und ein aktuelles Forschungsdesiderat besteht in einer stärkeren Theorieleitung der untersuchten Konstrukte und einer psychometrischen Fundierung der Methode (Konnemann, Asshoff, & Hammann, 2012).

In Deutschland wurden Einstellungen zur Evolutionstheorie in zwei Studien explizit thematisiert: Dittmar Graf und Haluf Soran (2011) befragten Lehramtsstudenten der Universität Dortmund (n = 1228) zu ihren Einstellungen bzw. Überzeugungen zur Evolutionstheorie und kamen zu dem Ergebnis, dass die Evolutionstheorie bei vielen zukünftigen Lehrer/innen in Deutschland nicht die Akzeptanz findet, die man sich wünscht. So wurden in dieser Studie 16,1% zukünftiger deutscher Lehrkräfte als Evolutionzweifler kategorisiert, weil sie weniger als die Hälfte der Items im Sinne der Evolution beantworteten. In

ihrer kürzlich veröffentlichten Dissertation beschreibt Nicola Lammert (2012) die Einstellungen von Schüler/innen am Ende der Sekundarstufe I (n = 3969, Klasse 9 und 10) und ermittelte mit einem durchschnittlichen Wert von  $M = 56,90$  ( $SD = 9,90$ ,  $Max = 80$ ) eine mittlere Akzeptanz bei den befragten Schüler/innen.

### **6.2.2 Kreationismus**

Kreationist/innen nehmen ganz allgemein die Schöpfungserzählungen wörtlich und lehnen daher die Evolutionstheorie ab (Astley & Francis, 2010). Allerdings handelt es sich dabei nicht um eine uniforme Bewegung, vielmehr ist Kreationismus als eine Sammelbezeichnung zu verstehen. Als besonders verbreitet gelten der Junge-Erde-Kreationismus und die *Intelligent Design*-Bewegung (Graf & Lammers, 2011). Während der Junge-Erde-Kreationismus durch die Überzeugung gekennzeichnet ist, dass die Erde entsprechend der Aussagen der Bibel nicht älter als einige tausend Jahre alt ist, vermeidet die *Intelligent Design*-Bewegung als modernste kreationistische Sonderform jede explizite Bezugnahme auf die Bibel und nimmt damit eine Sonderrolle ein. Anhänger dieser Bewegung vertreten die Auffassung, dass sich die Lebewesen aufgrund ihrer Komplexität nicht aus einfachen Vorstufen entwickelt haben können. Dafür bedürfe es eines übernatürlichen »intelligenten Designers« (Bayrhuber, 2011, p. 16).

Ergebnisse zu kreationistischen Überzeugungen bei deutschen Schüler/innen liefern Retzlaff-Fürst und Urhahne (2009) mit einer kleineren Studie mit Realschülern (n = 83) und Klose (Klose, 2011) auf der Grundlage einer Befragung von evangelischen SchülerInnen des Gymnasiums (n = 806, Klasse 10-12). Beide Studien kommen zu dem Ergebnis, dass zwar kreationistische Überzeugungen vertreten sind, diese aber gemessen an der Gesamtzahl der untersuchten Personen nur eine geringe Verbreitung haben.

### **6.2.3 Szientismus**

Auch beim Phänomen Szientismus handelt es sich um eine breit gefächerte sowie gesellschaftlich expandierende Strömung (Stenmark, 2001, pp. vii–xi). Szientist/innen vertreten die uneingeschränkte Gültigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse und methodologischer Vorgehensweisen. In ihrer Absolutsetzung der Naturwissenschaften etablieren sie eine stark naturalistisch-materialistische Weltsicht, die in Kontrast zur theologisch-philosophischen Perspektive auf die Welt und den Menschen steht. Eine typische szientistische Überzeugung ist die, dass evolutionäre Inhalte die Existenz einer höheren Macht bzw. deren Einwirken auf die Welt- und Lebensentstehung widerlegen, wobei den biblischen Schöpfungserzählungen jegliche Plausibilität und Wahrheitsgehalt abgesprochen werden.

Deutsche Schüler/innen tendieren dazu, nur Dinge zu glauben, die logisch sind und naturwissenschaftlich bewiesen werden können. Dies belegen die Ergebnisse der empirischen Erhebung von Klose (2011; n = 806, Klasse 10-12). Ebenso lassen Pilotstudien im Raum Baden-Württemberg auf einen Anstieg szientistischer Haltungen bei Lernenden schließen (Rothgangel, 2012, p. 301).

#### **6.2.4 Verhältnisbestimmungen**

Einige Schüler/innen stehen vor der großen Herausforderung, persönliche Strategien zu entwickeln, wie sich für sie evolutionsbiologische und schöpfungstheologische Lerninhalte vereinbaren lassen (vgl. Zitat\* unter 6.4.2). Dabei bedarf es der Unterstützung von Seiten der Lehrenden, weil die Verhältnismodelle von Theologie und Naturwissenschaft grundsätzlich expliziert werden sollten. Schüler/innen erfahren von den unterschiedlichen Gegenständen, auf die sich Theologie und Naturwissenschaft beziehen und von den unterschiedlichen Methoden, mit denen sie ihre Erkenntnisse gewinnen. Für vorliegende interdisziplinäre Forschung leitend ist Ian Barbour (Barbour, 2003, 2010) Typologie der Vereinbarung von Theologie und Naturwissenschaft.

Die Überzeugung, dass Theologie und Naturwissenschaft einander ausschließen, charakterisiert das *Konfliktmodell*, besonders prominent in den fundamentalistischen Positionen des Szientismus oder Kreationismus erkennbar. Sie sehen eine Konkurrenz, ein Entweder-Oder, zwischen Theologie und Naturwissenschaft, da ihrer Ansicht nach beide Disziplinen Bezug auf den gleichen Gegenstandsbereich nehmen. Die Vertreter/innen des *Unabhängigkeitsmodells* negieren speziell diesen zuletzt genannten Aspekt mit der Begründung, beide Wissenschaften wendeten unterschiedliche Methoden an und bedienten sich je eigener Sprache. Theologie und Naturwissenschaft seien autonome Bereiche, so etwa Karl Barth, womit eine friedliche Koexistenz gewährleistet werden könne. Über ein solches Nebeneinander geht die Position der Anhänger des *Dialogmodells* hinaus. Da die Theologie das Beziehungsgeschehen von Gott, Welt und Mensch im Blick hat, ist auch die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Theorien unerlässlich. In Anbetracht dessen rücken beispielsweise Wolfhart Pannenberg oder Hans Küng die Berührungspunkte der beiden Wissenschaften ins Zentrum. Die Forderung nach dem interdisziplinären Gespräch realisiert sich, indem naturwissenschaftlich wichtige Punkte einer theologischen Reflexion unterzogen werden. Abgesehen von den drei genannten Verhältnisuordnungen findet

man im Integrationsmodell eine systematische Verknüpfung von Theologie und Naturwissenschaft, welche ihrer Komplexität halber für das schulische Lehr-Lern-Geschehen kaum adäquat ist (Rothgangel, 2011a).

### **6.3 Gemeinsame Fragestellungen und Methodik**

Die zentralen Forschungsfragen der gemeinsamen Untersuchung lauten:

- F1 Welche Einstellungen besitzen deutsche Schüler/innen gegenüber dem Themenkomplex »Schöpfung und Evolution« und wie begründen sie diese?
- F2 Wie groß ist der Anteil deutscher Schüler/innen, die kreationistische oder szientistische Überzeugungen besitzen und wie begründen sie diese?
- F3 Welche Faktoren bedingen Einstellungen von SchülerInnen im Themenkomplex »Schöpfung und Evolution«?

Die Untersuchung erfolgt am biologiedidaktischen und am religionsdidaktischen Standort mit aufeinander abgestimmten Fragebögen und semistrukturierten Interviewleitfäden. Beide Erhebungsinstrumente weisen folgende aufeinander abgestimmte Fragenblöcke auf: Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen, Einstellungen zur Evolutionstheorie, Kreationismus, Szientismus, Verständnis von *nature of theology* (NOT) und *nature of science* (NOS), sowie verschiedene Verhältnisbestimmungen von Theologie und Naturwissenschaften. Bei der Erhebung und Auswertung kommen sowohl quantitative als auch qualitative Methoden zum Einsatz.

### **6.4 Ergebnisse der qualitativen religionsdidaktischen Untersuchung**

Nachstehende Erläuterungen und Präsentation der ersten Ergebnisse aus qualitativ-religionsdidaktischer Forschung sollen zum einen den Datenerhebungs- bzw. Auswertungsprozess nachvollziehbar machen und zum anderen die Angemessenheit der eingesetzten Instrumente belegen. Schüler/innen zu aussagekräftigen Wortmeldungen über ihre ganz persönlichen Bewertungen zum Themenkomplex zu motivieren, bedarf des sensiblen wie auch strukturierten Vorgehens. In besonderer Weise gilt es dies an den Tag zu legen, wenn Schöpfung und Evolution in direkten Bezug zueinander gestellt werden, und wenn untersucht wird, in welchem Verhältnis zueinander die Schüler/innen die Evolutionstheorie und die Schöpfungserzählungen sehen. Folgende Abschnitte liefern einen Einblick in vorläufige Ergebnisse dessen, wie Schüler/innen das Verhältnis von Schöpfung und Evolution bzw. Theologie und Naturwissenschaft sehen.

#### 6.4.1 Methodik

Aus religionsdidaktischer Perspektive werden die Einstellungen von Schüler/innen mittels qualitativer Erhebungs- und Auswertungsmethoden erforscht. Für die Erhebung der Daten setzten wir altersgemäße Interviewleitfäden ein. Der zur Auswertung herangezogene Datensatz umfasst zwölf Interviews à ca. 45 Minuten. Befragt wurden je vier Schüler/innen der Jahrgangsstufen fünf, acht und elf.

Eine der Herausforderungen der vorliegenden Studie bestand darin, theoretisch-methodische Aspekte für eine qualitativ orientierte Einstellungserhebung auszuarbeiten, ohne unmittelbar von Vorgängerstudien ausgehen zu können. Aber die Auseinandersetzung mit sozialpsychologischen Befragungsmethoden und Interviewtechniken zeigte, dass gerade die qualitative Erfassung von Einstellungen vielversprechend ist: Der Zugang zu Menschen, »ihren entwickel[te]n spezifischen Ansichten von der Welt, von sich selbst, ihren Werten, Normen und Verhaltensweisen« (Friebertshäuser & Langer, 2010, p. 437) zu ermöglichen, erfordert ein strukturiertes wie offenes, sensibles Vorgehen. Einzig die Methode des »halbstandardisierten« Interviews, vermag die Aufgabe zu erfüllen, »Angaben über Einstellung, Erfahrung und Verhalten zu einem bestimmten Gegenstand zu erfragen, und zwar derart, dass die Reaktionen verschiedener Befragter verglichen werden können« (König, 1952).

Witzels Methode (Witzel, 2000) des »problemzentrierten Interviews« bietet jene Interview-Form, in der »offene, erzählgenerierende Fragen«, »Filterfragen« oder »verbale Reize« Platz finden. Fragen nach dem »Warum«, die gleichermaßen konfrontierend und öffnend wirken (Flick, 2000, pp. 100–101), garantieren in dieser Erhebung von Schülereinstellungen aussagekräftige Antworten. In Rekurs auf theoretische Aspekte zu mündlichen Befragungen Jugendlicher (Friebertshäuser & Langer, 2010; Reinders, 2005) und mit dem Anspruch der (theologischen) Komplexität des Themenkomplexes »Schöpfung und Evolution« sowie dem der Mehrdimensionalität des Einstellungskonstruktes gerecht zu werden, wurden die qualitativen Erhebungsinstrumente entworfen. Das erste Konzept des Interview-Leitfadens wurde in der religionspädagogischen Sozietät der Universität Wien zur Diskussion gestellt. Auf der Basis dieser Expertvalidierung wurde der Leitfaden revidiert und an einer 14-jährigen Gymnasiastin aus Wien erprobt. Obwohl die Frage-Items die Interviewpartnerin zu reflektierten Äußerungen motivierten, ergab die Analyse ein stark kognitiv zentriertes Bild der Antwortinhalte. Dieses Resultat verlangte nach einer Adaptation des vorliegenden Interview-Leitfadens. Das Probe-Interview mit einem 14-

jährigen Gymnasiasten aus Wien förderte dem komplexen Einstellungskonstrukt genügende, mehrdimensionale Antworten zu Tage. Der Interview-Leitfaden wurde ein weiteres Mal der Experten gruppe der »religionspädagogischen Sozietät« präsentiert. Dort wurde ebenso der Grund für die Erarbeitung eines Interview-Leitfadens für die 5. Schulstufe gelegt. Zwei Probe-Interviews mit 11-jährigen erbrachten insofern sehr gute Ergebnisse, als das sprachliche Niveau und der Abstraktionsgrad der verwendeten Begrifflichkeiten ihrem entwicklungspsychologischen Stand entsprachen.

Des Weiteren wurden die Interview-Leitfäden um wichtige Teilbereiche - Items zu NOS und NOT - ergänzt. Mit zwei 17-jährigen Lernenden erprobten wir den vervollständigten Interview-Leitfaden. Nach der Organisation der Einstellungserhebung (Koordination der Interview-Termine) wurden im Anschluss an den Regelunterricht Gespräche mit Schüler/innen des Ratsgymnasiums Münster geführt und die qualitativ religionsdidaktische Datensammlung abgeschlossen. Die Auswertung der transkribierten Interviews erfolgt mit der Grounded Theory (Strauss & Corbin, 1996). Diese Methode verlangt ein abduktives Vorgehen und erlaubt - auf der Basis der erhobenen Daten - eine Theorie zu formulieren, die aus miteinander verknüpften Konzepten besteht. Mithilfe der Grounded Theory lassen sich psychologische Konstrukte wie „Einstellungen“ beschreiben und erklären.

#### **6.4.2 Ergebnisse und Diskussion**

Da die Auswertung der Daten der Haupterhebung mit der Grounded Theory gegenwärtig vorgenommen wird, sollen hier thesenartig vorläufige Befunde aus der ersten Analyse der Interviews vorgestellt werden:

- Das Thema »Evolution« besitzt eine größere Bedeutung für die Schüler/innen als die »Schöpfung«. Sie begründen dies zum einen mit größerem Interesse, zum anderen mit mehr lebensweltlicher Nähe. Dennoch assoziieren sie mit »Schöpfung« positive Emotionen. Evolution lässt sie emotional eher ungerührt.
- Ihr Verhalten ist weitgehend unbeeinflusst von Evolution und Schöpfung. Grund dafür ist, dass für Schüler/innen kein direkter Zusammenhang mit »Evolution oder Schöpfung« erkennbar ist, wenn sie mit ihren Mitmenschen und ihrer Umwelt achtsam umgehen.
- Keiner der Interviewpartner/innen der Probeinterviews vertritt eindeutig kreationistische oder szientistische Einstellungen.

- Die Schüler/innen schätzen an den Naturwissenschaften besonders deren Erklärungspotenzial. Gleichwohl hat auch nicht Beweisbares einen hohen Stellenwert in ihrem Leben. Sie begegnen dem nicht Beweisbaren aber mit Vorsicht.
- SchülerInnen sehen sich vor erhebliche Schwierigkeiten gestellt, wenn sie das Verhältnis von »Schöpfung und Evolution« für sich zu definieren suchen. Sie sehen sowohl Annäherungs- als auch Streitpunkte.
- Die Befragten wissen mehr über die Naturwissenschaften als über die Theologie. Naturwissenschaft und Wissenschaft verwenden sie weitgehend synonym. Die Theologie bildet dazu eher ein Gegenstück.

Analysiert man die Interviewdaten vor dem Hintergrund der Grounded Theory, dann erweist sich betreffs der Verhältnisbestimmung von Theologie und Naturwissenschaft die *Kategorie* der »Unterschiedlichkeit« als konstruktiv. Die Aspekte Gegenstandsgebiet, persönliche Relevanz, Wahrheitsanspruch und subjektives Verhalten bestimmen die Kategorie »Unterschiedlichkeit« näher. Ein breites Spektrum an *Dimensionen* illustriert die Merkmale. »Unterschiedlichkeit« kommt in der Näherbestimmung des *Gegenstandsgebietes* – von >biologisch/wissenschaftlich< bis idealistisch/metaphorisch< – zum Tragen. Eine vielfältige Ausdifferenzierung erfährt auch die *Eigenschaft persönliche Relevanz* (unbedeutend - existenziell). Was den *Wahrheitsanspruch* beider wissenschaftlichen Disziplinen anbelangt, so charakterisiert eine Spannweite von >legitim< bis >illegitim< die Schüler/innenaussagen. Jene Passagen, welche das *subjektive Verhalten* abfragen, verdeutlichen, dass von >parteiübergreifenden< bis >unbewegten< Schüler/innenreaktionen auszugehen ist. Mit der Kategorie der »Unterschiedlichkeit« lässt sich demnach die Verhältnisbestimmung von Theologie und Naturwissenschaften aus Sicht der Interviewten treffend beschreiben.

Das offene Kodieren hat außerdem die Kategorie »Tragfähigkeit« in Bezug auf schöpfungstheologische und evolutionsbiologische Inhalte zu Tage gebracht. Dazu gehörige *Eigenschaften Sinn, Aktualität* und *persönliche Plausibilität* definieren »Tragfähigkeit« als Kategorie näher. In den Interviewaussagen vorgefundene Eigenschaften werden ausdifferenziert in *Dimensionen*. Den Sinngehalt schöpfungstheologischer und evolutionsbiologischer Inhalte stufen die Befragten von >existent< bis >kaum existent< ein; die Aktualität derselben ist >außerordentlich< bis >mangelhaft<. Auch variiert die persönliche Plausibi-

lität besagter Inhalte von >beweiskräftig< bis >realitätsfremd<. Je tiefer man in das Datenmaterial eindringt, desto offensichtlicher wird die Vielschichtigkeit der Aussagen der Lernenden.

Gleichzeitig gewinnt auch die Komplexität der Vereinbarkeitsstrategien von »Schöpfung und Evolution« in den teils inkonsistenten Antworten der Befragten an Kontur. Obwohl der konzeptuelle Raum »Verhältnis von Theologie und Naturwissenschaft (Schöpfung und Evolution)« bereits ausdifferenziert wurde und einen klaren Problemhorizont eröffnete (Schwierigkeit, das Verhältnis von »Schöpfung und Evolution« widerspruchsfrei für sich zu definieren [vgl. Zitat \*]), gilt es in weiterer Folge die erarbeiteten Kategorien miteinander in Beziehung zu setzen bzw. zu verknüpfen. Erst dann kann aus den gesättigten Kategorien eine gegenstandsbezogene Theorie formuliert werden.

\* Frage: »Schau dir die Welt, die vielen Pflanzen, Tiere und Menschen an! Können sie alle natürlich entstanden sein oder hat Gott sie geschaffen. Wie siehst du das?«

Antwort: »Also, da sehe ich jetzt eine ziemlich schwierige Frage. Also, weil einerseits erklärt Gott natürlich wieso seine Arten, alles so vielfältig sein könnte. Aber natürlich also, dadurch entstehen sie auch. (Also, das ist halt eines der Dinge, die die Naturwissenschaften meines Erachtens nicht erklären können, wie so viele verschiedene Arten entstehen können).«

## **6.5 Ergebnisse der quantitativen biologiedidaktischen Untersuchung**

Im Weiteren werden exemplarische quantitative Ergebnisse vorgestellt, die im Rahmen von Vorstudien erhoben wurden und die in erster Linie der Entwicklung theoretisch und messtheoretisch fundierter Instrumente dienen. In der umfassenderen Gesamtstudie werden später neben Einstellungen im Themenkomplex »Schöpfung und Evolution« mögliche erklärende Faktoren aus dem Bereich Einstellungen und Verständnis erfasst (z.B. Einstellungen zu den Naturwissenschaften, Verständnis von Nature of Science, Verständnis von Nature of Theology). Im Zentrum der nun folgenden Auswertung steht die Frage, welche Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einstellungen und Überzeugungen im Themenkomplex »Schöpfung und Evolution« bestehen.

### **6.5.1 Methodik**

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf eine Stichprobe mit insgesamt 227 Gymnasiast/innen der Klassenstufen 9 (43%) und 13 (57%) aus Nordrhein-Westfalen. Von den befragten Schüler/innen waren 52% weiblich und 48% männlich. Die Befragten waren zwischen 14 und 20 Jahre alt ( $M = 16,70$ ,  $SD = 0,21$ ) und gehörten mehrheitlich einer christlichen Konfession an (insgesamt 92% bzw. 73% katholisch und 19%

evangelisch). Weitere 6% waren nicht konfessionsgebunden und 2% muslimischen Glaubens. Bei der Erhebung kam ein geschlossener Fragebogen mit verschiedenen Antwortformaten zum Einsatz. Die Ergebnisse *Einstellungen zur Evolutionstheorie* und *Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen* beziehen sich auf ein 7-stufiges semantisches Differential mit je 16 Items. Bei dieser Methodik bewerten die Probanden ein Einstellungsobjekt auf der Basis bipolarer Adjektivskalen, indem sie jeweils die Antwort auswählen, die ihre Meinung am besten wiedergibt. Dieses Antwortformat hat den Vorteil, dass verschiedene Objekte auf einer gemeinsamen Skala verglichen werden können. Die verwendete Skala stellt eine deutsche Adaptation des kognitiv-affektiven Differentials von Crites und Kollegen (Crites, Fabrigar, & Petty, 1994) dar (Beispielitem: Die Evolutionstheorie ist wertvoll... wertlos. Die Schöpfungserzählungen sind wertvoll... wertlos.). Die Validität der Instrumente wurde konvergent durch eine gleichzeitige Verwendung von Likert-skalierten Instrumenten geprüft (Einstellungen zur Evolutionstheorie:  $r = 0,63^{***}$ ; Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen:  $r = 0,82^{***}$ ). *Kreationistische Überzeugungen* wurden durch eine 4-stufige Likert-Skala mit 10 Items erfasst. Diese Skala stellt eine Weiterentwicklung bestehender Skalen dar, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass die beiden definitorischen Aspekte, Ablehnung der Evolutionstheorie und wörtlicher Glaube an die Schöpfungserzählungen, als getrennte Skalen analysierbar sind (Konnemann, Nick, Brinkmann, Asshoff, & Hammann, 2012). Ein Beispielitem lautet: »Ich glaube, dass die Welt genau so entstanden ist, wie die Bibel es in den Schöpfungserzählungen überliefert«. *Szientistische Überzeugungen* wurden ebenfalls durch eine 4-stufige Likert-Skala mit 10 Items erfasst (Konnemann et al., 2012). Ein Beispielitem lautet: »Vernunft verbietet es uns, an etwas zu glauben, das nicht naturwissenschaftlich bewiesen ist«.

Die Auswertungsmethodik umfasst neben einer klassischen Item- und Skalenanalyse (Trennschärpen, Cronbach's  $\alpha$ ), deskriptive Statistiken (Mittelwert, Standardabweichung), Mittelwertvergleiche mit Student T-Test für eine Stichprobe, Korrelationen (Pearson's  $r$ ) und Partialkorrelationen.

### **6.5.2 Ergebnisse**

In Tabelle 12 sind die wichtigsten Skalenkennwerte der vier Instrumente aufgeführt. Alle Skalen erreichen eine akzeptable Reliabilität ( $\alpha > 0,7$ ). Nach den Skalenmittelwerten zu urteilen, wird die Evolutionstheorie auf die Gesamtskala gesehen positiv bewertet, während die Bewertung der Schöpfungserzählungen insgesamt leicht negativ ausfällt. Damit wird die Evolutionstheorie insgesamt positiver bewertet als die Schöpfungserzählungen

( $t = 13,49$ ,  $df = 209$ ,  $p < 0,001$ ). Dies gilt sowohl für die kognitive ( $t = 15,12$ ,  $df = 208$ ,  $p < 0,001$ ) als auch die affektive Teilskala ( $t = 9,71$ ,  $df = 209$ ,  $p < 0,001$ ). Die Mittelwerte in Bezug auf kreationistische ebenso wie szientistische Überzeugungen liegen beide unterhalb des theoretischen Mittelwertes ( $M_{\text{theoretisch}} = 2,5$ ), d.h. die hier betrachtete Stichprobe neigt im Mittel weder zu kreationistischen ( $t = -30,03$ ,  $df = 210$ ,  $p < 0,001$ ) noch zu szientistischen Überzeugungen ( $t = -8,18$ ,  $df = 208$ ,  $p < 0,001$ ).

**Tabelle 12: Übersicht über die Erhebungsinstrumente**

Konstrukt	Items	n	M	S	$\alpha$
Einstellungen zur Evolutionstheorie (SD)	16	206	1,06	0,84	0,91
kognitive Teilskala	8	210	1,35	1,00	0,89
affektive Teilskala	8	207	0,75	0,82	0,82
Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen (SD)	16	205	-0,33	1,09	0,94
kognitive Teilskala	8	206	-0,51	1,25	0,92
affektive Teilskala	8	209	-0,16	1,02	0,88
Kreationistische Überzeugungen (L)	10	211	1,55	0,46	0,83
Szientistische Überzeugungen (L)	10	207	2,22	0,49	0,75

Anmerkungen: n = Stichprobengröße, M = Skalenmittelwert, S = Standardabweichung,  $\alpha$  = Cronbach's  $\alpha$ , SD = 7-stufiges Semantisches Differential (Min = -3, Max = +3), L = 4-stufige Likert Skala (Min = 1, Max = 4).

Tabelle 13 zeigt die Korrelationsmatrix zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den Mittelwerten der vier Skalen. Danach sind positive Einstellungen zur Evolutionstheorie mit geringen Werten auf der Kreationismus-Skala assoziiert, wohingegen eine positive Einstellung zu den Schöpfungserzählungen mit hohen Werten auf der Kreationismus-Skala und niedrigen Werten auf der Szientismus-Skala verbunden ist. Interessanterweise besteht zwischen Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und Einstellungen zur Evolutionstheorie ein schwacher negativer Zusammenhang, d.h. die befragten SchülerInnen zeigen auf den ersten Blick Schwierigkeiten positive Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und zur Evolutionstheorie zu vereinbaren.

**Tabelle 13: Korrelationsmatrix**

	EE	ES	Kr	Sz
Einstellungen zur Evolutionstheorie (EE)	1	-0,18*** n = 210	-0,57*** n = 211	0,08 n = 209
Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen (ES)		1	0,56*** n = 210	-0,54*** n = 208
Kreationismus (Kr)			1	-0,28*** n = 209
Szientismus (Sz)				1

Anmerkungen: \*\*\*  $p < 0,001$ , Pearson's  $r$ , zweiseitig.

Angesichts der bestehenden negativen Zusammenhänge zwischen Szientismus und Kreationismus untersuchten wir in einem letzten Analyseschritt die Partialkorrelation zwischen Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und zur Evolutionstheorie unter Kontrolle der individuellen Unterschiede in den Überzeugungen der Schüler/innen zum Kreationismus und Szientismus. Dadurch änderte sich die zunächst signifikant negative Korrelation zwischen den zwei Variablen ( $r = -0,18$ ,  $p < 0,001$ ) in eine signifikant positive Partial-Korrelation ( $r = 0,16$ ,  $p < 0,05$ ). Das bedeutet, dass Schüler/innen, die nicht zu kreationistischen oder szientistischen Einstellungen neigten, durchaus in der Lage waren, positive Einstellungen sowohl zu den Schöpfungserzählungen als auch zur Evolutionstheorie zu kombinieren. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich somit, dass der negative Zusammenhang, der zwischen Einstellungen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen besteht, durch kreationistische und szientistische Überzeugungen bedingt wird.

### **6.5.3 Diskussion**

Die Ergebnisse zeigen einerseits, dass kreationistische und szientistische Aussagen in der untersuchten Stichprobe nur geringe Zustimmung erhalten. Sie zeigen andererseits, dass die negative Korrelation zwischen Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen damit in einem Zusammenhang steht, ob die Personen kreationistische bzw. szientistische Überzeugungen besitzen. Ähnliche Ergebnisse, allerdings auf der Ebene der Vereinbarkeit von Religion und Naturwissenschaften, wurden von Francis und Greer sowie Astley und Francis (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 2001) bei britischen SchülerInnen erbracht. In diesen Studien zeigte sich, dass sich eine zunächst negativ erscheinende Korrelation zwischen Einstellungen zur Religion und Einstellungen zu den Naturwissenschaften in eine positive verwandelte, wenn die kreationistischen und szientistischen Überzeugungen kontrolliert wurden. Wir konnten hier zeigen, dass Vergleichbares auch auf der Ebene der Vereinbarkeit von Schöpfungserzählungen und Evolutionstheorie gilt. Dieses Ergebnis hat klare pädagogische Implikationen: Es zeigt, dass Schüler/innen, denen die Naturwissenschaften so vermittelt werden, dass sie nicht zu Szientismus neigen, und denen Religion so vermittelt wird, dass sie die Schöpfungserzählungen nicht kreationistisch missverstehen, die Möglichkeit haben, in der Debatte um die Vereinbarkeit von Evolutionstheorie und Schöpfungserzählungen eine stärker vereinbare Position einzunehmen. Damit unterstützen unsere Daten die Empfehlungen verschiedener Autoren, die eine Behandlung des Themas Religion und Naturwissenschaften

ebenso wie eine Vermittlung der Natur der Naturwissenschaften im Schulunterricht fordern. Unsere Ergebnisse deuten über diese Empfehlungen hinaus, insofern als sie zusätzlich die Bedeutung der Vermittlung von Wissen über die Natur der Theologie in den Blick rücken.

## **6.6 Fazit und Ausblick**

Das aufeinander abgestimmte Design der beiden Teil-Studien ermöglicht eine Triangulation der Daten d.h. eine Verknüpfung der Ergebnisse des qualitativen und quantitativen Zugangs. So zeigen beide Studien, dass die Neigungen der befragten Schülerinnen und Schüler zu kreationistischen ebenso wie zu szientistischen Überzeugungen gering sind. Gleichzeitig zeigt sich in beiden Untersuchungen, dass die Evolutionstheorie generell positiver bewertet wird als die Schöpfungserzählungen. Allerdings lassen sich die im qualitativen Teil identifizierten positiven Gemütsregungen bezüglich der Schöpfungserzählungen nicht ohne weiteres in den quantitativen Daten wiederfinden, zumal die Mittelwerte der Einstellungsskalen grundsätzlich eher auf eine negative affektive Bewertung der Schöpfungserzählungen hindeuten. Zum jetzigen Zeitpunkt lässt sich nicht abschließend klären, ob dies der Methodik oder vielleicht auch der Stichprobe geschuldet ist.

Zusätzlich zum Vergleich der deskriptiven Ergebnisse erlauben die qualitativen Ergebnisse punktuelle Rückschlüsse auf die Validität der eingesetzten quantitativen Methoden. So lässt sich die Entscheidung, kognitive und affektive Anteile von Einstellungen in den Mittelpunkt der quantitativen Erhebungsinstrumente zu rücken und die verhaltensbezogene Komponente außen vor zu lassen, durch die Ergebnisse der qualitativen Studie im Nachhinein rechtfertigen. Auch die zentrale Berücksichtigung der Emotionskategorien „Interesse“ und „Faszination“ wird durch die qualitativen Ergebnisse gestützt.

Didaktisch bedeutsame Folgerungen ergeben sich aus den Forschungsergebnissen zur Verhältnisbestimmung. So zeigte sich qualitativ, dass die SchülerInnen erhebliche Schwierigkeiten haben, das Verhältnis von „Schöpfung und Evolution“ für sich explizit zu bestimmen. Gleichzeitig zeigt der quantitative Untersuchungsteil, dass es den SchülerInnen dann möglich ist, positive Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und zur Evolutionstheorie miteinander zu vereinen, wenn nicht kreationistische und szientistische Überzeugungen eine solche Vereinbarung behindern. Daher gilt es im Religions- wie im Biologieunterricht, derartigen Überzeugungen vorzubeugen.

**Danksagungen**

*Wir danken der Friedrich-Stiftung für die Förderung des Projekts "Einstellungen und Unterricht zum Themenkomplex 'Evolution und Schöpfung'", im Rahmen dessen dieser Beitrag entstand. Unser Dank gilt auch allen SchülerInnen, die an dieser Studie teilgenommen haben, und den Masterstudierenden, die maßgeblich an der Erhebung der Daten beteiligt waren.*

## 7. PUBLIKATION 4: Insights Into the Diversity of Attitudes Concerning Evolution and Creation: A Multidimensional Approach

PUBLIKATION 4: Konnemann, C., Asshoff, R., Hammann, M. (2016). Insights Into the Diversity of Attitudes Concerning Evolution and Creation: A Multidimensional Approach. *Science Education*, 100(4), 673-705.

*Received: 07.05.2015; accepted: 20.01.2016; published online: 19.03.2016.*

### **Abstract**

The main aim of this paper is to describe high school students' attitudes concerning evolution and creation, with a focus on (1) attitudes toward evolutionary theory, (2) attitudes toward the Biblical accounts of creation, (3) creationist beliefs, and (4) scientific beliefs. Latent class analyses revealed seven attitude profiles in a sample of 1672 German high school students. In contrast with the prevailing focus on creationism in science education research, a scientific attitude profile (22%) rather than a creationist attitude profile (4%) characterized the largest group in this sample. The remaining five profiles account for three-fourths of the sample and describe a range of different positions, that is, noncreationist and nonscientific positions. Moreover, the groups of students who belonged to different attitude profiles differed significantly in terms of further variables: (a) perception of conflict between science and theology, (b) attitudes toward science, (c) attitudes toward religion, (d) understanding of the nature of science, and (e) understanding of the nature of Christian theology. The benefit of the presented approach is discussed in the context of previous studies that focused on the acceptance of evolutionary theory. Because we found evidence for a wide variety of attitudes, implications for teaching and learning evolution are discussed.

## 7.1 Introduction

More than 150 years after the publication of Charles Darwin's seminal work *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, both the origin and development of species remain topics of major interest and intense discussion among the general public. Behind the evolution versus creation debate, there lies the assumption of unresolvable conflicts between science and religion. Dichotomies are typical of extreme positions in the field, that is, creationism at one end of the spectrum and scientism at the other (Barbour, 1990). Advocates on both sides claim that science and religion make rival statements about the same domain, the origin of life, such that one must choose between them. Several studies have demonstrated that creationist positions persist not only in the United States but also in Europe (Curry, 2009; Miller et al., 2006).

For science education, the acceptance versus (creationist) rejection of evolutionary theory is a topic of particular interest (Allmon, 2011; Smith, 2010a; Wiles & Alters, 2011). Though relevant to the evolution–creation controversy, scientism has received less attention than creationism. It has been acknowledged by some as an issue tangential to students' understanding of the nature of science (NOS; e.g., Abd-El-Khalick, 2001; Ryan & Aikenhead, 1992) and is thus relevant for evolution education (Smith, 2010a; Taber, 2013). However, empirical studies regarding scientism are still lacking. Research in the field of religious education has investigated scientism in conjunction with creationism, considering both as symptomatic of category mistakes detrimental to understanding science in addition to religion (e.g., Astley & Francis, 2010; Fulljames & Francis, 1988).

The prevailing foci on creationism and scientism must not be interpreted as a reification of conflict between evolutionary theory and the Biblical accounts of creation. Rather, the philosophical literature has described a range of different views regarding the relationship between science and religion (recently reviewed in Yasri et al., 2013). Barbour's (1990) fourfold typology of the relationship between science and religion is a case in point. A broad spectrum of positions can, for instance, be expected among people who can reconcile evolutionary theory and the Biblical accounts of creation and see science and religion as two "nonoverlapping magisteria" (Gould, 1997), that is, as independent (but not mutually exclusive) realms (Barbour, 1990). Furthermore, there is a growing body of empirical evidence for positions beyond conflict (e.g., Brickhouse et al., 2000; Hanley et al., 2014; Hokayem & BouJaoude, 2008; Roth & Alexander, 1997). Accordingly, several authors have

recently reflected on the diversity of views concerning the relationship between science and religion (Ecklund, 2010; Reiss, 2013; Taber, 2013, 2014).

Methodologically, there are at least three arguments for using multidimensional probabilistic methods in this field. First, multidimensional approaches—which consider a range of constructs relevant to the relationship between biological evolution and Biblical creation— might be more helpful for investigating student diversity than other methods that focus on dichotomies and binary classifications (Yasri, 2014). Second, multidimensional approaches are particularly suited to reflect the multicomponent nature of attitudes. Specifically, attitudes relevant to science education typically “do not consist of a single unitary construct, but rather consist of a large number of subconstructs” (Osborne et al., 2003, p. 1054). Third, there are several examples of fruitful applications of probabilistic modeling that describe diversity in the affective domain and identify different types of positions based on multiple affective dimensions (e.g., Dempsey et al., 1997; Häussler, Hoffmann, Langeheine, Rost, & Knud, 1998).

In short, we argue that a multidimensional characterization of attitudes concerning evolution and creation—taking several relevant subconstructs into consideration—might be helpful for a better understanding of the diversity of students’ attitudes. The application of probabilistic latent class modeling to high school students’ attitudes concerning evolution and creation is described in this paper.

## **7.2 Theoretical background**

This paper presents a theoretical framework for analyzing and empirically investigating attitudes relevant to the evolution–creation controversy. Psychological attitude research provides the basis for doing so. Considering the main aim of this paper— an empirical study of student attitude profiles—we start by describing attitudes toward evolutionary theory, attitudes toward the Biblical accounts of creation, creationist beliefs, and scientific beliefs. These four core attitude constructs take the lead in this section because they form the basis for the description of multidimensional attitude profiles in the empirical part of this paper. A description of five additional variables follows because they will be used, in the empirical part of this paper, to further characterize student attitude profiles in terms of the perception of conflict between science and theology, attitudes toward science, attitudes toward religion, understanding of NOS, and understanding of the nature of Christian theology (NOTh).

### **7.2.1 Psychological Attitude Theory and the Three-Component Model**

In social psychology, attitudes are considered multicomponent evaluations that are always related to specific attitude objects (e.g., people, objects, or ideas). According to one of the most influential definitions in the field, attitudes can be described as “a psychological tendency that is expressed by evaluating a particular entity with some degree of favour or disfavour” (Eagly & Chaiken, 1993, p. 1). More precisely, an attitude represents a summary evaluation of an attitude object expressed by such attribute dimensions as good versus bad, harmful versus beneficial, pleasant versus unpleasant, and likable versus dislikeable (Ajzen, 2001). According to the multicomponent model, attitudes are composed of cognitive, affective, and behavioral components (Eagly & Chaiken, 1993). The cognitive component is built by beliefs that associate an object with favorable and unfavorable attributes (Ajzen & Fishbein, 1980). Typically, a positive attitude is formed when most beliefs associate the object with favorable attributes. The attitude is negative when unfavorable beliefs dominate (Ajzen, 1995). The affective component of attitudes refers to feelings and emotions linked to the attitude object, whereas the behavioral component refers to behaviors and experiences regarding the attitude object (Maio & Haddock, 2010).

### **7.2.2 Attitudes Toward Evolutionary Theory**

In the context of social psychology, attitudes toward evolutionary theory are multicomponent constructs based on cognitive evaluations (e.g., “relevant,” “important”), affective evaluations (e.g., “interest,” “fun,” “fear”), and behavioral evaluations (e.g., “watch a film,” “visit a museum”). The more familiar construct in the science education literature, however, is acceptance of evolutionary theory. In fact, much of science education research on evolution is based on the so-called “measure of acceptance of the theory of evolution” (MATE), a test instrument specifically designed to reflect students’ “perceptions of evolutionary theory’s scientific validity, ability to explain phenomena, and acceptance within the scientific community” (Rutledge & Warden, 1999, p. 13). These constructs can be expected to be related but distinct because of different theoretical underpinnings (Konnemann et al., 2012).

Research examining the acceptance of evolutionary theory has flourished. The MATE has been used to characterize the acceptance of evolutionary theory in different groups (e.g., high school students, university students, and teachers) and nations (e.g., the United States, Germany, Greece, Turkey; Wagler & Wagler, 2013). Furthermore, research in this

field has succeeded in describing factors correlated with the acceptance of evolutionary theory, thus laying the groundwork for deliberate attempts to foster acceptance in the classroom (reviewed by Allmon, 2011; Smith, 2010a; Wiles & Alters, 2011). However, the MATE has been criticized for deficient discrimination between acceptance and understanding (Konnemann et al., 2012; Smith, 2010a). Additionally, the question of whether the instrument should be applied to samples other than teachers in the United States is debated (Wagler & Wagler, 2013). This situation is further aggravated by the fact that references to both “acceptance” and “rejection” of evolutionary theory are problematic because people might conflate “acceptance” with “belief,” despite epistemological differences between the two constructs (cf., Smith & Siegel, 2004; Southerland et al., 2001; Williams, 2015).

In this paper, we present an attempt to conceptualize and empirically investigate attitudes toward evolutionary theory as multicomponent constructs according to the framework of psychological attitude theory. In addition, the MATE is used to investigate possible relationships between acceptance and attitudes.

### **7.2.3 Attitudes Toward the Biblical Accounts of Creation**

Although important for religious education, attitudes toward the Biblical accounts of creation have, to our knowledge, not been explicitly defined in the religious education literature. Thus, we define attitudes toward the Biblical accounts of creation, in analogy to attitudes toward evolutionary theory, as summary evaluations of the Biblical accounts of creation based on cognitive (e.g., “outdated”), affective (e.g., “interest,” “joy,” “hope”), and behavioral evaluations (e.g., “read Biblical creation narratives”).

Attitudes toward the Biblical accounts of creation differ from attitudes toward evolutionary theory insofar as they refer to different attitude objects. More precisely, positive and negative attitudes toward evolutionary theory are not linked to specific attitudes toward the Biblical accounts of creation in any deterministic manner. For example, some nonreligious scientists combine positive attitudes toward evolutionary theory with negative attitudes toward the Biblical accounts of creation (e.g., Dawkins, 2006). However, it is also possible to hold positive attitudes toward both evolutionary theory and the Biblical accounts of creation when, for example, considering science and religion as independent realms of reality (e.g., Ayala, 2012; Gould, 1997). Therefore, to characterize the diversity of attitudes, it might be useful to operationalize attitudes toward the Biblical accounts of creation independently from attitudes toward evolutionary theory.

Research has recently started to explore attitudes toward the Biblical accounts of creation, but empirical studies regarding this issue are still rare. For example, the authors of a qualitative study stated that the two students interviewed associated the Biblical accounts of creation with positive emotions. Furthermore, evolution was associated with higher interest and more relevance for everyday life (Konnemann, Oberleitner, Asshoff, Hammann, & Rothgangel, 2013).

#### **7.2.4 Creationism**

Christian creationism typically references the Biblical accounts of creation. Two creationist positions, Young-Earth Creationism and Intelligent Design (ID), currently dominate the creationist movement (Reiss, 2008). Young-Earth definitions typically combine two aspects, “the rejection of evolution and common descent as an account of the development of living things, in favor of a belief in God’s special and independent creation of every form of life” (Astley & Francis, 2010). In contrast, advocates of ID generally make no reference to God or the Bible but claim that the complexity of the natural world at all levels of organization—from the biosphere to subcellular levels—provides strong evidence for the existence of an intelligent designer. Another belief characteristic of ID is that a directed process—rather than variation and natural selection—accounts for evolutionary change (Reiss, 2008).

Creationist beliefs differ from attitudes toward evolutionary theory and attitudes toward the Biblical accounts of creation in several ways. First, attitudes are typically multicomponent constructs and are thus broader than specific creationist beliefs. More specifically, creationist beliefs are not identical to positive attitudes toward the Biblical accounts of creation because the former imply a rejection of evolutionary concepts, whereas the latter do not necessarily imply such. Additionally, creationist beliefs are not necessarily identical to negative attitudes toward evolutionary theory because people might question evolutionary theory as “only a theory” for epistemological rather than religious reasons.

Research on creationism has focused on the general public in addition to science and religious education. Recent public opinion polls have documented that more than four in 10 residents of the United States believe that God created humans in their present form and that this act of creation happened approximately 10,000 years ago (Gallup-Institute, 2014). In Europe, creationist beliefs are generally less frequent (Miller et al., 2006). However, Curry (2009) claimed that “creationism persists in Europe,” which is in agreement with empirical data provided by, for example, Kutschera (2008), who found that 12.5% of

the German public ( $n = 1520$ ) are best described as (Young-Earth) creationists and that 25.2% are advocates of ID. Studies from science education regarding creationism have focused mainly on teachers (e.g., Berkman & Plutzer, 2011) and college students (e.g., Losh & Nzekwe, 2011), with a smaller body of data regarding high school students (Eve, Losh, & Nzekwe, 2010). Studies from religious education have analyzed creationism in conjunction with scientism among Kenyan and British secondary school students (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 2001; Fulljames & Francis, 1988). The main findings are that creationism is negatively related to scientism and to attitudes toward science. Furthermore, creationism is positively related to attitudes toward religion.

### **7.2.5 Scientism**

The term scientism has been defined in the philosophical literature as “a matter of putting too high a value on science in comparison with other branches of learning or culture” (Sorell, 1991, p. X). The philosopher Mikael Stenmark (2001) further notes that scientism represents a diversified collection of beliefs and that most people who think scientifically maintain one of the following four assumptions: (1) “The only kind of knowledge we can have is scientific knowledge,” (2) “the only things that exist are the ones science can discover,” (3) “science alone can answer our moral questions and explain as well as replace traditional ethics,” and (4) “science alone can answer our existential questions and explain as well as replace traditional religion” (Stenmark, 2001, pp. VII–XI). In science education, scientism has been defined as “inappropriately privileging science and scientific methods above all else” (Smith, 2010a, p. 531). In the religious education literature, scientism is understood as “the view that scientific methods and scientific theories can attain to absolute truth” (Fulljames & Francis, 1988, p. 78).

Scientific beliefs differ from the attitudes and beliefs concerning evolution and creation described so far. In particular, a high degree of scientific beliefs might be closely linked to positive attitudes toward evolutionary theory. The opposite, however, is not necessarily true, as it is possible to hold positive attitudes toward evolutionary theory without showing any tendency toward scientific thinking (e.g., F. J. Ayala).

Scientific beliefs have received little attention thus far in science education research. A review of the electronic databases of four of the major international science education research journals (International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching, Research in Science Education, and Science Education) only produces references to NOS literature, with some references to scientism (e.g., Abd-El-Khalick, 2001;

Ryan & Aikenhead, 1992; Wan, Wong, & Yung, B. H. W., 2011). It has been argued that scientism results from a deficient understanding of NOS (Ryan & Aikenhead, 1992). Furthermore, the issue is considered relevant to evolution education (Smith, 2010a; Taber, 2013). Scientism has received some attention from the field of religious education, where it has also been studied empirically. For example, studies with Kenyan and British secondary school students have revealed relationships between scientism and attitudes toward religion and science (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 2001; Fulljames & Francis, 1988). In particular, scientism is negatively correlated with attitudes toward religion and positively correlated with attitudes toward science.

### **7.2.6 Attitudes Toward Science and Attitudes Toward Religion**

Attitudes toward science and attitudes toward religion can be understood—in analogy to the attitude definitions above—as summary evaluations of science and religion, respectively. Science educators have argued for a psychological foundation of attitudes toward science and for a careful distinction between attitudes toward science and scientific attitudes (Osborne et al., 2003; Shrigley et al., 1988). The term “attitudes toward (Christian) religion” is often used synonymously with (Christian) religiosity and religious beliefs (Maiello, 2007).

Attitudes toward science and attitudes toward religion have been successfully studied in conjunction with acceptance of evolutionary theory, creationist beliefs and scientific beliefs. For example, attitudes toward science (e.g., Miller et al., 2006) and attitudes toward religion (e.g., Losh & Nzekwe, 2011; Mazur, 2005; Miller et al., 2006) have both proven to be useful predictors for the acceptance of evolutionary theory. Studies from religious education have further documented relationships between these attitudes and creationist beliefs in addition to scientific beliefs (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 2001).

### **7.2.7 Theoretical Models of the Relationship Between Science and Religion**

The relationship between science and religion has been studied closely in the philosophical literature (reviewed recently in Yasri et al., 2013). The classic work of Barbour (1990) synthesizes a wide variety of views using the following four key terms: (1) conflict, (2) independence, (3) dialogue, and (4) integration. According to Barbour, conflict means that science and religion are incompatible rivals. Scientism and creationism are typical examples of this view. The three nonconflict options basically focus on complementarity owing

to contrasting methods and differing languages (independence), on methodological parallels and questions about the extent of each discipline (dialogue), and on the integration of knowledge from one discipline into the other (integration).

Several authors from the field of science education have recently reflected on the diversity of views concerning the relationship between science and religion and its relevance for evolution education (e.g., Billingsley, 2013; Reiss, 2013; Taber, 2013). Empirical evidence for positions beyond conflict provides a glimpse into the diversity of positions and is available for college and university students (Brickhouse et al., 2000; Hokayem & BouJaoude, 2008; Roth & Alexander, 1997; Shipman et al., 2002; Winslow et al., 2011), clergy (Colburn & Henriques, 2006), scientists (Ecklund, 2010), and secondary school students (Hanley et al., 2014; Taber et al., 2011).

Diversity among secondary school students' views has been described, for example, via the following five different stances: (1) giving religion precedence, (2) being open to science supporting faith, (3) compartmentalizing science and religion, (4) using multiple frameworks, and (5) choosing science over religion (Taber et al., 2011). Hanley et al. (2014) have recently presented a typology of secondary school students' opinions regarding the issue, focusing on engagement with scientific explanations of the origins of the universe and of life. The authors describe the following four different types of engagement: (1) resisters (who refuse to engage with one concept, usually the scientific evidence), (2) reconciled (who accommodate religious beliefs and scientific evidence), (3) explorers (who openly engage with the topic), and (4) confused (who are undecided between belief/evidence or who have not considered the issue previously). Several studies have further provided examples of strategies for resolving conflict among students and teachers (Hokayem & BouJaoude, 2008; Meadows et al., 2000; Roth & Alexander, 1997). Furthermore, some evolution education studies have tackled the relationship between a perceived conflict between science and religion and the acceptance of evolutionary theory (Dagher & BouJaoude, 1997; Lombrozo et al., 2008; Nadelson & Sinatra, 2009).

### 7.2.8 Understanding NOS and NOTh<sup>10</sup>

The term *nature of science* (NOS) refers to the understanding of the sociocultural, epistemological, and methodological aspects of science (Lederman, 1992; McComas, 1998a; Osborne et al., 2003). In particular, NOS refers to the values and assumptions inherent in scientific knowledge and its development (Lederman, 1992). Specifically, NOS is based on the view that “science is tentative or subject to change, but reliable; empirically based; subjective or theory laden; a product of human creativity; socioculturally embedded within society; and makes use of the distinction between observation and inference and between scientific theories and laws” (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). Furthermore, some NOS concepts allude to the limits of the scientific endeavor (e.g., Lederman, Wade, & Bell, 1998).

For more than 30 years, the NOS literature has had broad impacts, and it can be regarded as a main innovator for educational change in science education. For religious education, however, a similar construct is missing. In attempting to define the nature of Christian theology (NOTh), in analogy to NOS, one can argue that NOTh refers to an understanding of the sociocultural, epistemological, and methodological aspects of Christian theology. With Christian theology, we specifically refer to the theologies of the main Christian churches in Germany, that is, the Roman Catholic Church and the “Protestant Church in Germany” (Lutheran, Reformed, and United).<sup>11</sup> NOTh differs from the nature of religion (NOR) as described by Michael Reiss (Reiss, 2009b) insofar as NOTh focuses on Christian theology as a scholarly discipline, whereas the NOR captures aspects characteristic of different religions more broadly and includes individual dimensions (e.g., the practical and ritual dimension and the experiential and emotional dimension).

The main interest of this paper, however, concerns issues pertinent to science education. Nevertheless, this study is based on the fundamental premise that human beings—in their quest for knowledge—approach the world in different ways depending on which aspect

---

<sup>10</sup> We use the acronym NOTh because the shorter acronym NOT has been used for nature of technology (e.g., Heap & France, 2013).

<sup>11</sup> Combining these two versions of Christian theology, we do not negate existing theological differences (e.g., about the cults of Saints and about the cult of Christian Mary). However, we argue that when talking about the NOTh, that is, when considering the sociocultural, epistemological, and methodological aspects, existing theological differences between these two Christian churches play a tangential role.

of reality they intend to investigate. Scientists, for example, focus on empirically accessible aspects of the world (Reiss, 2009a). Theologians, in contrast, study God and the relationships among God, human beings, and nature (Hunze, 2002). Student understanding of NOS and NOTh is important for high school education because a chief characteristic of literacy, on the most general level, is to understand differences among academic disciplines and their methods (Baumert, 2002). This aspect is relevant insofar as we expect that there is a relationship between students' attitudes in the field of evolution and creation and their understanding of NOS and NOTh. For example, it has been argued that people who do not understand the nature of scientific theories might have problems accepting evolutionary theory because they tend to degrade evolutionary theory as "only a theory" (Lombrozo et al., 2008). Similarly, one can argue that people who do not understand the nature of Biblical texts might tend to misinterpret Genesis as a scientific account of the origin of life and, consequently, might reject either the theory of evolution or the creation narratives.

### **7.2.9 Research Trends and Conclusions**

A crucial insight that emerges from the theoretical framework of this study is the prevailing focus of empirical studies within evolution education research on one or more attitude constructs rather than on the complexity and patterns of interrelated attitudes. In particular, there is a strong tradition within the science education literature of focusing on acceptance versus creationist rejection of evolutionary theory by using the MATE as the main research instrument. In contrast with creationism, however, scientism has been treated as an issue that is tangential to science education research, and the breadth of attitudes related to the evolution–creation controversy has not been fully explored (see also Yasri, 2014). Thus, attempting to model a range of different student attitude profiles that may or may not underlie the acceptance and rejection of evolutionary theory seems important. The potential rewards and expected benefits of such an endeavor include insights into individual differences that may have remained hidden because of the dominant focus on dichotomies. Acknowledging the diversity of students' attitudes regarding the evolution–creation controversy, however, is a prerequisite for adequately addressing heterogeneity in the classroom.

### 7.3 Research Questions

The main aim of this study is to describe and better understand the diversity of attitudes concerning evolution and creation. In the previous sections, we have argued that an independent operationalization of four core attitude constructs (i.e., attitudes toward evolutionary theory, attitudes toward the Biblical accounts of creation, creationist beliefs, and scientific beliefs) might prove helpful for characterizing the underlying diversity of attitudes. Applying probabilistic latent class modeling, we searched for interpretable attitude profiles based on those four attitude constructs. In a second step, we analyzed differences among the groups of students described by different attitude profiles with respect to further variables.

The main research questions are the following:

- (1) Which attitude profiles can be found among German high school students, taking into consideration (1) attitudes toward evolutionary theory, (2) attitudes toward the Biblical accounts of creation, (3) creationist beliefs, and (4) scientific beliefs?
- (2) To what extent do the groups of students described by different attitude profiles differ regarding (a) the perception of conflict between science and theology,<sup>12</sup> (b) attitudes toward science, (c) attitudes toward religion, (d) understanding of NOS, and (e) understanding of NOTh?

### 7.4 Methods

#### 7.4.1 Contextual background of the study

The current religious composition in Germany can roughly be described as one-third Protestant, one-third Roman Catholic, and one-third without religious affiliation. This division into three main groups neglects Muslims, who constitute the third-largest religious group (2.9%; fowid, 2014).

For an adequate understanding of the religious landscape in Germany, it is important to note that *evangelisch* in the German language means Protestant, whereas *evangelikal* is

---

<sup>12</sup> We use the term “theology” instead of “religion” for two reasons. First, almost all arguments Barbour (1990) uses, which concern the resolution of conflict, are theological and not religious in nature. Second, theology is the more adequate term for making it clear that the NOS and the NOTh on the one hand and views regarding the relationship between science and theology on the other hand act on the same level.

to be translated as evangelical and stands for more-fundamentalist positions that, to some degree, promote a literal reading of the Bible. Consequently, the Evangelische Kirche in Germany (EKD), to which one in three Germans belong, should be translated as “Protestant Church in Germany” (Kutschera, 2014). The EKD is a federation of 20 Lutheran, Reformed, and United regional churches in Germany. Members of the EKD should not be confused with members of the evangelical movement (Evangelikale), who typically belong to one of the so-called Free Churches (Freikirchen; e.g., Pentecostalism, Seventh-day Adventist Church, and Baptist Churches) and represent less than 1% of the German population (fowid, 2014). As Kutschera (2014) has noted, creationism in Germany is largely situated within the evangelical movement.

#### **7.4.2 Procedures**

The study was conducted at German high schools in 2012-2013 and was embedded within an interdisciplinary project that involved researchers from both biology education and religious education. The aim of the project was to investigate high school students’ attitudes toward evolutionary theory and toward the Biblical accounts of creation with a coordinated quantitative and qualitative research strategy.

The quantitative subproject, which is the focus of the present paper, involved a small exploratory study with open- and closed-ended questions used for item generation of the pilot questionnaire ( $n = 31$ ; Grades 10 and 12); a series of pilot studies that focused on the development, field testing, and validation of different scales for the closed-ended paper-and-pencil questionnaire ( $n = 842$ ; Grades 9–13; Konnemann, Nick, Brinkmann, Asshoff, & Hammann, 2012b; Konnemann et al., 2013); a pilot test of the final questionnaire ( $n = 76$ ; Grade 10); and a main study with  $n = 1672$  participants (Grades 10–13). All students in German schools are required to study biology until Grade 9 or 10, depending on the school type. A basic level of knowledge about evolution and the origin of life is a target specified by the German biology curriculum documents for this age. The questionnaire was administered by teachers in classrooms within different subjects. The instructions were standardized and presented to the students in writing at the beginning of the questionnaire. The first author of this study obtained permission from the heads of 22 randomly chosen schools to collect data. For minor students, parents were asked to give written consent. Additionally, students were informed about the aims of the study and their right to decline to participate. Students who chose not to participate in the survey were given other chores because data collection was performed during regular class lessons.

Thus, participation in the study was fully voluntary, and the data collection procedures complied with the official regulations for surveys at high schools in Germany. All results reported in the present paper refer to the main study.

### 7.4.3 Instruments

**Structure and Piloting of the Questionnaire.** The final test instrument includes four scales regarding the core attitude constructs, five scales regarding additional variables, one scale regarding acceptance of evolutionary theory, and several single items. When piloting the questionnaire, we were aware of the length of the instrument, and we carefully monitored the time students needed to fill in the questionnaire. This monitoring also included keeping track of individual differences among students. The total testing time was 45 minutes, and the students were instructed to respond to the items quickly and intuitively. The actual time needed in the pilot study varied from 24 to 47 minutes. Item selection for the main study reflected these findings because the total number of items was adjusted to the testing time available. In the main study, however, we observed increasing missing data toward the end of the test. Because we only used one version of the test instrument (for reasons given below), this issue concerns the two last scales (i.e., NOS and NOTh) in particular. The missing values for other parts of the questionnaire are approximately 3–5%, depending on the particular item, whereas the missing values regarding NOS and NOTh are approximately 11%.

Despite the length of the questionnaire and the missing data, there is evidence for careful reading and deliberate rather than random responses of students throughout the questionnaire. Because every scale of the questionnaire included items that required positive and negative ratings, reliability analysis and item-total correlations analysis were used as empirical indicators for deliberate responses. In particular, we tested whether students who broke off the test before completion differed from students who did not in terms of Cronbach's  $\alpha$  and item-total correlations (analyzed for each scale individually). No significant differences were found, which lends support to the conclusion that all students took the test seriously. This is also true for the minor group of students who did not complete the full questionnaire.

Rotation of items and scales was considered. In the final questionnaire, however, items were presented in discrete scales. This decision was mainly based on the fact that attitudes are directed toward specific attitude objects (e.g., evolutionary theory, the Biblical

accounts of creation). Thus, mixing items of different scales would have been counterproductive because students would have to jump back and forth between different attitude objects from item to item. Additionally, we were aware of position effects of scales within the questionnaire. Rotating scales within the questionnaire was not an option, however, because the more general scales (e.g., attitudes toward evolutionary theory, attitudes toward the Biblical accounts of creation) needed to be placed before the more specific scales (e.g., creationist beliefs, scientific beliefs). Finally, we also placed the four scales necessary for Rasch modeling first because the data from these scales were considered most important for answering the main research question of this study.

The sequence of scales is the same as presented in the following sections of this paper. All scales contain both positive and negative scoring items. Unless specified otherwise, all Likert-type measures use the following four-point scale: 4 = strongly agree, 3 = agree, 2 = disagree, 1 = strongly disagree. Sample items are presented in Table 1 for the attitudes measures and in Table 2 for additional measures.

**Demographics.** To characterize the sample, the following demographic variables were assessed: gender, age, school grade, school type, and religious affiliation.

**Attitudes Toward Evolutionary Theory.** In reaction to the criticism of the MATE instrument, we used a different approach to measure attitudes toward evolutionary theory by focusing on cognitive and affective evaluations of evolutionary theory. Behavioral aspects were not included because pilot interviews from the qualitative subproject revealed that students were unable to name specific behaviors affected by their attitudes (Konnemann et al., 2013). The attitude measure consists of a total of 23 Likert-type items. High ratings reflect a positive attitude toward evolutionary theory. Concerning item content, the measure covers general attitude statements (“My attitude toward evolutionary theory is definitely positive”; five items), belief in the promises of evolutionary theory (“Evolutionary theory is useful because it explains the origin of species diversity”; five items), reservations against evolutionary theory (“Evolutionary theory endangers society’s moral values”; seven items), and emotions concerning evolutionary theory (“I’m afraid that evolutionary theory might question my personal religious beliefs,” “Learning about evolutionary theory is fun”; seven items). Item development was largely influenced by Shrigley and Koballa’s seminal work on attitude measurement in science education (Shrigley & Koballa, 1984; Shrigley et al., 1988).

**Attitudes Toward the Biblical Accounts of Creation.** This attitude measure comprises a total of 17 Likert-type items. High ratings reflect a positive attitude toward the Biblical accounts of creation. In analogy to attitudes toward evolutionary theory, the items of this scale cover similar content areas, but they were formulated with respect to the Biblical accounts of creation.

**Creationist Beliefs.** The measure for creationist beliefs consists of a total of 14 Likert-type items. High ratings reflect a high degree of creationist beliefs. Scales previously developed and used by Astley and Francis (2010) and Klose (2011) were adapted to improve the fit between construct definition and operationalization (Konnemann et al., 2012). The scale used in this study covers the following three categories of beliefs: beliefs expressing (1) literal belief in special creation (five items), (2) rejection of evolutionary theory (five items), and (3) support of ID (four items).

**Scientific Beliefs.** The measure for scientific beliefs consists of a total of 10 Likert-type items. High ratings reflect a high degree of scientific beliefs. Scale development started from scientism scales used by Astley and Francis (2010) and Francis and Greer (2001). Because of low discrimination between NOS and scientism, the scale was modified and its wording revised based on Stenmark's (2001) characterization of scientific beliefs (Konnemann et al., 2012). More specifically, the new scale operationalizes scientism as privileging science and scientific methods over other disciplines (e.g., expressed by the belief that science might explain and replace traditional ethics), whereas other items that address the epistemological status of a theory (e.g., "Theories in science can be proved to be definitely true", Astley & Francis, 2010) were omitted.

**MATE.** We used the MATE instrument (Rutledge & Warden, 1999), in addition to newly developed attitude instruments, to align our study with previous research. The MATE involves 20 Likert-type items (5 = strongly agree; 4 = agree; 3 = undecided; 2 = disagree; 1 = strongly disagree), with high ratings reflecting high acceptance. To optimize comparability with previous studies, the original English measure was translated into German by a native German speaker and back-translated into English by a native English speaker. Differences in the wording were subsequently analyzed. Furthermore, the final version was compared with an existing translation used by Lammert (2012), and the better version was used.

**Table 1: Overview of Item and Scale Statistics (Attitude and Acceptance measures)**

Scale	Sample item	Item format	No. of Items (original/reduced)	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r<sub>it</sub></i>	<i>α</i>
<i>Attitude measure</i>							
Attitudes toward evolutionary theory (AE)	My attitude towards evolutionary theory is definitely positive. I'm afraid that evolutionary theory might question my personal religious beliefs. <sup>a</sup>	4-point Likert	23/20	3.24	0.50	0.35-0.74	0.92
Attitudes toward Biblical accounts of creation (AC)	The biblical accounts of Creation deepen my life. I don't care about the Biblical accounts of creation. <sup>a</sup>	4-point Likert	17	2.09	0.69	0.51-0.81	0.94
Creationist beliefs (CR)	I believe that God made the world in six days of 24 hours. God created all the species of animals and plants directly.	4-point Likert	14	1.66	0.61	0.56-0.78	0.94
Scientistic beliefs (SC)	Human knowledge is limited to what can be discovered by scientific methods from the natural sciences. Religions are dispensable, as life can be completely explained by the natural sciences.	4-point Likert	10	2.25	0.57	0.43-0.62	0.83
<i>Acceptance measure</i>							
Measure of acceptance of the theory of evolution (MATE)	Evolution is not a scientifically valid theory. <sup>a</sup> Modern humans are the product of evolutionary processes which have occurred over millions of years.	5-point Likert	20	3.85	0.65	0.37-0.74	0.93

<sup>a</sup> = reversed item

*r<sub>it</sub>* = item discrimination index, *α* = Cronbach's *α*. Abbreviated scale titles presented in capital letters.

**Table 2: Overview of item and scale statistics (additional measures)**

Scale	Sample item	Item format	No. of Items (original/reduced)	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r<sub>it</sub></i>	<i>α</i>
<i>Additional measures</i>							
Perception of conflict between science and theology (CONFLICT)	For me, there is a conflict between science and theology. Science and theology complement each other. <sup>a</sup>	4-point Likert	8	2.65	0.70	0.54-0.69	0.88
Attitudes towards science (SCIENCE)	Science will help to make the world a better place in the future. Science is relevant to everyday life.	4-point Likert	6	3.09	0.54	0.48-0.64	0.82
Attitudes towards religion (RELIGION)	I find it hard to believe in God. <sup>a</sup> God means a lot to me.	4-point Likert	7	2.19	0.87	0.57-0.88	0.94
Understanding of NOS (NOS)	Scientific theories are subject to ongoing testing and revision. Scientists follow the same step-by-step scientific method. <sup>a</sup>	4-point Likert	24/15	2.65	0.25	0.21-0.43	0.70
Understanding of NOTh (NOTh)	Theology aims to describe the world as the natural sciences do. <sup>a</sup> Doctrinal statements about God cannot be changed at all. <sup>a</sup>	4-point Likert	13/8	2.75	0.31	0.16-0.60	0.66

<sup>a</sup> = reversed item

*r<sub>it</sub>* = item discrimination index, *α* = Cronbach's *α*. Abbreviated scale titles presented in capital letters.

**Single Items.** We further used two established single-item measures that focused on the acceptance of evolution to compare the findings of this study with previous work in the field and to investigate the construct validity. The first item is from Kutschera (2008) and is a single multiple-choice item with three options that explain the evolution of species from the perspectives of evolutionary biology, ID, and creationism. The second item is from Miller et al. (2006) and is a 5-point Likert-type item on the evolutionary origin of human beings.

**Perception of Conflict Between Science and Theology.** This scale involves eight Likert-type items focusing on Barbour's theoretical reflections about conflict between science and religion. High ratings reflect a high perception of conflict between science and theology.

**Attitudes Toward Science.** Attitudes toward science were assessed using a six-item Likert-type instrument published by Astley and Francis (2010). High ratings on this scale reflect a positive attitude toward science.

**Attitudes Toward Religion (Religiosity).** Attitudes toward religion were assessed using the seven-item Astley-Francis Scale of Attitude toward Theistic Faith, a Likert-type instrument published by Astley and Francis (2010). High ratings reflect a positive attitude toward religion.

**Understanding of NOS.** To assess students' understanding of NOS, we used the SUSI instrument (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry), which was developed by Liang and colleagues (Liang et al., 2006). This instrument contains 24 Likert-type items, with high ratings reflecting a sophisticated understanding of science and scientific inquiry.

**Understanding of NOTh.** The applied NOTh scale involves 13 Likert-type items, with high ratings reflecting a sophisticated understanding of Christian theology. The scale targets the following three aspects: (1) the subject area of Christian theology, (2) methodology, and (3) the limits of Christian theology.

#### 7.4.4 Data analysis

**Classical Methodology.** Classical analyses of items and scales (item means, standard deviation, item discrimination index, and Cronbach's alpha) were performed. Items with a negative or low discrimination index ( $r_{it} < 0.2$ ) were removed from further analysis. This procedure successfully led to scales with good discrimination and reliability values with

the exception of the NOTh scale, for which item elimination was subordinated to  $\alpha$ -maximization. The item and scale statistics are summarized in Table 1 for the attitude and acceptance measures and in Table 2 for the additional measures.

To compare our findings with previous research, descriptive statistical analyses of the applied acceptance measures (percentages, means, and standard deviations) were performed. Pearson's  $r$  and Spearman's  $\rho$  correlation coefficients were used to analyze the construct validity of the applied attitude measures. To characterize attitude profiles in terms of potential explanatory variables (RESEARCH QUESTION 2), the mean values and standard errors were used. Differences of the means were tested via one-way analysis of variation (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test (for more than two groups) and a one-sample Student's  $t$ -test. The distribution of attitude profiles among different demographic groups was analyzed via cross-tabulation.

***Use of Multidimensional Rasch Modeling to Test Instrument Dimensionality.*** The investigation of multidimensional attitude profiles (RESEARCH QUESTION 1) is based on the assumption that it is possible to distinguish among four different attitude constructs. To obtain information about the theoretical distinctions made and investigate whether the data are better described by four or by one underlying latent dimension, we applied multidimensional Rasch analyses using the ACER ConQuest software package (Wu, Adams, Wilson, & Haldane, 2007). The investigation of dimensionality is one of the main applications of the item response theory (IRT) methodology in personality and attitude assessment (Embretson & Reise, 2000, p. 307). One advantage of assessing dimensionality via multidimensional IRT models—in contrast to exploratory and confirmatory linear factor analysis—is the avoidance of problems with continuous ratings and normality (Embretson & Reise, 2000, p. 308). Because all items of the four scales are polytomously scored and share the same response category, two related extensions of the dichotomous Rasch model were applicable for analyzing the data: the rating scale and the partial credit model (PCM; Bond & Fox, 2007; Embretson & Reise, 2000). The PCM was chosen because for this model, the condition of equidistance of threshold parameters—an inherent condition of the RSM—should not be assumed. For model comparison, we used the Bayesian Information Criterion (BIC), which is generally considered appropriate, especially for larger samples and larger item sets (Rost, 1996). The decision rule for information criteria is to choose the model with the lower BIC value.

**Use of Latent Class Analysis (LCA) and Mixed Rasch (MIRA) Modeling for Attitude Typology.** Assuming that different attitude profiles exist and that any sample of students always contains a mixture of different attitude profiles, the main aim of our analysis is to identify attitude profiles (RESEARCH QUESTION 1). LCA (Lazarsfeld, Henry, & Anderson, 1968) allows a set of mutually exclusive and exhaustive latent classes to be identified from measurements of a set of discrete variables (McCutcheon, 1987). However, in LCA, it is also assumed that persons within a certain class are indistinguishable (Häussler et al., 1998). If applied to our study, this means that analysis of the attitude data using LCA rests on the assumption that all students of a latent class have the same attitude profile. MIRA modeling can be thought of as an extension of LCA obtained by adding features of the Rasch model. More specifically, the model is based on the assumption that a Rasch IRT model is applicable to all persons within a given latent class (Embretson & Reise, 2000, p. 315). To obtain the best solution for the description of attitude profiles in our sample, we compared the fit between the model and data for the LCA and MIRA models with different numbers of latent classes. We used the WINMIRA 2001 statistics software package (Davies, 2001a, 2001b) for this purpose. To determine model fit, information criteria (especially the BIC) and bootstrapping goodness-of-fit statistics (Cressie–Read, Pearson  $\chi^2$ ) were used. To avoid local maxima solutions, we ran the estimation algorithm several times with different initial parameter values (Rost, 1996; Rost, 1997).

Missing values for the core attitude measures were imputed using the expectation-maximization algorithm provided by the SPSS20 statistical software package. To avoid estimation problems due to high numbers of estimated parameters, a reduced item set built by the five items with the best discrimination properties for each scale was used instead of the complete item set of 62 items. Table 3 presents the scale properties of the reduced item sets.

**Table 3: Subset of Attitude Items Used in LCA Analysis**

Scale	Item Format	No. of Items	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r</i> <sub>fit</sub>	$\alpha$
Attitudes toward evolutionary theory	4-point Likert	5	3.27	0.63	0.63-0.76	.87
Attitudes toward the Biblical accounts of creation	4-point Likert	5	2.03	0.78	0.70-0.77	.88
Creationist beliefs	4-point Likert	5	1.67	0.74	0.76-0.78	.91
Scientific beliefs	4-point Likert	5	2.24	0.66	0.55-0.61	.79

**Table 4: Intercorrelation Coefficients for the Attitude Measures and the Acceptance Measures**

Measure	1	2	3	4
<i>Attitude measure</i>				
(1) Attitudes toward evolutionary theory	–			
(2) Attitudes toward the Biblical accounts of creation	–.45 <sup>a</sup>	–		
(3) Creationist beliefs	–.70 <sup>a</sup>	.70 <sup>a</sup>	–	
(4) Scientific beliefs	.23 <sup>a</sup>	–.45 <sup>a</sup>	–.36 <sup>a</sup>	–
<i>Acceptance measure</i>				
MATE (Rutledge & Warden, 1999)	.77 <sup>a</sup>	–.51 <sup>a</sup>	–.76 <sup>a</sup>	.26 <sup>a</sup>
Acceptance of human evolution (Miller et al., 2004)	.62 <sup>a</sup>	–.41 <sup>a</sup>	–.68 <sup>a</sup>	.23 <sup>a</sup>
Beliefs concerning the origin of life (Kutschera,	.39 <sup>b</sup>	–.54 <sup>b</sup>	–.68 <sup>b</sup>	.33 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Pearson’s *r*, two-tailed.

<sup>b</sup> Spearman’s rho, two-tailed.

All correlation coefficients are significant at the  $p < 0.001$  level.

#### 7.4.5 Assessment of Instrument Quality

To obtain information regarding the construct validity of the central attitude measures, we examined (1) test dimensionality, (2) intercorrelation coefficients among the four core attitude measures, and (3) intercorrelation coefficients among the four core attitude measures and several established acceptance measures. Dimensionality tests were applied using multidimensional Rasch modeling. Confirming the central assumption of four substantially different attitude constructs, a four-dimensional PCM outperformed the one-dimensional PCM (Table 7 in the Appendix).

The correlation pattern among the four core attitude measures (Table 4) meets the expectations formulated prior to the test, that is, positive intercorrelation coefficients between attitudes toward evolutionary theory and scientific beliefs ( $r = 0.23^{***}$ ) and between attitudes toward the Biblical accounts of creation and creationist beliefs ( $r = 0.70^{***}$ ). Negative intercorrelation coefficients were found between attitudes toward evolutionary theory and the Biblical accounts of creation ( $r = -0.45^{***}$ ), between attitudes toward the Biblical accounts of creation and scientific beliefs ( $r = -0.45^{***}$ ), and between scientific and creationist beliefs ( $r = -0.36^{***}$ ).

In addition, we examined intercorrelation coefficients for the newly developed attitude measures and previously applied acceptance measures (Table 4). Acceptance, measured with the MATE instrument, was positively correlated with attitudes toward evolutionary theory ( $r = 0.77^{***}$ ) and negatively correlated with attitudes toward the Biblical accounts of creation ( $r = -0.51^{***}$ ) and with creationist beliefs ( $r = -0.76^{***}$ ). In addition, the intercorrelation coefficients for MATE acceptance and scientific beliefs were positive but weak ( $r = 0.26^{***}$ ), thus indicating some degree of discriminant validity. The convergent

validity is further supported by positive intercorrelation coefficients for the newly developed instrument for measuring attitudes toward evolutionary theory and the applied single-item measures for assessing the acceptance of human evolution (Miller et al., 2006;  $r = 0.62^{***}$ ) and beliefs concerning the origin of life (Kutschera, 2008;  $r = 0.39^{***}$ , Spearman's rho).

#### **7.4.6 Description of the Sample**

The sample was mainly drawn from an area with a strong Catholic tradition, and it covered a mixture of urban and rural areas from northwestern Germany. The sample comprised a total of  $n = 1672$  high school students, of which 43.1% were male and 56.9% female. The mean age was 17.02 years ( $SD = 1.27$ , minimum 14 years, maximum 23 years). With respect to religion, the main religious groups were Catholics (54.1%), Protestants (25.0%), unaffiliated (11.8%), and Muslims (7.1%). The majority of students in the Protestant subsample (24.0%) were members of the Protestant Church in Germany (Lutheran, Reformed, and United). A minority of Protestant students (1.0%) were members of Free Churches. The remaining students (2.0%) belonged to other religious groups (e.g., Hindu, Buddhist, Jewish, Orthodox, and New-Apostolic Christians).

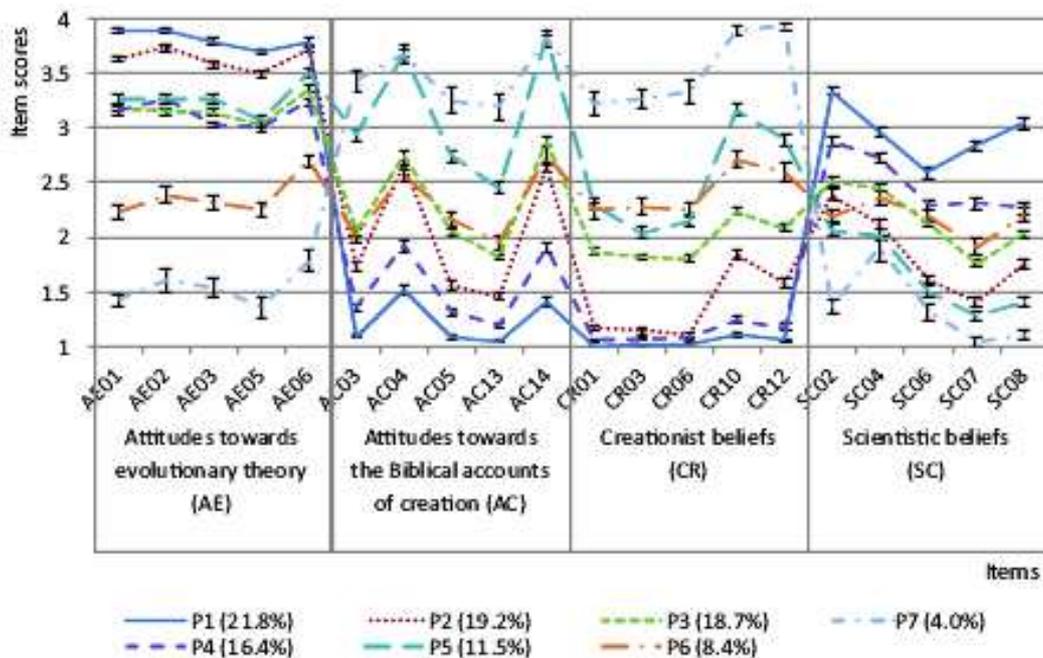
We used two established single-item acceptance measures to obtain further information regarding the sample under investigation. Concerning Kutschera's (2008) question regarding which of three statements about the origin and development of life most closely reflects the respondents' views, 66.1% of the students in our sample chose the naturalistic evolution statement ("Life on Earth evolved without the interference of God [or a higher being] by natural processes"), 28.3% chose the ID statement ("Life on Earth was created by a super-natural being [or God] and thereafter developed over a long period of time. This process was guided by a higher intelligence [or God]"), and 5.6% chose the creationist statement ("God created all forms of life directly, as described in the Bible"). The results for this item indicate that the sample under investigation is generally comparable to previous studies. However, the creationist statement was somewhat less frequently chosen than reported by Kutschera (2008). This discrepancy might be ascribed to the distribution of religious affiliations, especially the high proportion of Catholics, in our sample. Second, we applied an item regarding the acceptance of human evolution ("Human beings, as we know them, developed from earlier species of animals") previously used in opinion polls regarding the public acceptance of evolution (Miller et al., 2006). This item indicates an even higher level of acceptance concerning human evolution than concerning the origin

of life: 81.4% of the students answered that the statement is true, 3.9% were undecided, and only 9.9% believed it to be false.

## 7.5 Results

### 7.5.1 Identification of Attitude Profiles

To describe attitude profiles based on the four attitude constructs, it is essential to identify the IRT model that best describes the attitude data. According to the BIC index (Table 8 in the Appendix), the best model fit was provided by an LCA with seven classes. Cressie-Read statistics and the probabilities of expected class membership—ranging from 0.88 (class 2) to 0.98 (class 7)—further support an adequate model fit. Thus, the sample can be unmixed into seven groups (or classes) of students with different attitude profiles.



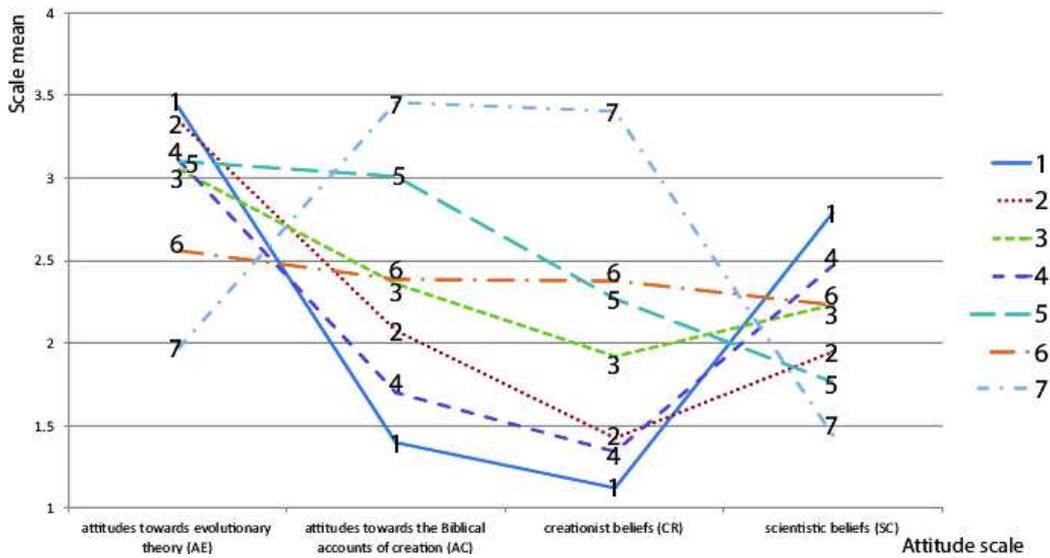
**Figure 1: Attitude profiles from LCA analysis**

Figure shows the mean scores on attitude items ( $n = 1672$ ). Error bars indicate standard error. Item score: 1 = strongly disagree, . . . , 4 = strongly agree. An item score of 2.5 corresponds to the neutral point. For better readability, evaluations on single items have been connected to an attitude profile. Connection lines do not represent mathematical relationships; they are used for representational purposes only. With respect to the attitude constructs “attitudes toward evolutionary theory” and “attitudes toward the Biblical accounts of creation,” high scores indicate a positive attitude. Concerning “creationist beliefs” and “scientific beliefs,” high scores indicate a high agreement with corresponding beliefs.

Figure 1 shows the attitude profiles deduced from the seven-class LCA solution. The numbering of the profiles follows the size of the groups: *Profile 1* describes the largest group (21.8%) and *profile 7* describes the smallest (4.0%). The profiles differ gradually with respect to all four attitude constructs, and crossover among the profiles occurs mostly between and not within the constructs (e.g., between attitudes toward evolutionary theory

and attitudes toward the Biblical accounts of creation). A systematic and comprehensive presentation of the attitude profiles is presented in the following paragraphs by using scale means, which can be found in Figure 2. The one-way ANOVA results for group comparisons are presented in Table 5.

We start by describing the attitude profiles with the most-positive attitudes toward evolutionary theory. There are five profiles (*P1–P5*) with positive attitudes toward evolutionary theory. *Profile 1* (21.8%) is characterized by the most-positive attitudes toward evolutionary theory ( $M = 3.54$ ), the most-negative attitudes toward the Biblical accounts of creation ( $M = 1.40$ ), the least degree of creationist beliefs ( $M = 1.12$ ), and the highest inclination toward scientific beliefs ( $M = 2.79$ ). *Profile 2* (19.2%) can be recognized by the second-most-positive attitudes toward evolutionary theory ( $M = 3.45$ ), less-negative attitudes toward the Biblical accounts of creation than *profile 1* ( $M = 2.08$ ), and one of the lowest affinities for creationist beliefs ( $M = 1.42$ ) and for scientific beliefs ( $M = 1.95$ ). *Profiles 3–5* exhibit no significant differences in terms of attitudes toward evolutionary theory (*P3*:  $M = 3.11$ , *P4*:  $M = 3.17$ , *P5*:  $M = 3.16$ ), which are positive. However, the profiles differ significantly with respect to the other attitude constructs. Regarding attitudes toward the Biblical accounts of creation, *profile 5* (11.5%) exhibits the second-most-positive attitudes among all groups ( $M = 3.01$ ). The degree of creationist beliefs ( $M = 2.27$ ) for students within *profile 5* is not very pronounced compared with the other profiles. Similarly, the degree of scientific beliefs ( $M = 1.77$ ) is the second lowest among all profiles. In contrast to *profile 5*, *profile 3* (18.7%) presents negative attitudes toward the Biblical accounts of creation ( $M = 2.34$ ). The affinity both for creationist ( $M = 1.92$ ) and scientific ( $M = 2.22$ ) beliefs is low among these students. *Profile 4* (16.4%) is similar to *profile 1*, being characterized by the second-most-negative attitudes toward the Biblical accounts of creation, the second lowest degree of creationist beliefs ( $M = 1.34$ ), and the second highest affinity for scientific beliefs ( $M = 2.46$ ). However, the scientific beliefs value does not differ significantly from 2.5, that is, the neutral point of the scale ( $t = -1.73$ ,  $df = 274$ ,  $p > .05$ ).



**Figure 2: Attitude profiles based on scale means**

Mean scores refer to full scales. A score of 2.5 corresponds to the neutral point. For better readability, mean scores have been connected to an attitude profile. Connection lines do not represent mathematical relationships; they are used for representational purposes only. High scores on attitude scales indicate positive attitudes. High scores on beliefs scales indicate a high degree of the respective beliefs.

There is only one profile, *profile 6* (P6, 8.4%), with a neutral attitude toward evolutionary theory ( $M = 2.56$ ;  $t = 1.92$ ,  $df = 139$ ,  $p > .05$ ). This profile is further characterized by slightly negative attitudes toward the Biblical accounts of creation ( $M = 2.39$ ), by the second highest but still below neutral degree of creationist beliefs ( $M = 2.40$ ;  $t = -2.76$ ,  $df = 139$ ,  $p < .01$ ) and by a low inclination toward scientific beliefs ( $M = 2.22$ ).

*Profile 7* (P7) stands out because of its negative attitudes toward evolutionary theory. More specifically, *profile 7* (4.0%) is characterized by the most-negative attitudes toward evolutionary theory ( $M = 1.90$ ), by the most-positive attitudes toward the Biblical accounts of creation ( $M = 3.45$ ), by the highest degree of creationist beliefs ( $M = 3.40$ ), and by the lowest degree of scientific beliefs ( $M = 1.46$ ) among the seven profiles.

In summary, *profile 1* is the most-scientific profile, and *profile 4* is, to some extent, an attenuated form of this profile. *Profiles 2* and *3* are similar to those profiles in some respects, but they possess a low inclination toward scientific beliefs. *Profile 5* is different in that it combines positive attitudes toward both evolutionary theory and the Biblical accounts of creation. *Profile 6* is the most-undetermined profile. Finally, *profile 7* is the most-creationist profile and is the reverse image of *profile 1*.

**Table 5: ANOVA-results and descriptives (Means, Standard Error)**

	<i>Profile 1</i> <i>n = 364</i>		<i>Profile 2</i> <i>n = 321</i>		<i>Profile 3</i> <i>n = 313</i>		<i>Profile 4</i> <i>n = 275</i>		<i>Profile 5</i> <i>n = 192</i>		<i>Profile 6</i> <i>n = 140</i>		<i>Profile 7</i> <i>n = 67</i>		ANOVA <i>F</i> $\eta^2$	
<i>Attitude measure</i>																
Attitudes towards evolutionary theory	3.54 <sub>e</sub>	(0.01)	3.45 <sub>d</sub>	(0.01)	3.11 <sub>c</sub>	(0.02)	3.17 <sub>c</sub>	(0.02)	3.16 <sub>c</sub>	(0.03)	2.56 <sub>b</sub>	(0.03)	1.90 <sub>a</sub>	(0.05)	405.69***	0.59
Attitudes towards the Biblical accounts of creation	1.40 <sub>a</sub>	(0.02)	2.08 <sub>c</sub>	(0.02)	2.36 <sub>d</sub>	(0.02)	1.70 <sub>b</sub>	(0.02)	3.01 <sub>e</sub>	(0.02)	2.39 <sub>d</sub>	(0.04)	3.45 <sub>f</sub>	(0.07)	626.07***	0.69
Creationist beliefs	1.12 <sub>a</sub>	(0.01)	1.42 <sub>c</sub>	(0.02)	1.92 <sub>d</sub>	(0.02)	1.34 <sub>b</sub>	(0.01)	2.27 <sub>e</sub>	(0.03)	2.40 <sub>f</sub>	(0.04)	3.40 <sub>g</sub>	(0.04)	993.88***	0.78
Scientistic beliefs	2.79 <sub>f</sub>	(0.03)	1.95 <sub>c</sub>	(0.02)	2.22 <sub>d</sub>	(0.02)	2.46 <sub>e</sub>	(0.02)	1.77 <sub>b</sub>	(0.03)	2.22 <sub>d</sub>	(0.03)	1.46 <sub>a</sub>	(0.04)	227.72***	0.45
<i>Acceptance measure</i>																
MATE	4.40 <sub>f</sub>	(0.02)	4.07 <sub>e</sub>	(0.03)	3.65 <sub>c</sub>	(0.02)	3.85 <sub>d</sub>	(0.03)	3.63 <sub>c</sub>	(0.04)	3.11 <sub>b</sub>	(0.03)	2.24 <sub>a</sub>	(0.06)	313.04***	0.54
<i>Additional measure</i>																
Perception of conflict between science and religion	3.04 <sub>f</sub>	(0.03)	2.38 <sub>b</sub>	(0.04)	2.57 <sub>c</sub>	(0.03)	2.87 <sub>e</sub>	(0.03)	2.17 <sub>a</sub>	(0.05)	2.63 <sub>c, d</sub>	(0.05)	2.76 <sub>d, e</sub>	(0.10)	58.85***	0.18
Attitudes towards science	3.49 <sub>e</sub>	(0.02)	3.18 <sub>d</sub>	(0.03)	2.92 <sub>c</sub>	(0.02)	3.05 <sub>c</sub>	(0.03)	2.96 <sub>c</sub>	(0.04)	2.66 <sub>b</sub>	(0.04)	2.31 <sub>a</sub>	(0.08)	103.66***	0.28
Attitudes towards religion	1.35 <sub>a</sub>	(0.02)	2.28 <sub>c</sub>	(0.04)	2.43 <sub>c</sub>	(0.03)	1.66 <sub>b</sub>	(0.03)	3.16 <sub>e</sub>	(0.04)	2.75 <sub>d</sub>	(0.07)	3.80 <sub>f</sub>	(0.05)	402.53***	0.60
NOS	2.55 <sub>a</sub>	(0.02)	2.68 <sub>b</sub>	(0.02)	2.59 <sub>a, b</sub>	(0.02)	2.61 <sub>a, b</sub>	(0.02)	2.68 <sub>b</sub>	(0.03)	2.59 <sub>a, b</sub>	(0.02)	2.82 <sub>c</sub>	(0.06)	9.54***	0.04
NOTh	2.65 <sub>a</sub>	(0.03)	2.80 <sub>b</sub>	(0.03)	2.66 <sub>a</sub>	(0.02)	2.62 <sub>a</sub>	(0.02)	2.79 <sub>b</sub>	(0.03)	2.59 <sub>a</sub>	(0.03)	2.55 <sub>a</sub>	(0.05)	9.30***	0.04

ANOVA with post-hoc Tukey B test. Mean values refer to full scales. Mean values with same subscript do not differ significantly in pairwise comparison; \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

### 7.5.2 Performance of the Profile Subsamples on the MATE Instrument

We applied Rutledge and Sadler’s (2007) classification of MATE scores both to the whole sample and to the subsamples characterized by different attitude profiles. With respect to the whole sample, we found a moderate acceptance level ( $M = 71.9$ ,  $SD = 13.8$ ). More precisely, 8.6% of the students reached a very high acceptance level, 33.0% a high level, 33.3% a moderate level, 18.6% a low level, and 6.5% a very low level.

Table 6 presents a classification of the profile subsamples in terms of the MATE scores. Students from *profiles 1* and *2* are classified as high acceptors, and students from *profiles 3–5* are classified as moderate acceptors; however, the MATE scores of profiles 3 and 5 do not differ significantly. Furthermore, the acceptance level is low for students within *profile 6* and very low for students within *profile 7*.

**Table 6: Classification of the Subsamples Characterized by Different Attitude Profiles Based on MATE Scores**

Attitude profile	<i>N</i>	MATE Score	SD	Classification
1	356	82.89 <sub>f</sub>	9.89	High
2	318	77.19 <sub>e</sub>	9.06	High
3	299	68.55 <sub>c</sub>	8.89	Moderate
4	271	72.04 <sub>d</sub>	10.17	Moderate
5	190	67.92 <sub>c</sub>	12.19	Moderate
6	129	57.19 <sub>b</sub>	10.21	Low
7	63	40.60 <sub>a</sub>	11.39	Very low
Total	1,626	71.90	13.80	Moderate

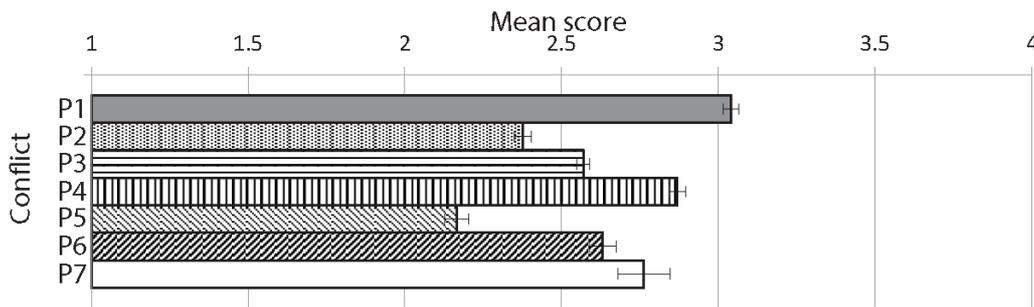
Scores with the same subscript do not differ significantly in pairwise comparison. Classification according to Rutledge and Sadler (2007): 100-89 very high, 88-77 high, 76-65 moderate, 64-53 low, 52-20 very low.

### 7.5.3 Differences Between the Profile Subsamples with Respect to Further Variables

To better understand the attitude profiles, we analyzed the differences between the subsamples in terms of further variables. Table 5 presents the ANOVA results for the differences among the seven groups of students in terms of perception of conflict between science and theology, attitudes toward science and toward religion, understanding of NOS, and understanding of NOTh.

**Perception of Conflict Between Science and Theology.** A close look at the students’ perception of conflict between science and theology is helpful because it reveals substantial differences among the attitude profiles (Figure 3). Students within *profile 1* exhibited the highest perception of conflict, followed by students within *profiles 4* and *7*. This further

underlines the similarity between *profiles 4* and *1*, that is, the most-scientistic positions. Students within *profiles 3* and *6* exhibited some perception of conflict. Perception of conflict was lowest for students within *profile 5*, that is, students who hold positive attitudes toward both evolutionary theory and the creation narratives and was the second lowest for students within *profile 2*. In other words, perception of conflict between science and theology was highest among students within the most-scientistic and creationist profiles (*P1*, *P4*, and *P7*) and lowest among students within the more-harmonious profiles (*P2* and *P5*).



**Figure 3: Comparison of attitude profiles with respect to the perception of conflict between science and theology**

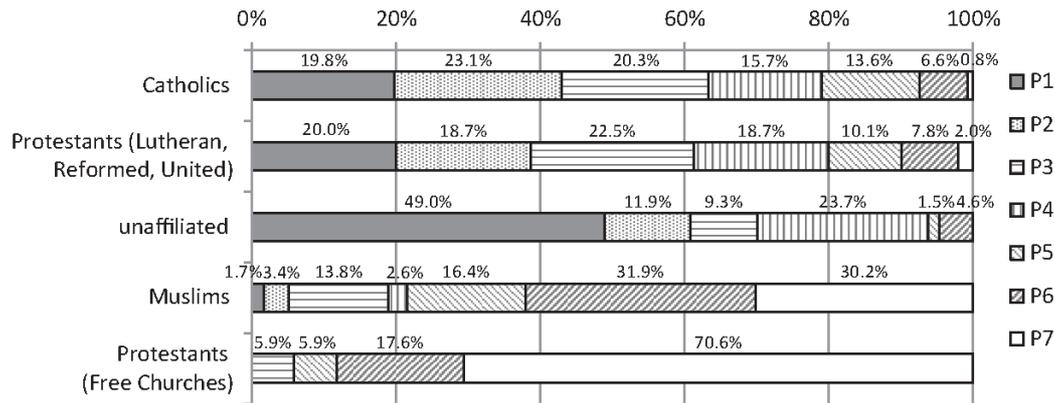
Conflict = perception of conflict. High values indicate a high perception of conflict. Error bars show standard error.

**Attitudes Toward Science and Attitudes Toward Religion.** Differences in attitudes toward science and attitudes toward religion resemble the differences in the core attitude dimensions concerning evolutionary theory and the Biblical accounts of creation (Table 5). More precisely, students within *profile 1* possess the most- positive attitudes toward science and the most-negative attitudes toward religion. The patterns for *profiles 2–4* resemble that of *profile 1*, with positive attitudes toward science and negative attitudes toward religion. Additionally, *profile 2* possesses the second-most-positive attitudes toward science, but not the second-most-negative attitudes toward religion. Instead, the second-most-negative attitudes toward religion are found in *profile 4*, whereas students within *profiles 2* and *3* hold less negative attitudes. With respect to these variables, students within *profiles 5* and *6* combine positive attitudes toward science with positive attitudes toward religion, with the students within *profile 5* exhibiting more-positive attitudes than the students within *profile 6*. Finally, students within *profile 7* hold the most-negative attitudes toward science and the most-positive attitudes toward religion.

**Understanding of NOS and NOTh.** The differences among the groups concerning NOS and NOTh are less pronounced than for the other variables, possibly due to low statistical variance (Table 5). With respect to NOS, the most-scientistic students (*P1*) possessed nominally the least-sophisticated understanding of NOS. However, NOS values of *P1*, *P3*, *P4*, and *P6* do not differ significantly. Students within the more-harmonious *profiles 5* and *2* held a more-sophisticated understanding than the students in almost all other types. Surprisingly, the most-creationist students (*P7*) exhibited the most-sophisticated understanding of NOS. With respect to NOTh, only *profiles 5* and *2* outperform the other groups significantly. In contrast, the students in the most-creationist profile (*P7*) held the least-sophisticated understanding of NOTh. The differences among students in *profiles 1*, *3*, *4* and *6* are not statistically significant.

#### **7.5.4 Quantitative Distribution of Attitude Profiles in Terms of Religious Affiliation**

We analyzed the distribution of attitude profiles among the main religious groups in the sample (Figure 4). The data revealed that the distribution of attitude profiles was similar among students who were members of the main Christian churches in Germany (i.e., Roman Catholics and Lutheran, Reformed, and United Protestants), whereas it differed considerably from the unaffiliated subsample, the Muslim subsample, and the small Protestant Free Churches subsample. More precisely, the two main Christian churches in Germany accounted for 77% of the whole sample. The most-scientistic profile (*P1*) accounts for approximately one-fifth within these two major religious groups. Roughly speaking, *profiles 2* and *3* account for another fifth each, *profile 4* a little less than another fifth, and *profiles 5* and *6* the remaining fifth. The most-creationist profile (*P7*) accounts for 0.8% of the Catholic subsample and 2.0% of the Protestant (Lutheran, Reformed, and United) subsample.



**Figure 4:** Distribution of attitude profiles among religious affiliations

Among unaffiliated students, the proportion of students assigned to *profile 1*, that is, to the most-scientific profile, is almost 50%, which is considerably higher than within the other religious groups. Concerning the other proevolution profiles, 11.9% were classified as *profile 2*, 9.3% as *profile 3*, and 24% as *profile 4*. As expected, few students in this religious group belonged to the more-religious *profiles 5* and *6*, and no students were classified as *profile 7*, that is, the most-creationist attitude profile.

In contrast, among Muslim students, only a very small proportion of students (1.7%) belonged to the most-scientific attitude profile (*P1*). Consistently, there were comparably few students in the other scientifically oriented attitude profiles (*P2*: 3.4%, *P3*: 13.8%, *P4*: 2.6%). Instead, there was a relatively high proportion of students in the more-religious attitude profiles (*P5*: 16.4%, *P6*: 31.9%), particularly in the most-creationist profile (*P7*: 30.2%).

Within the small group of members of Protestant Free Churches ( $n = 17$ ), the proportion of the most-creationist profile (*P7*) was even higher (70.6%). Another four students belonged to the other more-religious attitude profiles (*P6*:  $n = 3$ , *P5*:  $n = 1$ ). In contrast, only one student belonged to the more-scientific attitude profiles (*P3*:  $n = 1$ ). No students belonged to *profiles 1, 2* and *4*.

### 7.5.5 Summary Description and Interpretation of the Attitude Types

In this study, the diversity of attitudes manifests itself as seven substantially different attitude profiles. Among these, *profile 1* represents one of the most-extreme profiles. Specifically, students in *profile 1* are characterized by the most-positive attitudes toward evolutionary theory, the most-negative attitudes toward the Biblical accounts of creation, the lowest level of creationist beliefs, and the highest level of scientific beliefs. The students

in this profile are further distinguished by the highest perception of conflict, the most-positive attitudes toward science, the most-negative attitudes toward religion, and a comparably unsophisticated understanding of NOS. In brief, there is some reason to interpret *profile 1* as a scientific profile.

*Profiles 2* and *3* seem almost identical at first glance, but differences emerge upon close inspection. Students within *profile 2* are characterized by the second-most-positive attitudes toward evolutionary theory, negative attitudes toward the Biblical accounts of creation, and a comparably low level of both creationist and scientific beliefs. Students within this profile exhibit the second-lowest perception of conflict between science and theology. They possess the second-most-positive attitudes toward science, negative attitudes toward religion, and a comparably unsophisticated understanding of NOS and NOTh. Similarly, students within *profile 3* are characterized by positive attitudes toward evolutionary theory, negative attitudes toward the Biblical accounts of creation, and a comparably low level of both creationist and scientific beliefs. However, students within *profile 3* differ qualitatively from students within *profile 2* insofar as the former perceive a conflict between science and theology, whereas the latter do not. Consequently, *profile 2* might be interpreted as a conciliatory scientific profile and *profile 3* as a conflict-prone scientific profile.

*Profile 4* resembles *profile 1* in many respects. Similar to students within *profile 1*, students within *profile 4* are characterized by comparatively positive attitudes toward evolutionary theory, the second-most-negative attitudes toward the Biblical accounts of creation, the second-most-negative degree of creationist beliefs, and the second-highest degree of scientific beliefs (however, the scientific beliefs value does not differ significantly from neutral). The pattern is also similar to *profile 1* for the other variables, with the second-highest perception of conflict, distinctly positive attitudes toward science, and the second-most-negative attitudes toward religion. Accordingly, we propose interpreting *profile 4* as an attenuated (or borderline) scientific profile.

Students within *profile 5* are distinguished by positive attitudes toward both evolutionary theory and the Biblical accounts of creation. The attitude pattern is further characterized by a low affinity for creationist beliefs and the second-lowest degree of scientific beliefs. Students within *profile 5* also perceive the lowest conflict between science and theology. They possess positive attitudes toward science and the second-most-positive attitudes to-

ward religion. Additionally, students within this profile possess a comparably sophisticated view of science and theology (NOS and NOTh). We thus propose interpreting *profile 5* as a balanced profile.

*Profile 6* is characterized by a relatively undetermined attitude profile. Compared to the students within the other profiles, students within this profile exhibit no clear tendency toward any of the attitude constructs. Attitudes toward evolutionary theory are neutral, attitudes toward the Biblical accounts of creation are negative, and the values regarding creationist beliefs as well as scientific beliefs indicate more rejection than agreement. There are at least three possible interpretations of this profile type. First, the profile might be formed by undecided students. Second, the relatively high percentage of this profile in the group of Muslim students suggests that this profile might contain students who hold alternative beliefs not captured in our questionnaire because of our focus on the Judeo-Christian accounts of creation. A third interpretation is more technical. The attitude pattern might be evoked by a moderate response style (i.e., preference for middle response options and avoidance of extreme responses), which is one form of social desirability effects. In any case, more information is needed to verify the interpretations. Until more-detailed information is available, we propose interpreting *profile 6* simply as an undetermined profile.

*Profile 7* represents the counterpart of *profile 1*. More precisely, students within *profile 7* are characterized by the most-negative attitudes toward evolutionary theory, the most-positive attitudes toward the Biblical accounts of creation, the highest level of creationist beliefs, and the lowest level of scientific beliefs. This group is further characterized by a comparably high perception of conflict, the most-negative attitudes toward science, the most-positive attitudes toward religion, the most-sophisticated understanding of NOS, and a comparably unsophisticated understanding of NOTh. With the exception of the results regarding NOS, this pattern corresponds to a creationist position. Accordingly, *profile 7* might be interpreted as a creationist profile.

## **7.6 Discussion**

As implied by Barbour's (1990) typology of relationships between science and religion and congruent with the notions expressed by several authors (Billingsley, 2013; Reiss, 2013; Taber, 2013; Yasri, 2014), our study suggests that diversity is typical of students' attitudes toward evolution and creation. As a main finding of this study, it was possible to identify

substantially different attitude profiles and to interpret them meaningfully through differences in the four core attitude constructs and in the five additional variables. According to the data presented in this paper, teachers can expect to encounter a large diversity of attitude profiles in an average class of 25 students. On average, teachers in our study faced five students with a scientific attitude profile (*P1*), ten students with positive attitudes toward evolutionary theory and negative attitudes toward the Biblical accounts of creation who either perceived no conflict (*P2*, five students) or perceived a conflict (*P3*, five students), four students with an attenuated scientific profile (*P4*), three balanced students with positive attitudes both toward evolution and creation who did not perceive a conflict (*P5*), two students who were undetermined (*P6*), and one student with a creationist attitude profile (*P7*).

Previous quantitative approaches to characterizing students' attitudes in the field of evolution and creation mainly focused on the acceptance of evolutionary theory (by using the MATE instrument) and on factors expected to explain the variance in the MATE (e.g., Deniz et al., 2008). Although these foci are valuable, the added value of the approach described in this paper is its in-depth characterization of students' attitudes concerning evolution and creation. For instance, students within *profiles 3* and *5* are similar in terms of their MATE scores. However, the attitude profiles for students within *profiles 3* and *5* differ substantially: students within *profile 5* are characterized by a balanced profile of positively evaluating both evolutionary theory and the Biblical accounts of creation, whereas students within *profile 3* distinguish themselves by negative attitudes toward the Biblical accounts of creation. Applying a multidimensional approach, we avoided some (validity) problems inherent to the MATE (2.2; cf. Konnemann et al., 2012; Smith, 2010a). We provided several validity arguments based on the convergent and discriminant validity in addition to model comparison. It must be noted, however, that the validity of those measures is debated, which makes it problematic to use them for validating other instruments. Recently developed instruments such as the Inventory of Student Evolution Acceptance (Nadelson & Southerland, 2012) might provide better options for validation, but this remains an issue to be investigated and discussed in the future.

In contrast to the prevailing focus on creationist rejection of evolutionary theory in previous science education research, we found a relatively small number of students with a creationist profile but a quite large number of students with a scientific profile in the present sample. This result is in contrast with the fact that scientism has received less attention than creationism in previous science education research and in public opinion

polls. This neglect is understandable, especially in the context of the United States, where creationism is definitively more prominent than in most European countries (Miller et al., 2006). However, some authors have argued that “creationists persist in Europe” (Curry, 2009). In the present study, one creationist student faces 24 students with different positions in an average classroom of 25 students. Assuming that our main findings are generalizable at least to other German samples, and possibly to some other European samples, one can argue that Curry’s statement should be qualified: Creationists exist in Europe, but they are far outnumbered by other positions. Studies from religious education research have addressed both scientism and creationism (e.g., Astley & Francis, 2010). Going beyond those studies, the present study provides empirical evidence that scientific attitude profiles are relatively frequent among German high school students (i.e., *P1* is the largest group). Science education needs to account for this and focus on scientism more thoroughly in the future.

There is a range of primarily qualitative studies that have described different views regarding the science and religion issue. Many of these studies use Barbour’s (1990) typology of science and religion relationships to identify students’ or teachers’ views (e.g., Mansour, 2011; Taber et al., 2011). In our study, several attitude profiles match the conflict view (*P1*, *P3*, *P4*, and *P7*), whereas the more-harmonious profiles (*P2* and *P5*) belong to dialogue, independence or integration. Unfortunately, we were unable to infer a more exact association between Barbour’s views and those attitude profiles. This limitation of our study is a consequence of our focus on the conflict view. However, this focus allows to obtain new information, for example, about students privileging “science over religion,” as characterized by Taber and colleagues (2011). Our approach suggests that this view might represent an aggregation of student attitudes associated with scientific conflict (*P1* and *P4*), nonscientific conflict (*P3*), or no conflict (*P2*). Another example for matching our results to previous typologies is Hanley et al.’s (2014) characterization of students in terms of four engagement types (resistors, reconciled, explorers, and confused). We did not focus on engagement. However, the characterization of some engagement types aligns surprisingly well with our attitude profiles. For example, the authors’ characterization of “reconciled” students is similar to our interpretation of students within the balanced profile (*P5*). Hanley et al. (2014) argue that students who are reconciled “have come to some accommodation between their religious views and the scientific outlook allowing them to accept both” (p. 1221). Furthermore, the characterization of the

“confused” engagement type is similar to our reflections about students within the undetermined profile (*P6*). Interestingly, Hanley et al. (2014) distinguish between two subcategories of confused students: those consciously confused because they cannot reconcile religious beliefs and scientific evidence and those confused because they have not given much thought to the issue. Hokayem and Boujaoude (2008) have described a third “uncertain” position held by college students uncertain about evolutionary theory (p. 406).

Finally, this study raises a few methodological issues that will be discussed with the aim of developing the field further. First, all research techniques have strengths and weaknesses, and while semistructured interviews—used as the main research tool in such studies—allow thinking to be probed in some depth, the quantitative approach chosen in this study allows students to be assigned to attitude profiles through an algorithm and to infer information about the distribution of these profiles. A detailed investigation of how the attitude profiles are related to the existing qualitative typologies of science and religion relationships through qualitative interviews is a desideratum of research. Second, our study has benefitted from the combination of different indicators and the application of the probabilistic latent class methodology to better understand the heterogeneity of learners in the classroom. Similar methodological approaches have been used for several science education issues, such as environmental education or interest in science. These approaches have developed their respective fields by promoting a better understanding of the learners (e.g., Dempsey et al., 1997; Häussler et al., 1998). Further application of a similar methodology might pave the way for more-individualized teaching and learning about evolution. Third, we verified the theoretical distinction among four attitude constructs according to empirical values based on model comparison via multidimensional Rasch methodology. The central merit of the distinction is a typology of seven interpretable attitude profiles that differ quantitatively and qualitatively. Fourth, we are able to draw some conclusions on the degree of creationist and scientific beliefs in our sample. Analytical definitions, theory-based operationalization, and use of four independent Likert-type scales helped us do so. However, and this holds for all attitude measures, because of nonstandardized (personality) assessment, we are unable to infer information about the “absolute” value of any of the attitude constructs. Additionally, as a next step, the attitude profiles should be validated through qualitative interviews. Fifth, as an unexpected finding of our study, the most-creationist students possessed the most-sophisticated understanding of NOS. This calls for further examination because the finding contradicts the general assumption that a more-sophisticated understanding of NOS prevents

creationist thinking (Smith, 2010b). One possible reason is that NOS instrument used in this study lacked a degree of specificity in that it captured NOS aspects not directly linked to creationist beliefs (e.g., the role of creativity in science). Another reason might be found in the statistical quality of NOS instrument. Both a relatively low reliability and a low variance might indicate a possible mismatch between the instrument and the sample. Finally, we decided to explicitly distinguish between scientific beliefs, operationalized as privileging science and scientific methods above other disciplines, and an understanding of NOS, focusing on aspects such as tentativeness, sociocultural embeddedness, and creativity. An open question that needs to be addressed in greater detail is whether a sophisticated understanding of these aspects of NOS is linked to scientism as understood in this paper.

In summary, the probabilistic approach has proven its worth for describing a diversity of attitudes in this field. Further application of similar methodological approaches and an in-depth investigation of the proposed attitude profiles are necessary.

## **7.7 Conclusions and implications**

Science education research has barely recognized the diversity of attitudes toward evolution and creation and its implications for teaching and learning. We are just beginning to obtain an idea of the real diversity of attitudes in this field. However, several authors have recently contributed to the issue by providing valuable reflections regarding how to consider the diversity of students' and teachers' stances regarding the relationship between science and religion (Billingsley, 2013; Reiss, 2013; Taber, 2013). Nevertheless, there is still a gap between what we know about students' attitudes and what science education has suggested for the classroom. This gap has become wider, in fact, with the current study because the seven attitude profiles described in this paper raise the issue of how different types of students can be adequately and effectively addressed in the classroom. Addressing the heterogeneity of students is generally a complex issue, more so if attitudes are involved. Easy answers, given en passant, can certainly not cover the issue fully. However, we believe there are at least five general strategies that interconnect the present study with the available literature on science education for diversity and on evolution education (reviewed, e.g., in Hermann, 2008; Nelson, 2012; Smith, 2010a; Smith, 2010b).

First, as Reiss (2013) has recently noted, science education for diversity basically means taking into account student and teacher diversity, not only with respect to the classic diversity issues (e.g., gender, socioeconomic class, ethnicity, and disability) but also with

respect to issues regarding religious faith. The present study contributes to this issue by providing a glimpse into the diversity of student attitudes concerning evolution and creation, thus fostering a better understanding of diversity regarding this issue in science education.

Second, one strategy for tackling scientific attitudes in the classroom might involve an NOS-based approach that focuses particularly on the limits of science and scientific inquiry (Martin-Hansen, 2008; Taber, 2013). This issue has been treated only tangentially in the major reflections on NOS (Lederman, 2007; McComas & Olson, 1998; Osborne et al., 2003). One of the possible reasons for science instructors to sidestep the issue of the “limits of science” is the fear that by addressing the topic, students might think that scientific knowledge is less reliable than it really is. However, one can argue that, as a prerequisite for participation in society (cf. Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996 democratic argument for teaching NOS), students should be able to acknowledge the limits of scientific knowledge and to relate this knowledge to other types of knowledge generated by other disciplines. Only then will they be able to avoid absolutizing scientific knowledge and to adequately reflect on the epistemological status of science in addition to its claims of validity (e.g., Heisenberg, 2000). It goes without saying that participation in society requires that the limits of all disciplines be understood, not just the limits of science. In Germany, this conclusion might be relatively easy to realize compared with other countries because religious education is institutionally established. Because of the nonseparation of church and state, all German high school students can choose between nonconfessional ethics education and religious education as compulsory elective teaching subjects. This institutional characteristic might pave the way for dialogue between Christian theology and the natural sciences and encourage discussion of the limits of the two disciplines. In other countries, a general shift in education toward the teaching of epistemology, metaphysics, and argumentation might be required to approach this conclusion. Taber (2013) has contributed to this issue by analyzing the metaphysical commitments that inform different understandings of NOS (particularly in its relationship to religions) to support teacher education concerning this issue.

Third, a strategy for addressing creationist attitudes in the classroom might involve evidence for evolution in combination with NOS. The present data do not allow clear conclusions regarding how successful this strategy may be. Various evolution education authors (Hermann, 2008; Trani, 2004) have hypothesized a relationship between a good understanding of NOS and a greater likelihood of accepting evolution. To date, there is only

limited empirical evidence to support such claims (Kim & Nehm, 2011; Lombrozo et al., 2008). However, Wiles and Alters (2011) have reported the effectiveness of an approach that combines teaching evidence for evolution, teaching about NOS, and discussing the science–religion issue in a high school context.

Fourth, a strategy for tackling both creationist and scientific attitudes might point toward the possibility of resolving conflict. The present study underlines Barbour’s philosophical stance that perception of conflict is characteristic of creationism and scientism. Discussing ways of relating science and religion and fostering student understanding of NOS might be reasonable approaches to address this issue. Related to this matter, Anderson (2007) has argued: “Obviously, a science class cannot accommodate large sections of instruction on philosophy itself, but attempting to teach the NOS with no attention to how it relates to other ways of knowing—or to the many different worldviews of students and how they relate their understanding of science to their personal worldviews—is very limiting. It limits their education and restricts their understanding” (2007, p. 676). Several other authors have, in a similar manner, advocated a discussion of the science and religion issue either within science education (Reiss, 2008, 2009a, 2013; Taber, 2013) or in a cross-curricular setting (Billingsley, 2013). Covering the science and religion issue within science education is not without critics. However, some studies point in this direction (Verhey, 2005), and undecided students, at least, might benefit from discussing ways in which people resolve conflict and combine acceptance of evolutionary theory with their religious beliefs.

Fifth, the principle of nonindoctrination is fundamental to all of science education in general and evolution education in particular. There is consensus in the scientific community that openness to scientific knowledge and willingness to engage in scientific issues are crucial aims of science education. Furthermore, it goes without saying that teaching science must be far from indoctrination. This is also true for evolutionary theory, although attitudes are involved. Hartman and Glasgow (2002) recommend a research-based strategy for dilemmas such as these. They apply social psychological models of attitude change and recommend the following maxim: use persuasion, not indoctrination! Although the goals of persuasion and indoctrination are both to establish certain attitudes and beliefs, persuasion does so by emphasizing the reasons underlying the beliefs, whereas indoctrination emphasizes only the content of the beliefs. For example, to increase the persuasiveness of a message, one should present multiple perspectives on the issue.

Finally, it must be stated that these five general principles only partially fill the gap between attitude diversity and recommendations for teaching evolution. However, the present study provides some groundwork for this matter, and it might encourage researchers in science education to reflect on these issues more thoroughly.

## Appendix

**Table 7: Item Dimensionality Test Results Using Multidimensional PCM**

No. of Dimensions	Deviance (No. of Free Parameters)	AIC	BIC	CAIC
One	7490533512 (61)	7490533573	7490533965	7490534026
Four	7439518115 (73)	<b>7439518188</b>	<b>7439518657</b>	<b>7439518730</b>

AIC, Akaike’s information criterion; BIC, Bayesian’ information criterion; CAIC, consistent Akaike’s information criterion. Best model fit in bold.

**Table 8: Comparison of Fit for Different Models Based on Information Criteria**

Type of Rasch model	No. of latent classes	Information criteria			GoF statistics	
		AIC	BIC	CAIC	CR	PC
Latent class analysis (Ordinal partial credit model)	1	7715087	7758461	7766461	p < 0.05	p < 0.05
	2	6813364	6900654	6916754	p > 0.05	p < 0.05
	3	6544816	6676023	6700223	p > 0.05	p < 0.05
	4	6410497	6585620	6617920	p > 0.05	p < 0.05
	5	6320227	6539267	6579667	p > 0.05	p < 0.05
	6	6262559	6525515	6574015	p > 0.05	p < 0.05
	7	6211670	<b>6518542</b>	6575142	p > 0.05	p < 0.05
	8	6187314	6538103	6602803	p > 0.05	p < 0.05
	9	6150359	6545064	6617864	p > 0.05	p < 0.05

All results refer to an analysis of 20 items. Best model fit highlighted. AIC, Akaike’s information criterion; BIC, Bayesian information criterion; CAIC, consistent Akaike’s information criterion; CR, Cressie Read; GoF, goodness of fit; PC, Pearson chi square.

### **Acknowledgements**

*We thank Martin Rothgangel who contributed to our understanding of NOTh and of scientism and who—as a theologian and religious educator—helped us overcome the limits of our own discipline. Further, we thank the Erhard Friedrich Stiftung for funding this study.*

## 8. PUBLIKATION 5: Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften (am Beispiel des Szientismus) und Bildung durch Biologieunterricht

PUBLIKATION 5: Hammann, M., Konnemann, C., Asshoff, R. (2016). Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften (am Beispiel des Szientismus) und Bildung durch Biologieunterricht. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann, & M. Rothgangel (Eds.), *Fachdidaktische Forschungen: Vol. 10. Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (Vol. 9, pp. 261–272). Münster, New York: Waxmann.

*Eingereicht: 29.12.2015; angenommen: 31.05.2016.*

*Die erstaunliche Hypothese ist, dass „Du“, Deine Freuden und Sorgen, Deine Erinnerungen und Dein Ehrgeiz, Dein Sinn für persönliche Identität und den freien Willen in Wirklichkeit nichts anderes sind als das Verhalten einer riesigen Ansammlung von Nervenzellen und der mit ihnen verbundenen Moleküle. In diesem Sinne hätte die Figur der Alice von Lewis Carroll sagen können: „Du bist nichts anderes als ein Bündel von Neuronen“.*

(Crick, 1994, p. 3; zitiert durch Barbour, 2010, p. 141)

### 8.1 Einleitung

Ist der Mensch mit seinen oben genannten Empfindungen und Eigenschaften in Wirklichkeit nichts anderes als ein Bündel an Neuronen? Wer dieser Frage auf den Grund gehen möchte, wird sich mit den Erkenntnissen unterschiedlicher Wissenschaften und ihrem Verhältnis zueinander beschäftigen müssen, speziell mit der Frage der Vereinbarkeit bzw. Unvereinbarkeit von Naturwissenschaften und Philosophie bzw. Naturwissenschaften und Theologie. Das anfängliche Zitat kennzeichnet eine reduktionistisch-materialistische Sichtweise auf den Menschen. Es erscheint befremdlich, nicht-naturwissenschaftliche Konzepte, wie den freien Willen, auf Neuronenbündel (und nichts als Neuronenbündel) zurückzuführen. Selbst Francis Crick, von dem dieses Zitat stammt, betont in diesem Zusammenhang folgerichtig den subjektiven Charakter des menschlichen Bewusstseins und gesteht zu, dass es sich als schwierig oder sogar unmöglich erweisen könne, die Einzelheiten der menschlichen Natur allein mit Hilfe der Naturwissenschaften ermitteln zu wollen. Zur umfassenden Erklärung derartiger Phänomene sollten daher die Erklärungsansätze

verschiedener Wissenschaften herangezogen werden, beispielsweise naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Erklärungen (siehe z.B. Barbour, 2010, pp. 141–148).

Darüber hinaus verdeutlicht das anfängliche Zitat, dass es die Betrachtung des Menschen selbst ist, die in besonderem Maße Gelegenheit zur Reflektion über die Grenzen naturwissenschaftlicher Erklärungen bietet. Weil der Mensch Gegenstand biologischer Untersuchungen ist, besteht im Biologieunterricht Gelegenheit zur Betrachtung der Grenzen der Naturwissenschaften. Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften, so wird hier argumentiert, ist eine wichtige Dimension des Wissens über die Natur der Naturwissenschaften. Es kann dazu beitragen, unangemessene szientistische Einstellungen zu vermeiden. Mit Szientismus wird in Anlehnung an Mikael Stenmark (2001) die Einstellung der unbegrenzten Reichweite und Erklärungskraft der Naturwissenschaften bezeichnet.

In diesem Beitrag wird speziell der Zusammenhang zwischen Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften und Bildung durch Biologieunterricht thematisiert. Die Betrachtung der Grenzen der Naturwissenschaften erfolgt im Hinblick auf die verschiedenen Formen des Szientismus, von denen einige die intrinsische Überlegenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnis postulieren. Die Bedeutung des Szientismus für den Unterricht fand in der Literatur zur Natur der Naturwissenschaften (NOS) wenig Beachtung. Dies erstaunt, da es für ein Verständnis der Natur der Naturwissenschaften wichtig ist, die Grenzen der Naturwissenschaften zu kennen. Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften umfasst Kenntnisse über die Reichweite der Naturwissenschaften und über die Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis. Für eine Berücksichtigung der Dimension Grenzen der Naturwissenschaften sprechen die verschiedenen Argumente, die Rosalind Driver (Driver et al., 1996) anführte, um die Vermittlung von Wissen über die Natur der Naturwissenschaften zu begründen. Diese werden im vorliegenden Beitrag um das bildende Argument ergänzt.

## **8.2 Szientismus**

Allgemein wird mit Szientismus eine Auffassung über die Erklärungskraft und Reichweite der Naturwissenschaften bezeichnet, die in der Philosophie auf dem Gebiet der allgemeinen Wissenschaftstheorie (philosophy of science) diskutiert wird. Nach Mikael Stenmark (1997; 2001) gibt es nicht eine, sondern eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen: „Scientism comes in a variety of different forms“ (Stenmark, 2001, p. 16). Der Autor trifft die grundsätzliche Unterscheidung zwischen Szientismus innerhalb der akademischen Wissenschaften („academic-internal scientism“) und Szientismus in der Gesellschaft

(„academic-external scientism“). Stenmark geht weiter davon aus (2001, p. 134), dass es in der Gesellschaft vier Haupt-Varianten szientistischer Überzeugungen gibt, die er als epistemischen, ontologischen, axiologischen, und existentiellen Szientismus bezeichnet. Zusammengenommen werden diese auch als umfassender Szientismus („comprehensive scientism“) bezeichnet.

Nach Mikael Stenmark (1997; 2001; 2013) ist der epistemische Szientismus die bekannteste Form des Szientismus. Darunter wird die Auffassung verstanden, dass die einzige Wirklichkeit, über die wir etwas wissen können, diejenige ist, zu der die Naturwissenschaften Zugang haben, und dass das einzige Wissen, das wir besitzen können, naturwissenschaftliches Wissen ist. Eine Verstärkung dieser Position beschreibt der ontologische Szientismus, bei dem davon ausgegangen wird, dass die einzig existierende Wirklichkeit diejenige ist, zu der die Naturwissenschaften Zugang haben. Beispiele für diese Position liefern der Monismus von Ernst Häckel und der Szientismus von Richard Dawkins (Bayrhuber, 2011). Der axiologische Szientismus bezeichnet die Überzeugung, dass die Naturwissenschaften Moral und Ethik ersetzen können, zumal sie alle moralischen Fragen selbst beantworten bzw. die Moral vollständig erklären können. In ähnlicher Weise bezeichnet der existentielle Szientismus die Auffassung, dass die Naturwissenschaften traditionelle Religionen vollständig erklären und ersetzen können. Nach Mikael Stenmark (2001, p. 134) sind viele Kombinationen dieser Überzeugungen möglich. Der Autor ist aber der Ansicht, dass die Befürwortung einer der vier Positionen ausreicht, um eine Person als szientistisch zu charakterisieren.

In diesem Beitrag wird der Begriff des Szientismus – wie bei Mikael Stenmark (2001; 2013) – deskriptiv-analytisch gebraucht. In den folgenden Ausführungen soll der umfassende Szientismus („comprehensive scientism“) im Vordergrund stehen, der alle Formen des Szientismus in der Gesellschaft einschließt. Dem umfassenden Szientismus zufolge haben die Naturwissenschaften keine Grenzen und naturwissenschaftliches Wissen besitzt Erklärungsprivileg: „Science alone can and will eventually solve all, or almost all, of our genuine problems“ (Stenmark, 2001, p. 15). Der Anspruch auf Erklärungskraft ist „most ambitious“ (Stenmark, 2001, p. 15) und geht mit der Auffassung einer intrinsischen Überlegenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnis gegenüber anderen Formen der Erkenntnis einher.

Selten wird in der NOS-Literatur auf das Thema des Szientismus hingewiesen. Unterschiedliche, aber überwiegend wenig detaillierte, Bezüge zum Szientismus findet man in

der NOS-Literatur (z.B. Abd-El-Khalick, 2001; Cobern, 1991; Cobern & Loving, 1998; Ryan & Aikenhead, 1992; Zeyer, 2005; Zeyer, 2009) und in konzeptionellen Überlegungen zum Evolutionsunterricht (z.B. Bayrhuber, 2011; Kattmann, 2012; Kattmann, 2013; Smith, 2010b; Smith, 2010a). Aus religionspädagogischer Perspektive wurde Szientismus theoretisch beschrieben (Angel, 2009a; Hemminger, 2010; Rothgangel, 2011b) sowie empirisch untersucht (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 1999a, 2001; Klose, 2009, 2011). In der Religionspädagogik erfolgte dies umfassender und detaillierter als in der Naturwissenschaftsdidaktik.

### **8.3 Grenzen der Naturwissenschaften**

Die Grenzen der Naturwissenschaften betreffen sowohl die Reichweite naturwissenschaftlicher Untersuchungen als auch die Erklärungskraft des generierten Wissens. Der Begriff Grenzen der Naturwissenschaften wird in diesem Beitrag nicht verwendet, um das Demarkationsproblem zu bezeichnen, also das Verhältnis zwischen Naturwissenschaften und Pseudowissenschaften. Vielmehr sind die begrenzte Reichweite der Naturwissenschaften und die fehlende Gewissheit naturwissenschaftlicher Erkenntnis gemeint. Beide Aspekte wurden in der Erkenntnistheorie und Wissenschaftsmethodik der Naturwissenschaften beschrieben (z.B. Janich & Weingarten, 1999; Popper, 1975). Gegenstände des naturwissenschaftlichen Erkenntnisinteresses sind diejenigen Aspekte der Wirklichkeit, welche mit naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden empirisch beforscht werden können. Unzulässige Grenzüberschreitungen bestehen, wenn beispielsweise Fragen formuliert werden, die sich nicht mit naturwissenschaftlichen Methoden beantworten lassen. Nach den Prinzipien des methodischen Naturalismus verzichten Naturwissenschaftler z.B. auf die Annahme übernatürlicher Mechanismen und Ursachen; sie beschränken sich auf empirisch erforschbare Fragestellungen.

Grundsätzlich ist der Gegenstandsbereich der Naturwissenschaften begrenzt. Nach Susan Haack (2007) besteht eine Vielzahl von Fragen außerhalb der Zielsetzungen der Naturwissenschaften, z.B. historische, rechtliche, literarische, logische, politische, philosophische und wirtschaftliche Fragestellungen. Zudem gibt es viele Fragen innerhalb der Naturwissenschaften, die diese zum aktuellen Zeitpunkt nicht beantworten können und noch viel mehr Fragen, die sie nicht einmal zu fragen in der Lage ist. Darüber hinaus ist es nach Susan Haack denkbar, dass es wissenschaftliche Fragen gibt, die aufgrund begrenzter Ressourcen – intellektueller und wirtschaftlicher Art – niemals beantwortet werden können.

Neben der begrenzten Reichweite bestehen erkenntnistheoretische Grenzen. Als ein zentrales Merkmal naturwissenschaftlicher Erkenntnis wird ihre Vorläufigkeit bzw. prinzipielle Revidierbarkeit angesehen (z.B. Lederman, 2007). Überlegungen zu den erkenntnistheoretischen Grenzen der Naturwissenschaften beziehen sich daher einerseits auf den epistemischen Status des naturwissenschaftlichen Wissens und andererseits auf die Bedingungen seiner Gewinnung. Speziell gilt naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinn als ein theoriegeleitetes und von Menschen betriebenes Unterfangen, d.h. der Erkenntnisgewinn ist eingebettet in soziale und kulturelle Kontexte unter bestimmten intellektuellen Voraussetzungen:

*Scientific knowledge is tentative (subject to change), empirically based (based in and/or derived from observations of the natural world), and subjective (involves personal background, biases, and/or is theory-laden); necessarily involves human inferences, imagination, and creativity (involves the invention of explanation); and is socially and culturally embedded. (Lederman, 2007)*

Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist grundsätzlich abhängig von den eingesetzten Methoden und den zur Verfügung stehenden Theorien. Naturwissenschaftliche Erkenntnis erhebt daher Anspruch auf Transsubjektivität; der Anspruch auf absolute Wahrheit wird nicht erhoben. Karl Popper verwendet in diesem Zusammenhang den Begriff der Intersubjektivität, da „die wissenschaftliche Objektivität nicht dem Streben eines individuellen Wissenschaftlers entspringt, `objektiv` zu sein (und auch gar nicht entspringen kann), sondern der Zusammenarbeit vieler Wissenschaftler“ (Popper, 1975, p. 267).

#### **8.4 Natur der Naturwissenschaften (NOS)**

Warum ist die Beschäftigung mit der Natur der Naturwissenschaften wichtig? Bemühungen zur Vermittlung eines angemessenen Naturwissenschaftsverständnisses basieren auf der Tatsache, dass Menschen unzutreffende Vorstellungen über die Naturwissenschaften und ihre Kennzeichen besitzen. Diese betreffen auch die Erkenntnistheorie der Naturwissenschaften. In der Schülervorstellungsforschung wurden zahlreiche epistemologische Schülervorstellungen beschrieben, z.B. zum experimentellen Erkenntnisgewinn und zum Theoriebegriff (vergl. Hammann & Asshoff, 2014). Als naiver Realismus wird die Vorstellung bezeichnet, dass objektive Erkenntnis möglich ist (Döring & Bortz, 2016). Sie gilt als eine übergreifende Denkweise in der Schülervorstellungsforschung (Hammann & Asshoff, 2014, pp. 39–43).

Bemühungen zur Vermittlung eines adäquaten Naturwissenschaftsverständnisses beruhen auf der Annahme, dass Menschen, die unangemessene Vorstellungen über die Natur

der Naturwissenschaften besitzen, Einschränkungen erfahren bei der Wahrnehmung ihrer Rolle als mündige Bürger in einer naturwissenschaftlich geprägten Welt. Wissen über die Natur der Naturwissenschaften gilt als „effective preparation for citizenship“ (Osborne et al., 2003, p. 693). Diese pragmatische Argumentation basiert auf dem demokratischen Argument Rosalind Drivers (Driver et al., 1996). Wird beispielsweise naturwissenschaftliches Wissen als gesichert und unveränderlich angenommen, verschließt sich die Möglichkeit einer unabhängigen Überprüfung der Gültigkeit und Aussagekraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis und einer kritischen Distanzierung von dieser. Vielmehr führen naiv-realistische Vorstellungen zu passiver Informationsübernahme und mangelnder Prüfung der Aussagekraft experimenteller Verfahren, gewonnener Daten und gezogener Schlussfolgerungen. Über das demokratische Argument hinausgehend nennt Rosalind Driver (Driver et al., 1996) vier weitere Argumente. Das Nützlichkeitsargument besagt, dass Wissen über die Natur der Naturwissenschaften wichtig ist, um naturwissenschaftlich-technische Unterfangen zu verstehen. Das kulturelle Argument basiert auf dem Stellenwert der Naturwissenschaften als Teil gegenwärtiger Natur. Das moralische Argument deutet darauf hin, dass ein Verständnis der Natur der Naturwissenschaften hilfreich ist, um die Normen der naturwissenschaftlichen Gemeinschaft zu verstehen. Das letzte Argument ist das lernpsychologische. Es verweist darauf, dass Wissen über Kennzeichen der Naturwissenschaften das Lernen in den Naturwissenschaften unterstützt.

Im Anschluss an Rosalind Driver (Driver et al., 1996) wird in diesem Beitrag ein weiteres Argument zur Begründung von Wissen über die Natur der Naturwissenschaften vorgeschlagen: das bildende Argument. Vor dem Hintergrund der europäischen Tradition des Denkens über Bildung – in Abgrenzung zu Scientific Literacy – ist die Dimension Grenzen der Naturwissenschaften zentral. Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften wirkt bildend, wenn im Unterricht thematisiert wird, dass beispielsweise die Perspektive, die Biologen bei einer naturwissenschaftlichen Betrachtung des Menschen einnehmen, durch andere Perspektiven ergänzt werden muss, um den Menschen in seiner Ganzheit und Komplexität zu beschreiben. Es kann angenommen werden, dass ein Verständnis der Grenzen der Naturwissenschaften hilfreich ist, den Gegenstandsbereich der Naturwissenschaften richtig einzuschätzen und szientistische Grenzüberschreitungen zu vermeiden. Speziell dürfte Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften nützlich sein für die Zurückweisung ungerechtfertigter Ansprüche auf die intrinsische Überlegenheit und allumfassende Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis. Ähnlich argumentiert William F. McComas (1998b) in seinem Beitrag „The Principal Elements of the Nature of

Science: Dispelling the Myths". Der Autor spricht die Frage an, ob Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler in der Lage sind, alle Fragen zu beantworten. Es handelt sich um den achten Mythos von insgesamt 15 Mythen, die der Autor kritisch kommentiert. Speziell handelt es sich um den Mythos, die Naturwissenschaften seien das Maß aller Dinge, weil ihre Methoden über alles Wissbare Aufschluss geben. Ihm widerspricht William F. McComas und er setzt ihn mit dem umfassenden Szientismus (comprehensive scientism) von Mikael Stenmark gleich.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, welche konkreten Wissensaspekte von NOS szientistischen Überzeugungen entgegenwirken können. Zur Beantwortung dieser Frage ist anzumerken, dass Hypothesen zum derzeitigen Stand des Wissens explorativer Natur sein müssen. In der NOS-Literatur wird hauptsächlich auf erkenntnistheoretische Reflektionen über Ziele und Vorgehensweisen beim naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn und über den daraus resultierenden Status des naturwissenschaftlichen Wissens fokussiert. Der Zusammenhang von diesbezüglich abweichenden Schülervorstellungen (z.B. die Vorstellung, naturwissenschaftliches Wissen sei statisch) und szientistischen Überzeugungen ist bisher nicht empirisch untersucht worden. Es ist auch nicht zu erwarten, dass ein positiver Zusammenhang besteht, denn es ist denkbar, dass die Vorstellung der prinzipiellen Veränderbarkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnis mit szientistischen Überzeugungen zur intrinsischen Überlegenheit und umfassenden Erklärungskraft naturwissenschaftlichen Wissens vereinbar ist. Ein überzeugter Szientist würde denken – um an das einführende Zitat dieses Beitrags anzuknüpfen – dass Neurobiologen (und zwar Neurobiologen alleine) den freien Willen des Menschen rein neurobiologisch (und zwar vollständig) erklären können, zwar nicht jetzt, aber irgendwann einmal, nach einer Reihe vorläufiger Erklärungen, die revidiert werden müssen, wenn bessere Erklärungen vorliegen. Denn Szientisten gehen nicht davon aus, dass alles naturwissenschaftliche Wissen heute und für alle Zeiten gültig ist, sondern dass Naturwissenschaftler – und zwar diese alleine – irgendwann einmal alle Fragen mit dem Anspruch der alleinigen Gültigkeit beantworten werden können. Eine andere Hypothese bezieht sich auf Wissen über die Reichweite der Naturwissenschaften (als Teilaspekt der Dimension Grenzen der Naturwissenschaften). Es kann vermutet werden, dass dieses Wissen Schülerinnen und Schüler vor szientistischen Grenzüberschreitungen schützt. Dieser Zusammenhang wurde allerdings bislang nicht untersucht.

Als zentraler Aspekt von Wissen über die Natur der Naturwissenschaften kann die Dimension Grenzen der Naturwissenschaften auch curricular begründet werden. In den Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss (KMK, 2005) wurde die Kompetenzerwartung beschrieben, dass Schülerinnen und Schüler zwischen normativen und deskriptiven Aussagen unterscheiden können. Derartige Kompetenzerwartungen fanden auch ihren Niederschlag in den veröffentlichten PISA-Testaufgaben, in denen Schülerinnen und Schüler zwischen naturwissenschaftlichen und nicht-naturwissenschaftlichen Fragen unterscheiden sollten (OECD, 2009). Wissen zur Vermeidung des naturalistischen Fehlschlusses setzt ebenfalls die Unterscheidungsfähigkeit zwischen normativen und deskriptiven Aussagen voraus.

## **8.5 Szientismus bei Schülerinnen und Schülern**

Naturwissenschaftsdidaktische Untersuchungen, die auf szientistische Überzeugungen von Schülerinnen und Schülern Bezug nehmen, untersuchten Szientismus nicht als Zielkonstrukt, sondern Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften, die im Falle des Auftretens naiver Vorstellungen als szientistisch bezeichnet wurden (z.B. Abd-El-Khalick, 2001; Aikenhead & Ryan, 1992; Wan et al., 2011). Im Rahmen dieser Untersuchungen bezeichnet Szientismus daher eine Kombination verschiedener Überzeugungen oder Vorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften, die von den fachwissenschaftlich zutreffenden abweichen. Mehrere religionspädagogische Studien haben demgegenüber szientistische Überzeugungen bei Schülerinnen und Schülern direkt untersucht (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 2001; Fulljames & Francis, 1988; Klose, 2011). Die Autorinnen und Autoren verstehen Szientismus als „the view that science can attain to absolute truth“ und operationalisieren diese Definition mit Hilfe einer Kombination von Test-Items, die sich auf eine Überhöhung der Naturwissenschaften und auf eine Kombination verschiedener erkenntnistheoretischer Aspekte der Natur der Naturwissenschaften (NOS) beziehen (vgl. Konemann et al., 2012). In diesen Studien wurde beispielsweise untersucht, welche Zusammenhänge zwischen szientistischen Überzeugungen, kreationistischen Überzeugungen, Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Einstellungen zur Religion bestehen. Es wurde ermittelt, dass szientistische Überzeugungen positiv mit Einstellungen zu den Naturwissenschaften und negativ mit Einstellungen zur Religion korrelieren. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass ein negativer Zusammenhang zwischen Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Einstellungen zur Religion auf kreationistische bzw. szientistische Überzeugungen zurückzuführen war, dass also Lernende

mit geringeren kreationistischen und szientistischen Neigungen durchaus in der Lage waren, positive Einstellungen zu Naturwissenschaft und Religion zu kombinieren (Astley & Francis, 2010; Francis & Greer, 2001).

Eine aktuelle biologiedidaktische Untersuchung (Konnemann, Asshoff, & Hammann, 2016) deutet darauf hin, dass Neigungen zu szientistischen Überzeugungen bei deutschen Schülerinnen und Schülern bestehen. Mehr als ein Fünftel (21,8%) der befragten Schülerinnen und Schüler (N = 1672; Gymnasium, Gesamtschule) wiesen ein Einstellungsprofil mit szientistischen Neigungen auf, während nur 4% der Schülerinnen und Schüler durch ein kreationistisches Einstellungsprofil gekennzeichnet waren. Ersteres zeichnet sich aus durch die stärkste Zustimmung zu szientistischen Überzeugungen, die positivsten Einstellungen zur Evolutionstheorie, die negativsten Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und die geringste Zustimmung zu kreationistischen Überzeugungen. Beispielitems zur Erfassung szientistischer Überzeugungen lauten:

- Irgendwann werden die Naturwissenschaften auf alle Fragen eine Antwort haben, die sich die Menschen über das Leben, die Erde und das Weltall stellen.
- Heutzutage ist es zwar noch nicht möglich die menschliche Seele naturwissenschaftlich zu erklären, irgendwann wird aber auch das möglich sein.

Im Vergleich zu den übrigen Gruppen wiesen Schülerinnen und Schüler des Profils mit szientistischen Neigungen zudem das stärkste Empfinden für einen Konflikt zwischen Naturwissenschaften und Religion auf; sie besaßen die positivsten Einstellungen zu den Naturwissenschaften sowie die negativsten Einstellungen zur Religion.

## **8.6 Szientismus und Gesellschaft**

Szientistische Überzeugungen in der Gesellschaft werden wenig diskutiert. Aussagekräftig ist aber eine Untersuchung über Neurowissenschaften aus Sicht von Praktikern von Jonas Frister (2013). Der Autor untersuchte die Frage, wie Lehrerinnen und Lehrer die pädagogische Relevanz aktueller Erkenntnisse der Gehirnforschung beurteilen. Erschienen ist der Aufsatz in einer Ausgabe von *Berliner Debatte Initial*, die sich dem Thema Bildung und Biologie widmet. Speziell wurden Lehrerinnen und Lehrer zur Frage interviewt, ob die Neurowissenschaften – und zwar die Neurowissenschaften alleine – funktionierende pädagogische Rezepte für die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen erstellen würden. Berichtet wird, dass Lehrerinnen und Lehrer in der Regel keine direkten Handlungsvorgaben von neurobiologischen Erkenntnissen über das Lernen erwarten, sondern vielmehr

Anregungen, welche die Grundlage zur Begründung unterrichtlichen Handelns verbreitern. Ein Lehrer attestierte so manchen Gehirnforschern, die sich in den Medien zu Fragen von Schule und Erziehung äußern, eine explizite Grenzüberschreitung gegenüber der Pädagogik. In die Kritik wurden der neurowissenschaftliche Populärdiskurs und Grenzüberschreitungen gegenüber der Pädagogik genommen:

*Ich denke, es geht um den jeweiligen Anspruch. Also, während die Neurowissenschaften, deutsches Sprichwort `Schuster bleib bei deinem Leisten`, ihre Erkenntnisse zur Verfügung stellen sollen und sich nicht, ja, das Wort ist zwar etwas böse, aber: anmaßen sollen, den Pädagogen direkte Vorgaben zu machen, was sie damit anzufangen haben ... Wenn das nicht der Fall ist, dann sind die Neurowissenschaften eine gute Basis. Wenn sie aber gleich wieder neue Paradigmen aufstellen und sagen, man muss aufgrund der neurowissenschaftlichen Erkenntnisse dies oder jenes jetzt machen, dann halte ich das für pädagogisch fragwürdig“ (Frister, 2013, p. 57).*

Das Zitat lässt eine kritische Distanz zur Überzeugung erkennen, die Neurowissenschaften lieferten die eigentlichen Erklärungen für pädagogisch relevante Phänomene. Die Analyse weiterer Interviews ergab auch bei anderen Lehrkräften eine kritische Haltung gegenüber der Überzeugung, die Neurowissenschaften könnten pädagogisches Handeln im Sinne neuro-pädagogischen Rezeptwissens vollständig erklären. Jonas Frister sieht in der Zurückweisung derartiger Erklärungsansprüche eine gesellschaftliche Verantwortung: Durch neue Erkenntnisse der Neurowissenschaften stellt sich die Frage ihrer Reichweite, beispielsweise wenn gefordert wird, pädagogische Prozesse auf naturwissenschaftlicher Grundlage „hirngerecht“ zu fundieren. Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften, so unsere Argumentation, ist in diesem Kontext hilfreich, um mögliche Ansprüche auf ein Erklärungsprivileg oder auf alleinige Gültigkeit zurückzuweisen.

## **8.7 Zusammenfassung**

Warum gehört es zum Bildungsauftrag des Biologieunterrichts, Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften zu vermitteln? Martin Heisenberg beantwortet diese Frage auf die folgende Art und Weise:

*Eine so mächtige Leitwissenschaft wie die Biologie birgt die Gefahr verabsolutiert und damit zu einer Art Religionsersatz zu werden. [...] Es liegt im vitalen Interesse eines Biologen seine Ergebnisse soweit wie möglich zu interpretieren und zu extrapolieren. Sein Eingeständnis ihrer begrenzten Relevanz würde unter Kollegen als resignativ empfunden. Außerdem ist der typische Biologe heute Spezialist. [...] Man kann von ihm nicht erwarten, dass er die Biologie in einen größeren Zusammenhang einordnet, und er würde von seinen Standesgenossen dafür auch keinen Beifall ernten. Die Öffentlichkeit muss deswegen darauf vorbereitet sein, mit ihm über die Grenzen der Zuständigkeit der Biologie zu streiten. Gerade wenn biologische Erkenntnisse auf den Menschen angewendet werden, ist größte öffentliche Aufmerksamkeit geboten. Leicht macht man Menschen erst zu dem, für was man sie hält. (Heisenberg, 2000, pp. 131–132)*

In dem angeführten Zitat, das aus einem Aufsatz zur Gehirnforschung stammt, analysiert Martin Heisenberg sehr präzise die Mechanismen, die zu einer Verabsolutierung naturwissenschaftlicher Erkenntnis führen. Er warnt in diesem Zusammenhang, Biologie als Religionsersatz zu betrachten und vermutet, dass Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler den Geltungsanspruch ihrer Erkenntnisse in der Regel extrapolieren. Schülerinnen und Schülern wird es auf diese Art und Weise schwer gemacht, die Reichweite der Naturwissenschaften und die Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnisse richtig einzuschätzen. Dies ist besonders nachteilig, wenn naturwissenschaftliche Erkenntnisse behandelt werden, die den Menschen betreffen. Aber auch in anderen Bereichen der Biologie sind szientistische Grenzüberschreitungen zu vermeiden. Eine Thematisierung der Grenzen der Biologie sollte daher anhand verschiedener Kontexte erfolgen. Zum Verständnis der Grenzen der Biologie gehören, wie in diesem Beitrag argumentiert wurde, Kenntnisse über Grenzen des Zuständigkeitsbereichs der Naturwissenschaften und über die Vorläufigkeit bzw. prinzipielle Revidierbarkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnis.

Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften sollte als eine grundlegende Dimension von Wissen über die Natur der Naturwissenschaften (NOS) betrachtet werden. Die Dimension Grenzen der Naturwissenschaften ist für den Biologieunterricht zentral. Aufgrund humanbiologischer Themen im Biologieunterricht stellt sich zumindest implizit die Frage, ob der Mensch durch die Naturwissenschaften vollständig erklärbar ist. Es kann vermutet werden, dass Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften vor szientistischen Grenzüberschreitungen schützt. Vor diesem Hintergrund sollten fachspezifische Konzeptionen zu den Grenzen der Naturwissenschaften entwickelt und in ihren Wirkungen evaluiert werden. Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften trägt auch dazu bei, Wissenschaften zu unterscheiden und aufeinander zu beziehen. Daher wird durch die unterrichtliche Behandlung der Grenzen von Naturwissenschaften im Biologieunterricht eine Brücke zur Bildungskonzeption der Modi der Weltbegegnung geschlagen (Baumert, 2002).

## **9. Zusammenfassung und Diskussion**

Im Anschluss an die Vorstellung der im Zentrum dieser Arbeit stehenden Publikationen werden in diesem Kapitel die zentralen Ergebnisse und Erträge der Publikationen in Bezug auf die verschiedenen Forschungsschwerpunkte zusammengefasst und diskutiert (9.1-9.4). Methodische Reflexionen (9.5) beschließen das Kapitel.

### **9.1 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1: Theoretische und messtheoretische Klärungen**

Ziel der theoretischen und messtheoretischen Klärungen war es, Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ theoretisch zu fundieren und dabei insbesondere zur Konstruktklärung in Bezug auf das häufig verwendete Akzeptanz-Konstrukt beizutragen. Dazu wurden in PUBLIKATION 1 theoretische und messtheoretische Klärungen zu Einstellungen zur Evolutionstheorie vorgenommen. Ausgehend von sozialpsychologischen Theorien und Modellen der Einstellungsforschung wurde dafür argumentiert, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als mehrdimensionale Einstellung aufzufassen. Anhand von Itembeispielen gängiger Akzeptanzinstrumente wurde eine mögliche Konfundierung von Akzeptanz und Wissen diskutiert und es wurden Zweifel an der Validität dieser Instrumente begründet. Erträge der Klärungen wurden am Beispiel des Verhältnisses von Akzeptanz und Wissen im Bereich Evolution aufgezeigt. So ergaben sich neuartige Erklärungsansätze für bisher widersprüchliche empirische Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie.

Vor dem Hintergrund der sozialpsychologischen Einstellungsforschung wurden drei zentrale Argumente entwickelt und begründet, die Akzeptanz der Evolutionstheorie als ein mehrdimensionales, bewertendes Konstrukt aufzufassen (vgl. 4.3.4). Erstens wurde begründet, dass es sich bei einer Akzeptanz aus der Sicht der Sozialpsychologie um eine zusammenfassende bewertende Stellungnahme handelt. Zweitens wurden Hinweise dafür berichtet, dass affektive Konstrukte eine wichtige Rolle für die Akzeptanz der Evolutionstheorie zu spielen scheinen und dass sich eine Akzeptanz – anders als häufig angenommen – nicht einfach aus einer rein kognitiven, rational-logischen Auseinandersetzung mit evolutionären Inhalten ergibt. Drittens zeigten Instruktionsstudien, dass sich die Akzeptanz der Evolutionstheorie schlecht durch eine reine Wissensvermittlung dafür aber durch eine zusätzliche aktive Auseinandersetzung mit verschiedenen Positionen zur Evolutionstheorie und eine persönliche Positionierung beeinflussen lässt. Zusammengefasst liefern

diese Argumente eine Begründung der Konzeptualisierung der Akzeptanz der Evolutionstheorie als Einstellung. Damit trägt PUBLIKATION 1 zu einer Klärung und insbesondere einer psychologischen Fundierung des Akzeptanz-Konstrukts bei. Durch die besondere Berücksichtigung psychologischer Theorien und Modelle grenzt sich diese Arbeit von anderen Ansätzen zur Klärung des Akzeptanzkonstrukts ab, welche versuchen, entweder die Notwendigkeit oder umgekehrt die Unmöglichkeit der Abgrenzung von Akzeptanz (*acceptance*) und Glaube (*belief*) mit epistemologischen bzw. philosophischen Argumenten zu begründen (z.B. Cobern, 2004; Smith & Siegel, 2004; Williams, 2009, 2015).

Ausgehend von den theoretischen Klärungen wurde unter Zuhilfenahme von Itembeispielen verschiedener Instrumente argumentiert, dass aus messtheoretischer Sicht in einigen bestehenden Instrumenten eine Konfundierung zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie zu befürchten ist. Insbesondere ergaben sich Zweifel an der Validität des in der bisherigen Forschung häufig verwendeten MATE-Instrumentes (*Measure of Acceptance of the Theory of Evolution*, Rutledge & Warden, 1999), zumal eine Konfundierung mit dem Verständnis der Evolutionstheorie zu befürchten ist. Damit wird die Behauptung von Smith (2010a, p. 534) gestützt und untermauert, dass es sich bei der Akzeptanz der Evolutionstheorie um ein schlecht abgegrenztes Konstrukt handle, wodurch es bei der Interpretation empirischer Ergebnisse zu Konfundierungen gekommen sei, die wiederum zu widersprüchlichen Ergebnissen geführt hätten. Wagler und Wagler (2013) haben zwischenzeitlich die Diskussion um die Validität des MATE erweitert, indem die Autoren auf der Basis empirischer Analysen aufgezeigt haben, dass die Anwendbarkeit des Instruments auf solche Stichproben kritisch ist, die sich in Nationalität und/oder Bildungsgrad von der Ursprungsstichprobe unterscheiden (entwickelt wurde der MATE-Fragebogen für amerikanische Lehrkräfte). Weiter ist kritisiert worden, dass einige der MATE-Items spezifisch auf Junge-Erde-Überzeugungen Bezug nehmen und daher Akzeptanz mit Kreationismus konfundieren (Pobiner, 2016). Inwieweit neuere Vorschläge zur Erfassung der Akzeptanz der Evolutionstheorie über Einzelitems (Smith, 2010a; Yasri, 2014) oder neu entwickelte Skalen (z.B. *Inventory of Student Evolution Acceptance* [I-SEA], Nadelson & Southerland, 2012; *Evolution Attitudes and Literacy Survey* [EALS], Hawley, Short, McCune, Osman, & Little, 2011; *Generalized Acceptance of Evolution Evaluation* [GAENE], Smith & Snyder, 2015) psychometrische Validitätsanforderungen besser erfüllen, bleibt eine theoretisch und empirisch zu klärende Frage (siehe dazu auch 10.1).

Zum Zusammenhang zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie wurde in PUBLIKATION 1 auf der Basis einer Zusammenstellung bestehender Studien argumentiert, dass bisher unbekannte Erklärungen für die Varianz der berichteten Zusammenhänge – rangierend von nicht-signifikanten Zusammenhängen bei US-amerikanischen Schülern (Cavallo & McCall, 2008) bis hin zu hohen Zusammenhängen bei US-amerikanischen Lehrern (Rutledge & Warden, 2000; Trani, 2004) – auch in der Verwendung unterschiedlicher Instrumente zu finden sein könnten. Konkret könnten die hohen berichteten Zusammenhänge einiger Studien ein methodisches Artefakt darstellen, das auf einer Konfundierung von Akzeptanz und Verständnis in dem eingesetzten Akzeptanzinstrument (MATE) beruhen könnte. Mittlerweile gehen immer mehr Autoren von einer komplexen Beziehung zwischen Akzeptanz und Verständnis im Bereich Evolution aus (Pobiner, 2016), zumal es Hinweise dafür gibt, dass es sowohl möglich ist, Evolution zu verstehen, aber nicht als wahr zu akzeptieren, als auch Evolution grundsätzlich zu akzeptieren, ohne ein Verständnis der grundlegenden evolutionären Konzepte zu besitzen. Dennoch sind in den vergangenen Jahren weitere Studien zum Zusammenhang der beiden Konstrukte publiziert worden, die weiter von einem grundsätzlich positiven Zusammenhang ausgehen (z.B. Akyol, Tekkaya, Sungur, & Traynor, 2012; Athanasiou, Katakos, & Papadopoulou, 2012; Glaze, Goldston, & Dantzer, 2015). Andere Studien haben differenzielle Effekte zusätzlicher Variablen untersucht. So bezeichnen beispielsweise Ha und Kollegen (Ha, Haury, & Nehm, 2012) das Konstrukt „feeling of certainty“ als einen *missing link* zwischen Akzeptanz und Verständnis.

Wegen seiner weiten Verbreitung und mangels etablierter Alternativen wurde der MATE in den empirischen Teilen dieser Arbeit – trotz der bestehenden Kritik – als ergänzender Indikator verwendet (PUBLIKATION 4). Das Vorgehen hat sich in zweierlei Hinsicht als gewinnbringend erwiesen. Erstens ließen sich die Ergebnisse dieser Arbeit – trotz der Innovation in Instrumenten und Methodik – so innerhalb der bisherigen Forschung verorten. Das mittlere Akzeptanz-Level der Gesamtstichprobe lag nach der Klassifikation von Rutledge und Sadler (2007) im moderaten Akzeptanzbereich<sup>13</sup> und war damit vergleichbar mit demjenigen deutscher SchülerInnen in bestehenden Studien (Fenner, 2013; Lammert, 2012). Außerdem ergaben sich hohe positive Zusammenhänge ( $r = 0,77^{***}$ ) zwischen der

---

<sup>13</sup> Klassifikation von MATE-Summenwerten nach Rutledge und Sadler (2007): 100-89 sehr hohe Akzeptanz, 88-77 hohe Akzeptanz, 76-65 moderate Akzeptanz, 64-53 geringe Akzeptanz, 20-52 sehr geringe Akzeptanz.

Akzeptanz der Evolutionstheorie – gemessen mit dem MATE – und Einstellungen zur Evolutionstheorie – gemessen mit dem für diese Arbeit entwickelten Einstellungsinstrument – sowie hohe negative Zusammenhänge ( $r = -0,76^{***}$ ) mit kreationistischen Überzeugungen (vgl. PUBLIKATION 4). Zweitens ließ sich durch die zusätzliche Verwendung des MATE der Mehrwert der mehrdimensionalen Einstellungsprofile im Vergleich zu bestehenden Akzeptanz-Klassifikationen verdeutlichen, zumal es möglich war, innerhalb mehrerer Akzeptanzkategorien substantiell verschiedene Einstellungsprofile zu beschreiben (genauer siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diesbezüglich ist festzuhalten, dass sich die Akzeptanz-Level (bezogen auf den MATE) für jedes der mehrdimensionalen Einstellungsprofile sinnvoll interpretieren ließen. So zeigten SchülerInnen innerhalb der Profile mit positiver Einstellung die höchste Akzeptanz (Profile 1, 2 und 4), während SchülerInnen innerhalb der Profile mit einer negativen Einstellung auch die niedrigste Akzeptanz aufwiesen (Profile 6 und 7). Darüber hinaus zeigte sich, dass die Einstellungsprofile differenzielle Informationen über Positionen innerhalb bestimmter MATE-Kategorien liefern. So konnte auf der Basis der Einstellungsprofile innerhalb der Gruppe von SchülerInnen mit hoher Akzeptanz zwischen SchülerInnen mit eher szientistischen Positionen (Profil 1) und mit klar nicht-szientistischen Positionen (Profil 2) unterschieden werden. Ferner ließ sich innerhalb der Gruppe von SchülerInnen mit moderater Akzeptanz zwischen vereinbarenden Positionen (Profil 5) und nicht-vereinbarenden Positionen (Profile 3 und 4) unterscheiden. Abschließend bleibt zur Verwendung des MATE zu betonen, dass die vorgebrachten Argumente für die gewinnbringende Nutzung des MATE in den vorliegenden Studien nicht den Anspruch erheben, eine abschließende Beurteilung der Güte des MATE zu liefern. Es zeigt sich aber, dass dieser trotz der bestehenden theoretischen und messtheoretischen Zweifel – mit der entsprechenden Umsicht – durchaus gewinnbringend genutzt werden kann, beispielsweise um Ergebnisse innerhalb der bisherigen Forschung zu verorten und den Mehrwert eines neuen Ansatzes aufzuzeigen.

Im Ergebnis liefert FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1 das theoretische und messtheoretische Fundament der empirischen Studien des vorliegenden Forschungsvorhabens, indem Konstrukte geklärt und Wege einer valideren Messung angebahnt werden.

## 9.2 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2: Entwicklung, Erprobung, Validierung von Instrumenten

Ein zweiter Forschungsschwerpunkt lag in der theoriegeleiteten Entwicklung, Erprobung und Validierung geeigneter Instrumente. Dazu tragen die PUBLIKATIONEN 2, 3 und 4 bei, wobei PUBLIKATION 2 zunächst kreationistische und szientistische Überzeugungen in den Blick nimmt, während die PUBLIKATIONEN 3 und 4 Informationen zur Erprobung und Validierung der Instrumente für Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen liefern. Die finalen Versionen der Instrumente, die in der Hauptstudie zum Einsatz kamen, sind dieser Arbeit im Anhang beigefügt (vgl. 13.4).

PUBLIKATION 2 berichtet exemplarisch über die Entwicklung, Erprobung und Validierung der Instrumente für kreationistische und szientistische Überzeugungen. Ausgehend von einer theoretischen Klärung und einer Begründung der Operationalisierung liefert diese Studie Item- und Reliabilitätsstatistiken für kreationistische und szientistische Überzeugungen und berichtet grundlegende Validitätsüberlegungen ausgehend von bestehenden Instrumenten von Astley und Francis (2010) und Klose (2009). Den zentralen Schritt der Instrumententwicklung bildete zunächst die theoriegeleitete Operationalisierung der Konstrukte ausgehend von analytischen Definitionen von Kreationismus und Szientismus. Dabei wurden vor dem Hintergrund der Verbreitung entsprechender Positionen in Europa (vgl. 2.1.4) zwei Spielarten des Kreationismus in den Blick genommen: 1. Der Junge-Erde-Kreationismus operationalisiert als eine Kombination der zwei Aspekte „wörtliche Auslegung der Schöpfungserzählungen“ (5 Items) und „Ablehnung der Evolutionstheorie“ (5 Items) und 2. der *Intelligent Design*-Kreationismus operationalisiert als die Überzeugung, dass sich Lebewesen aufgrund ihrer Komplexität nicht aus einfachen Vorstufen entwickeln können, sondern dass es dafür eines übernatürlichen Designers bedarf (9 Items). Szientismus wurde ausgehend von den vier nach Stenmark (2001; 2004) am stärksten verbreiteten Ausprägungen von Szientismus operationalisiert (10 Items). Die Reliabilitäten sind mit Cronbachs  $\alpha$ -Werten von  $\alpha_{222} = 0,90$  (Junge-Erde-Kreationismus),  $\alpha_{222} = 0,95$  (*Intelligent Design*-Kreationismus) und  $\alpha_{222} = 0,85$  (Szientismus) als gut einzustufen.<sup>14</sup> Die

---

<sup>14</sup> Klassifikation von Cronbach's  $\alpha$ -Koeffizienten nach Hossiep (2016):  $\alpha < 0,5$  nicht akzeptabel,  $\alpha > 0,7$  zufriedenstellend,  $\alpha > 0,8$  gut.

korrigierten Trennschärfen liegen für alle drei Skalen mit  $0,44 \leq r_{it} \leq 0,80$  in einem zufriedenstellenden Bereich. Bezüglich der Konstruktvalidität<sup>15</sup> wurden für alle drei Skalen konvergente Analysen mit bestehenden Instrumenten berichtet (Junge-Erde-Kreationismus:  $r = 0,66^{***}$  mit einem Kreationismus-Item von Kutschera, 2008,  $r = -0,71^{***16}$  mit einem Akzeptanz-Item von Miller et al., 2006; *Intelligent Design*-Kreationismus:  $r = 0,77^{***}$  mit einem Kreationismus-Item von Kutschera, 2008,  $r = -0,60^{***17}$  mit einem Akzeptanz-Item von Miller et al., 2006; Szientismus:  $r = 0,73^{***}$  mit einer bestehenden Szientismus-Skala von Astley & Francis, 2010). Für die neu-entwickelte Szientismus-Skala wurden auch die Diskriminanz bezüglich des Verständnisses von NOS ( $r = -0,32^{***}$ ) und bezüglich Einstellungen zu den Naturwissenschaften ( $r = 0,38^{***}$ ) analysiert. Zusätzlich wurde die Struktur aller drei Skalen faktorenanalytisch geprüft. Bei den Kreationismus-Skalen bestätigten sich die postulierten Faktorstrukturen (Junge-Erde-Kreationismus: 2 Faktoren; *Intelligent Design*-Kreationismus: 1 Faktor). Bei der Szientismus-Skala trennten sich zwei Faktoren, die sich nach Stenmark (2001) interpretieren ließen als ein epistemologisch-ontologischer Faktor und ein axiologisch-existentialistischer Faktor.

Alle drei Skalen weisen im Vergleich zu anderen Operationalisierungen von Kreationismus und Szientismus eine stärkere Theorieleitung auf. So wurden für die Junge-Erde-Skala einerseits bestehende und an SchülerInnen erprobte Items von Astley und Francis (2010) und Klose (2009) verwendet. Bei der Zusammenstellung der Items wurde andererseits, anders als in den bestehenden Skalen, klar zwischen Junge-Erde-Kreationismus und *Intelligent Design*-Kreationismus getrennt. Außerdem wurden die zwei definierenden Aspekte von Junge-Erde-Kreationismus als zwei getrennte Subskalen operationalisiert, so dass diese auch einzeln analysierbar sind. Bei der Operationalisierung von *Intelligent Design* wurde eine Bezugnahme auf Gott und die Bibel explizit vermieden. Bei der Operationalisierung von Szientismus wurde vor dem Hintergrund der naturwissenschaftsdidaktischen Forschungstradition zu NOS zwischen NOS – verstanden als Wissen und Überzeugungen über die Natur der Naturwissenschaften in der Tradition von Norman Lederman und Kollegen (Lederman, 1992, 2006, 2007; Lederman et al., 2002) – und Szientismus – verstanden als eine unangemessene Überhöhung der Naturwissenschaften und ihrer Me-

---

<sup>15</sup> Grenzwerte für Konstruktvalidität nach Bühner (2006):  $r > 0,5$  konvergent,  $r < 0,4$  diskriminant.

<sup>16</sup> Im Artikel in andere Richtung gepolt, daher dort  $r = 0,71^{***}$ .

<sup>17</sup> Siehe Fußnote 16.

thoden im Vergleich zu anderen Disziplinen unter Bezugnahme auf die Kategorien szientistischer Überzeugungen nach Stenmark (2001) – differenziert. Im Ergebnis liegen erweiterte und adaptierte Instrumente für kreationistische Überzeugungen vor, die in der Operationalisierung klar auf die zugrundeliegende Kreationismus-Definition zurückgreifen, und ein neu-entwickeltes Instrument für szientistische Überzeugungen, das stärker als die bisherigen zwischen NOS und Szientismus differenziert und es so erlaubt, die beiden Konstrukte unabhängig voneinander in die erweiterte Modellierung der Profile mit einzubeziehen (vgl. PUBLIKATION 4).

Ein paralleler – und in zentralen Punkten ähnlicher – Ansatz zur Operationalisierung von Szientismus wurde kürzlich in der physikdidaktischen Dissertation von Stefan Korte (2015) veröffentlicht. Wie in der vorliegenden Arbeit erfolgte auch bei Korte (2015) eine theoriegeleitete Skalenentwicklung zur Erfassung von Szientismus ausgehend von Stenmarks Kategorien szientistischer Überzeugungen. Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit wurden dabei die Arbeiten der Francis-Arbeitsgruppe nicht berücksichtigt. Im Gegenzug wurde stärker auf die physikdidaktischen Arbeiten von Hansson und Kollegen zum Verhältnis von Physik und religiösen Weltbildern Bezug genommen (Hansson & Lindahl, 2010; Hansson & Redfors, 2007). Im Rahmen seiner Dissertation berichtet Korte (2015) über relativ umfangreiche Vorarbeiten der Skalenentwicklung und -erprobung mit mehreren Vorstudien, die von einer initialen Testung von 111 Szientismus-Items über eine hinsichtlich Verständlichkeit und Inhaltsvalidität optimierten Version mit 66 Items schließlich unter Berücksichtigung von Item- und Skalenkennwerten (Schwierigkeit, Trennschärfe, Varianz, Dimensionalitätsanalysen) zu einer endgültigen Version mit 10 Items führte ( $\alpha = 0,78$  [Prä-Test],  $\alpha = 0,90$  [Post-Test]). Zur Validierung der Skala wurden Korrelationen mit etablierten Instrumenten für die psychologischen Konstrukte *Need for Cognition*, Offenheit für Erfahrung und kognitive Geschlossenheit analysiert. Es ist bemerkenswert, dass die endgültige Skala von Korte (2015) neben einigen formalen auch inhaltliche Parallelen zu der Szientismus-Skala der vorliegenden Arbeit aufweist. Aus formaler Sicht besitzen beide Skalen 10 Items und ähnliche Reliabilitäten. Beispiele für inhaltliche Parallelen liefern folgende Items der beiden Fragebögen:

Ein vernünftiger Mensch sollte nur an Dinge glauben, die naturwissenschaftlich erklärbar sind (Korte, 2015).

Vernunft verbietet es uns, an etwas zu glauben, das nicht naturwissenschaftlich bewiesen ist (Konnemann et al., 2012).

Naturwissenschaften werden irgendwann in der Lage sein, alle für die Menschheit bedeutsamen Fragen zu beantworten (Korte, 2015).

Irgendwann werden die Naturwissenschaften auf alle Fragen eine Antwort haben, die sich die Menschen über das Leben, die Erde und das Weltall stellen (Konnemann et al., 2012).

Inhaltliche Unterschiede der Skalen bestehen vor allem darin, dass die Skala von Korte auch die einleitend beschriebenen Szientismus-Varianten innerhalb der Wissenschaften abdeckt (vgl. 2.1.5), während das in PUBLIKATION 2 vorgestellte Instrument – vor dem Hintergrund deren besonderer Bedeutung – stärker auf Varianten szientistischer Überzeugungen innerhalb der Gesellschaft fokussiert. Außerdem weisen einige Items von Korte (2015) einen expliziten Fokus auf die Physik auf (z.B. „Physik ist Vorbild für alle anderen Wissensgebiete“). Korte (2015) nutzt die Skala zur Evaluation zweier Unterrichtssequenzen zu (A) Möglichkeiten der Naturwissenschaften und (B) Grenzen der Naturwissenschaften, konnte allerdings keine signifikanten Effekte in Bezug auf Szientismus zeigen.

Die PUBLIKATIONEN 3 und 4 berichten darüber hinaus Aspekte der theoriegeleiteten Operationalisierung, Erprobung und Validierung der Instrumente für Einstellungen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen. Unter Berücksichtigung der theoretischen und messtheoretischen Überlegungen aus PUBLIKATION 1 wurden Einstellungsskalen für Einstellungen zur Evolutionstheorie (23 Items, 4-stufiges Likert-Format) und für Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen (17 Items, 4-stufiges Likert-Format) entwickelt, die kognitive und affektive Bewertungen des jeweiligen Einstellungsobjekts in den Mittelpunkt rücken. Verhaltensbezogene Aspekte wurden auf der Basis der Ergebnisse der Triangulation der Pilotstudien (PUBLIKATION 3) nicht berücksichtigt. Bei der Item-Entwicklung wurden insbesondere die wegweisenden Arbeiten von Shrigley und Kollegen zur Einstellungsmessung in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung zugrundegelegt (Shrigley & Koballa, 1984; Shrigley et al., 1988). Inhaltlich umfasst das Instrument für Einstellungen zur Evolutionstheorie allgemeine Einstellungssitems („Meine Einstellung zur Evolutionstheorie ist definitiv positiv“; 5 Items), positive Überzeugungen zu Nutzen und Relevanz der Evolutionstheorie („Die Evolutionstheorie ist nützlich, weil sie die Entstehung der Artenvielfalt erklären kann, ; 5 Items), negative Überzeugungen bezüglich Risiken und Gefahren der Evolutionstheorie („Die Evolutionstheorie ist eine Gefahr für die moralischen Werte der Gesellschaft“; 7 Items), und Gefühle und Emotionen verbunden mit der Evolutionstheorie („Ich habe Angst, dass die Evolutionstheorie meinen Glauben in Frage stellt“, „Es macht mir Spaß etwas über die Evolutionstheorie zu lernen“; 7 Items). Die inhaltlichen Kategorien des Likert-Instruments für Einstellungen zu den

Schöpfungserzählungen sind vergleichbar, beziehen sich aber selbstverständlich auf die Schöpfungserzählungen. Die Item- und Skalenanalysen (PUBLIKATION 4) lieferten gute Reliabilitätswerte (Einstellungen zur Evolutionstheorie  $\alpha = 0,92$ , Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen  $\alpha = 0,94$ ) und zufriedenstellende korrigierte Trennschärfen (Einstellungen zur Evolutionstheorie:  $0,35 \leq r_{it} \leq 0,74$ ; Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen  $0,51 \leq r_{it} \leq 0,81$ ).

Argumente für die Validität der Skalen stammen vor allem aus der Triangulation von quantitativen und qualitativen Ergebnissen und aus Analysen der empirischen Zusammenhänge mit anderen Instrumenten. Diesbezüglich berichtet PUBLIKATION 3 über die Triangulation ausgewählter Daten der quantitativen und qualitativen Vorstudien. Erträge der Triangulation liegen zum einen in einer empirischen Begründung für die Beschränkung der quantitativen Einstellungsinstrumente auf kognitive und affektive Aspekte, zumal die befragten SchülerInnen in der qualitativen Teilstudie nicht in der Lage waren Verhaltensweisen zu benennen, die mit der Evolutionstheorie bzw. den Schöpfungserzählungen in Zusammenhang stehen. Zum anderen wird durch die Triangulation die Fokussierung der quantitativen Erhebungsinstrumente auf die Emotionskategorien „Interesse“ und „Faszination“ gestützt. PUBLIKATION 3 liefert darüber hinaus konvergente Analysen der neu-entwickelten Einstellungs-Instrumente mit einer adaptierten Version des kognitiv-affektiven semantischen Differentials nach Crites und Kollegen (Crites et al., 1994). Trotz inhaltlicher Unterschiede und unterschiedlicher Frageformate ergab sich eine mittlere bis hohe Übereinstimmung der Instrumente (Einstellungen zur Evolutionstheorie:  $r = 0,63^{***}$ ; Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen:  $r = 0,82^{***}$ ). PUBLIKATION 4 berichtet weiterführende konvergente und diskriminante Analysen der Korrelationsmuster mit verschiedenen bestehenden Instrumenten. So korrelierte das neu-entwickelte Likert-Instrument für Einstellungen zur Evolutionstheorie vorhersagbar mit bestehenden Akzeptanz- und Kreationismusunstrumenten (konvergent:  $r = 0,77^{***}$  mit dem MATE von Rutledge & Warden, 1999,  $r = 0,62^{***}$  mit einem Akzeptanz-Item von Miller et al., 2006, diskriminant:  $r = 0,39$  mit ordinalem Kreationismus-Item von Kutschera, 2008,  $r = 0,23^{***}$  mit Szientismus-Skala). Vergleichbares galt auch für das Instrument für Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen ( $r = -0,51^{***}$  mit dem MATE,  $r = 0,70^{***}$  mit Kreationismus-Skala).

Wie bei der Diskussion der theoretischen und messtheoretischen Klärungen bereits angekündigt, gab es parallel zur Neuentwicklung von Einstellungsskalen im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Reihe weiterer Neuentwicklungen anderer Autoren mit dem Ziel

einer valideren Erfassung von Einstellungen zur Evolutionstheorie bzw. der Akzeptanz der Evolutionstheorie (vgl. 9.1). Grundsätzlich lassen sich Neuentwicklungen von Einzelitems (Smith, 2010a; Yasri, 2014) und Multi-Item-Skalen unterscheiden (Hawley et al., 2011; Nadelson & Southerland, 2012; Smith & Snyder, 2015). Die beiden vorgeschlagenen Einzelitems von Smith (2010a) fokussieren laut Aussage des Autors auf die folgenden Aspekte: 1. die Akzeptanz der Evolutionstheorie als beste wissenschaftliche Erklärung (*Acceptance-BSE*; 5-stufiges Likert-Format) und 2. die Akzeptanz der Gültigkeit der Evolutionstheorie (*Acceptance-VAL*; 4-stufiges Forced-Choice-Format). Neuartig ist hier, dass – neben der expliziten Unterscheidung dieser zwei Bedeutungsalternativen der Akzeptanz – im Validitäts-Item bei den Antwortalternativen explizit unterschieden wird, inwieweit sich der bzw. die Befragte schon intensiv mit den wissenschaftlichen Belegen auseinandergesetzt hat. Auch Yasri (2014) schlägt in seinen Arbeiten die Verwendung zweier Einzelitems vor, wobei das erste eine Akzeptanz der Evolutionstheorie als beste wissenschaftliche Erklärung vergangener und heutiger Biodiversität erfragt (*Acceptance of Biological Evolution Measurement* [ABEM]; 5-stufiges Likert-Format), während das zweite ein an das Kontinuum von Scott (2009; vgl. 2.1.4) erinnerndes Auswahlitem mit Positionen zwischen wörtlichem Schöpfungsglauben und atheistischer Evolution darstellt (*The Science-Religion Self-Identification Inventory* [SRSII]; 8-stufiges Forced-Choice-Format). In Bezug auf die in der Zwischenzeit neu-entwickelten Multi-Item-Skalen lässt sich ein grundsätzlicher Trend ausmachen, die Akzeptanz der Evolutionstheorie und kreationistische Überzeugungen stärker als zuvor zu trennen. Das von Smith und Snyder (2015) vorgeschlagene Instrument *Generalized Acceptance of Evolution Evaluation* (GAENE; 16 Items; 5-stufiges Likert-Format) unterscheidet sich ansonsten – zumindest aus der hier verfolgten Perspektive der Einstellungsmessung – nicht grundsätzlich vom MATE oder vergleichbaren Instrumenten. Eine explizite Bemühung einer stärkeren Abgrenzung zwischen Akzeptanz und Verständnis liegt hingegen dem *Inventory of Student's Acceptance of Evolution* (I-SEA; 24 Items, 5-stufiges Likert-Format; Nadelson & Southerland, 2012) zugrunde. Die Itemformulierungen dieses Instruments unterscheiden sich insofern vom MATE, als dass viele Items mit "I think" eingeleitet werden und so der Subjektivität der Antwort ein stärkeres Gewicht gegeben wird. Eine Berücksichtigung messtheoretischer Grundsätze der Einstellungsforschung lässt sich allerdings auch hier höchstens in Ansätzen beobachten, zumal das Instrument ausschließlich kognitive Items umfasst, von denen viele in ähnlicher Weise wie der MATE eine Konfundierung zwischen Akzeptanz und Verständnis befürchten lassen (z.B. „There is reliable evidence to support the theory that

describes how humans were derived from ancestral primates“ [Item 17], “There is little or no observable evidence to support the theory that describes how one species of organisms evolves from a different ancestral form” [Item 6]). Bei einer dritten neu-entwickelten Skala, dem *Evolutionary Attitudes and Literacy Survey* (EALS; 104 Items, 7-stufiges Likert-Format; Hawley et al., 2011), handelt es sich um ein zusammengesetztes Instrument mit insgesamt 16 verschiedenen Unterkonstrukten, die von den Autoren zu folgenden sechs Zielkonstrukten zusammengefasst werden: politische Aktivität, religiöser Konservatismus, Kreationistisches Denken, Wissen/Relevanz, Alternative Vorstellungen zur Evolution, Exposition mit Evolution. Das im Titel vorkommende Konstrukt der Einstellungen wird bei den Analysen gewissermaßen als Stellvertreter für eine große Vielfalt verschiedener Überzeugungen verwendet (z.B. politische, religiöse und kreationistische). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mehrere der neu-entwickelten Instrumente weiterhin vorwiegend auf kognitive Aspekte der Akzeptanz der Evolutionstheorie fokussieren, wobei je nach Instrument auf verschiedene evolutionsbiologische oder auch epistemologische Aspekte fokussiert wird. In Abgrenzung zu dem vorliegenden Ansatz lassen sich kaum Bemühungen um eine theoretische Fundierung der Konstrukte im psychologischen Sinne beobachten.

Bezüglich der in PUBLIKATION 1 formulierten Forschungsdesiderate (vgl. 4.6)<sup>18</sup> lässt sich festhalten, dass in den empirischen Teilen dieser Arbeit die Einstellungsinstrumente psychologisch fundiert werden und insbesondere der bewertende Aspekt von Einstellungen durch entsprechende Formulierungen berücksichtigt wird. Damit verbunden ist der Versuch einer expliziten Unterscheidung zwischen mehrdimensionalen Einstellungen (hier: Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen) und spezifischen Überzeugungen (hier: kreationistische Überzeugungen und wissenschaftliche Überzeugungen). Die Validität der Skalen konnte u.a. durch konvergente Analysen mit bestehenden Akzeptanz- und Kreationismus-Indikatoren untermauert werden. Die vorliegenden Analysen erlauben darüber hinaus eine gewisse Diskriminanz festzustellen,

---

<sup>18</sup> Als Forschungsdesiderate wurden dort formuliert:

1. die psychologische Fundierung zukünftiger Studien zu Einstellungen zur Evolutionstheorie,
2. die Abgrenzung von Einstellungen und Überzeugungen von Wissen und Verständnis und
3. die Unterscheidung zwischen (mehrdimensionalen, affektiven) Einstellungen und (eindimensionalen, kognitiven) Überzeugungen
4. die Durchführung von Validierungsstudien.

sowohl Diskriminanz zwischen NOS und szientistischen Überzeugungen (vgl. PUBLIKATION 2) als auch zwischen den übrigen Einstellungskonstrukten (vgl. PUBLIKATION 4). Definitiv wünschenswert wäre eine diskriminante Validierung der Einstellungsinstrumente hinsichtlich Wissens- bzw. Verständnis-Indikatoren (vgl. auch 9.1 und 10.1).

Als Ertrag von FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2 liegen damit für die mehrdimensionale Modellierung in FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3 vier theoretisch-fundierte und reliable Skalen vor, für deren Validität eine Reihe verschiedener Argumente gesammelt werden konnten.

### **9.3 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3: Mehrdimensionale Charakterisierung von Einstellungen**

Die zentrale Zielsetzung des gesamten Forschungsvorhabens dieser Arbeit liegt in einer Beschreibung der Vielfalt bestehender Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ (vgl. 3.2). Dazu wurde für eine Unterscheidung von vier Einstellungskonstrukten argumentiert und es wurden auf deren Basis in PUBLIKATION 4 mehrdimensionale Einstellungsprofile analysiert. Unter Verwendung der Methodik der Latenten Klassenanalyse wurden so sieben verschiedene Einstellungsprofile deutscher SchülerInnen (n = 1672) beschrieben. Darunter fanden sich zwei extreme Einstellungsprofile, die kreationistischen und szientistischen Positionen zugeordnet werden konnten, und fünf weitere Profile, die sich insbesondere durch Vielfalt in den evolutionsbefürwortenden Positionen auszeichnen. So konnte beispielsweise zwischen evolutionsbefürwortenden Positionen mit und ohne Neigungen zu szientistischen Überzeugungen unterschieden werden. Die ermittelten Typen unterschieden sich des Weiteren in Bezug auf weitere Variablen, speziell in der Wahrnehmung eines Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Religion, im Verständnis von *nature of science* (NOS) und im Verständnis von *nature of theology* (NOTh). Darüber hinaus zeigten sich differenzielle Unterschiede in der Verbreitung bestimmter Profile in verschiedenen konfessionellen Gruppen.

Aufbauend auf den theoretischen Vorüberlegungen (insbesondere PUBLIKATIONEN 1 und 2) wird in PUBLIKATION 4 für die theoriegeleitete Unterscheidung von vier Einstellungskonstrukten im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ argumentiert. Theoretische Argumente bestehen in einer nicht-notwendigen Kopplung der Konstrukte (vgl. 2 und 7.2). So ist argumentiert worden, dass Einstellungen zur Evolutionstheorie und Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen logisch unabhängig und frei kombinierbar sind und dass kreationistische Überzeugungen ebenso wie szientistische Überzeugungen nicht unmit-

telbar aus ersteren erschlossen werden können. Zusätzlich wurden empirische Belege unter Verwendung probabilistischer Modellgeltungstests berichtet, die dafür sprechen, dass die theoretische Unterscheidung der vier Konstrukte auch empirisch zu rechtfertigen ist.

Die überwiegende Zahl der sonstigen Studien aus dem Bereich *Evolution Education* fokussiert eindimensional auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie und deren Einflussfaktoren. Es gibt aber auch einzelne Autoren, die für eine mehrdimensionale Herangehensweise argumentieren. So argumentiert beispielsweise Yasri (2014) für eine mehrdimensionale Klassifikation des Verhältnisses von Naturwissenschaft und Religion bzw. Evolution und Schöpfung und die Nutzung von vier verschiedenen Facetten: 1. Positionen zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion, 2. das Level der Akzeptanz von Evolution, 3. Positionen zum Verhältnis zwischen biologischer Evolution und biblischer Schöpfung und 4. Vorstellungen zu Evolution und zu NOS. Damit bestehen einige grundsätzliche Parallelen zum vorliegenden Ansatz, zumal auch Yasri (2014) die Erfassung von Akzeptanz (2.) mit einer separaten Erfassung von Kreationismus (3.) und einem Instrument zum Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion (1.) kombiniert. Im Gegensatz dazu bestehen deutliche Unterschiede sowohl in der Erhebungs- als auch der Auswertungsmethodik. Zwar spricht auch Yasri (2014) in seinen Zielsetzungen von einer Untersuchung von Antwortmustern, diese werden aber – im Gegensatz zu dem in dieser Arbeit verfolgten Ansatz – eher klassisch über Unterschiede in der Akzeptanz der Evolutionstheorie zwischen Gruppen mit verschiedenen Positionen bezogen auf 1. oder 3. untersucht und nicht – wie in der vorliegenden Arbeit – durch eine gemeinsame statistische Analyse verschiedener Konstrukte mit Methoden der Item Response Theorie.

Der Hauptertrag dieser Studie liegt in einer Modellierung von Einstellungsprofilen. Diese kann als gelungen bezeichnet werden, da die so beschriebenen Einstellungsprofile interpretierbar sind und bestehende Erwartungen bestätigen (vgl. 7.5.5). Dabei wiesen fast 88% der Stichprobe evolutionsbefürwortende Einstellungsprofile auf (Profile 1-5), weitere 8% gehörten einem unentschlossen-gleichgültigen Einstellungsprofil an (Profil 6) und lediglich 4% waren einem evolutionsablehnenden Einstellungsprofil (Profil 7) zuzuordnen. Von den evolutionsbefürwortenden Profilen erwies sich Profil 1 (21,8%) als extremstes Profil. SchülerInnen innerhalb dieser Gruppe waren gekennzeichnet durch die positivsten Einstellungen zur Evolutionstheorie, die negativsten Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen, den geringsten Grad an kreationistischen Überzeugungen und den höchsten Grad an szientistischen Überzeugungen. Weiter zeichneten sich diese SchülerInnen aus

durch die stärkste Konfliktwahrnehmung zwischen Naturwissenschaft und Theologie, die positivsten Einstellungen zu den Naturwissenschaften, die negativsten Einstellungen zur Religion und ein vergleichsweise undifferenziertes Verständnis von NOS. Zusammenfassend wurde dieses Profil als szientistisches Profil (*scientistic*) interpretiert. Profil 2 (19,2%) ähnelt Profil 1 in vielerlei Hinsicht (insbesondere durch eine im Vergleich zu allen weiteren Profilen außerordentlich positive Einstellung zur Evolutionstheorie), unterscheidet sich aber von diesem durch eine Ablehnung szientistischer Überzeugungen und eine geringe Konfliktwahrnehmung und wurde daher als vereinbarend evolutionsbefürwortendes Profil (*conciliatory scientific*) interpretiert. Profil 3 (18,7%) ähnelt wiederum Profil 2, weist aber eine klare Konfliktwahrnehmung auf und wurde daher als ein konfliktbehaftetes evolutionsbefürwortendes Profil (*conflictprone scientific*) interpretiert. Profil 4 (16,4%) ist wiederum noch ähnlicher zu Profil 1 und weist in vielen Variablen eine abgeschwächte Version von Profil 1 auf (zweitnegativste Einstellung zu den Schöpfungserzählungen, zweitstärkste Ablehnung kreationistischer Überzeugungen, zweitstärkste Zustimmung zu szientistischen Überzeugungen, zweitstärkste Konfliktwahrnehmung, zweitnegativste Einstellung zur Religion) und wurde daher als ein abgeschwächtes oder auch grenzwertig szientistisches Profil (*attenuated or borderline scientific*) interpretiert. Profil 5 (11,5%) unterscheidet sich von allen anderen evolutionsbefürwortenden Profilen darin, dass SchülerInnen dieser Gruppe positive Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen und positive Einstellungen zur Religion aufwiesen. Damit gelingt es diesen SchülerInnen positive Bewertungen von Evolutionstheorie und Naturwissenschaften mit positiven Bewertungen von Schöpfungserzählungen und Religion zu verbinden. Diese Gruppe von SchülerInnen besaß außerdem ein vergleichsweise differenziertes Verständnis von NOS und NOTh. Zusammenfassend wurde dieses Profil als balanciert evolutionsbefürwortendes Profil (*balanced scientific*) bezeichnet. Profil 6 (8,4%) erwies sich als ein vergleichsweise unbestimmtes Profil (*undetermined*), zumal sich keine klare Tendenz abzeichnete und viele Konstrukte annähernd neutral bewertet wurden. Drei Interpretationsmöglichkeiten wurden für dieses Profil vorgeschlagen: 1) Unentschlossenheit, 2) Bevorzugung anderer Erklärungsvarianten (insbesondere die Bevorzugung muslimischer Schöpfungsvorstellungen) und 3) Vermeidung extremer Urteile aufgrund von sozialer Erwünschtheit. Eindeutiger interpretierbar war hingegen das einzige evolutionsablehnende Profil. Profil 7 (4,0%) war gekennzeichnet durch die negativsten Einstellungen zur Evolutionstheorie, die positivsten Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen, die höchste Zustimmung zu krea-

tionistischen Überzeugungen und die geringste Zustimmung zu szientistischen Überzeugungen. Des Weiteren wiesen SchülerInnen dieses Profils eine vergleichsweise hohe Konfliktwahrnehmung, die negativsten Einstellungen zu den Naturwissenschaften, die positivsten Einstellungen zur Religion, das differenzierteste Verständnis von NOS und ein vergleichsweise undifferenziertes Verständnis von NOTh auf. Mit Ausnahme der Ergebnisse zu NOS (siehe Diskussion dieses Befundes auf S. 157) entspricht dieses Muster einer kreationistischen Position. Profil 7 wurde daher als kreationistisches Profil (*creationist*) interpretiert. Zusammenfassend ließen sich alle sieben Profile sinnvoll interpretieren. Damit wird die bestehende Vielfalt von Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ auf neuartige Weise beschrieben und quantifiziert.

Die Benennung der Profile ist für eine zweifelsfreie Interpretation und unmissverständliche Kommunikation der Ergebnisse bedeutsam. Diese ließe sich rückblickend in mindestens zweierlei Hinsicht optimieren. Erstens birgt die Bezeichnung der Profile 1 und 7 als szientistisches bzw. kreationistisches Profil die Gefahr von Missverständnissen, wenn beispielsweise SchülerInnen mit einem szientistischen Profil verkürzt als Szientisten oder SchülerInnen mit einem kreationistischen Profil verkürzt als Kreationisten bezeichnet werden. Diesbezüglich wird in PUBLIKATION 4 an zentraler Stelle mehrfach hervorgehoben, dass die eingesetzten Methoden nur relative Aussagen erlauben (genauer siehe 7.6 und 9.5.4). So zeigen die vorliegenden Daten beispielsweise, dass sich Profil 1 im Vergleich zu den anderen Profilen durch eine stärkere Zustimmung zu szientistischen Überzeugungen auszeichnet. Inwieweit aber ein kohärentes szientistisches Weltbild für dieses Antwortverhalten verantwortlich ist, das rechtfertigt, den Schüler bzw. die Schülerin als Szientisten zu bezeichnen, ist auf der Basis der vorliegenden Daten nicht zu beantworten. Daher sollte explizit von einem szientistischen Einstellungsprofil gesprochen werden, das von einem szientistischen Weltbild abzugrenzen ist (genauer zur Diskussion der Unterscheidung zwischen szientistischen Einstellungen und szientistischem Weltbild siehe S. 157f.). Zweitens wäre es vorteilhaft, in jeder Profilbezeichnung die Position der jeweiligen SchülerInnengruppe zur Evolutionstheorie explizit auszuweisen, so dass die Profilbezeichnungen noch stärker aus sich heraus verständlich sind. Eine bezüglich dieser zwei kritischen Punkte optimierte Benennung der Profile könnte folgendermaßen lauten:

- Profil 1: szientistisch-evolutionsbefürwortendes Einstellungsprofil  
(*scientistic pro-evolution*)
- Profil 2: vereinbarend-evolutionsbefürwortendes Einstellungsprofil  
(*conciliatory pro-evolution*)
- Profil 3: konfliktbehaftet-evolutionsbefürwortendes Einstellungsprofil

- (*conflict-prone pro-evolution*)  
Profil 4: abgeschwächt scientistisch-evolutionsbefürwortendes Einstellungsprofil  
(*attenuated or borderline scientific pro-evolution*)  
Profil 5: ausbalanciert-evolutionsbefürwortendes Einstellungsprofil  
(*balanced pro-evolution*)  
Profil 6: unentschlossen-gleichgültiges Einstellungsprofil  
(*undetermined*)  
Profil 7: kreationistisch-evolutionsablehnendes Einstellungsprofil  
(*creationist anti-evolution*)

Wie in PUBLIKATION 4 bereits exemplarisch diskutiert worden ist (vgl. 7.6), gelingt es durch die mehrdimensionale Modellierung Vielfalt zu beschreiben und zu quantifizieren, die in bisherigen empirischen Charakterisierungen nicht aufgeklärt werden konnte. Die Erträge der mehrdimensionalen Modellierung lassen sich insbesondere durch einen Vergleich zu den Ergebnissen folgender bisher verfolgter Forschungsansätze verdeutlichen: 1) durch den Vergleich zu stichprobenbeschreibenden Ergebnissen auf der Basis deskriptiver Mittelwerte, 2) durch den Vergleich zu Klassifikationen unter Verwendung bisher verwandter Akzeptanzinstrumente und 3) durch den Vergleich zu bisherigen qualitativen Typologien.

Erstens ermöglicht die Beschreibung von Einstellungen über Einstellungsprofile anstatt über Mittelwerte, Vielfalt zu beschreiben, die sonst hinter den Mittelwerten verborgen bleibt. Empirische Studien zur Akzeptanz der Evolutionstheorie oder deren kreationistische Ablehnung zielen typischerweise auf durchschnittliche Ergebnisse in Form von Skalenmittelwerten ab. Zahlreiche Beispiele sind in PUBLIKATION 1 aufgeführt (z.B. Cavallo & McCall, 2008; Deniz et al., 2008; Rutledge & Warden, 2000; Trani, 2004). In dieser Forschungstradition lassen sich auch zwei der drei Fragestellungen des dieser Arbeit zugrundeliegenden Kooperations-Projekts nach den grundsätzlichen Einstellungen der SchülerInnen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“<sup>19</sup> (vgl. 3.1) mit Hilfe von Skalenmittelwerten beantworten. Diesbezüglich zeigen alle Studien dieser Arbeit das gleiche Grundmuster: Die Einstellungen der befragten deutschen SchülerInnen zur Evolutionstheorie sind im Mittel positiv (PUBLIKATIONEN 3 und 4), während die Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen im Mittel negativ sind (PUBLIKATIONEN 3 und 4). Letztere sind insbesondere negativer als die Einstellungen zur Evolutionstheorie (PUBLIKATION 3). Sowohl

---

<sup>19</sup> Die Forschungsfragen des Kooperations-Projekts lauteten: 1. Welche Einstellungen besitzen deutsche SchülerInnen gegenüber dem Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ und wie begründen sie diese? 2. Wie groß ist der Anteil deutscher SchülerInnen, die kreationistische oder scientistische Einstellungen besitzen und wie begründen sie diese? 3. Welche Faktoren bedingen Einstellungen von SchülerInnen zum Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“?

kreationistische als auch szientistische Überzeugungen besitzen in allen Studien eine geringe mittlere Zustimmung bzw. werden im Mittel abgelehnt (PUBLIKATIONEN 2, 3 und 4). Diese Ergebnisse tragen zur Beantwortung der Forschungsfragen des Kooperationsprojekts bei. Allerdings ist der Zugewinn an Erkenntnis im Vergleich zu bestehenden Studien nicht sehr groß. Aus vorherigen Studien war bereits bekannt, dass deutsche SchülerInnen die Evolutionstheorie im Mittel akzeptieren bzw. positive Einstellungen besitzen (Fenner, 2013; Lammert, 2012) und dass sie wenig Bezug zu den Schöpfungserzählungen haben (Höger, 2008; Theis, 2005). Auch war bekannt, dass die Neigung zu kreationistischen und szientistischen Überzeugungen bei deutschen SchülerInnen im Mittel eher gering ist (Klose, 2011; Retzlaff-Fürst & Urhahne, 2009). Erst durch die Modellierung von Einstellungsprofilen in dieser Arbeit (PUBLIKATION 4) wird deutlich, welche Vielfalt sich hinter den Mittelwerten verbirgt und welche qualitativ unterscheidbaren Einstellungsprofile sich bei einer mehrdimensionalen Betrachtung ergeben. Insbesondere wird erst dann deutlich, dass der Anteil an SchülerInnen mit Neigungen zu kreationistischen Überzeugungen (Profil 7: 4%) – in der betrachteten Stichprobe – deutlich geringer ist als der Anteil der SchülerInnen mit Neigungen zu szientistischen Überzeugungen (Profil 1: 22%).

Zweitens zeigen sich Erträge der mehrdimensionalen Modellierung von Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ durch einen Vergleich mit der Verortung von Stichproben innerhalb eines eindimensionalen Akzeptanzkontinuums basierend auf dem MATE. Wie im Rahmen dieser Arbeit ausführlich dargestellt, handelt es sich beim MATE um das bei weitem am häufigsten eingesetzte Instrument der Akzeptanzforschung im Bereich Evolution (vgl. 2.1.2, 4.5). Eine gängige Auswertungsvariante des MATE ist die Einteilung der Ergebnisse in fünf verschiedene Akzeptanzkategorien auf der Basis der Summe über alle Fragebogenitems.<sup>20</sup> Dadurch wird ein Kontinuum der Akzeptanz von sehr geringer bis zu sehr hoher Akzeptanz aufgespannt, in dem sich Stichproben verorten lassen. So berichten beispielsweise Lammert (2012) und Fenner (2013) über ein moderates bzw. hohes Akzeptanzniveau deutscher Schülerinnen der Sekundarstufe I. Übereinstimmend damit zeichnete sich die Stichprobe der Hauptstudie dieser Arbeit (PUBLIKATION 4) durch ein moderates Akzeptanzniveau aus. Neuartig ist, dass es durch die Modellierung von Einstellungsprofilen gelang, im hohen wie im moderaten Akzeptanzbereich des MATE mehrere

---

<sup>20</sup> Klassifikation von MATE-Summenwerten nach Rutledge und Sadler (2007): 100-89 sehr hohe Akzeptanz, 88-77 hohe Akzeptanz, 76-65 moderate Akzeptanz, 64-53 geringe Akzeptanz, 20-52 sehr geringe Akzeptanz.

substantiell verschiedene Einstellungsprofile zu beschreiben (PUBLIKATION 4). Insbesondere unterschieden sich SchülerInnen der Profile 1 und 2, welche sich beide gleichermaßen durch eine hohe Akzeptanz der Evolutionstheorie gemessen mit dem MATE auszeichnen, in ihrer Zustimmung zu szientistischen Überzeugungen. Während SchülerInnen innerhalb von Profil 1 szientistischen Überzeugungen im Mittel eher zustimmten, lehnten SchülerInnen innerhalb des Profils 2 szientistische Überzeugungen im Mittel eher ab. So ließ sich zwischen SchülerInnen mit einem szientistischen und einem nicht-szientistischen evolutionsbefürwortenden Profil unterscheiden. In ähnlicher Weise unterschieden sich die Profile 3, 4 und 5, welche bezogen auf den MATE durch eine moderate Akzeptanz gekennzeichnet sind, in ihren Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen. Während die Profile 3 und 4 durch negative Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen charakterisiert sind, besaßen SchülerInnen mit Profil 5 positive Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen. Zusammengenommen klären die Einstellungsprofile somit Vielfalt auf, die sich durch ein eindimensionales Kontinuum der Akzeptanz der Evolutionstheorie nur bedingt abbilden lässt.

Drittens zeigt ein Vergleich der Einstellungsprofile mit Ergebnissen qualitativer Typologien zur Verhältnisbestimmung zwischen Naturwissenschaft und Religion, dass es Übereinstimmungen in mehreren Profilen bzw. Typen gibt, dass aber die mehrdimensionalen Einstellungsprofile im evolutionsbefürwortenden Bereich eine größere Vielfalt an Positionen aufklären. In PUBLIKATION 4 wurde bereits exemplarisch dargestellt, dass es Übereinstimmungen zwischen den Interpretationen der Profile 5 und 6 als ausbalanciert-evolutionsbefürwortende bzw. unentschlossen-gleichgültige Profile und Beschreibungen derartiger Positionen in qualitativen Typologien gibt. So beschreiben Hanley et al. (2014, p. 1221) einen vereinbarenden Typus von Studenten als diejenigen, “[who] have come to some accommodation between their religious views and the scientific outlook allowing them to accept both”. Mansour (2011) liefert darüber hinaus eine Reihe verschiedener Beispiele von vereinbarenden Positionen muslimischer Lehrer, die dort noch weiter unterteilt werden in „science and religion as two domains“, „dialogue under the authority of religion“ und „compatibility between science and religion“. Unentschlossene Positionen wurden in ähnlicher Weise wie in Profil 6 auch bei Hanley et al. (2014) und Hokayem und BouJaoude (2008) beschrieben. Dabei unterscheiden Hanley et al. (2014) zwischen solchen SchülerInnen, die unentschlossen bzw. verwirrt sind, weil es Ihnen nicht gelingt, religiöse Überzeugungen und naturwissenschaftliche Belege zu verbinden, und solche SchülerInnen, die noch nicht intensiver über die Thematik nachgedacht haben. Hokayem

und BouJaoude (2008, p. 406) beschreiben einen dritten Typus unsicherer Positionen bei libanesischen College Studierenden als diejenigen, die unsicher über den epistemologischen Status der Evolutionstheorie sind. Darüber hinaus werden evolutions-skeptische bzw. evolutionsablehnende Positionen in vielen Studien beschrieben und beispielsweise mit „privileging religion over science“ (Taber et al., 2011), „evolution rejectors“ (Hokayem & BouJaoude, 2008) oder auch „conflict due to creationism vs. evolutionism“ (Mansour, 2011) bezeichnet. Nur ganz vereinzelt finden sich hingegen Unterscheidungen innerhalb von Positionen, die naturwissenschaftliche Erklärungen klar gegenüber religiösen Zugängen favorisieren. Diese werden beispielsweise bei Taber et al. (2011) zur Kategorie „privileging science over religion“ zusammengefasst. In der vorliegenden Studie konnte innerhalb dieser Gruppe weiter unterschieden werden zwischen einem szientistisch-evolutionsbefürwortenden Profil (Profil 1), einem abgeschwächt szientistisch-evolutionsbefürwortenden Profil (Profil 4), einem vereinbarend-evolutionsbefürwortenden Profil (Profil 2) und einem konfliktbehaftet-evolutionsbefürwortenden Profil (Profil 3). Der stärker quantitative Zugang dieser Arbeit ermöglicht es, über die Beschreibung von Profilen hinaus einen gewissen Grad der Quantifizierung vorzunehmen. So ergab sich insbesondere, dass in der untersuchten Stichprobe deutscher SchülerInnen (n = 1672) das szientistische Profil mit 21,8% eine deutlich weitere Verbreitung hatte als das kreationistische Profil (4,0%).

Die Grundlage der Modellierung der Einstellungsprofile der vorliegenden Arbeit bilden vier verschiedene Einstellungs- bzw. Überzeugungskonstrukte. Damit werden Positionen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ mit einer eher psychologischen Ausrichtung über Einstellungen und Überzeugungen modelliert. Für die empirische Operationalisierung der Konstrukte (PUBLIKATIONEN 2 und 3) und die Modellierung der Einstellungsprofile (PUBLIKATION 4) hat sich diese psychologische Fundierung der Konstrukte als gewinnbringend erwiesen. Mehrere andere Autoren nähern sich dem Themenkomplex – und insbesondere kreationistischen und/oder szientistischen Positionen – aus einer eher philosophischen Richtung und sprechen in diesem Zusammenhang von verschiedenen Weltbildern bzw. Weltanschauungen<sup>21</sup> (engl. *worldviews*; z.B. Cobern, 1996, 2000, Matthews,

---

<sup>21</sup> Laut Matthews (2014) verweist der deutsche Begriff der ‚Weltanschauung‘ stärker als der angloamerikanische Terminus ‚worldview‘ auf damit verbundene Gefühle, ethische Standpunkte und persönliche und politische Handlungen. In dieser Arbeit wird, wie auch bei Korte (2015), nicht zwischen den beiden Begriffen differenziert, sondern ‚Weltbild‘ als Oberbegriff verwendet.

2009a, 2009b; Yasri, 2014). So unterscheidet zum Beispiel Yasri (2014) zwischen drei Gruppen von Weltbildern, die er für den Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ relevant hält: religiöse Weltbilder, naturalistische Weltbilder und kombinierte religiös-naturalistische Weltbilder. Nach Cobern (1996, p. 584) bildet das Weltbild eines Menschen eine nicht-rationale Grundlage des Denkens, Fühlens und Handelns.

Worldview provides a non rational foundation for thought, emotion, and behavior. Worldview provides a person with presuppositions about what the world is really like and what constitutes valid and important knowledge about the world. (Cobern, 1996, p. 584)

Vor dem Hintergrund dieser unterschiedlichen theoretischen Perspektiven stellt sich die grundsätzliche Frage, wie die Konstrukte Einstellungen, Überzeugungen und Weltbild zueinander stehen. Eine mögliche hierarchische Klassifikation von Konstrukten, die alle drei Begriffe umfasst, findet sich in dem neueren Grundlagenwerk „*Attitude Research in Science Education*“ (Saleh, 2011). Dort plädiert Norman Reid (2011) für folgendes hierarchisches Verhältnis der Konstrukte zueinander: Wissen kann – wenn bewertet – zu Überzeugungen führen, welche in kleineren Gruppen zur Ausbildung von Einstellungen beitragen. Diese wiederum können in bestimmten Konstellationen zur Ausprägung von Werten beitragen, welche in ihrer Gesamtheit das Weltbild eines Menschen ergeben (vgl. Abbildung 7).<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Ergänzend ist anzumerken, dass in dieser Klassifikation das Konstrukt der „Werte“ relativ weit oben in der Hierarchie der Konstrukte steht, obwohl Werte – entsprechend der in dieser Arbeit zugrundegelegten Definition einer Einstellung als zusammenfassende Bewertung eines Einstellungsgegenstands (vgl. 2.1.1) – implizit oder explizit auch auf niedrigerer Ebene bei der Ausbildung von Überzeugungen und Einstellungen eine Rolle spielen.

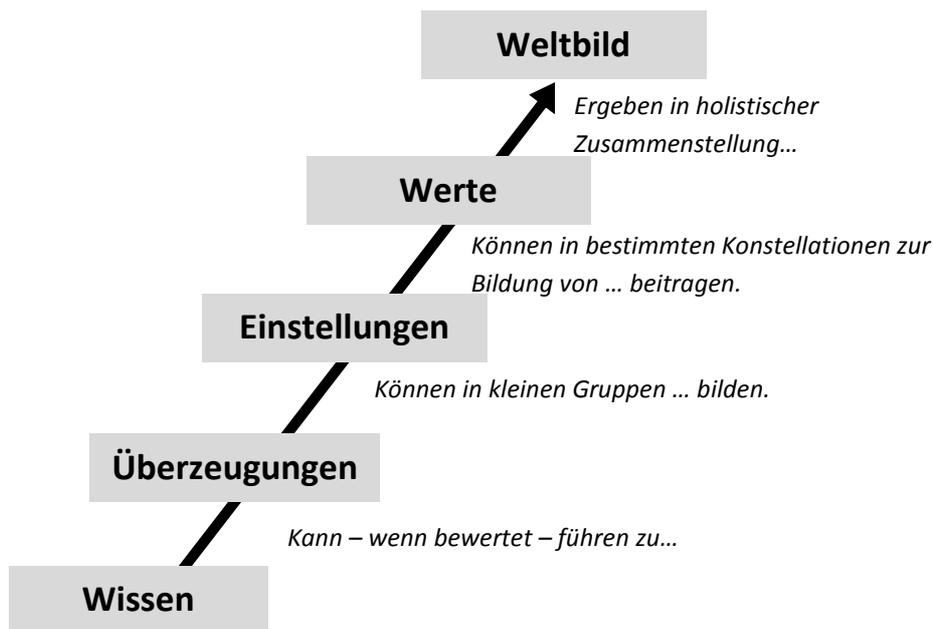


Abbildung 7: Hierarchie von Konstrukten (Abbildung übersetzt nach Reid, 2011)

Bezüglich der Ergebnisse dieser Arbeit zur Verbreitung scientistischer und kreationistischer Einstellungsprofile bleibt somit weitergehend zu prüfen, wann vom Vorliegen bestimmter Überzeugungen oder Einstellungen auf das übergeordnete Weltbild geschlossen werden kann. Konkret stellt sich die Frage, inwiefern die in dieser Arbeit durch ein scientistisches Profil charakterisierten SchülerInnen ein geschlossenes scientistisches Weltbild besitzen. Aufgrund der Fokussierung auf Überzeugungen und der Verwendung nicht-normierter Methoden lassen sich diese Fragen auf der Basis der vorliegenden Studien nicht mit abschließender Gewissheit beantworten. Zur Klärung dieser Frage durchgeführte, aber bisher unveröffentlichte qualitative Interviews ( $n = 9$ ) deuten allerdings darauf hin, dass die Gleichsetzung „scientistisches Profil = scientistisches Weltbild“ im Allgemeinen eher nicht zutreffend ist (Plückebaum, 2016). So fand sich bei keiner/m der interviewten SchülerInnen eine Zustimmung zu allen gesellschaftlichen Szientismus-Kategorien nach Stenmark im Sinne eines umfassenden Szientismus (*comprehensive scientism*). Alle SchülerInnen würdigten im Gegenteil den Wert und die Eigenarten verschiedener Disziplinen. Auf der anderen Seite zeigte sich bei SchülerInnen mit einem scientistisch-evolutionsbefürwortenden Profil ( $n = 7$ ), nicht aber bei SchülerInnen mit einem balanciert-evolutionsbefürwortenden Profil ( $n = 2$ ), eine relativ deutliche Zustimmung zu mindestens einer von Stenmarks Szientismus-Kategorien. Dieser Befund deutet darauf hin, dass die Interpretation als scientistisches Profil im Vergleich zu den anderen Profilen durchaus gerechtfertigt ist, zumal diese SchülerInnen durchaus scientistische

Überzeugungen aufweisen. Schlussfolgerungen auf ein durchgehend szientistisches Weltbild sind aber – zumindest bei den im Rahmen der Interviews befragten SchülerInnen – eher nicht zutreffend. Die Relevanz dieser Überlegungen beschränkt sich nicht auf die hier vorliegende Arbeit. Auch bei einigen anderen Autoren (z.B. Yasri, 2014, p. 25) werden aus szientistischen Einzelaussagen Schlussfolgerungen in Bezug auf ein zugrundeliegendes Weltbild gezogen. Die Angemessenheit solcher Schlussfolgerungen sollte vor dem Hintergrund der vorliegenden Überlegungen kritisch reflektiert werden.

In einem weiteren Schritt (Forschungsfrage 2) wurden die durch verschiedene Profile beschriebenen Schülergruppen in Bezug auf weitere Variablen charakterisiert. Mindestens zwei Punkte sind in Bezug auf diese weitergehende Charakterisierung der Einstellungsprofile zu diskutieren. Erstens ermöglicht es die Variable der Konfliktwahrnehmung, die Profile auf die Verhältnismodelle von Barbour (1990) zu beziehen. Durch eine Zustimmung auf dieser Skala lassen sich die Profile 1, 3, 4, 6 und 7 im Konfliktmodell verorten, während die Profile 2 und 5 einem der vereinbarenden Modelle zuzuordnen sind. Eine genauere Zuordnung der Profile 2 und 5 zum Unabhängigkeits-, Dialog- oder Integrationsmodell ist auf der Basis der vorliegenden Daten leider nicht möglich. Dies ist eine Grenze des hier verfolgten Ansatzes, die sich aus der vorwiegend messtheoretisch bedingten Entscheidung der Fokussierung auf das Konfliktmodell ergibt. Diese Entscheidung hat sich andererseits als ertragreich erwiesen, zumal sich so gezeigt hat, dass die Wahrnehmung eines Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Theologie überraschend weit verbreitet ist und insbesondere deutlich weiter als kreationistische und szientistische Überzeugungen. Diese Ergebnisse stehen einerseits im Einklang damit, dass Barbour (1990; 2010) Kreationismus und Szientismus als die zwei typischen Positionen für das Konfliktmodell beschreibt, zumal in der vorliegenden Studie sowohl das szientistischste (Profil 1) als auch das kreationistischste Profil (Profil 7) zu den Profilen mit der stärksten Konfliktwahrnehmung gehören. Auffällig ist gleichzeitig, dass die Wahrnehmung eines Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Theologie deutlich weiter verbreitet ist als diese beiden Profile. Auch die Profile 3, 4 und 6 – und damit weitere 43,5% der befragten SchülerInnen – gehörten gemessen an den Mittelwerten zur Konfliktwahrnehmung in diese Kategorie. Dieser Befund steht in Einklang mit den Analysen von Sabine Hermisson (eingereicht), die auf der Basis der Daten der religionspädagogischen qualitativen Interviewstudie des dieser Arbeit zugrundeliegenden Kooperationsprojekts (vgl. 3.1) zu dem Ergebnis kommt, dass sich in den analysierten Interviews (n = 12) zwar keine Hinweise auf kreationistische oder szientistische Positionen finden, dass aber das Konflikt-Modell eine

dominierende Rolle in den Interviews spielte, wobei die SchülerInnen Konflikte auf Faktenebene (Urknall und Evolution vs. Gott; Millionen von Jahren vs. sieben Tage) und auf epistemologischer Ebene (Belege und Evidenzen vs. Glaube und Spekulation) beschrieben. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang der Befund, dass zwar mehrere SchülerInnen Konflikte auf verschiedenen Ebenen benannten, dass aber auf die explizite Frage nach einer Beschreibung des Verhältnisses von Naturwissenschaften und Theologie als Konflikt, Unabhängigkeit oder Dialog „nur“ ein Drittel der interviewten SchülerInnen das Konflikt-Modell wählte. Es scheint plausibel, dass die Wahrnehmung eines Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Theologie nicht identisch ist mit einer Entscheidung für das Konfliktmodell im Sinne von Barbour (1990).

Ein zweiter auffälliger Punkt betrifft die Tatsache, dass die Gruppe der SchülerInnen mit dem kreationistischen Profil (Profil 7) im Vergleich zu den anderen Gruppen das differenzierteste Verständnis von NOS aufwies. Wie bereits unter 7.6 diskutiert, widerspricht dieser Befund der häufig geäußerten Hypothese, dass eine Vermittlung von NOS eine geeignete Strategie gegen kreationistische Überzeugungen darstellt. Einschränkend ist hier anzumerken, dass methodische Schwächen des Instruments nicht auszuschließen sind (vgl. 9.5.4). Gleichzeitig ist aber auch nicht von der Hand zu weisen, dass es durchaus denkbar ist, dass tatsächlich die kreationistischsten SchülerInnen die Naturwissenschaften in Bezug auf die abgefragten Aspekte zutreffender einschätzen als ihre nicht-kreationistischen MitschülerInnen. So zeigen verschiedene Studien (z.B. Kremer & Mayer, 2013; Urhahne, Kremer, & Mayer, 2008), dass deutsche SchülerInnen dazu tendieren, die Vorläufigkeit und die Sicherheit naturwissenschaftlichen Wissens zu unter- bzw. zu überschätzen. Demgegenüber argumentieren KreationistInnen zuweilen genau mit solchen Argumenten, um naturwissenschaftliche Aussagen zu schwächen.

Abschließend wurde in PUBLIKATION 4 die Verteilung der Einstellungsprofile in verschiedenen konfessionellen Gruppen untersucht (vgl. 7.5.4). Es zeigten sich substantielle Unterschiede in der Verbreitung bestimmter Profile. Insbesondere war das szientistisch-evolutionsbefürwortende Einstellungsprofil mit 49,0% innerhalb der Gruppe der konfessionslosen SchülerInnen im Vergleich zur Gesamtstichprobe (21,6%) deutlich stärker verbreitet, während das kreationistisch-evolutionsablehnende Einstellungsprofil in den Gruppen der muslimischen (30,2%) und der evangelikal-protestantischen SchülerInnen (70,6%) im

Vergleich zur Gesamtstichprobe (4,0%) deutlich überrepräsentiert waren. Auch das unentschlossen-gleichgültige Einstellungsprofil war bei Muslimen (31,9%) und Evangelikalen (17,6%) deutlich häufiger vorzufinden als beim Durchschnitt aller SchülerInnen (8,4%).

Die Ergebnisse zur Verteilung der Einstellungsprofile in verschiedenen konfessionellen Gruppen sind konsistent mit bisherigen Forschungen zur Abhängigkeit der Akzeptanz der Evolutionstheorie von der Religionszugehörigkeit. So haben vorherige Studien gezeigt, dass die Religionszugehörigkeit der Befragten eine wesentliche Rolle für das Antwortverhalten in Bezug auf die Akzeptanz der Evolution spielt. Entsprechend ergab eine großangelegte Bevölkerungsbefragung des PewForums in den USA (2009) die höchste Akzeptanz der Evolution bei Buddhisten (81%), Hindus (80%), Juden (77%) und Konfessionslosen (72%) gefolgt von Katholiken (58%), Orthodoxen (54%) und Protestanten der „Mainline“-Richtung<sup>23</sup> (51%). Geringere Akzeptanzwerte fanden sich bei Muslimen (45%), ursprünglich schwarzafrikanischen protestantischen Kirchen (38%), evangelikalen Protestanten (24%) und Mormonen (22%). Die geringsten Akzeptanzwerte wiesen Mitglieder der Zeugen Jehovas auf (8%). In den Studien von Mazur (2005; 2010) erwies sich die Religionszugehörigkeit (im Vergleich zu Bildungsniveau und politischer Ausrichtung) als wichtigster Prädiktor für eine Akzeptanz der Evolution des Menschen. Auch wenn im Rahmen dieser Arbeit mehrdimensionale Einstellungsprofile anstelle der Akzeptanz der Evolution untersucht wurden, reihen sich die Ergebnisse zur Verteilung der Einstellungsprofile in verschiedenen konfessionellen Gruppen dennoch problemlos hier ein, zumal erstens die Gruppe der konfessionslosen SchülerInnen den größten Anteil evolutionsbefürwortender Profile aufwies, zweitens die Verteilung der Profile unter katholischen und protestantischen SchülerInnen sehr ähnlich ausfiel und drittens die Gruppen der Muslime und der evangelikalen Protestanten den höchsten Anteil an evolutionsablehnenden Profilen aufwiesen. In Bezug auf die Verbreitung der Profile innerhalb der Gruppe der Muslime ist ergänzend

---

<sup>23</sup> Beim *Mainline Protestantism* in den USA handelt es sich um eine Gruppe nicht-fundamentalistischer protestantischer Kirchen (darunter z.B. die *United Methodist Church*, die *Evangelical Lutheran Church in America*, die *Reformed Church in America*), deren theologische Ausrichtung in etwa der Ausrichtung der Evangelischen Kirche in Deutschland (EKD) entspricht. Im Gegensatz zur deutschen Situation stellen in den USA Protestanten der *Mainline*-Richtung die Minderheit dar (14,7% der Bevölkerung), während die Mehrheit der US-amerikanischen Protestanten einer evangelikalen Kirche angehört (25,4%; Pew Research Center, 2015). Eine dritte Gruppe innerhalb des amerikanischen Protestantismus bilden Kirchen, die ursprünglich von Schwarzafrikanischen Protestanten geprägt wurden und daher als *Historically Black Protestant* bezeichnet werden (6,5%), diese stehen in Bezug auf die Kontroverse um die Evolution den evangelikalen Protestanten nahe.

anzumerken, dass nicht auszuschließen ist, dass der hohe Anteil unentschlossener (Profil 6) und kreationistisch-evolutionsablehnender Profile (Profil 7) zumindest zum Teil der Entscheidung für eine Fokussierung der Erhebungsinstrumente auf die Schöpfungserzählungen der christlich-jüdischen Tradition geschuldet sein könnte (genauer siehe 9.5.1).<sup>24</sup>

Zusammenfassend liefert FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3 Erkenntnisse zur Vielfalt von Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ und insbesondere zur Verbreitung szientistisch-evolutionsbefürwortender Einstellungsprofile. Anknüpfungspunkte zu bestehenden Studien bestehen in Bezug auf qualitative Typologien aus dem Bereich Naturwissenschaft und Religion und auf die Verteilung der Profile in verschiedenen konfessionellen Gruppen. Ein Vergleich mit bisherigen Typologien von Positionen zeigt aber auch, dass es durch die mehrdimensionale Modellierung in dieser Arbeit gelungen ist, Vielfalt im evolutionsbefürwortenden Bereich auf neuartige Weise aufzuklären.

#### **9.4 FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4: Grundlegende Überlegungen zur Berücksichtigung von Szientismus im Unterricht**

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse zur Verbreitung szientistischer Einstellungsprofile in FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3 werden in PUBLIKATION 5 grundlegende Überlegungen zur Berücksichtigung szientistischer Überzeugungen im Biologieunterricht angestellt. Die zentrale These lautet, dass eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften – als eine wichtige aber wenig beachtete Dimension der Natur der Naturwissenschaften – zu einer Prävention und Vermeidung szientistischer Überzeugungen im Unterricht geeignet ist. Diese These wird vor dem Hintergrund einschlägiger Literatur zu Szientismus und NOS entwickelt und begründet. Eine Reflexion der Relevanz einer Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften für den Bildungsauftrag des Biologieunterrichts rundet den Beitrag ab.

Innerhalb der einschlägigen philosophischen Literatur zum Szientismus fokussiert PUBLIKATION 5 auf die Klassifikation verschiedener Varianten szientistischer Überzeugungen des

---

<sup>24</sup> Hameed (2015) warnt außerdem davor, die Komplexität des islamischen Kreationismus zu unterschätzen, zumal häufig allein religiöse Motive für die Verbreitung kreationistischen Gedankenguts innerhalb der Gruppe europäischer Muslime verantwortlich gemacht würden. Vielmehr müssten der sozioökonomische Status muslimischer Minderheiten und deren Immigrationshistorie hinzugezogen werden, um zu verstehen, dass oft religiöse Motive nicht ausschlaggebend seien. Der Autor konstatiert, dass die Ablehnung der Evolutionstheorie für viele Muslime in Europa zunehmend zu einem Ausdruck soziokultureller Identität und einer Möglichkeit der Abgrenzung gegenüber der Mehrheit werde.

schwedischen Philosophen Mikael Stenmark und dabei insbesondere auf dessen Charakterisierung des umfassenden Szientismus (*comprehensive scientism*). Entsprechend wird Szientismus in PUBLIKATION 5 als die Auffassung bezeichnet, dass einerseits die Reichweite der Naturwissenschaften keine Grenzen hat, so dass diese alle Probleme der Menschheit lösen können, und andererseits naturwissenschaftliches Wissen ein grundsätzliches Erklärungsprivileg besitzt. Wie im Beitrag dargestellt, sind Verweise auf Szientismus innerhalb der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur bisher nur wenig zahlreich, wobei aber die dort vorzufindenden Definitionen (z.B. Cobern, 1991; Smith, 2010b; Smith, 2010a) der im Beitrag verwendeten insofern ähneln, als dass auch dort Szientismus relativ umfassend definiert wird, und nur wenige Autoren explizit auf die Arbeiten von Stenmark rekurrieren. Explizite Verweise auf Stenmarks Klassifikation szientistischer Überzeugungen finden sich beispielsweise in einigen aktuellen Arbeiten – überwiegend schwedischer – Chemie- und Physikdidaktiker (Hansson & Lindahl, 2010; Hansson & Redfors, 2007; Korte, 2015; Sjöström, 2013).

In Bezug auf die Grenzen der Naturwissenschaften wird in PUBLIKATION 5 eine für die NOS-Literatur neuartige Unterscheidung zwischen der ‚Reichweite der Naturwissenschaften‘ und der ‚Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis‘ getroffen. Dabei wird die Reichweite der Naturwissenschaften inhaltlich bestimmt durch den methodischen Naturalismus, demzufolge nur die empirisch erfahrbare Wirklichkeit den Gegenstandsbereich der Naturwissenschaften bildet, während übernatürliche Ursachen und Mechanismen nicht zugelassen sind. Die Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis wird demgegenüber charakterisiert durch epistemologische Aspekte wie die Vorläufigkeit und prinzipielle Revidierbarkeit naturwissenschaftlichen Wissens. Eine ähnliche – dabei aber deutlich komplexere – Charakterisierung der Grenzen der Naturwissenschaften findet sich bei Korte (2015), dessen umfangreiche Beschreibung der Grenzen der Naturwissenschaften neben epistemologischen Aspekten naturwissenschaftlicher Theorien und naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung auch methodologische (darunter ontologische und epistemologische Grenzen bezogen auf naturwissenschaftliches Wissen), physikalische, technologische und gesellschaftliche Grenzen umfasst. Damit werden bei Korte (2015) sowohl die Reichweite als auch die Erklärungskraft der Naturwissenschaften thematisiert, wobei diese aber anders als in PUBLIKATION 5 nicht inhaltlich unterschieden werden.

Der entscheidende Ertrag der Unterscheidung zwischen den Grenzen der Reichweite und den Grenzen der Erklärungskraft besteht darin, dass sich so aufzeigen lässt, dass in der bisherigen NOS-Literatur zwar die Begrenztheit der Erklärungskraft naturwissenschaftlicher Erkenntnis nicht aber die Begrenztheit der Reichweite der Naturwissenschaften einen angemessenen Raum einnimmt. Da sich die Charakterisierung der Erklärungskraft in PUBLIKATION 5 eng an die Arbeiten von Lederman und Kollegen anlehnt (vgl. 8.3), lässt sich ohne weiteres konstatieren, dass dieser Aspekt der Grenzen der Naturwissenschaften innerhalb der NOS-Literatur weite Aufmerksamkeit erhalten hat und weiter erhält. Wie im Beitrag dargestellt, ist demgegenüber das Thema der begrenzten Reichweite ein aus bildungstheoretischer Sicht ebenso wichtiges aber innerhalb der NOS-Literatur deutlich weniger beachtetes Thema. Dieses Ergebnis stimmt mit demjenigen von Korte (2015, p. 64) überein, der auf der Basis einer parallelen Analyse aktueller Literatur ebenfalls zu dem Schluss kommt, dass die Grenzen der Naturwissenschaften ein wichtiges Thema naturwissenschaftlichen Unterrichts sind, das aber in der empirischen Forschungsliteratur zu NOS kaum Berücksichtigung findet.<sup>25</sup> Die in PUBLIKATION 5 vorgenommene explizite Unterscheidung zwischen den Grenzen der Erklärungskraft und den Grenzen der Reichweite ermöglicht es, diese Lücke in der bisherigen (NOS-)Literatur differenzierter zu beschreiben und auf die Begrenztheit der Reichweite der Naturwissenschaften einzugrenzen.

Zur geringen Beachtung der Reichweite der Naturwissenschaften innerhalb der Forschungen zu NOS ist einschränkend anzumerken, dass diese in konkreten Schüler-Materialien durchaus Erwähnung findet. Ein Beispiel liefern NOS-Materialien der Uni Berkeley mit dem Titel „Science has limits: A few things that science does not do“ (University of Cali-

---

<sup>25</sup> Als mögliche Ursache für die geringe Beachtung der Reichweite der Naturwissenschaften innerhalb der einschlägigen NOS-Literatur führt Korte (2015) an, dass die starke Fokussierung der NOS-Forschung auf die sogenannten *Lederman Seven*, d.h. die sieben von Lederman (2006) für zentral erachteten Dimensionen von NOS, dafür verantwortlich sein könnte, dass sowohl in der theoretischen Diskussion als auch in den empirischen Arbeiten vornehmlich epistemologische und methodologische Merkmale berücksichtigt werden. Der Autor spekuliert weiter, dass die Nichtbeachtung der Reichweite der Naturwissenschaften zudem darin begründet sein könnte, dass eine Thematisierung der Reichweite nahezu unweigerlich mit einer Diskussion des Verhältnisses naturwissenschaftlicher und metaphysischer Aussagen verbunden sei (Korte, 2015, p. 56).

fornia Museum of Paleontology, 2016), an deren Entwicklung auch namhafte NOS-Forscher wie N. Lederman, T. Lombrozo und A. Thanukos beteiligt waren (genauer siehe S. 182).

Die zentrale These in PUBLIKATION 5, dass eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften zur Prävention und zum unterrichtlichen Umgang mit Szientismus geeignet ist, knüpft an bestehende Empfehlungen an, eröffnet aber auch weitergehende Perspektiven. Die These basiert auf der Überlegung, dass ein Verständnis des methodologischen Naturalismus SchülerInnen dazu befähigen sollte, szientistische Grenzüberschreitungen – wie sie z.B. in Dawkins Thesen zur Nicht-Existenz Gottes enthalten sind (Dawkins, 2006) – zu entlarven, zumal diese Aussagen umfassen, welche nicht empirisch und damit nicht naturwissenschaftlich erforschbar sind. Eine grundsätzliche Erwähnung der Möglichkeit einer Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften zum unterrichtlichen Umgangs mit Szientismus findet sich auch bei mehreren anderen Autoren (z.B. Korte, 2015; Martin-Hansen, 2008; Taber, 2013). Erwähnenswert ist diesbezüglich die bereits zitierte physikdidaktische Dissertation von Korte (2015), zumal dort zwei konkrete Unterrichtssequenzen zu Möglichkeiten und methodologischen Grenzen der Physik ausgearbeitet und empirisch evaluiert wurden. Es zeigte sich insbesondere, dass eine Thematisierung der methodologischen Grenzen mit einem signifikanten Abfall der Zustimmung der SchülerInnen zu szientistischen Überzeugungen im Zusammenhang stand, während eine Thematisierung der Möglichkeiten am Beispiel von Errungenschaften der kosmologischen Forschung einen tendenziell gegenteiligen Effekt hatte.<sup>26</sup> Eine Erarbeitung und Evaluierung derartiger Materialien für den Biologieunterricht, vorzugsweise an Beispielen die den Menschen betreffen, und eine noch stärkere Fokussierung hinsichtlich der Reichweite der Naturwissenschaften sollten lohnende Ansatzpunkte für weitere Forschungen und für eine unterrichtliche Berücksichtigung der Forschungsergebnisse sein (vgl. 10).

Warum ist eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften vor dem Hintergrund des Bildungsauftrags des Biologieunterrichts von besonderer Bedeutung? Diesbezüglich wurde in dem Beitrag aufgezeigt, dass eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften – insbesondere der Reichweite der Naturwissenschaften – eine wichtige Rolle für das zentrale naturwissenschaftliche Bildungsziel der *scientific literacy* spielt.

---

<sup>26</sup> Aufgrund der gegenläufigen Tendenzen der beiden Unterrichtssequenzen ließ sich kein Gesamteffekt der Unterrichtsintervention bezogen auf „Szientismus“ nachweisen.

Vor dem Hintergrund der europäischen Bildungstradition wird in dem Beitrag eine Erweiterung der von Driver und Kollegen (1996) vorgebrachten Argumente für eine grundsätzliche Thematisierung von NOS im Unterricht vorgenommen und die Ergänzung eines „bildenden Arguments“ vorgeschlagen. Diesbezüglich wird in dem Beitrag argumentiert, dass Wissen über die Grenzen der Naturwissenschaften bildend wirkt, wenn im Unterricht beispielsweise thematisiert wird, dass die Perspektive, die Biologen bei einer naturwissenschaftlichen Betrachtung des Menschen einnehmen, durch andere Perspektiven ergänzt werden muss, um den Menschen in seiner Ganzheit und Komplexität zu beschreiben. Zumal der Mensch ein zentrales Thema sowohl der Biologie als auch vieler nicht-naturwissenschaftlicher Disziplinen ist, steht der schulische Biologieunterricht hier in einer besonderen Verantwortung. Damit besteht die Chance, im Biologieunterricht durch eine Thematisierung der Reichweite der Naturwissenschaften einen Beitrag zum allgemeinen Bildungsauftrag im Sinne der Modi der Weltbegegnung (vgl. 2.2.1) zu leisten. Eine in Teilen ähnliche Verknüpfung von NOS und Bildung findet sich in den Überlegungen des schwedischen Chemiedidaktikers Jesper Sjöström (2013) zu einer „*Bildung-oriented chemistry education*“.

The professional identity of the Bildung-oriented chemistry teacher differs from that of the chemist and is informed by research fields such as Philosophy of Chemistry, Science and Technology Studies, and Environmental Education. He/she takes a socio-critical approach to chemistry, emphasizing both the benefits and risks of chemistry and its applications. (Sjöström, 2013, p. 1873)

Damit betont auch Sjöström den bildenden Charakter von Wissen über die Naturwissenschaften. In Abgrenzung zur Argumentation für das „bildende Argument“ in PUBLIKATION 5 findet sich bei Sjöström aber keine vergleichbare Zuspitzung auf den Aspekt der „Grenzen der Naturwissenschaften“ und noch weniger auf deren Reichweite.

Zusammenfassend liefert FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4 grundlegende Überlegungen zur Berücksichtigung von Szientismus im Unterricht und nimmt dabei eine neuartige Unterscheidung zwischen Reichweite und Erklärungskraft in Bezug auf die Grenzen der Naturwissenschaften vor. Eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften, so die zentrale These, ist zur unterrichtlichen Prävention szientistischer Denkweisen bzw. Überzeugungen geeignet und trägt zum Bildungsauftrag des Biologieunterrichts bei.

## 9.5 Methodische Reflexionen

Jede methodische Entscheidung hat Vor- und Nachteile. Daher sollen zentrale Leistungen aber auch Grenzen der gewählten methodischen Ansätze zusammenfassend reflektiert

werden. Zunächst werden dazu einige übergeordnete methodische Entscheidungen aufgegriffen (9.5.1). Anschließend werden die zentralen methodischen Entscheidungen der drei Forschungsschwerpunkte kritisch diskutiert (9.5.2-9.5.4).

### **9.5.1 Übergeordnete methodische Entscheidungen**

Die empirischen Studien dieser Arbeit (PUBLIKATION 2-4) bauen inhaltlich wie methodisch aufeinander auf und besitzen daher einige gemeinsame methodische Entscheidungen. Dazu gehören insbesondere die Entscheidung für eine Fokussierung der Erhebungsinstrumente auf die christlich-jüdischen Schöpfungserzählungen und damit gegen den Einbezug weiterer Schöpfungsvarianten, die Verwendung vorwiegend quantitativer Forschungsmethoden und die wiederholte Anwendung einer opportunistischen *Sampling*-Strategie.

Durch eine Fokussierung der Erhebungsinstrumente auf die christlich-jüdischen Schöpfungserzählungen war es möglich, Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen in Analogie zu Einstellungen zur Evolutionstheorie zu operationalisieren und in die mehrdimensionale Modellierung als gleichwertige Skala mit einzubeziehen. Durch den Einbezug dieser Skala konnte beispielsweise zwischen einem vereinbarend-evolutionsbefürwortenden (Profil 2) und einem balanciert-evolutionsbefürwortenden Einstellungsprofil (Profil 5) unterschieden werden. Gründe für die Entscheidung für die christlich-jüdischen Schöpfungserzählungen und gegen den Einbezug weiterer Schöpfungsvarianten (z.B. in islamischer Tradition) lagen erstens in theoretischen und messtheoretischen Überlegungen, zumal eine Berücksichtigung weiterer Varianten noch zusätzliche Skalen erfordert hätte, zweitens in der Projektkonstellation des zugrundeliegenden Kooperationsprojekts (vgl. 3.1) und drittens in der grundsätzlichen konfessionellen Situation in Deutschland, die sich grob als 30% Katholiken, 30% Protestanten, 30% Konfessionslose, 10% sonstige Konfessionen beschreiben lässt (fowid, 2014). Damit werden bei einer Berücksichtigung der christlich-jüdischen Schöpfungserzählungen bereits 90% der Zielpopulation sinnvoll abgedeckt. In der konkreten Stichprobe der Hauptstudie gehörten nach dieser Einteilung 9,1% der SchülerInnen in die Kategorie „Sonstige“, für die die Fokussierung des Fragebogens bzw. die Itemformulierungen im Hinblick auf die Schöpfungserzählungen nicht optimal waren. Um der Problematik zu begegnen, wurde den SchülerInnen durch einen Hinweis im Instruktionsteil des Fragebogens eine alternative Lesart der Items angeboten und explizit darauf hingewiesen, dass mit „Gott“ der Gott der jeweiligen Religion gemeint ist und mit der Bibel die Heilige Schrift der jeweiligen Religion (siehe Anhang, 13.4). Nichtsdestotrotz deutet der vergleichsweise hohe Anteil an unentschlossen-gleichgültigen Profilen (Profil 6)

innerhalb der Gruppe muslimischer SchülerInnen darauf hin, dass die muslimischen SchülerInnen nicht optimal abgebildet wurden (vgl. 7.5.4). Bisher unveröffentlichte, im Rahmen einer Masterarbeit geführte Interviews (Stöhr, 2014) zeigen andererseits, dass muslimische SchülerInnen durchaus in der Lage sind, die auf die Schöpfungserzählungen zielenden Fragen in Fragebogen und Interview angemessen zu interpretieren und zu beantworten. Nichtsdestotrotz ist nicht auszuschließen, dass zumindest ein Teil der Antworten des unentschlossen-gleichgültigen Einstellungsprofils auf diese methodische Entscheidung zurückzuführen ist.

Der forschungsmethodische Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf quantitativen Erhebungs- und Auswertungsmethoden. Durch eine parallele Anlage der Studien innerhalb des Kooperationsprojekts (vgl. 3.1) und eine Ergänzung mehrerer kleinerer Studien mit qualitativen Anteilen ergibt sich insgesamt aber eher ein Mixed-Methods-Ansatz als eine rein quantitative Studie. Zum Einen erlaubt die parallele Anlage der Studien des zugrundeliegenden Kooperationsprojekts eine Triangulation der Ergebnisse des quantitativen biologiedidaktischen und des qualitativen religionspädagogischen Teilprojekts (vgl. 3.1), wie sie in PUBLIKATION 3 für exemplarische Ergebnisse der Vorstudien vorgenommen wurde (vgl. S. 156). Die Ergebnisse der Haupterhebung des qualitativen Teilprojekts sind aktuell unter Begutachtung (Hermisson, eingereicht) und wurden in dieser Arbeit zur Diskussion der Ergebnisse von FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3 genutzt. Darüber hinaus umfasste das biologiedidaktische Teilprojekt – und damit das vorliegende Dissertationsprojekt – weitere qualitative Anteile, die aber nicht Teil der Publikationen dieser Arbeit sind, sondern auf verschiedenen nationalen und internationalen Tagungen präsentiert und diskutiert wurden. So erfolgte parallel zu den theoretischen und messtheoretischen Klärungen eine exploratorische Vorstudie (n = 31; Klasse 10 und 12; Gesamtschule) mit einer Kombination aus offenen und geschlossenen Fragen, deren Ergebnisse für die Entwicklung eines Itempools und insbesondere zur Generierung affektiver Items genutzt wurden (vgl. 7.4.2). Zentrale Ergebnisse waren, dass die befragten SchülerInnen mit der Evolutionstheorie vor allem Interesse und Faszination und weniger Angst und Langeweile verbinden, während die Schöpfungserzählungen mit Geborgenheit assoziiert wurden. Zur Vertiefung und Validierung der Einstellungsprofile aus PUBLIKATION 4 wurden zudem in zwei Masterarbeiten leitfadengestützte Interviews geführt und mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet, um die grundsätzliche Validität der Profile zu prüfen (Stöhr, 2014; n = 10) und vertiefende Informationen zum szientistischen Profil zu gewinnen (Plückebaum, 2016; n = 9).

Die in allen Studien dieser Arbeit angewandte opportunistische Samplingstrategie besitzt mehrere Vor- und Nachteile. Ein Vorteil besteht darin, dass eine relativ große Zahl an SchülerInnen befragt werden konnte (fast 900 SchülerInnen in den verschiedenen Vorstudien und 1672 SchülerInnen in der Hauptstudie). Dabei sind in allen Stichproben sämtliche großen konfessionellen Gruppen in Deutschland in ausreichendem Umfang vertreten (Katholiken, Protestanten, Konfessionslose, Muslime). Diese Tatsache ist insofern von Bedeutung, als die Religionszugehörigkeit nachgewiesenermaßen für die Akzeptanz bzw. Ablehnung der Evolutionstheorie eine maßgebliche Rolle spielt und sich auch für die Verteilung der Einstellungsprofile als aufschlussreicher Faktor erwiesen hat (vgl. 7.5.4, 9.3). Auf der anderen Seite bleibt noch einmal hervorzuheben, dass keinerlei Anspruch auf Repräsentativität der Stichprobe in Bezug auf die deutsche Schülerschaft besteht. In allen empirischen Studien dieser Arbeit wurden SchülerInnen in Nordwestdeutschland befragt, wobei darauf geachtet wurde eine gewisse Mischung an Schulen aus eher ländlichen Regionen (z.B. Münsterland, Emsland) und Schulen aus Großstädten und Metropolen (Köln, Hamburg, Ruhrgebiet) zu erreichen. Beim Versuch der Interpretation und der Verallgemeinerung der ermittelten Ergebnisse sind unbedingt die spezifischen kulturellen und religiösen Rahmenbedingungen zu beachten. Insbesondere war in allen Stichproben dieser Arbeit die Gruppe der Katholiken im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt über- und die Gruppe der Konfessionslosen unterrepräsentiert. Diese Verteilung ist vermutlich durch die Vielzahl an teilnehmenden Schulen in Münster und im Münsterland bedingt. Folglich wäre zu erwarten, dass in einer Stichprobe, die hinsichtlich des Faktors Religionszugehörigkeit repräsentativ für die deutsche Bevölkerung ist, aufgrund der höheren Anzahl an Konfessionslosen die szientistischsten Profile 1 und 4 einen höheren Anteil einnehmen sollten, während die eher harmonischen Profile 2 und 5 aufgrund der geringeren Zahl an Katholiken eher geringere Anteile besitzen sollten. Dies gilt es bei der Interpretation und beim Versuch der Übertragung der Ergebnisse auf andere Stichproben zu bedenken.

### **9.5.2 Zentrale methodische Entscheidungen der theoretischen und messtheoretischen Klärungen (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1)**

Der zentrale methodische Schritt in FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1 besteht in der Erstellung einer systematischen Übersichtsarbeit nach der Review-Methodik. Dementsprechend wurde in PUBLIKATION 1 die aktuelle naturwissenschaftsdidaktische Literatur hinsichtlich der folgenden drei Aspekte systematisch aufgearbeitet: 1) die Benennung und Definition der verwendeten Konstrukte, 2) die Operationalisierungen und verwendeten Instrumente

und 3) die ermittelten empirischen Zusammenhänge zwischen der Akzeptanz und dem Verständnis der Evolutionstheorie. Eine systematische, tabellarische Gegenüberstellung bestehender Studien (vgl. Tabelle 1) ermöglichte Schlussfolgerungen hinsichtlich möglicher Ursachen für Unterschiede in der Höhe der gefundenen Zusammenhänge. Diese Argumentation hätte grundsätzlich gestärkt werden können, wäre hier ergänzend die Methodik der Meta-Analyse zur Anwendung gekommen. Dabei handelt es sich um eine Sonderform bzw. um einen häufigen Bestandteil der Review-Methodik (Uman, 2011), welcher ein noch stärker strukturiertes Verfahren der Literaturrecherche und -auswahl und eine bessere Absicherung der Ergebnisse durch eine Schätzung der Effektstärken bietet. Damit erlaubt die Meta-Analyse letztlich eine Kombination und gemeinsame Quantifizierung verschiedener Studienergebnisse (Petticrew & Roberts, 2006). Aufgrund der verfügbaren Datenlage bot sich eine Meta-Analyse im konkreten Fall allerdings nicht an. Zum einen sind in vielen Arbeiten zur Akzeptanz der Evolutionstheorie wichtige statistische Kennwerte (Standardabweichungen, Signifikanzen etc.) nur unvollständig angegeben, so dass eine Effektstärkenschätzung nur für wenige Studien möglich gewesen wäre. Viel gravierender ist aber, dass die vorliegenden Studien – wie PUBLIKATION 1 dezidiert aufzeigt – mit sehr unterschiedlichen Konstrukten arbeiten, so dass die Ergebnisse nur bedingt vergleich- und aggregierbar sind, womit die Voraussetzungen einer Meta-Analyse nicht gegeben waren.

### **9.5.3 Zentrale methodische Entscheidungen der Entwicklung, Erprobung und Validierung von Instrumenten (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2)**

Ein besonderes methodisches Augenmerk wurde in FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2 auf die theoriegeleitete Operationalisierung der Konstrukte und die Sammlung von Validitätsargumenten für die neu-entwickelten Skalen gelegt. Für die vier zentralen Einstellungsskalen wurden die drei wichtigen Gütekriterien ausführlich diskutiert (vgl. 9.2). Dieses Vorgehen ermöglichte es, die vier Konstrukte unabhängig voneinander in die Modellierung mehrdimensionaler Einstellungsprofile (PUBLIKATION 4) mit einzubeziehen und letztlich die Vielfalt bestehender Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ auf neuartige Weise zu beschreiben. Zusammenfassend bestehen die Leistungen in einer theoriegeleiteten Operationalisierung, wobei Argumente für die Gütekriterien berichtet wurden und sich die Skalen als nützlich erwiesen haben. Grenzen bestehen in erster Linie in der nicht-normierten Skalierung und in der Länge der Skalen bzw. des Gesamtinstruments (vgl. 7.6). Insbesondere sind aufgrund der nicht-normierten Skalierung nur relative Aussagen in Bezug auf die Einstellungsausprägungen der Profile möglich. Speziell für die

extremen Einstellungsprofile würde man sich wünschen, Informationen über die absolute Ausprägung szientistischer und kreationistischer Überzeugungen zu besitzen, um genauer interpretieren zu können, wie kreationistisch bzw. szientistisch diese SchülerInnen sind (siehe auch 9.3, 10.1).

#### **9.5.4 Zentrale methodische Entscheidungen der mehrdimensionalen Modellierung (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3)**

Mindestens vier wichtige methodische Entscheidungen ermöglichten in der Hauptstudie dieser Arbeit (PUBLIKATION 4) eine neuartige Beschreibung der Vielfalt an Einstellungen in Form interpretierbarer Einstellungsprofile. Erstens erfolgt die Modellierung auf der Basis einer theoretischen Unterscheidung von vier Konstrukten, welche argumentativ und durch empirische Analysen innerhalb des Datensatzes gestützt wurde (7.2.9, 7.4.5). Die Diskussion der Erträge dieses mehrdimensionalen Ansatzes zeigt den Erfolg im Vergleich zu eindimensionalen Charakterisierungen (vgl. 9.3).

Zweitens erfolgte die Modellierung der Einstellungsprofile unter Verwendung probabilistischer Klassifikationsmodelle. Neben Latenten Klassenanalysen mit verschiedenen Klassenzahlen wurden weitere probabilistische Modelle (insbesondere Mixed Rasch Modelle) getestet, wegen einer geringeren Modellgeltung aber nicht für die endgültige Modellierung verwendet. Letztlich fiel die Entscheidung zu Gunsten einer möglichst sparsamen Modellierung. In diesem Zusammenhang ist auch die Entscheidung für die Verwendung ausschließlich der fünf trennschärfsten Items jeder Skala für die zentralen Schritte der Modellierung zu nennen (vgl. 7.4.5), wodurch die Modellparameter deutlich verbessert wurden. Aus dem Bereich der klassischen Testtheorie böte die Methodik der Clusteranalyse eine grundsätzliche Alternative. Die Entscheidung zugunsten einer probabilistischen Modellierung erfolgte vor allem vor dem Hintergrund zweier methodischer Nachteile der Clusteranalyse. Zum einen setzt die Clusteranalyse eine Intervallskaliertheit der Daten voraus, die bei den Likert-skalierten Daten dieser Arbeit nur bedingt gegeben ist. Zum anderen ist die Anzahl der Cluster bei der Clusteranalyse stets nur heuristisch bestimmbar, wohingegen bei probabilistischen Verfahren empirische Informationen aus globalen und lokalen Modellgeltungstests hinzugezogen werden können. Ein zentraler Vorteil ist, dass so die Geltung verschiedener Modelle mit Hilfe von Informationskriterien direkt vergleichbar ist.

Drittens fiel die Entscheidung zugunsten der Verwendung einer Kombination klassischer und probabilistischer Verfahren. So wurden probabilistische Verfahren nur dort eingesetzt, wo diese einen klaren Mehrwert erbrachten z.B. zur Dimensionstestung und zur Identifikation der besten Profillösung (7.4.4). Ansonsten wurden zugunsten einer besseren Lesbarkeit klassische Werte statt logistischer Schätzer berichtet.

Viertens wurden zur weiteren Charakterisierung der Einstellungsprofile fünf Faktoren ausgewählt (Konfliktwahrnehmung zwischen Naturwissenschaft und Theologie, Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Einstellungen zur Religion, Verständnis von NOS und Verständnis von NOTh). Gründe für die Bevorzugung dieser Faktoren im Vergleich zu anderen möglichen Faktoren, wie z.B. dem Verständnis von Evolution, epistemologischen Überzeugungen oder *thinking dispositions* (vgl. 2.1.2), lagen in der Konstellation des zugrundeliegenden Kooperationsprojekts (vgl. 3.1) und der zugrunde gelegten Bildungskonzeption (2.2.1). Vor diesem Hintergrund bestand ein besonderes Interesse an einer Ausgewogenheit der Perspektiven, an der Verhältnisbestimmung zwischen Naturwissenschaft und Theologie und am Verständnis der jeweiligen Disziplin (NOS, NOTh). Vor dem Hintergrund der Ergebnisse von FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1 wäre insbesondere das Verständnis von Evolution eine naheliegende und sinnvolle Ergänzung.

#### **9.5.5 Zentrale methodische Entscheidungen der Folgerungen zum Umgang mit Szientismus (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4)**

Wie in PUBLIKATION 1 handelt es sich auch bei PUBLIKATION 5 um einen theoretischen Beitrag, in dem bestehende Literatur reviewartig zusammengefasst und kritisch analysiert wird. Im Gegensatz zu PUBLIKATION 1 geht es dabei weniger um eine Diskussion konkreter empirischer Effekte, sondern noch stärker um die Vorstellung einer neuartigen theoretischen Argumentation. So wird in PUBLIKATION 5 auf der Basis einschlägiger Literatur zu NOS und Szientismus für eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften argumentiert und es werden kritisch-normative Reflexionen zum Umgang mit Szientismus im Unterricht vorgestellt. Zur empirischen Absicherung der theoretisch postulierten Beziehungen wären eine Untersuchung der tatsächlich bestehenden Zusammenhänge zwischen dem Verständnis der Reichweite der Naturwissenschaften (als eine Facette von NOS) und szientistischen Überzeugungen sowie konkrete Unterrichtsmaterialien zum Thema „Grenzen der Naturwissenschaften“ sinnvolle Ergänzungen.

## 10. Perspektiven

Zu der eingangs formulierten Zielsetzung einer differenzierteren Beschreibung der Vielfalt an Einstellungen deutscher SchülerInnen hat diese Arbeit grundlegend neue Erkenntnisse erbracht. Im Ergebnis zeigt sich ein differenzierteres Bild der bestehenden Vielfalt an Einstellungen deutscher SchülerInnen. Dabei ist deutlich geworden, dass sowohl die Vielfalt der Einstellungen als auch die Verbreitung szientistischer Positionen größer ist als bisher bekannt. Entsprechend vielgestaltig sind die sich ergebenden Perspektiven sowohl für mögliche anschließende Forschungsprojekte als auch für die unterrichtliche Berücksichtigung der Forschungsergebnisse. In den abschließenden Kapiteln sollen daher Perspektiven dieser Arbeit für weitere Forschungen (10.1) und für die unterrichtliche Praxis (10.2) beschrieben werden.

### 10.1 Perspektiven für die Forschung

Perspektiven für weitere Forschungen ergeben sich aus jedem der vier Forschungsschwerpunkte dieser Arbeit und wurden zum Teil bereits im Rahmen der Publikationen benannt. So wurden auf der Basis der theoretischen und messtheoretischen Klärungen in PUBLIKATION 1 (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 1) folgende vier zentrale Forschungsdesiderate formuliert: 1) eine stärkere psychologische Fundierung zukünftiger Studien zu Einstellungen zur Evolutionstheorie, 2) eine genauere Abgrenzung von Einstellungen und Überzeugungen von Wissen und Verständnis, 3) die Unterscheidung zwischen (mehrdimensionalen, affektiven) Einstellungen und (eindimensionalen, kognitiven) Überzeugungen sowie 4) die Durchführung von Validierungsstudien (vgl. 4.6). Die empirischen Teile dieser Arbeit haben – wie bereits diskutiert (vgl. 9.2) – bereits zur Umsetzung mehrerer dieser Forschungsdesiderate beigetragen. Weitere Forschungen zu Einstellungen zur Evolutionstheorie sollten an diesen Studien anknüpfen und insbesondere die theoriegeleitete Operationalisierung der Konstrukte fortführen.

Noch offen ist die Beantwortung der durch die Analysen in PUBLIKATION 1 neu aufgeworfenen Frage nach dem tatsächlichen Zusammenhang zwischen Akzeptanz und Verständnis bzw. zwischen Wissen und Einstellungen im Bereich Evolution. Für eine empirische Klärung der Frage, inwieweit auch die eingesetzten Instrumente zu unterschiedlichen und zum Teil widersprüchlichen Ergebnissen beigetragen haben, sollten geeignete Verständnis-Indikatoren mit dem MATE und anderen Akzeptanz- bzw. Einstellungs-Indikatoren in Verbindung gesetzt und die Zusammenhänge vergleichend analysiert werden. Man würde

---

erwarten, dass aufgrund der theoretischen Unterschiede in den Instrumenten die Zusammenhänge eines solchen Verständnisinstruments mit dem MATE höher ausfallen sollten als mit dem in dieser Arbeit verwendeten Instrument für Einstellungen zur Evolutionstheorie. Eine zentrale Schwierigkeit dieser Analysen besteht darin, dass bis dato kein allgemein anerkanntes Instrument zur Erfassung des Verständnisses von Evolution vorliegt. Über eine valide Erfassung des Verständnisses von Evolution ist aber in den vergangenen Jahren intensiv diskutiert worden (Anderson et al., 2002; Anderson, Fisher, & Smith, 2010; Nadelson & Southerland, 2010a; Nehm, Beggrow, Opfer, & Ha, 2012; Nehm & Ha, 2011; Nehm & Schonfeld, 2008, 2010; Novick & Catley, 2012; Opfer, Nehm, & Ha, 2012) und es ist zu hoffen, dass in absehbarer Zeit verbesserte Instrumente zur Verfügung stehen werden.<sup>27</sup>

Eine Klärung der Zusammenhänge zwischen Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie erscheint auch deshalb lohnenswert, weil sich die in PUBLIKATION 1 verfolgte Argumentation möglicherweise auf verwandte Konstrukte übertragen lässt. So wurden auch für das Verständnis von NOS schwankende empirische Zusammenhänge mit der Akzeptanz der Evolutionstheorie berichtet. Das Spektrum reicht auch hier von Studien, die keinen signifikanten Zusammenhang nachweisen konnten (Deniz et al., 2008), über geringe (Cavallo & McCall, 2008) bis hin zu hohen positiven Zusammenhängen<sup>28</sup> (Rutledge

---

<sup>27</sup> Neben den schon zuvor verwendeten offenen Aufgaben in der Tradition von Bishop und Anderson (1990) liegen im Wesentlichen drei neuere Instrumente vor. Beim *Conceptual Inventory of Natural Selection* (CINS; Anderson et al., 2002) handelt es sich um ein Multiple Choice Instrument, das inhaltlich auf mikroevolutive Prozesse und insbesondere den Mechanismus der natürlichen Selektion fokussiert. Bestehende Kritikpunkte betreffen in erster Linie die Validität des Instruments und sogenannte *item feature effects* (Anderson et al., 2010; Nehm & Schonfeld, 2008). (2010);(2008) Auch ein zweites Multiple Choice-Instrument, das sogenannte *Measure of Understanding of Macroevolution* (MUM; Nadelson & Southerland, 2010a), ist in Bezug auf seine Validität kritisiert worden (Novick & Catley, 2012). Das neueste Instrument, genannt *Assessing COntextual Reasoning about Natural Selection* (ACORNS; Nehm et al., 2012), unterscheidet sich sowohl formal als auch inhaltlich von den vorherigen, insofern als mit dem ACORNS formal an die Nutzung von offenen Aufgaben in der Tradition der Aufgaben von Bishop und Anderson (1990) angeknüpft wird, wobei inhaltlich zwischen dem Erwerb (*trait-gain*) und dem Verlust von Merkmalen (*trait-loss*) bei verschiedenen Spezies unterschieden wird. Die Diskussion über Vor- und Nachteile dieses Instruments dauert noch an (Federer, Nehm, Opfer, & Pearl, 2015).

<sup>28</sup> Klassifikation von Korrelationen nach Bühl (2010):  $r \leq 0,2$  sehr gering,  $0,2 < r \leq 0,5$  gering,  $0,5 < r \leq 0,7$  mittel,  $0,7 < r \leq 0,9$  hoch,  $r > 0,9$  sehr hoch.

& Warden, 2000). Mittlere und hohe Zusammenhänge wurden insbesondere in denselben Studien mit US-amerikanischen Lehrern gefunden, die auch hohe Zusammenhänge mit dem Verständnis von Evolution berichtet haben (Rutledge & Warden, 2000,  $r = 0,78$ , Signifikanz nicht angegeben; Trani, 2004,  $r = 0,65^*$ ). Eine mögliche Konfundierung der Konstrukte Akzeptanz und Verständnis lässt sich auch hier auf Itemebene begründen. So enthalten beispielsweise beide Skalen Aussagen, die inhaltlich dem Aspekt „Schöpfung widerspricht Evolution“ zuzuordnen sind. Im MATE lautet ein Item: “The theory of evolution cannot be correct since it disagrees with the biblical account of creation”. Ein Item des NOS-Instruments lautet: “The theory of evolution must deny the existence of a creator-God”. Damit bleibt die kritische Überprüfung bestehender Zusammenhänge ein relevantes und lohnenswert scheinendes Feld.

Bei der Entwicklung der Instrumente für diese Arbeit (vgl. FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 2) wurde besondere Aufmerksamkeit auf die theoriegeleitete Operationalisierung der Konstrukte gelegt. In diesem Zusammenhang wurde auch das Szientismus-Instrument stärker als in den vorgefundenen Studien theoretisch fundiert, gegen NOS abgegrenzt und auf diskriminante Validität getestet (vgl. PUBLIKATION 2). Durch die Ergebnisse der mehrdimensionalen Modellierung (PUBLIKATION 4) ergibt sich, dass szientistische Überzeugungen vermutlich ein zentraleres Thema für die naturwissenschaftsdidaktische Forschung darstellen, als die vorherige Forschung vermuten ließ. Damit erhält der Bedarf einer validen Skala zur Erfassung szientistischer Überzeugungen ein noch größeres Gewicht. Daher wäre eine Weiterentwicklung der Skala im Hinblick auf eine noch stärkere Differenzierung der verschiedenen von Stenmark formulierten Varianten von Szientismus und eine vertiefende statistische Analyse der Items beispielsweise mit den Mitteln der differentiellen Itemanalyse probabilistischer Testtheorie eine sinnvolle Weiterführung der in dieser Arbeit vorgestellten Szientismus-Operationalisierung. Die kürzlich veröffentlichte physikdidaktische Dissertation von Korte (2015) liefert hierzu ergänzende Anregungen – beispielsweise durch einen umfangreichen Itempool und durch einen relativ umfassenden Bericht sowohl klassischer wie probabilistischer Kennwerte – und sollte daher in weiteren Arbeiten zum Szientismus zusammen mit den Instrumenten dieser Arbeit Berücksichtigung finden.

Das zentrale Ergebnis dieser Arbeit ist die Beschreibung einer Vielfalt von sieben verschiedenen Einstellungsprofilen (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 3). Im Rahmen von PUBLIKATION 4 ließen sich alle Profile sinnvoll interpretieren. Auch kritische Reflexionen zur Validität der Profile wurden bereits angestellt (vgl. 7.6, 9.3). Wünschenswert wären vertiefende

---

qualitative Studien, welche die Unterschiede zwischen den Profilen noch genauer ausdifferenzieren und damit die Validität der Interpretationen noch erhärten. Insbesondere ließen sich bestehende Unterschiede zwischen den Profilen 1 und 4 oder auch zwischen den Profilen 2 und 3 auf der Basis der vorliegenden Daten im Wesentlichen durch quantitative Unterschiede in den betrachteten Variablen beschreiben. Ergänzende qualitative Befragungen von SchülerInnen der extremen Profile (Profil 1 und Profil 7) könnten dazu beitragen, die Denkweisen dieser SchülerInnen noch genauer zu verstehen und letztlich die Frage zu beantworten, wie szientistisch bzw. wie kreationistisch diese SchülerInnen tatsächlich sind (vgl. 9.5.4). Zwei kleinere bereits durchgeführte, aber unveröffentlichte, qualitative Studien deuten darauf hin, dass diese Richtung gewinnbringende Erkenntnisse liefern kann (Plückebaum, 2016; Stöhr, 2014). Daher wären qualitative Interviews zur Validierung und Ausdifferenzierung der Profile eine sinnvolle Ergänzung der hier vorgestellten Forschungen.

An mehreren Stellen dieser Arbeit ist diskutiert worden, dass der soziokulturelle Hintergrund und ganz besonders die Religionszugehörigkeit einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Einstellungen zur Evolutionstheorie sowie auch auf die Ergebnisse der Verteilung der Einstellungsprofile dieser Arbeit haben (vgl. 4.5.1, 7.5.4, 9.5.19.5.4). Daher wäre eine Wiederholung der mehrdimensionalen Modellierung in anderen Stichproben, die sich in Bezug auf die Religionszusammensetzung, die Nationalität oder auch auf den Bildungshintergrund unterscheiden, eine lohnende Forschungsperspektive. Zumal die Beschreibung der Profile mittels der Latenten Klassenanalyse stichprobenabhängig ist, wäre dabei insbesondere von Interesse, inwieweit die Einstellungsprofile in anderen Stichproben reproduzierbar und damit auch kulturübergreifend gültig sind.

Ein weiteres zentrales Forschungsdesiderat besteht in der Entwicklung und Evaluation von Unterrichtskonzepten, die auf die Vielfalt an Einstellungen Bezug nehmen und eine unterrichtliche Berücksichtigung der Ergebnisse dieser Arbeit ermöglichen. PUBLIKATION 5 liefert grundlegende Überlegungen zum Umgang mit Szientismus (FORSCHUNGSSCHWERPUNKT 4). Eine auf diesen Überlegungen aufbauende Entwicklung konkreter Materialien, die das Thema Grenzen der Naturwissenschaften thematisieren, und deren empirische Testung sind ein dringliches Forschungsdesiderat, um die Ergebnisse und Überlegungen dieser Arbeit in Bezug auf szientistische Überzeugungen unterrichtlich nutzbar zu machen. Vergleichbares gilt für Materialien, die eine explizite Berücksichtigung der Vielfalt an Einstellungen ermöglichen.

## 10.2 Perspektiven für den Unterricht

Insgesamt liefert diese Arbeit Hinweise darauf, dass die Vielfalt an Einstellungen bezogen auf „Evolution und Schöpfung“ in den untersuchten Stichproben deutscher SchülerInnen – und damit möglicherweise auch allgemeiner in deutschen Klassenzimmern – groß ist. Insbesondere die Vielfalt evolutionsbefürwortender Profile stellt nicht nur Forschende, sondern ganz besonders auch Lehrkräfte vor neue Herausforderungen. So scheint es wahrscheinlicher zu sein, als Lehrkraft im Biologieunterricht mit szientistischen Überzeugungen konfrontiert zu werden als auf kreationistische Grenzüberschreitungen zu treffen. Diesbezüglich erlaubt es die vorgestellte Typologie an Einstellungsprofilen, zwischen verschiedenen Typen evolutionsbefürwortender Profile sowie zwischen einem gleichgültigen und einem evolutionsablehnenden Profil zu unterscheiden. Damit legt die Typologie die Grundlage für eine differenziertere Betrachtung des Gegenstands im Unterricht, eröffnet aber auch gleichzeitig die Frage, wie ein einstellungssensibler und die Vielfalt berücksichtigender Unterricht konkret aussehen kann.

Kennzeichnend für alle unterrichtspraktischen Überlegungen dieser Arbeit ist die Zielsetzung eines naturwissenschaftlichen Unterrichts, der über eine solide Vermittlung von Fachkenntnissen hinaus einen Beitrag zur Allgemeinbildung unter unbedingter Vermeidung jeglicher Art der indoktrinären Einflussnahme leistet. Im Sinne der dieser Arbeit normativ zugrundegelegten Bildungskonzeption der Modi der Weltbegegnung (vgl. 2.2.1) soll naturwissenschaftliche Bildung die SchülerInnen befähigen, die Naturwissenschaften als einen von mehreren gleichwertigen Weltbegegnungsmodi zu verstehen. Angewendet auf den Kontext „Evolution und Schöpfung“ bedeutet dies, dass sie die naturwissenschaftliche und die religiös-theologische Antwort auf die Frage „Woher kommen wir?“ – in anderen Worten die naturwissenschaftliche Erklärung der Entstehung der Arten und theologische Auslegungen der Schöpfungserzählungen – als zentrale Aussagen der jeweiligen Disziplin anerkennen. Damit dies gelingen kann, bedarf es entsprechend der einleitend vorgebrachten Argumentation der Vermittlung bestimmter wissenschaftstheoretischer Aspekte über die Naturwissenschaften (NOS; 2.2.3) und über die christliche Theologie (NOTh; 2.2.4) sowie eine Diskussion von Möglichkeiten der Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Theologie (Möglichkeiten der Verhältnisbestimmung; 2.2.2), um letztlich Möglichkeiten zu eröffnen, vermeintlich bestehende Konflikte zwischen Naturwissenschaften und Theologie aufzulösen und kreationistische wie szientistische Grenzüberschreitungen zu vermeiden. Es ist zu vermuten, dass eine Thematisierung der Grenzen der jeweiligen Disziplin dabei eine zentrale Rolle spielt (vgl. 8).

---

Ausgehend von diesem Grundverständnis der Zielsetzung naturwissenschaftlichen Unterrichts wurden bereits an mehreren Stellen dieser Arbeit Perspektiven für eine unterrichtliche Berücksichtigung der vorgestellten Forschungsergebnisse aufgezeigt. Diese gliedern sich in zwei große Bereiche, den Umgang mit Einstellungen (vgl. 10.2.1) und zweitens den Umgang mit Vielfalt (vgl. 10.2.2), welche in den abschließenden beiden Kapiteln dieser Arbeit zusammenfassend dargestellt und in einigen Punkten konkretisiert werden sollen.

### **10.2.1 Umgang mit Einstellungen**

In PUBLIKATION 1 ist grundsätzlich dafür argumentiert worden, dass es Gründe gibt, die Akzeptanz der Evolutionstheorie nicht als rein kognitiv-rationales Konstrukt, sondern als mehrdimensionale Einstellung aufzufassen. Diese Konzeptualisierung hat nicht nur messtheoretische, sondern auch pädagogische Implikationen, nicht zuletzt weil sich daraus ergibt, dass es sich bei Einstellungen um vergleichsweise stabile Persönlichkeitsmerkmale handelt, die nur unter bestimmten Umständen durch die Vermittlung von Wissen beeinflussbar sind. Als mögliche Perspektiven für den Umgang mit Einstellungen im Biologieunterricht wurde in PUBLIKATION 1 vorgeschlagen, die Entwicklung didaktischer Ansätze voranzutreiben, die explizit zwischen Vorstellungen und Einstellungen differenzieren und die zum Ziel der Einstellungsänderung etablierte und empirisch evaluierte Prinzipien der sozialpsychologischen Einstellungsforschung adaptieren. Dies wurde am Beispiel der sogenannten „*matching hypothesis*“ verdeutlicht (vgl. 4.7), die besagt, dass in aller Regel solche Informationen den stärksten Effekt auf bestehende Einstellungen haben, die entweder die spezifische Basis der jeweiligen Einstellung (kognitiv, affektiv, verhaltensbezogen) oder aber deren Funktion bedienen (z.B. Ich-Verteidigung oder Wertausdruck). Konkret wurde vorgeschlagen, die verschiedenen Modelle der Verhältnisbestimmung zwischen Naturwissenschaft und Theologie zu nutzen, um den SchülerInnen aufzuzeigen, dass eine Auseinandersetzung mit den wissenschaftlichen Evidenzen für die Evolutionstheorie nicht zu Wertkonflikten führen muss. Als weitere Möglichkeiten wurden eine aktive Auseinandersetzung mit den eigenen Einstellungen und Werten im Zusammenhang mit Evolution und Schöpfung und die Wahrnehmung der Relevanz der Evolutionstheorie benannt.

In den unterrichtlichen Implikationen von PUBLIKATION 4 wurde darüber hinaus aufgezeigt, wie sich Modelle der Einstellungsänderung durch Persuasion von einer indoktrinären Einflussnahme unterscheiden (vgl. 7.7). Entsprechend der Grundsätze dieser Arbeit ist jegliche Art der Meinungsmanipulation im Unterricht – noch stärker formuliert jegliche Art

der Indoktrination – aus vielerlei Gründen zu vermeiden. Gleichzeitig ist die Förderung einer Aufgeschlossenheit gegenüber bzw. einer positiven Einstellung zur Evolutionstheorie ein klares Ziel des Biologieunterrichts.<sup>29</sup> Daher braucht es unterrichtliche Konzepte, die geeignet sind, die Einstellungen der SchülerInnen in die gewünschte Richtung zu beeinflussen, ohne dabei manipulativ vorzugehen. Die psychologische Literatur zur Veränderung von Einstellungen durch Persuasion liefert wertvolle Anregungen dazu, wie sich die Wahrscheinlichkeit der Ausbildung bzw. Veränderung erwünschter Einstellungen beeinflussen lässt. Der zentrale Unterschied zur Indoktrination besteht darin, wie Argumente genutzt und präsentiert werden. So betonen persuasive Strategien die Gründe hinter den zu vermittelnden Informationen und Überzeugungen, während indoktrinäre Strategien nur auf eine Vermittlung der Überzeugungen selbst abzielen (Hartman & Glasgow, 2002). Zum Beispiel sollten verschiedene Perspektiven auf einen Gegenstand präsentiert werden, um eine Botschaft überzeugender zu machen.

Anwendungen der sozialpsychologischen Forschung zur Wirksamkeit persuasiver Nachrichten hinsichtlich einer Einstellungsänderung sollten vor dem Hintergrund der vorliegenden Arbeit noch stärker unterrichtlich genutzt werden. Für die unterrichtliche Nutzung sind beispielsweise die belegten förderlichen Effekte von Rollenspiel-Aktivitäten von Interesse. Speziell hat die psychologische Forschung gezeigt, dass das aktive Argumentieren und Improvisieren im Rollenspiel bezüglich einer angestrebten Einstellungsänderung dem Lesen von Argumenten überlegen ist (Bohner & Wänke, 2002, p. 126). Dieser Befund ist für den Biologieunterricht besonders interessant, weil bereits mehrere Ansätze zur Nutzung von Rollenspielen im Kontext „Naturwissenschaft und Religion“ bzw. „Evolution und Schöpfung“ vorliegen. Michael Reiss (2008) hat verschiedene solcher Aktivitäten zusammengestellt und einen eigenen Vorschlag möglicher Rollenbeschreibungen ausgearbeitet.

---

<sup>29</sup> In den USA wird die Frage, ob die Akzeptanz der Evolutionstheorie von Seiten der SchülerInnen ein legitimes Ziel des Biologieunterrichts ist, mitunter kontrovers diskutiert (vgl. Smith & Siegel, 2004; Cobern, 2004). Zuweilen wird argumentiert, dass allein ein Verständnis der Evolutionstheorie Ziel des Unterrichts sein dürfe, um religiöse Überzeugungen unberührt zu lassen, oder aber es werden epistemologische Unterscheidungen zwischen *acceptance* und *belief* getroffen (vgl. Smith, 2010a). In dieser Arbeit wird diese Auffassung nicht geteilt, zumal – wie an vielen Stellen aufgezeigt wurde – eine positive Einstellung zur Evolutionstheorie keinerlei Einfluss auf die religiösen Überzeugungen einer Person haben muss. Es gilt vielmehr, den SchülerInnen Möglichkeiten der Entkopplung – z.B. durch eine Thematisierung der Verhältnismodelle – deutlich zu machen.

---

Zwar fehlen konkrete Wirksamkeitsstudien solcher Aktivitäten in Bezug auf die Veränderung von Einstellungen. Dennoch liefern diese Aktivitäten mögliche Ansatzpunkte für die unterrichtliche Umsetzung sowie für eine weitergehende entwicklungsorientierte Evaluationsforschung.

Bei der Bewertung der Wirksamkeit solcher Ansätze ist grundsätzlich zu beachten, dass es sich bei der Förderung gewünschter Einstellungen zur Evolutionstheorie vermutlich eher um langfristig als um kurzfristig erreichbare Ziele handelt. Übereinstimmend mit dieser grundsätzlichen Stabilität von Einstellungen erzielte eine im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit durchgeführte Evaluation einer auf einem Rollenspiel basierenden Kurzintervention keine klaren Effekte auf die Einstellungen der SchülerInnen wohl aber auf deren Wahrnehmung eines Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Theologie (Landeck, 2015). Im quasiexperimentellen Prä-Post-Kontrollgruppen-Design (Testgruppe:  $n = 50$ , Kontrollgruppe:  $n = 22$ ) zeigte sich, dass sich im Rahmen einer dreistündigen Unterrichtseinheit zwar die Wahrnehmung des Konflikts zwischen Naturwissenschaft und Theologie ( $p < 0,01$ ) auf Seiten der SchülerInnen nicht aber deren Einstellungen zur Evolutionstheorie und zu den Schöpfungserzählungen ( $p > 0,05$ ) beeinflussen ließen.<sup>30</sup>

Zusammenfassend liegen mögliche Ansatzpunkte zum unterrichtlichen Umgang mit Einstellungen im Themenkomplex Evolution und Schöpfung zum einen in der Berücksichtigung affektiver und wertbesetzter Aspekte (*matching hypothesis*) und zum anderen in einer Anwendung von Persuasionsstrategien (zum Beispiel in Form von Rollenspielen).

### 10.2.2 Umgang mit Vielfalt

---

<sup>30</sup> Die zentralen unterrichtlichen Schritte des evaluierten Biologieunterrichts umfassten eine arbeitsteilige, materialbasierte Gruppenarbeit ausgehend von einem Ausschnitt der Simpsons-Folge „Gott gegen Lisa Simpson“, in der Argumente für folgende vier Positionen herausgearbeitet wurden: Lisa Simpson (wissenschaftsnaher Position), Ned Flanders (kreationistische Position), Reverend Lovejoy (moderne theologische Position), Prof. Frink (szientistische Position). Die erarbeiteten Argumente bildeten die Basis für ein sich anschließendes Rollenspiel, in dem eine Gerichtsverhandlung bezüglich der Frage nachgespielt wurde, ob Lisa wegen ihres Protests gegen eine gleichwertige Thematisierung kreationistischer Auffassungen und der Evolutionstheorie im Biologieunterricht verurteilt werden sollte. Weitere Schritte des Unterrichts waren die Erarbeitung verschiedener Verhältnismodelle ausgehend von einer Aussage von Marge Simpson („Manchmal ist etwas das unvereinbar erscheint, doch vereinbar“) und eine abschließende individuelle Schreibaktivität, in der die SchülerInnen Möglichkeiten der Vereinbarung von Naturwissenschaft und Religion in Form eines Briefs an den Kreationisten Ned Flanders oder den Wissenschaftler Prof. Fink formulierten.

---

Mit insgesamt sieben verschiedenen Einstellungsprofilen liefert PUBLIKATION 4 eine neuartige Beschreibung der Vielfalt von Einstellungen deutscher SchülerInnen und wirft damit die Frage nach deren unterrichtlichen Berücksichtigung auf. Insbesondere ergibt sich die Frage, wie viele verschiedene Varianten von Evolutionsunterricht nötig sind, um den Einstellungen der SchülerInnen gerecht zu werden. Braucht es mindestens sieben verschiedene Lernangebote? Eine vorläufige Antwort lautet: Nicht unbedingt. Unbedingt braucht es aber solche Lernangebote, die zum einen auf Offenheit und Toleranz für Vielfalt abzielen und die zum anderen szientistische und kreationistische Einstellungsprofile berücksichtigen, weil diese aus fachdidaktischer Sicht mit Kategorienfehlern behaftet sind, die nicht einem angemessenen Verständnis der Naturwissenschaften entsprechen. Dieser Standpunkt soll im Folgenden erläutert und begründet werden.

Ganz grundsätzlich zeigen aktuelle Reformbestrebungen zur stärkeren Berücksichtigung von heterogenen Lernvoraussetzungen, dass die Berücksichtigung von Heterogenität immer ein komplexes Unterfangen ist. Dies gilt erst recht, wenn die Vielfalt wie im betrachteten Fall groß ist. Daher besteht zum aktuellen Zeitpunkt unbestritten eine Lücke zwischen der mit dieser Arbeit vorgelegten wissenschaftlichen Beschreibung von Vielfalt und einer konkreten didaktisch-methodischen Umsetzung der Forschungsergebnisse. Diese Lücke ist nach Trautmann und Wischer (2011) auf strukturelle Unterschiede zwischen Wissenschaft und Praxis zurückzuführen und ist damit ein ganz typisches Phänomen der Diversitäts-Forschung.

Ein Problem [der Umsetzung von Forschungsergebnissen der Diversitäts-Forschung in die Praxis] betrifft strukturelle Differenzen zwischen Wissenschaft und Praxis. Wissenschaft – so könnte man vereinfacht sagen – lebt geradezu von immer neuen Klassifikationen, von Spezialisierung und Komplexitätsvermehrung. Kritik, Infragestellen von Unterscheidungen und die Einführung neuer Kategorien eröffnen Anschlüsse für weitere Forschung und sorgen dafür, dass die Forschung immer weiter geht - bis hin zu dem Ergebnis, dass man auf die für LehrerInnen doch so wichtige Frage, welche Schülermerkmale nun eigentlich in den Blick zu nehmen sind (bzw. welche in den Blick genommen werden dürfen!), kaum noch eine Antwort geben kann. (Trautmann & Wischer, 2011, p. 68)

Bestehenden strukturellen Differenzen zwischen Forschung und Praxis zum Trotz gilt es, sich um eine Schließung der Lücke zu bemühen.

In einem ersten Versuch der Annäherung an eine unterrichtliche Umsetzung der Forschungsergebnisse wurden in PUBLIKATION 4 fünf grundsätzliche Strategien zum Umgang mit der gefundenen Vielfalt an Einstellungen angeführt und erläutert (vgl. 7.7). Diese zielen erstens auf eine Verbesserung des Bewusstseins von Lehrkräften für solche Vielfaltsaspekte, die mit religiösen Überzeugungen in Verbindung stehen (Strategie 1), zweitens

---

auf eine Berücksichtigung szientistischer Einstellungsprofile durch eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften (Strategie 2), drittens auf eine Berücksichtigung kreationistischer Einstellungsprofile durch eine Kombination von Belegen für die Evolution mit einer Thematisierung bestimmter NOS-Aspekte (Strategie 3), viertens auf eine Berücksichtigung kreationistischer, szientistischer und möglicherweise auch unentschlossener Einstellungsprofile durch eine Thematisierung der Verhältnismodelle (Strategie 4) und fünftens auf eine Anwendung von Persuasionsstrategien zur Vermeidung von Indoktrination (Strategie 5).

Im Kern zielen somit die erste und letzte Strategie auf einen allgemeinen Umgang mit Vielfalt, während die übrigen drei Strategien Ansatzpunkte für einen differenzierenden Umgang mit bestimmten Einstellungsprofilen aufzeigen. Damit greifen die Strategien zwei von drei der in der aktuellen schulpädagogischen Literatur für wesentlich erachteten Voraussetzungen für einen produktiven Umgang mit Vielfalt auf. Diese bestehen nach Trautmann und Wischer (2011, pp. 107–120) in einer positiven Einstellung der Lehrkräfte zu Heterogenität, in der Wahrnehmung von Unterschieden ohne Etikettierung und Normierung (diagnostische Kompetenz) und in didaktisch-methodische Kompetenzen der Unterrichtsgestaltung, welche den Unterricht in differenzierter Weise auf die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der SchülerInnen abstimmen. Mit der Beschreibung von sieben verschiedenen Einstellungsprofilen legt die vorliegende Arbeit in erster Linie die Grundlage für eine verbesserte Wahrnehmung und Diagnostik von Vielfalt im schulischen Kontext. Gleichzeitig wurde mit der Formulierung von differenzierenden Strategien der Versuch unternommen, erste didaktisch-methodische Ansätze eines nach Einstellungen differenzierenden Unterrichts aufzuzeigen.

Die in der ersten und letzten Strategie formulierten allgemeinen Strategien für einen wertschätzenden Umgang mit Vielfalt (Strategie 1 und Strategie 5) schließen nahtlos an aktuelle Empfehlungen zum Umgang mit Vielfalt aus dem Bereich *Science Education* an. Diese empfehlen, der bestehenden Vielfalt stärker mit Offenheit, Respekt und Toleranz als mit einer Vorabfestlegung von Unterschieden zu begegnen (Mansour & Wegerif, 2013). Offenheit und Respekt kann sich im Zusammenhang mit Einstellungen zur Evolutionstheorie zunächst einmal darin ausdrücken, dass Indoktrination z.B. durch Persuasion vermieden wird (vgl. 10.2.1) und dass Räume zur Wahrnehmung der Vielfalt bestehender Einstellungsprofile geschaffen werden. Offenheit und Respekt sollten aber keinesfalls als

---

Beliebigkeit missverstanden werden, denn Respekt und Toleranz haben notwendigerweise dort ihre Grenzen, wo Grundsätze des Faches, die Rechte anderer oder allgemeine Diskursprinzipien verletzt werden. Zumal Kreationismus und Szientismus aus fachdidaktischer Sicht mit Kategorienfehlern behaftet sind (vgl. Hammann & Asshoff, 2011), sollten kreationistische und szientistische Positionen im Unterricht kritisch diskutiert und allenfalls als Lernausgangspunkte genutzt werden (Kattmann, 2008, 2010, 2012), aber nicht als adäquate Alternativen in der Diskussion geduldet werden. Zeyers Anregungen (2005; 2009) für den Umgang mit Szientismus im Unterricht liefern wertvolle Hinweise dazu, wie ein respektvoller Umgang gelingen kann und dennoch allgemeine Diskursprinzipien eingehalten werden können.

Wie könnte ein Evolutionsunterricht aussehen, der einerseits Offenheit und Respekt für Vielfalt transportiert und gleichzeitig die notwendige Klarheit in Bezug auf Kategorienfehler und Grenzüberschreitungen besitzt? Den Versuch einer unterrichtlichen Umsetzung bietet eine von Konnemann und Konnemann (2016) für die Sekundarstufe I ausgearbeitete und in einer Gesamtschulklasse der Stufe 10 erprobte dreistündige Unterrichtseinheit zur Vereinbarkeit von Evolution und Schöpfung. Die zentralen Schritte der Unterrichtseinheit bestehen erstens in einem Kartentausch-Spiel, basierend auf einer grundsätzlichen Spielidee von Cobern und Loving (Cobern, 1991; Cobern & Loving, 1998), das den SchülerInnen durch den spielerischen Tausch von Aussagen die Vielfalt möglicher Positionen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ vor Augen führt, und zweitens in einer Klärung grundsätzlicher Missverständnisse szientistischer Aussagen ausgehend von einem kurzen Textausschnitt von F.J. Ayala (2012, pp. 191–192). Ergänzt werden diese Schritte durch eine Einordnung möglicher Positionen mithilfe der Verhältnismodelle und eine abschließende individuelle Textproduktion in Form eines Briefes an Richard Dawkins. Im Unterricht geäußerte Reaktionen der SchülerInnen geben Hinweise darauf, dass das Lernspiel geeignet ist, eine aktive Auseinandersetzung der SchülerInnen anzuregen („Ich wusste gar nicht, dass Olli das so sieht. Fand ich total spannend, dass er total gläubig ist, dabei hat er doch in Bio immer eine eins“). Beispiele der von den SchülerInnen formulierten Briefe enthalten außerdem Hinweise, dass es einigen SchülerInnen sogar gelingt, eine grundsätzliche Toleranz für andere Positionen mit einer deutlichen Absage gegenüber szientistischen Aussagen zur Nicht-Existenz moralischer Werten zu kombinieren („Erst einmal möchte ich sagen, dass ich Ihre Meinung akzeptiere, weil jeder Mensch über diese Frage anders denken darf. Ich denke, man kann Glauben und Wissenschaft miteinander vereinbaren, weil alles was wir über die Natur und den Menschen wissen, nur in

---

unserer Welt Aussagekraft hat. [...] Auch wenn Sie denken, dass es solche Werte nicht direkt gibt, denke ich, sind sie trotzdem wichtig. Ich hoffe, Sie denken über meinen Brief nach.“).

Die übrigen in PUBLIKATION 4 formulierten Strategien zum unterrichtlichen Umgang mit den Forschungsergebnissen – Strategien 2 bis 4 – liefern Anregungen für die Berücksichtigung ausgewählter Einstellungsprofile. Während die dritte Strategie mit der Empfehlung einer kombinierten Vermittlung von Wissen über Belege für die Evolution und Aspekten von NOS zum Umgang mit kreationistischen Überzeugungen im Wesentlichen bestehende Empfehlungen aufgreift, zu denen bereits einschlägige Materialien existieren,<sup>31</sup> umfassen die beiden anderen Strategien innovative Elemente. So wurde in Strategie 2 vorgeschlagen, eine Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften für eine Prävention von und den unterrichtlichen Umgang mit scientistischen Einstellungsprofilen zu nutzen. Diese Strategie wurde vertiefend in PUBLIKATION 5 erläutert und begründet (vgl. 8). Insbesondere wurde dafür argumentiert, die Begrenztheit der Reichweite der Naturwissenschaften ausgehend vom methodischen Naturalismus in den Mittelpunkt zu stellen. Konkrete Materialien für SchülerInnen, die derartige Aspekte thematisieren, finden sich zum Beispiel in NOS-Materialien der Uni Berkeley unter dem Titel „Science has limits: A few things that science does not do“ (University of California Museum of Paleontology, 2016). In diesem Textmaterial wird neben einer Beschränkung der Naturwissenschaften auf natürliche Mechanismen und Ursachen auch thematisiert, dass sowohl moralische als auch ästhetische Urteile ebenso wie Entscheidungen über die Nutzung naturwissenschaftlichen Wissens außerhalb der Reichweite der Naturwissenschaften liegen. Gleichzeitig wird hervorgehoben, dass Disziplinen wie Ethik, Kunst und Religion menschliche Gesellschaften fundamental prägen und dass Fragen dieser Disziplinen ebenso wissenschaftlich untersucht werden (z.B. durch PhilosophInnen, HistorikerInnen, KunstwissenschaftlerInnen und TheologInnen), sich aber in aller Regel nicht von den Naturwissenschaften (empirisch) beantworten lassen.

Für den Biologieunterricht bietet es sich außerdem an, die Reichweite des naturwissenschaftlichen Zugangs anhand solcher Aussagen zu reflektieren, die den Menschen

---

<sup>31</sup> Beispielhaft zu nennen sind hier die Materialien der US-amerikanischen National Academy of Sciences mit den Titeln „Teaching about Evolution and the Nature of Science“ (1998) und „Science, evolution, and creationism“ (2008).

---

betreffen. Beispiele für geeignete Aussagen liefern das in PUBLIKATION 5 einleitend aufgeführte Zitat von Francis Crick „*Du bist nichts anderes als ein Bündel von Neuronen*“ (vgl. S. 124) und das zur Erfassung szientistischer Überzeugungen genutzte Fragebogenitem „Menschen sind nicht mehr und nicht weniger als komplexe biochemische Maschinen“ (vgl. S. 63). Soziobiologische Aussagen zur Evolution von Religion und/oder Moral bieten weitere Reflexionspunkte für den Biologieunterricht der Sekundarstufe II. Für die Sekundarstufe I bietet sich eine fächerübergreifende Betrachtung des Themas „Liebe“ an. An diesem Beispiel lässt sich aufzeigen, dass sich einerseits neuro-physiologische Grundlagen der Liebes-Empfindung naturwissenschaftlich sehr differenziert beschreiben und erklären lassen, dass aber andererseits der poetisch-expressive Zugang zu Liebe in Form von Liebesgedichten (z.B. von Johann Wolfgang von Goethe oder von Rainer-Maria Rilke) durch eine Erklärung der neuro-physiologischen Vorgänge in keinsten Weise an Bedeutung verliert.

In den Erläuterungen zu Strategie 4 wurde argumentiert, dass eine Thematisierung der Verhältnismodelle für einen unterrichtlichen Umgang mit kreationistischen, szientistischen und unentschlossenen Einstellungsprofilen geeignet sein könnte. Konkrete Vorschläge zur Thematisierung der Verhältnismodelle finden sich in den Überlegungen von Michael Reiss (2008; 2009) oder auch in religionspädagogischen Materialien (z.B. Löber & Rothgangel, 2008). Das Buch „Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung“ (Bayrhuber, Faber, & Leinfelder, 2011) enthält außerdem eine kleinere Sammlung kurzer Texte mit für SchülerInnen geeigneten Beispielen für vereinbarende Positionen (z.B. von Albert Einstein, Karl Barth und Stephen Jay Gould). Im Anschluss an eine Erarbeitung der Verhältnismodelle gilt es dann, entsprechend der in PUBLIKATION 3 formulierten Implikationen (vgl. 6.5.3), durch die Vermittlung von Wissen über die Naturwissenschaften und Wissen über die Theologie Grenzüberschreitungen kreationistischer und szientistischer Positionen deutlich zu machen.<sup>32</sup>

Zusammenfassend konnten mehrere Ansatzpunkte zur Berücksichtigung der Vielfalt an Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ aufgezeigt und deren unterrichtliche Realisierung konkretisiert werden. Für einen wertschätzenden Umgang mit

---

<sup>32</sup> Zur Erarbeitung relevanter Aspekte eignen sich beispielsweise Texte zu Erkenntnisinteressen und Methoden von Naturwissenschaften und Theologie (Hammann & Asshoff, 2011) oder auch Materialien zu den Modi der Weltbegegnung (Starke, 2013, p. 278).

Vielfalt empfiehlt es sich insbesondere, die Vielfalt möglicher Verhältnisbestimmungen wahrnehmbar zu machen, während sich für einen adäquaten Umgang mit kreationistischen und szientistischen Positionen – neben dem Angebot alternativer Verhältnisbestimmungen – eine explizite Thematisierung der Reichweite der Naturwissenschaften anbietet. Die Weiterentwicklung und systematische Evaluation geeigneter Materialien – sowie die Erbringung von Wirksamkeitsnachweisen – sind lohnenswert erscheinende Schritte, die sich an die Ergebnisse dieser Arbeit anschließen sollten.

## 11. Fazit und Ausblick

Im Ergebnis zeigt diese Arbeit, dass Vielfalt typisch für die Einstellungen von SchülerInnen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ ist. Anders als zuvor wurden Einstellungen in dieser Arbeit nicht als ein eindimensionales Kontinuum der Akzeptanz der Evolutionstheorie, sondern als mehrdimensionale Einstellungsprofile beschrieben. Grundlegende theoretische und messtheoretische Überlegungen und Vorarbeiten sind in die Entwicklung eines innovativen Ansatzes geflossen, der es letztlich ermöglicht hat, die bestehende Vielfalt an Einstellungen im Themenkomplex „Evolution und Schöpfung“ auf eine neuartige Weise zu beschreiben. Insbesondere ergaben sich neue Erkenntnisse über die Verbreitung kreationistischer und szientistischer Überzeugungen bei SchülerInnen in Deutschland und ein differenzierteres Bild der Vielfalt bestehender Einstellungen im Bereich evolutionsbefürwortender Positionen.

Auf der Basis der Ergebnisse dieser Arbeit können LehrerInnen erwarten, einer großen Vielfalt von Einstellungen bezüglich „Evolution und Schöpfung“ im Unterricht zu begegnen. Die LehrerInnen der befragten deutschen SchülerInnen begegneten – in einer Klasse mit 25 SchülerInnen – im Mittel 22 SchülerInnen mit evolutionsbefürwortenden Einstellungsprofilen, zwei SchülerInnen mit einem unentschlossen-gleichgültigen Profil und einer/m SchülerIn mit einem evolutionsablehnenden Profil. Von den evolutionsbefürwortenden SchülerInnen wiesen fünf SchülerInnen ein szientistisches Einstellungsprofil auf, vier SchülerInnen ein abgeschwächt-szientistisches Profil, je fünf SchülerInnen ein vereinbarendes oder ein konfliktbehaftetes Profil und drei SchülerInnen ein ausbalanciertes Profil.

Wie lässt sich dieser Vielfalt im Unterricht begegnen? Die vorliegende Literatur aus dem Bereich *Science Education* empfiehlt, mit Offenheit, Respekt und Toleranz, aber auch mit der notwendigen Klarheit, wenn es um szientistische oder kreationistische Grenzüberschreitungen geht. Angesichts der vergleichsweise weiten Verbreitung szientistischer Einstellungsprofile in der vorliegenden Arbeit bleibt zu hoffen, dass künftige Forschungen szientistische Überzeugungen von SchülerInnen stärker in den Blick nehmen und so eine gezielte unterrichtliche Berücksichtigung derartiger Positionen ermöglichen. Eine unterrichtliche Thematisierung der Grenzen der Naturwissenschaften könnte – wie in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagen – hierzu konkrete Ansatzpunkte liefern.

## 12. Literaturverzeichnis

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But. *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215–233.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument: Views on Science - Technology - Society (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477–491.
- Ajzen, I. (1995). Beliefs. In Manstead, A. S. R. & M. Hewstone (Eds.), *The Blackwell Encyclopedia of Social Psychology* (pp. 88–89). Oxford: Blackwell Publishers.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behaviour* (Vol. 1980). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Ajzen, I. (2001). Nature and Operation of Attitudes. *Annual Review of Psychology*, 52, 27–58.
- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S., & Traynor, A. (2012). Modeling the Interrelationships Among Pre-service Science Teachers' Understanding and Acceptance of Evolution, Their Views on Nature of Science and Self-Efficacy Beliefs Regarding Teaching Evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 937–957.
- Allmon, W. D. (2011). Why don't people think evolution is true? Implications for teaching, in and out of the classroom. *Evolution: Education & Outreach*, 4, 648–665.
- 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.
- Anderson, D. L., Fisher, K. M., & Smith, M. U. (2010). Support for the CINS as a Diagnostic Conceptual Inventory: Response to Nehm and Schonfeld (2008) REPLY. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 354–357.
- Anderson, R. D. (2007). Teaching the Theory of Evolution in Social, Intellectual, and Pedagogical Context. *Science Education*, 91(4), 664–677.
- Angel, H.-F. (2009a). Ausblendungen, Lebensrelevanz und Glaubensprozesse (Creditionen). Religionspädagogische Positionierungen im Schnittfeld von Naturwissenschaft und Theologie. *Theo-Web. Zeitschrift für Religionspädagogik*, 8(1), 26–41.
- Angel, H.-F. (2009b). Steiniges Terrain. Religionspädagogische Sondierungen im Schnittfeld von Naturwissenschaft und Theologie. *Theo-Web. Zeitschrift für Religionspädagogik*, 8(1), 4–25.
- Apaydin, Z., & Sürmeli, H. (2009). Undergraduate Students' Attitudes Towards the Theory of Evolution. *Elementary Education Online*, 8(3), 820–842.
- Arnoldshainer Konferenz. (1992). *Das Buch Gottes: Elf Zugänge zur Bibel: Ein Votum des Theologischen Ausschusses der Arnoldshainer Konferenz*. Neukirchen-Vluyn: Neukirchener Verlag.

- 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.
- Athanasίου, K., Katakos, E., & Papadopoulou, P. (2012). Conceptual ecology of evolution acceptance among Greek education students: the contribution of knowledge increase. *Journal of Biological Education*, 46(4), 234–241.
- Ayala, F. J. (2012). *The big questions: Evolution*. London: Quercus Publishing Plc.
- 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). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung - Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7–28.
- Barbour, I. G. (2003). *Wissenschaft und Glaube. Historische und zeitgenössische Aspekte*. Göttingen.
- Barbour, I. G. (2010). *Naturwissenschaft trifft Religion. Gegner, Fremde, Partner?* Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Barbour, I. G. (1990). *Religion and science. Historical and contemporary issues*. London: SCM Press LTD.
- Barth, K. (1975). *Gesamtausgabe: Briefe 1961-1968* (1st ed., Vol. 5). Zürich: Theologischer Verlag.
- Baumert, J. (2002). Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In N. Killius, J. Kluge, & L. Reisch (Eds.), *Die Zukunft der Bildung* (pp. 100–150). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Bayrhuber, H. (2011). Evolution und Schöpfung - eine Übersicht. In H. Bayrhuber, A. Faber, & R. Leinfelder (Eds.), *Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung* (pp. 12–19). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Bayrhuber, H., Faber, A., & Leinfelder, R. (Eds.). (2011). *Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung*. Seelze: Klett Kallmeyer.
- Berkman, M. B., & Plutzer, E. (2011). Defeating Creationism in the Courtroom, But Not in the Classroom. *Science*, 331(6016), 404–405.
- Billingsley, B. (2013). Students' Perceptions of Apparent Contradictions Between Science and Religion: Creation Is Only the Beginning. In N. Mansour & R. Wegerif (Eds.), *Cultural Studies of Science Education: Vol. 8. Science Education for Diversity. Theory and Practice* (pp. 329–338). Dordrecht: Springer.
- 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, B. A., & Anderson, C. W. (1986). Evolution by natural selection: A teaching module. *Occasional Paper No. 91*, 3–58.

- Bishop, G. F. (2005). *The illusion of public opinion: Fact and artifact in American public opinion polls*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.
- Blancke, S., Hjermitsev, H. H., & Kjærgaard, P. C. (Eds.). (2014). *Creationism in Europe*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Blancke, S., Bourdry, M., Braeckman, J., Smedt, J. de, & Cruz, H. de. (2011). Dealing with creationist challenges. What European biology teachers might expect in the classroom. *Journal of Biological Education*, 45(4), 176–182.
- Bohner, G., & Wänke, M. (2002). *Attitudes and Attitude Change*. Hove: Psychology Press.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). *Applying the Rasch Model: Fundamental measurement in the human sciences*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Brasseur, A. (2011). Einstellungen und Wissen zur Evolution und Wissenschaft in Europa. In D. Graf (Ed.), *Evolutionstheorie - Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich* (pp. 1–8). Heidelberg: Springer.
- 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.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts, W. J., & Shipman, H. L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 340–362.
- Bühl, A. (2010). *SPSS 18. Einführung in die moderne Datenanalyse* (12th ed.): München.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (2nd ed.). München: Pearson Studium.
- Cavallo, A., & McCall, D. (2008). Seeing May Not Mean Believing: Examining Students' Understandings & Beliefs in Evolution. *American Biology Teacher*, 70(9), 522–530.
- Chaiken, S., & Stangor, C. (1987). Attitudes and Attitude-Change. *Annual Review of Psychology*, 38, 575–630.
- Clément, P. (2015). Creationism, Science and Religion: A Survey of Teachers' Conceptions in 30 Countries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 167, 279–287. doi:10.1016/j.sbspro.2014.12.675
- Clores, M. A., & Limjap, A. A. (2006). Diversity of Students' Beliefs about Biological Evolution. *Asia Pacific Journal of Education*, 26(1), 65–77. doi:10.1080/02188790600607960
- Cobern, W. W. (1991). Introducing teachers to the philosophy of science: The card exchange. *Journal of Science Teacher Education*, 2(2), 45–46.
- Cobern, W. W. (2004). Apples and Oranges: A Rejoinder to Smith and Siegel. *Science & Education*, 13(6), 583–589.
- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (1998). The Card Exchange: Introducing the Philosophy of Science. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (pp. 73–82). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining "Science" in a Multicultural World: Implications for Science Education. *Science Education*, 85(1), 50–67.
- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2008). An Essay for Educators: Epistemological Realism Really is Common Sense. *Science & Education*, 17(4), 425–447.
- Cobern, W. W. (1996). Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education. *Science Education*, 80(5), 579–610.
- Cobern, W. W. (2000). The nature of science and the role of knowledge and belief. *Science & Education*, 9(3), 219–246.
- Colburn, A., & Henriques, L. (2006). Clergy views on evolution, creationism, science, and religion. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 419–442.
- Crites, S. L., Fabrigar, L. R., & Petty, R. E. (1994). Measuring the Affective and Cognitive Properties of Attitudes: Conceptual and Methodological Issues. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20(6), 619.
- Cunningham, D. L., & Wescott, D. J. (2009). Still more "Fancy" and "Myth" than "Fact" in Students' Conceptions of Evolution. *Evolution: Education & Outreach*, 2, 505–517.
- Curry, A. (2009). Creationist Beliefs Persist in Europe. *Science*, 323(5918), 1159.
- 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.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Why Does it Matter? *Science & Education*. (online first).
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection*. London: Murray.
- Davier, M. von. (2001a). WINMIRA 2001 (Manual). Retrieved from <http://208.76.84.140/~svfklumu/wmira/winmiramanual.pdf>
- Davier, M. von. (2001b). WINMIRA 2001 (Software): IPN. Retrieved from <http://208.76.84.140/~svfklumu/wmira/index.html>
- Dawkins, R. (2006). *The God Delusion*. London: Transworld Publishers.
- Dawkins, R. (2009). *The Greatest Show on Earth: The evidence for evolution*. London: Bantam Press.
- 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.
- Dempsey, R., Gresele, C., Bögeholz, S., Martens, T., Mayer, J., Rode, H., & Rost, J. (1997). Empirical studies on environmental education in Germany: Contributions by the institute for science education. *Research in Science Education*, 28(2), 259–279.
- Deniz, H., Donnelly, L. A., & Yilmaz, I. (2008). 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.
- Die Bibel. Altes und Neues Testament: Einheitsübersetzung.* (1980). Stuttgart: Katholische Bibelanstalt.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften.* Heidelberg: Springer.
- 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.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science.* Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. A. (1988). Abandoning the Scientistic Legacy of Science Education. *Science Education*, 72(1), 51–62.
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes.* Orlando: Harcourt Brace & Company.
- Ecklund, E. H. (2010). *Science vs. Religion: What Scientists Really Think.* Oxford: Oxford University Press.
- EKD. (2010). *Weltentstehung, Evolutionstheorie und Schöpfungsglaube in der Schule. Eine Orientierungshilfe des Rates der Evangelischen Kirche in Deutschland. EKD-Texte.* Hannover.
- Embretson, S., & Reise, S. (2000). *Item response theory for psychologists.* Mahwah: Erlbaum.
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories.* Dordrecht: Springer.
- 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, E. M. (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.
- Eve, R. A., Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2010). Lessons from the social psychology of evolution warfare: Good science alone is not enough. *Evolution: Education & Outreach*, 3, 183–192.
- 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.
- Federer, M. R., Nehm, R. H., Opfer, J. E., & Pearl, D. (2015). Using a constructed-response instrument to explore the effects of item position and item features on the assessment of students' written scientific explanations. *Research in Science Education*, 45(4), 527–553.

- Fenner, A. (2013). *Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie, Konzeption und Evaluation von Unterricht zur Anpassung durch Selektion*. Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- Flick, U. (2000). *Qualitative Forschung: Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Reinbeck.
- fowid. (2014). Weltanschauungen in Deutschland: Religionszugehörigkeiten 2014. Retrieved from [http://fowid.de/fileadmin/datenarchiv/Religionszugehoerigkeit/Religionszugehoerigkeit\\_Bevoelkerung\\_Deutschland\\_2014.pdf](http://fowid.de/fileadmin/datenarchiv/Religionszugehoerigkeit/Religionszugehoerigkeit_Bevoelkerung_Deutschland_2014.pdf)
- Francis, L. J., & Greer, J. E. (1999a). 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. (1999b). Measuring attitude towards science among secondary school students: the affective domain. *Research in Science & Technological Education*, 17(2), 219–226.
- 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.
- Friebertshäuser, B., & Langer, A. (2010). Interviewformen und Interviewpraxis. In B. Friebertshäuser & A. Prengel (Eds.), *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (pp. 437–455). Weinheim, München: Juventa.
- Frister, J. (2013). Die Hirnforschung aus der Sicht von Praktikern: Wie beurteilen Lehrerinnen und Lehrer die pädagogische Relevanz der Hirnforschung? *Berliner Debatte Initial*, 24(1), 51–63.
- 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.
- Gallup-Institute. (2014). Evolution, Creationism, Intelligent Design. Retrieved from <http://www.gallup.com/poll/21814/evolution-creationism-intelligent-design.aspx>
- Gibson, H. M. (1989). Attitudes to religion and science among schoolchildren aged 11 to 16 years in a Scottish city. *Journal of empirical theology*, 1, 5–26.
- Glaze, A. L., Goldston, M. J., & Dantzler, J. (2015). Evolution in the Southeastern USA: Factors Influencing Acceptance and Rejection in Pre-Service Science Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1189–1209. doi:10.1007/s10763-014-9541-1
- Gould, S. J. (1997). Nonoverlapping magisteria. *Natural history*, 106(2), 16–22.
- 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., & Lammers, C. (2011). Evolution und Kreationismus in Europa. In D. Graf (Ed.), *Evolutionstheorie - Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich* (pp. 9–28). Heidelberg: Springer.

- 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*.
- Ha, M., Haury, D. L., & Nehm, R. H. (2012). Feeling of Certainty: Uncovering a Missing Link Between Knowledge and Acceptance of Evolution. *Journal of Research in Science Teaching, 49*(1), 95–121.
- Haack, S. (2007). *Defending science - within reason: Between scientism and cynicism*. New York: Prometheus Books.
- Habermas, J. (1973). *Erkenntnis und Interesse*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Haddock, G., & Maio, G. R. (2007). Einstellungen: Inhalt, Struktur und Funktionen. In K. Jonas, W. Stroebe, & Hewstone, M. R. C. (Eds.), *Sozialpsychologie* (5th ed.). Heidelberg: Springer.
- Hameed, S. (2015). Making sense of Islamic creationism in Europe. *Public understanding of science (Bristol, England), 24*(4), 388–399. doi:10.1177/0963662514555055
- Hammann, M., & Asshoff, R. (2014). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht: Ursachen für Lernschwierigkeiten*. Seelze: Klett Kallmeyer.
- 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* (pp. 130–143). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Hammann, M., & Asshoff, R. (2011). Erkenntnisinteressen und Methoden der Naturwissenschaften. Erkenntnisinteressen und Methoden der Theologie. In H. Bayrhuber, A. Faber, & R. Leinfelder (Eds.), *Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung* (pp. 204–205). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Hammann, M., Konnemann, C., Asshoff, R. (2016). Wissen über Grenzen der Naturwissenschaften (am Beispiel des Szientismus) und Bildung durch Biologieunterricht. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann, & M. Rothgangel (Eds.), *Fachdidaktische Forschungen: Vol. 10. Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (Vol. 9, pp. 261–272). Münster, New York: Waxmann.
- Hanley, P., Bennett, J., & Ratcliffe, M. (2014). The Inter-relationship of Science and Religion: A typology of engagement. *International Journal of Science Education, 36*(7), 1210–1229. doi:10.1080/09500693.2013.853897
- Hansson, L., & Lindahl, B. (2010). "I have chosen another way of thinking". *Science & Education, 19*(9), 895–918.
- Hansson, L., & Redfors, A. (2007). Physics and the possibility of a religious view of the universe: Swedish upper secondary students' views. *Science & Education, 16*(3-5), 461–4787.
- Hartman, H. J., & Glasgow, N. A. (2002). *Tips for the Science Teacher. Research-Based Strategies to Help Students Learn*. Thousand Oaks: Corwin Press.

- Häussler, P., Hoffmann, L., Langeheine, R., Rost, J., & Knud, S. (1998). A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education, 20*(2), 223–238.
- Hawley, P. H., Short, S. D., McCune, L. A., Osman, M. R., & Little, T. D. (2011). What's the matter with Kansas?: The Development and Confirmation of the Evolutionary Attitudes and Literacy Survey (EALS). *Evolution: Education & Outreach, 4*, 117–132.
- Heap, R., & France, B. (2013). Realising the Potential of an Authentic Context to Understand the Characteristics of NOS and NOT: You, me and UV. *International Journal of Science Education, 35*(2), 335–355.
- Heisenberg, M. (2000). Gehirn und Geist zu Zeiten der Biologie. In N. Elsner & G. Lürer (Eds.), *Das Gehirn und sein Geist* (pp. 131–146). Göttingen: Wallstein Verlag.
- Hemminger, H. (2010). Evolutionsbiologie, Szientismus, Kreationismus wissenschaftstheoretisch betrachtet. *Zeitschrift für Religions- und Weltanschauungsfragen, 73*(8), 283–297.
- Hermann, R. S. (2008). Evolution as a controversial issue: a review of instructional approaches. *Science & Education, 17*(8-9), 1011–1032.
- Hermisson, S. (eingereicht). Affective concerns shape pupils' attitudes toward creation and evolution. Retrieved from [https://etfrp.univie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/inst\\_rpetf/Team/hermisson/publikationen/affective\\_concerns\\_shape\\_pupils\\_attitudes.pdf](https://etfrp.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/inst_rpetf/Team/hermisson/publikationen/affective_concerns_shape_pupils_attitudes.pdf)
- Höger, C. (2008). *Abschied vom Schöpfergott?: Welterklärungen von Abiturientinnen und Abiturienten in qualitativ-empirisch religionspädagogischer Analyse. Empirische Theologie*. Berlin: LIT Verlag.
- Hokayem, H., & BouJaoude, S. (2008). College students' perceptions of the theory of evolution. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(4), 395–419.
- Hossiep, R. (2016). Cronbachs alpha. In M. A. Wirtz (Ed.), *Dorsch - Lexikon der Psychologie*. Retrieved from <https://portal.hogrefe.com/dorsch/cronbachs-alpha/>
- Hunze, G. (2002). Evolution - Schöpfung. In G. Bitter, R. Englert, G. Miller, & K. E. Nipkow (Eds.), *Neues Handbuch religionspädagogischer Grundbegriffe*. München: Kösel-Verlag.
- Hunze, G. (2007). *Die Entdeckung der Welt als Schöpfung. Religiöses Lernen in naturwissenschaftlich geprägten Lebenswelten*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hunze, G. (2009). Schöpfung - ein unterschätzter Grundbegriff der Religionspädagogik. *Theo-Web. Zeitschrift für Religionspädagogik, 8*(1), 42–55.
- Illner, R. (2000). *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.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education, 20*(7), 591–607.

- 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, U. Harms, D. Krüger, A. Sandmann, U. Unterbruner, Upmeier zu Belzen, A., & H. Vogt (Eds.), *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Internationale Tagung der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBiO. Tagungsband 16.-20.09.2007*. Kassel: Universität Kassel.
- Janich, P., & Weingarten, M. (1999). *Wissenschaftstheorie der Biologie*. München: Fink.
- Jonas, K., Stroebe, W., & Hewstone, M. R. C. (Eds.). (2007a). *Sozialpsychologie* (5th ed.). Heidelberg: Springer.
- Jonas, K., Stroebe, W., & Hewstone, M. R. C. (2007b). *Sozialpsychologie. Eine Einführung*. Heidelberg: Springer.
- Jung, M. H. (2004). *Einführung in die Theologie*. Darmstadt: WBG.
- Kattmann, U. (2013). Glaube an die Evolution? Darwins Theorie im Spiegel der Alltagsvorstellungen von Schülern, Lehrern und Wissenschaftlern. In H. P. Weber & R. Langthaler (Eds.), *Evolutionstheorie und Schöpfungsglaube. Neue Perspektiven der Debatte* (pp. 201–230). Göttingen: V&R unipress.
- Kattmann, U. (2008). Umgang mit kreationistischen Vorstellungen: 7 Leitlinien für den Biologieunterricht. *Unterricht Biologie*, 32(333), 6.
- Kattmann, U. (2010). Wenn Wissenschaft zu Religion wird. *MNU*, 63(6), 370–374.
- Kattmann, U. (2012). Mit der Bibel Evolution lehren? Biologieunterricht zwischen Scientismus und Kreationismus. *MNU*, 65(8), 497–503.
- 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.
- Klose, B. (2009). Kreationismus und Wissenschaftsgläubigkeit - empirisch erfasst!? *Theo-Web. Zeitschrift für Religionspädagogik*, 8, 75–79.
- Klose, B. (2011). Kreationismus, Wissenschaftsgläubigkeit und Werthaltung Jugendlicher. In H. Bayrhuber, A. Faber, & R. Leinfelder (Eds.), *Darwin und kein Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung* (pp. 146–151). Seelze: Klett Kallmeyer.
- KMK. (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. München, Neuwied: Luchterhand.
- König, R. (1952). *Das Interview*. Dortmund, Zürich.
- Konnemann, C., Asshoff, R., & Hammann, M. (2016). Insights into the diversity of attitudes concerning evolution and creation: A multidimensional approach. *Science Education*, 100(4), 673–705. doi:10.1002/sce.21226
- Konnemann, C., & Konnemann, K. (2016). Karten tauschen: Ein Lernspiel zur Vereinbarkeit von Evolution und Schöpfung. *Biologie 5-10*, 4(15), 32–35.
- Konnemann, C., Oberleitner, E., Asshoff, R., Hammann, M., & Rothgangel, M. (2013). Einstellungen Jugendlicher zu Schöpfung und Evolution. In V.-J. Dieterich, B.

- Roebben, & M. Rothgangel (Eds.), *Jahrbuch Jugendtheologie: Vol. 2. "Der Urknall ist immerhin, würde ich sagen, auch nur eine Theorie". Schöpfung und Jugendtheologie.* (pp. 49–62). Stuttgart: Calwer.
- Konnemann, C., Asshoff, R., & Hammann, M. (2012). Einstellungen zur Evolutionstheorie: Theoretische und messtheoretische Klärungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 18*, 81–98.
- Konnemann, C., Nick, M., Brinkmann, S., Asshoff, R., & Hammann, M. (2012). Entwicklung, Erprobung und Validierung von Erhebungsinstrumenten zur Erfassung von Kreationismus und Szientismus bei deutschen SchülerInnen. In U. Harms & F. X. Bogner (Eds.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Didaktik der Biologie - Standortbestimmung und Perspektiven* (Vol. 5, pp. 133–152). Innsbruck: StudienVerlag.
- Korte, S. (2015). *Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts.* Berlin: Logos.
- Köse, E. Ö. (2010). Biology students' and teachers' religious beliefs and attitudes towards theory of evolution. *H. U. Journal of Education, 38*, 189–200.
- Kremer, K., & Mayer, J. (2013). Entwicklung und Stabilität von Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 19*, 77–101.
- Krüger, D., & Vogt, H. (Eds.). (2007). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden.* Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kutschera, U. (2006). Götter und Designer bleiben draußen. *Laborjournal, (6)*, 16–21.
- Kutschera, U. (2008). Creationism in Germany and its possible cause. *Evolution: Education & Outreach, 1*, 84–86.
- Kutschera, U. (2014). Germany. In S. Blancke, H. H. Hjermitsev, & P. C. Kjærgaard (Eds.), *Creationism in Europe* (pp. 105–124). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Lammert, N. (2012). *Akzeptanz, Vorstellungen und Wissen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I zu Evolution und Wissenschaft.* Dortmund, T. U., Dortmund.
- Landeck, S. (2015). *Eine Unterrichtsintervention zum Thema "Evolution und Schöpfung": Einfluss auf Einstellungen, Metawissen und Verhältnisbestimmungen von SchülerInnen der Sek. II.* Unveröffentlichte Masterarbeit.
- 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.
- Lazarsfeld, P. F., Henry, N. W., & Anderson, T. W. (1968). *Latent structure analysis.* Boston: Houghton Mifflin.
- 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*(4), 331–359.
- Lederman, N. G. (2006). Research on Nature of Science: Reflections on the Past, Anticipations of the Future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 7*(1), 1–11.

- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education* (pp. 83–126). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Lederman, N. G., Wade, P., & 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 Academic Publishers.
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2006). Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI): Revision and Further Validation of an Assessment Instrument. Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST). Retrieved from [www.gb.nrao.edu/~sheather/For\\_Sarah/lit%20on%20nature%20of%20science/SUSSI.pdf](http://www.gb.nrao.edu/~sheather/For_Sarah/lit%20on%20nature%20of%20science/SUSSI.pdf)
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Löber, C., & Rothgangel, M. (2008). Naturwissenschaft und Theologie. Eine Unterrichtssequenz zu ihrem Verhältnis in Planung und Analyse. *entwurf*. (4), 46–55.
- Lombrozo, T., Thanukos, A., & Weisberg, M. (2008). The importance of understanding the nature of science for accepting evolution. *Evolution: Education & Outreach*, 1, 280–298.
- Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2011). Creatures in the Classroom: Preservice Teacher Beliefs about Fantastic Beasts, Magic, Extraterrestrials, Evolution and Creationism. *Science & Education*, 20(5-6), 473–489.
- Maiello, C. (2007). *Messung und Korrelate von Religiosität. Beziehungen zwischen Glaubensintensität und psychologisch, pädagogisch, soziologisch sowie medizinisch relevanten Variablen*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Maio, G. R., & Haddock, G. (2010). *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE.
- Mansour, N. (2011). Science Teachers' Views of Science and Religion vs. the Islamic Perspective: Conflicting or Compatible? *Science Education*, 95(2), 281–309.
- Mansour, N., & Wegerif, R. (2013). Why Science Education for Diversity? In N. Mansour & R. Wegerif (Eds.), *Cultural Studies of Science Education: Vol. 8. Science Education for Diversity. Theory and Practice* (pp. ix–xx). Dordrecht: Springer.

- Martínez, R. A., & Glick, T. F. (2014). Catholicism. In S. Blancke, H. H. Hjermitsev, & P. C. Kjærgaard (Eds.), *Creationism in Europe* (pp. 199–213). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Martin-Hansen, L. M. (2008). First-year college students' conflict with religion and science. *Science & Education, 17*(4), 317–357.
- Matthews, D. (2001). Effect of a curriculum containing creation stories on attitudes about evolution. *American Biology Teacher, 63*(6), 404–409.
- Matthews, M. R. (2009a). Science, Worldviews and Education: An Introduction. *Science & Education, 18*(6-7), 641–666.
- Matthews, M. R. (2009b). Teaching the Philosophical and Worldview Components of Science. *Science & Education, 18*(6-7), 697–728.
- Matthews, M. R. (2014). Science, Worldviews and Education. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 1585–1635). Dordrecht: Springer.
- Mazur, A. (2005). Believers and disbelievers in evolution. *Politics and the Life Sciences, 8*, 55–61.
- Mazur, A. (2010). Do Americans Believe Modern Earth Science? *Evolution: Education & Outreach, 3*(4), 629–632.
- McComas, W. F. (Ed.). (1998a). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. (1998b). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (pp. 53–72). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- 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. Rationales and Strategies* (pp. 41–52). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- McCutcheon, A. L. (1987). *Latent class analysis*. Newbury Park: SAGE.
- McKeachie, W. J., Lin, Y. G., & Strayer, J. (2002). Creationist vs. evolutionary beliefs: Effects on learning biology. *American Biology Teacher, 64*(3), 189–192.
- Meadows, L., Doster, E., & Jackson, D. F. (2000). Managing the conflict between evolution & religion. *American Biology Teacher, 62*(2), 102–107.
- Miller, J. D., Scott, E. C., & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science, 313*(5788), 765–766.
- Miller, M., Montplaisir, L. M., Offerdahl, E. G., Cheng, F.-C., & Ketterling, G. L. (2010). Comparison of Views of the Nature of Science between Natural Science and Nonscience Majors. *CBE - Life Sciences Education, 9*, 45–54.
- 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. (2010a). Development and Preliminary Evaluation of the Measure of Understanding of Macroevolution: Introducing the MUM. *Journal of Experimental Education, 78*(2), 151–190.
- Nadelson, L. S., & Southerland, S. A. (2012). A More Fine-Grained Measure of Students' Acceptance of Evolution: Development of the Inventory of Student Evolution Acceptance—I-SEA. *International Journal of Science Education, 34*(11), 1637–1666.
- Nadelson, L. S., & Southerland, S. A. (2010b). Examining the Interaction of Acceptance and Understanding: How Does the Relationship Change with a Focus on Macroevolution? *Evolution: Education & Outreach, 3*, 82–88.
- National Academy of Sciences (US). (1998). *Teaching about Evolution and the Nature of Science*. Washington D.C.: National Academy Press.
- National Academy of Sciences (US). (2008). *Science, evolution, and creationism*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Nehm, R. H., Beggrow, E. P., Opfer, J. E., & Ha, M. (2012). Reasoning About Natural Selection: Diagnosing Contextual Competency Using the ACORNS Instrument. *The American Biology Teacher, 74*(2), 91–98.
- 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.
- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2008). Measuring Knowledge of Natural Selection: A Comparison of the CINS, an Open-Response Instrument, and an Oral Interview. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(10), 1131–1160.
- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2010). The Future of Natural Selection Knowledge Measurement: A Reply to Anderson et al. (2010) REPLY. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(3), 358–362.
- Nehm, R. H., & Ha, M. (2011). Item feature effects in evolution assessment. *Journal of Research in Science Teaching, 48*(3), 237–256. doi:10.1002/tea.20400
- Nelson, C. E. (2012). Why Don't Undergraduates Really "Get" Evolution? What Can Faculty Do? In K. S. Rosengren, S. K. Brem, E. M. Evans, & G. M. Sinatra (Eds.), *Evolution Challenges. Integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (pp. 311–347). Oxford: Oxford University Press.
- Newsweek Staff (2004, December 4). The Christmas Miracle. *Newsweek*. Retrieved from <http://www.newsweek.com/poll-christmas-miracle-123211>
- Novick, L. R., & Catley, K. M. (2012). Assessing Students' Understanding of Macroevolution: Concerns regarding the validity of the MUM. *International Journal of Science Education, 34*(17), 2679–2703. doi:10.1080/09500693.2012.727496
- OECD. (2009). *Take the Test: Sample Questions from OECD's PISA Assessment*. Paris: OECD Publishing.
- Olson, J. M., & Zanna, M. P. (1993). Attitudes and Attitude Change. *Annual Review of Psychology, 44*, 117–154.

- Opfer, J. E., Nehm, R. H., & Ha, M. (2012). Cognitive Foundations of Science Assessment Design: Knowing What Students Know About Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(6), 744–777.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science?: - A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.
- 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(2), 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(6-8), 739–755.
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden: Blackwell.
- Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1986). *Communication and persuasion: Central and peripheral routes to attitude change*. New York: Springer.
- Pew Research Center. (2015). Religious Landscape Study. Retrieved from <http://www.pewforum.org/religious-landscape-study/>
- Pigliucci, M. (2002). *Denying evolution: Creationism, scientism and the nature of science*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Plückebaum, A.-M. (2016). *Szientistischen Überzeugungen in deutschen Klassenzimmern? Eine qualitative biologiedidaktische Untersuchung mit SchülerInnen der SII*. Unveröffentlichte Masterarbeit.
- Pobiner, B. (2016). Accepting, understanding, teaching, and learning (human) evolution: Obstacles and opportunities. *AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY*, 159(Suppl 61), 232–274. doi:10.1002/ajpa.22910
- Poole, M. (2008). Creationism, intelligent design and science education. *SSR*, 330(90), 123–129.
- Popper, K. R. (1975). *Die offene Gesellschaft und ihre Feinde II: Falsche Propheten. Hegel, Marx und die Folgen* (4th ed.). München: UTB.
- Prinou, L., Halkia, L., & Skordoulis, C. (2008). What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? *Evolution: Education & Outreach*, 1, 312–317.
- Rehfus, W. D. (Ed.). (2003). *Handwörterbuch Philosophie*. Stuttgart: Vandenhoeck & Ruprecht.

- Reid, N. (2011). Attitude research in science education. In I. M. Saleh (Ed.), *Attitude research in science education. Classic and contemporary measurements* (pp. 3–44). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Reinders, H. (2005). *Qualitative Interviews mit Jugendlichen führen: Ein Leitfaden*. München: Oldenbourg Verlag.
- Reiss, M. J. (2008). Should science educators deal with the science/religion issue? *Studies in Science Education*, 44(2), 157–186.
- Reiss, M. J. (2009a). Imagining the World: The Significance of Religious Worldviews for Science Education. *Science & Education*, 18(6-7), 783–796.
- Reiss, M. J. (2009b). The Relationship between Evolutionary Biology and Religion. *Evolution*, 63(7), 1934–1941.
- Reiss, M. J. (2013). Religion in Science Education. In N. Mansour & R. Wegerif (Eds.), *Cultural Studies of Science Education: Vol. 8. Science Education for Diversity. Theory and Practice* (pp. 317–328). Dordrecht: Springer.
- Retzlaff-Fürst, C., & Urhahne, D. (2009). Evolutionstheorie, Religiosität und Kreationismus und wie Schüler darüber denken. *MNU*, 62(3), 173–183.
- Ritter, J., Gründer, K., & Gabriel, G. (Eds.). (2001). *Historisches Wörterbuch der Philosophie* (Vol. 12). Basel: Schwabe.
- Ritter, w. H. (1999). Schöpfung/Leben. In R. Lachmann, G. Adam, & w. H. Ritter (Eds.), *Theologische Schlüsselbegriffe: biblisch, systematisch, didaktisch*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Rost, J. (1997). Logistic Mixture Models. In van der Linden, W. J. & R. K. Hambleton (Eds.), *Handbook of Modern Item Response Theory* (pp. 449–464). New York: Springer.
- Rost, J. (1996). *Lehrbuch Testtheorie, Testkonstruktion*. Bern: Hans Huber.
- Roth, W. M., & Alexander, T. (1997). The interaction of students' scientific and religious discourses: Two case studies. *International Journal of Science Education*, 19(2), 125–146.
- Rothgangel, M. (2011a). Urknall oder Bibel? *Bibel heute*, 47(4), 20–21.
- Rothgangel, M. (2012). Schöpfung – Praktisch-theologische Herausforderungen und bildungstheoretische Konsequenzen. In K. Schmid (Ed.), *Schöpfung* (pp. 295–323). Tübingen.
- Rothgangel, M. (1999). *Naturwissenschaft und Theologie. Wissenschaftstheoretische Gesichtspunkte im Horizont religionspädagogischer Überlegungen*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Rothgangel, M. (2009). "Naturwissenschaft und Theologie" aus der Perspektive empirischer Unterrichtsforschung. *Theo-Web. Zeitschrift für Religionspädagogik*, 8(1), 68–74.
- Rothgangel, M. (2011b). Kreationismus und Szientismus: Didaktische Herausforderungen. In H. Bayrhuber, A. Faber, & R. Leinfelder (Eds.), *Darwin und kein*

- Ende? Kontroversen zu Evolution und Schöpfung* (pp. 154–169). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Rutledge, M. L., & Sadler, K. C. (2007). Reliability of the measure of acceptance of the theory of evolution (MATE) instrument with university students. *American Biology Teacher*, 69(6), 332–335.
- 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.
- Ryan, A. G., & Aikenhead, G. S. (1992). Students Preconceptions About the Epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), 559–580.
- Saleh, I. M. (Ed.). (2011). *Attitude research in science education: Classic and contemporary measurements*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Scheffczyk, L. (1979). *Die Theologie und die Wissenschaft*. Aschaffenburg: Pattloch Verlag.
- Schöttler, P. (2012). Szientismus: Zur Geschichte eines schwierigen Begriffs. *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 20(4), 245–269. doi:10.1007/s00048-012-0078-5
- Scott, E. C. (1999). The Creation/Evolution Continuum. *Reports of the National Center for Science Education*, 19(4), 16–17.
- Scott, E. C. (2009). *Evolution vs. Creationism. An Introduction*. Berkely, Los Angeles: University of California Press.
- Seckler, M. (1998). Was heißt eigentlich "Schöpfung"? Zugleich ein Beitrag zum Dialog zwischen Theologie und Naturwissenschaft. In J. Dorschner (Ed.), *Der Kosmos als Schöpfung. Zum Stand des Gesprächs zwischen Naturwissenschaft und Theologie*. Regensburg: Pustet.
- 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*. Retrieved from <http://www.scholarlyexchange.org/ojs/index.php/EJSE/article/viewArticle/7553/5320>
- Shavitt, S. (1990). The role of attitude objects in attitude function. *Journal of Experimental Social Psychology*, 26, 124–148.
- Shipman, H. L., Brickhouse, N. W., Dagher, Z., & Letts, W. J. (2002). Changes in student views of religion and science in a college astronomy course. *Science Education*, 86(4), 526–547.
- 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., 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.
- 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., & Pintrich, P. R. (Eds.). (2003). *Intentional Conceptual Change*. Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum.
- Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. *Science & Education*, 22(7), 1873–1890. doi:10.1007/s11191-011-9401-0
- Smith, E. R., & Mackie, D. M. (2007). *Social psychology*. New York: Psychology Press.
- 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. (2010a). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science & Education*, 19(6-8), 523–538.
- 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., & Snyder, S. W. (2015). The Generalized Acceptance of Evolution Evaluation (GAENE). Retrieved from <http://humanorigins.si.edu/education/teaching-evolution-through-human-examples>
- Smith, M. U. (2010b). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. *Science & Education*, 19(6-8), 539–571.
- Smith, M. U., & Siegel, H. (2004). Knowing, believing, and understanding: What goals for science education? *Science & Education*, 13(6), 553–582.
- Sokolowski, K. (2008). Emotion. In J. Müsseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (pp. 294–333). Berlin, Heidelberg: Spektrum.
- Sorell, T. (1991). *Scientism. Philosophy and the infatuation with science*. London, New York: Routledge.
- Southerland, S. A., Sinatra, G. M., & Matthews, M. R. (2001). Belief, knowledge, and science education. *Educational Psychology Review*, 13(4), 325–351.
- 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.

- Starke, A. (Ed.). (2013). *Biologie heute SII: Lehrermaterialien Teil 2*. Braunschweig: Schroedel.
- Stenmark, M. (1997). What is scientism? *Religious studies*, 33(1), 15–32.
- Stenmark, M. (2013). Scientism. In Runehov, A. L. C., L. Oviedo, & N. P. Azari (Eds.), *Encyclopedia of sciences and religions* (pp. 2103–2105). Dordrecht: Springer.
- Stenmark, M. (2001). *Scientism: Science, ethics and religion*. Aldershot: Ashgate.
- Stenmark, M. (2004). *How to relate science and religion: a multidimensional model*. Michigan: Eerdmans.
- Stöhr, L. (2014). *Denkweisen und Einstellungen von SchülerInnen der Sekundarstufe II zu Evolution und Schöpfung: Eine qualitative Studie*. Unveröffentlichte Masterarbeit.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz.
- 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).
- Taber, K. S. (2013). Conceptual Frameworks, Metaphysical Commitments and Worldviews: The Challenge of Reflecting the Relationships Between Science and Religion in Science Education. In N. Mansour & R. Wegerif (Eds.), *Cultural Studies of Science Education: Vol. 8. Science Education for Diversity. Theory and Practice* (pp. 151–175). Dordrecht: Springer.
- Taber, K. S. (2014). *Science vs. Religion: What Scientists Really Think*, by Elaine Howard Ecklund. Oxford University Press, Oxford, UK, 2010. xi+ 228 pp. ISBN 9780195392982. *Science Education*, 98(1), 182–184.
- Taber, K. S., Billingsley, B., Riga, F., & Newdick, H. (2011). Secondary Students' Responses to Perceptions of the Relationship Between Science and Religion: Stances Identified From an Interview Study. *Science Education*, 95(6), 1000–1025.  
doi:10.1002/ScE.20459
- Thagard, P., & Findlay, S. (2010). Getting to Darwin: Obstacles to Accepting Evolution by Natural Selection. *Science & Education*, 19(6-8), 625–636.
- Theis, J. (2005). *Biblische Texte verstehen lernen. Eine bibeldidaktische Studie mit einer Untersuchung zum Gleichnis vom barmherzigen Samariter*. Stuttgart: Kohlhammer.
- ThePewForum. (2009). Religious Differences on the Question of Evolution. Retrieved from <http://www.pewforum.org/2009/02/04/religious-differences-on-the-question-of-evolution/>
- 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.

- Trautmann, M., & Wischer, B. (2011). *Heterogenität in der Schule: Eine kritische Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Uman, L. S. (2011). Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 20(1), 57–59.
- University of California Museum of Paleontology. (2016). "Science has limits: A few things that science does not do". Understanding Science. Retrieved from [http://undsci.berkeley.edu/article/0\\_0\\_0/whatisscience\\_12](http://undsci.berkeley.edu/article/0_0_0/whatisscience_12)
- Urhahne, D., Kremer, K., & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften?: Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 71–93.
- 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.
- Wagler, A., & Wagler, R. (2013). Addressing the Lack of Measurement Invariance for the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2278–2298. doi:10.1080/09500693.2013.808779
- Wan, Z. H., Wong, S. L., & Yung, B. H. W. (2011). Common Interest, Common Visions?: Chinese Science Teacher Educators' Views About the Values of Teaching Nature of Science to Prospective Science Teachers. *Science Education*, 95(6), 1101–1123. doi:10.1002/Sce.20451
- 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.
- Waschke, T. (2009). Moderne Evolutionsgegner - Kreationismus und Intelligentes Design. In C. Antweiler, C. Lammers, & N. Thies (Eds.), *Die unerschöpfte Theorie. Evolution und Kreationismus in Wissenschaft und Gesellschaft* (pp. 75–98). Aschaffenburg: Alibri.
- Wescott, D. J., & Cunningham, D. L. (2005). Recognizing student misconceptions about science and evolution. *MountainRise*, 2(2). Retrieved from <http://mountainrise.wcu.edu/index.php/MtnRise/article/download/60/69>
- Wiles, J. R., & Alters, B. (2011). Effects of an Educational Experience Incorporating an Inventory of Factors Potentially Influencing Student Acceptance of Biological Evolution. *International Journal of Science Education*, 33(18), 2559–2585.
- Williams, J. D. (2009). Belief versus acceptance: Why do people not believe in evolution? *Bioessays*, 31(11), 1255–1262.
- Williams, J. D. (2015). Evolution Versus Creationism: A matter of acceptance versus belief. *Journal of Biological Education*, 49(3), 322–333.
- Wilson, D. P. (2010). European Christians are at the forefront in accepting evolution: results from an internet-based survey. *Evolution & development*, 12(6), 537–540. doi:10.1111/j.1525-142X.2010.00439.x

- Winslow, M. W., Staver, J. R., & Scharmann, L. C. (2011). Evolution and Personal Religious Belief: Christian University Biology-Related Majors' Search for Reconciliation. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(9), 1026–1049. doi:10.1002/Tea.20417
- Witzel, A. (2000). Das problemzentrierte Interview. *Forum: Qualitative Sozialforschung*, 1(1). Retrieved from <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1132/2521Cached>
- Woods, C. S., & Scharmann, L. C. (2001). High school students' perceptions of evolutionary theory. *Electronic Journal for Science Education*. Retrieved from <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/woodsetal.html>
- Wu, M. L., Adams, R. J., Wilson, M. R., & Haldane, S. A. (2007). Acer ConQuest. Version 2.0. Camberwell, Victoria: ACER Press.
- Yasri, P. (2014). *Views of the relationship between science and religion and their implications for student learning of evolutionary biology*. Glasgow, University of, Glasgow.
- Yasri, P., Arthur, S., Smith, M. U., & Mancy, R. (2013). Relating Science and Religion: An Ontology of Taxonomies and Development of a Research Tool for Identifying Individual Views. *Science & Education*, 22(10), 2679–2707. doi:10.1007/s11191-013-9623-4
- Zeyer, A. (2009). Public Reason and Teaching Science in a Multicultural World: a Comment on Cobern and Loving: "An Essay for Educators..." in the Light of John Rawls' Political Philosophy. *Science & Education*, 18(8), 1095–1100.
- Zeyer, A. (2005). Szientismus im naturwissenschaftlichen Unterricht?: Konsequenzen aus der politischen Philosophie von John Rawls. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 193–206.

## 13. Anhang

### 13.1 Abkürzungsverzeichnis

ACORNS	Assessing Contextual Reasoning about Natural Selection (Nehm et al., 2012)
AE	Attitudes towards evolutionary theory
AC	Attitudes towards the Biblical accounts of creation
AIC	Akaike's Information Criterion
BIC	Baysian Information Criterion
CAIC	Consistent Akaike's Information Criterion
CINS	Conceptual Inventory of Natural Selection (Anderson et al., 2002)
CR	creationist beliefs
EE	Einstellungen zur Evolutionstheorie
ES	Einstellungen zu den Schöpfungserzählungen
EAS	Evolution Attitudes Survey (Ingram & Nelson, 2006)
ECK	Evolution Content Knowledge (Nehm & Schonfeld, 2007)
EKD	Evangelische Kirche Deutschlands
ID	<i>Intelligent Design</i> -Kreationismus
IRT	Item Reponse Theorie
KR	kreationistische Überzeugungen
KTT	Klassische Test-Theorie
LCA	Latent-Class-Analysis
MATE	Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument (Rutledge & Warden, 1999)
MIRA	Mixed Rasch Modell
MUM	Measure of Understanding of Macroevolution (Nadelson & Southerland, 2010a)
n.a.	nicht angegeben
n.s.	nicht signifikant
NOS	<i>nature of science</i> ("Natur der Naturwissenschaften")
NOTh/NOT	<i>nature of theology</i> ("Natur der Theologie")
P1	Profil 1
P2	Profil 2
P3	Profil 3
P4	Profil 4
P5	Profil 5
P6	Profil 6
P7	Profil 7
PCM	Partial Credit Modell
SC	scientistic beliefs
SuS	Schülerinnen und Schüler
SZ	szientistische Überzeugungen
UBC	Understanding biological change (Settlage & Jensen, 1996)

---

## 13.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Dreikomponentenmodell (verändert nach Eagly & Chaiken, 1993).....	3
Abbildung 2: Evolution-Schöpfung-Kontinuum (Scott, 2009).....	7
Abbildung 3: Nationale Unterschiede in der Akzeptanz der Humanevolution (Abbildung nach Miller et al., 2006) .....	9
Abbildung 4: Modi der Weltbegegnung (eigene Darstellung basierend auf Baumert, 2002) .....	16
Abbildung 5: Verhältnismodelle von Naturwissenschaft und Religion (eigene Darstellung basierend auf Hunze [2007], Seckler [1998], Barbour [2010]) .....	17
Abbildung 6: Dreikomponentenmodell der Einstellung (Eagly & Chaiken, 1993, Abbildung verändert nach Jonas, Stroebe, & Hewstone, M. R. C., 2007b, p. 190).....	32
Abbildung 7: Hierarchie von Konstrukten (Abbildung übersetzt nach Reid, 2011) .....	155
Figure 1: Attitude profiles from LCA analysis.....	107
Figure 2: Attitude profiles based on scale means .....	109
Figure 3: Comparison of attitude profiles with respect to the perception of conflict between science and theology .....	112
Figure 4: Distribution of attitude profiles among religious affiliations.....	114

### 13.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über empirische Studien zum Zusammenhang von Akzeptanz und Verständnis der Evolutionstheorie .....	42
Tabelle 2: MATE-Fragebogen (Rutledge & Warden, 1999) (+/- positive bzw. negative Itempolung).....	52
Tabelle 3: EAS-Fragebogen (Ingram & Nelson, 2006) (+/- positive bzw. negative Itempolung).....	53
Tabelle 4: Übersicht über die zur Validierung verwandten Variablen .....	60
Tabelle 5: Wortlaut der Kreationismus-Skala (*invertierte Items).....	61
Tabelle 6: Wortlaut der <i>Intelligent Design</i> -Skala (*invertierte Items).....	62
Tabelle 7: Wortlaut der Szientismus-Skala (*invertierte Items).....	63
Tabelle 8: Itemkennwerte der Kreationismus-Skala .....	64
Tabelle 9: Itemkennwerte der <i>Intelligent Design</i> -Skala.....	65
Tabelle 10: Itemkennwerte der Szientismus-Skala .....	66
Tabelle 11: Deskriptive Ergebnisse .....	67
Tabelle 12: Übersicht über die Erhebungsinstrumente.....	80
Tabelle 13: Korrelationsmatrix.....	80
Table 1: Overview of Item and Scale Statistics (Attitude and Acceptance measures) ...	100
Table 2: Overview of item and scale statistics (additional measures).....	101
Table 3: Subset of Attitude Items Used in LCA Analysis .....	104
Table 4: Intercorrelation Coefficients for the Attitude Measures and the Acceptance Measures.....	105
Table 5: ANOVA-results and descriptives (Means, Standard Error).....	110
Table 6: Classification of the Subsamples Characterized by Different Attitude Profiles Based on MATE Scores.....	111
Table 7: Item Dimensionality Test Results Using Multidimensional PCM .....	123
Table 8: Comparison of Fit for Different Models Based on Information Criteria .....	123

### 13.4 Erhebungsinstrument der Hauptstudie (PUBLIKATION 4)

EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
WWU Münster, Zentrum für Didaktik der Biologie		<input checked="" type="checkbox"/>
Markieren Sie so:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.	
Korrektur:	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.	



## Evolution & Schöpfung

Ihre Meinung ist gefragt!

**Kontakt:**  
Zentrum für Didaktik der Biologie  
Universität Münster, Fachbereich Biologie  
Hindenburgplatz 34  
48143 Münster  
Tel.: 0049 (0)251 39390



EvaSys

Einstellungen zu Evolution und Schöpfung

Electric Paper

## Infos zum Ausfüllen

**Liebe Schülerin, lieber Schüler,**

welche Einstellungen haben Schülerinnen und Schüler in Ihrem Alter zu den Themen Evolution und Schöpfung? Und wodurch werden diese beeinflusst? Diese Fragen möchten wir mit Hilfe dieses Fragebogens beantworten. Ihre ehrlichen und spontanen Antworten sind uns dazu eine große Hilfe.

Wahrscheinlich werden Sie über dieses Thema noch nicht so genau nachgedacht haben. Sie helfen uns sehr, wenn Sie einfach so antworten, wie es Ihnen ganz spontan einfällt. Häufig werden wir Ihnen Fragen stellen, die auf den ersten Blick sehr ähnlich erscheinen. Dennoch ist für uns jede Frage wichtig. Daher bitten wir Sie, keine Frage zu überspringen.

**Zum Dank verlosen wir unter allen vollständig und sorgfältig ausgefüllten Fragebögen 10 Kino-Gutscheine.**

Wir bedanken uns schon jetzt für Ihre Antworten und wünschen Ihnen viel Glück bei der Verlosung!

Das Team von der Universität Münster

**Hinweise zum Ausfüllen des Fragebogens**

Bitte setzen Sie die Kreuze mitten in die Kästchen und nicht dazwischen!

Falls Sie eine Antwort ändern möchten, bitten wir Sie, das ungültige Kästchen vollständig auszumalen und ein anderes anzukreuzen.

Markieren Sie so:     Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.

Korrektur:     Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

**Infobox**

**Gott:** Mit „Gott“ ist immer Ihr eigener, je nach Ihrer Religion spezifischer Gott (z.B. Allah) gemeint.

**Bibel:** Mit „Bibel“ meinen wir die christliche Bibel. Wenn Sie einer anderen Religion angehören, ist es völlig in Ordnung, wenn Sie bei den Aussagen an die heilige Schrift Ihrer Religion denken (z.B. an die Thora oder an den Koran).

**Evolutionstheorie:** Die Evolutionstheorie ist die wissenschaftliche Theorie, die die Entstehung und Veränderung der Arten erklärt.

**Schöpfungserzählungen:** Mit Schöpfungserzählungen meinen wir die Schöpfungserzählungen der Bibel.

**Theologie:** Das Wort „Theologie“ bedeutet übersetzt „Lehre von Gott“ und bezeichnet die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Glauben.



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung		 Electric Paper
--------	--	--	--

**Über Sie**

Ihr Alter	<input type="checkbox"/> 15 <input type="checkbox"/> 18 <input type="checkbox"/> sonstige:	<input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 17 <input type="checkbox"/> 20
Ihr Geschlecht	<input type="checkbox"/> männlich	<input type="checkbox"/> weiblich	
Ihre Religion	<input type="checkbox"/> ohne Konfession <input type="checkbox"/> Freikirche <input type="checkbox"/> andere, und zwar:	<input type="checkbox"/> katholisch <input type="checkbox"/> muslimisch	<input type="checkbox"/> evangelisch <input type="checkbox"/> jüdisch
Ihre Klassenstufe	<input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/> sonstige:	<input type="checkbox"/> 12
Ihre Schulform	<input type="checkbox"/> Gymnasium <input type="checkbox"/> Hauptschule	<input type="checkbox"/> Gesamtschule <input type="checkbox"/> Berufskolleg	<input type="checkbox"/> Realschule
Der Name Ihrer Schule	<input type="text"/>		
Haben Sie in diesem Schuljahr Biologieunterricht?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Haben Sie im Biologieunterricht schon über Evolution gesprochen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> weiß nicht
Wenn ja, in welcher Klasse/welchem Kurs?	<input type="text"/>		
Ihre letzte Biologienote	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6
Ihre letzte Religionsnote	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> Ich besuche keinen Religionsunterricht	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

### Ihre Einstellung zur Evolutionstheorie

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

stimme voll und ganz zu  
stimme eher zu  
stimme eher nicht zu  
stimme gar nicht zu

Meine Einstellung zur Evolutionstheorie ist definitiv positiv.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde es schwierig, die Evolutionstheorie zu akzeptieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich denke, dass die Evolutionstheorie eine gute Sache ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist reine Spekulation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe Zweifel an der Evolutionstheorie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist nützlich, weil sie die Entstehung der Artenvielfalt erklärt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin überzeugt, dass die Evolutionstheorie ein wichtiger Bereich der Naturwissenschaften ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist sehr wertvoll, weil sie viele Fragestellungen in der Biologie beantworten kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie bringt der Menschheit keinen Nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist wichtig, weil sie Erkenntnisse über den Ursprung des Lebens liefert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist eine Gefahr für den Glauben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie birgt Gefahren für das Selbstbild des Menschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist eine Gefahr für die moralischen Werte der Gesellschaft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie ist eine Gefahr für mein Weltbild.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

### Ihre Einstellung zur Evolutionstheorie [Fortsetzung]

	<i>stimme gar nicht zu</i>	<i>stimme eher nicht zu</i>	<i>stimme voll und ganz zu</i>	<i>stimme eher zu</i>
Ein negativer Effekt der Evolutionstheorie besteht darin, dass sie die religiösen Überzeugungen der Menschen zerstört.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie zerstört den Glauben an die Schöpfung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie beunruhigt mich, weil ihre Botschaft so kalt und trostlos ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin begeistert von der Evolutionstheorie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich interessiere mich nicht besonders für die Evolutionstheorie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin fasziniert davon, wie die gesamte natürliche Welt durch die Evolutionstheorie erklärt werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde evolutionsbiologische Erklärungen wirklich spannend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es macht mir Spaß etwas über die Evolutionstheorie zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe Angst, dass die Evolutionstheorie meinen Glauben in Frage stellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



### Ihre Einstellung zu den Schöpfungserzählungen

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme voll und ganz zu	stimme eher zu
Ich finde die Schöpfungserzählungen faszinierend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde die Schöpfungserzählungen nicht mehr zeitgemäß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde, dass die Schöpfungserzählungen für mein Leben eine Bedeutung haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen sind mir egal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde die Schöpfungserzählungen hilfreich, weil sie mir den Sinn meines eigenen Daseins erschließen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde die Schöpfungserzählungen problematisch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen erfüllen mich mit Dankbarkeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde die Schöpfungserzählungen langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen stärken mich in meinem persönlichen Glauben an Gott.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde, dass mir die Schöpfungserzählungen ein naives Bild von der Entstehung der Welt vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aussagen der Schöpfungserzählungen geben mir ein Gefühl von Sicherheit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen geben mir Hoffnung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen bereichern mein Leben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen sind einfach nur Quatsch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Über die Schöpfungserzählungen staune ich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Schöpfungserzählungen finde ich nervig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich finde, dass man nicht an die Schöpfungserzählungen glauben sollte, weil naturwissenschaftliche Beweise fehlen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**Was verbinden Sie mit der Evolutionstheorie?**

Welche der folgenden Adjektive beschreiben Ihrer Meinung nach am ehesten die Evolutionstheorie?  
Bitte setzen Sie für jedes Adjektivpaar ein Kreuz.

Die **Evolutionstheorie** ist ...

	↩	↪	↙	○	↘	↻	↷	
wertvoll	<input type="checkbox"/>	wertlos						
vorteilhaft	<input type="checkbox"/>	nachteilig						
perfekt	<input type="checkbox"/>	unvollkommen						
schädlich	<input type="checkbox"/>	hilfreich						
klug	<input type="checkbox"/>	dumm						
nützlich	<input type="checkbox"/>	nutzlos						
sicher	<input type="checkbox"/>	unsicher						
unwichtig	<input type="checkbox"/>	wichtig						
zeitgemäß	<input type="checkbox"/>	nicht zeitgemäß						
naiv	<input type="checkbox"/>	nicht naiv						
problemat- isch	<input type="checkbox"/>	unproble- matisch						

Wenn ich an die **Evolutionstheorie** denke, dann bin ich ...

	↩	↪	↙	○	↘	↻	↷	
begeistert	<input type="checkbox"/>	gleichgültig						
glücklich	<input type="checkbox"/>	verärgert						
gelangweilt	<input type="checkbox"/>	interessiert						
erfreut	<input type="checkbox"/>	traurig						
entspannt	<input type="checkbox"/>	ärgerlich						
zustimmend	<input type="checkbox"/>	ablehnend						
angespannt	<input type="checkbox"/>	gelassen						
geborgen	<input type="checkbox"/>	ängstlich						
erfüllt von Freude	<input type="checkbox"/>	erfüllt von Sorge						
erfüllt von Liebe	<input type="checkbox"/>	erfüllt von Hass						



**Was verbinden Sie mit den Schöpfungserzählungen?**

Welche der folgenden Adjektive beschreiben Ihrer Meinung nach am ehesten die Schöpfungserzählungen? Bitte setzen Sie für jedes Adjektivpaar ein Kreuz.

Die **Schöpfungserzählungen** sind ...

		↩	↪	↙	○	↘	↻	
wertvoll	<input type="checkbox"/>	wertlos						
vorteilhaft	<input type="checkbox"/>	nachteilig						
perfekt	<input type="checkbox"/>	unvollkommen						
schädlich	<input type="checkbox"/>	hilfreich						
klug	<input type="checkbox"/>	dumm						
nützlich	<input type="checkbox"/>	nutzlos						
sicher	<input type="checkbox"/>	unsicher						
unwichtig	<input type="checkbox"/>	wichtig						
zeitgemäß	<input type="checkbox"/>	nicht zeitgemäß						
naiv	<input type="checkbox"/>	nicht naiv						
problematisch	<input type="checkbox"/>	unproblematisch						

Wenn ich an die **Schöpfungserzählungen** denke, dann bin ich ...

		↩	↪	↙	○	↘	↻	
begeistert	<input type="checkbox"/>	gleichgültig						
glücklich	<input type="checkbox"/>	verärgert						
gelangweilt	<input type="checkbox"/>	interessiert						
erfreut	<input type="checkbox"/>	traurig						
entspannt	<input type="checkbox"/>	ärgerlich						
zustimmend	<input type="checkbox"/>	ablehnend						
angespannt	<input type="checkbox"/>	gelassen						
geborgen	<input type="checkbox"/>	ängstlich						
erfüllt von Freude	<input type="checkbox"/>	erfüllt von Sorge						
erfüllt von Liebe	<input type="checkbox"/>	erfüllt von Hass						



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

**Wie stehen Naturwissenschaften und Theologie zueinander?**

Es gibt unterschiedliche Ansichten über das Verhältnis von Naturwissenschaften und Theologie. Welcher der folgenden Aussagen stimmen Sie am ehesten zu? Bitte wählen Sie aus.

**Naturwissenschaften und Theologie...**

- stehen in **Konkurrenz** zueinander, weil sie Aussagen über denselben Gegenstandsbereich (Welt, Mensch, etc.) machen, die sich gegenseitig widersprechen.
- sind **unabhängig** voneinander, weil sie zwei unabhängige Gegenstandsbereiche beleuchten.
- können sich im **Dialog** gegenseitig ergänzen, weil sie zwei verschiedene Perspektiven auf denselben Gegenstandsbereich haben.

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Die Naturwissenschaften widerlegen die Bibel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaften und Theologie ergänzen sich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaften und Theologie beschäftigen sich mit den gleichen Fragestellungen und sind deshalb Konkurrenten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zwischen Naturwissenschaften und Theologie besteht für mich ein Konflikt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Erkenntnisse aus Theologie und Naturwissenschaften widersprechen sich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaft und Theologie können sich im Dialog gegenseitig ergänzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaften und Theologie sind zwei Konkurrenten, die niemals erfolgreich miteinander arbeiten werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaften und Theologie arbeiten naturgemäß gegeneinander.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

**Gott, das Leben und die Welt**

Es gibt unterschiedliche Ansichten darüber, wie das Leben auf der Erde entstanden ist und sich weiter entwickelt hat.

Welcher der folgenden Aussagen stimmen Sie am ehesten zu?

- Gott hat das Leben auf der Erde mit sämtlichen Arten direkt erschaffen, so wie es in der Bibel steht.
- Das Leben auf der Erde wurde von einem höheren Wesen bzw. von Gott erschaffen, durchlief aber einen langwierigen Entwicklungsprozess, der von einem höheren Wesen bzw. von Gott gesteuert wurde.
- Das Leben auf der Erde ist ohne Einwirken einer höheren Macht entstanden und hat sich in einem natürlichen Entwicklungsprozess weiterentwickelt.

Wie bewerten Sie die folgende Aussage?

Menschen, wie wir sie kennen, entwickelten sich aus früheren Tierarten.

- definitiv richtig
- vermutlich richtig
- nicht sicher
- vermutlich falsch
- definitiv falsch

**Welche Rolle spielt Gott bei der Entstehung des Lebens?**

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

- stimme voll und ganz zu
- stimme eher zu
- stimme eher nicht zu
- stimme gar nicht zu

- Ich glaube, dass Gott die Welt in 6 Tagen von je 24 Stunden erschaffen hat.
- Die Tiere und Pflanzen, wie wir sie heute kennen, haben sich aus früheren Arten entwickelt.
- Gott hat alle Tier- und Pflanzenarten direkt erschaffen.
- Vor 600 Mio. Jahren begann ein Prozess, der aus einzelligen Organismen den Menschen hervorgehen ließ.



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung		Electric Paper
<b>Welche Rolle spielt Gott bei der Entstehung des Lebens?</b> [Fortsetzung]			
	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme voll und ganz zu
Alle Anpassungen von Lebewesen können durch natürliche Selektion erklärt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich glaube, dass die Welt genau so entstanden ist, wie die Bibel es in den Schöpfungserzählungen überliefert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich lehne die Evolutionstheorie ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich akzeptiere die Idee der Evolution, die besagt, dass sich alles im Verlaufe von Millionen von Jahren entwickelt hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gott hat die Frau aus der Rippe des Mannes erschaffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich die Natur betrachte, bin ich überzeugt, dass hinter allem Leben ein göttlicher Schöpfungsplan steckt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiere und Pflanzen können sich im Laufe der Zeit geringfügig verändern, aber die Grundtypen sind von einer übernatürlichen Macht erschaffen worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Welt ist so einzigartig, dass sie nur durch einen intelligenten Schöpfer gemacht worden sein kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Man erkennt den Einfluss einer übernatürlichen Macht, da vorhandene komplexe Strukturen von Lebewesen (z.B. Facettenaugen der Fliegen) nicht durch Zufall entstanden sein können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auch die komplexesten Körperstrukturen sind alle nur durch natürliche Prozesse entstanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

### Welchen Stellenwert haben naturwissenschaftliche Erkenntnisse?

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme voll und ganz zu	stimme eher zu
Irgendwann werden die Naturwissenschaften auf alle Fragen eine Antwort haben, die sich die Menschen über das Leben, die Erde und das Weltall stellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nur Ergebnisse aus dem Bereich der Naturwissenschaften können als Erkenntnisse bezeichnet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es ist möglich auch anders als mit naturwissenschaftlichen Mitteln Erkenntnisse zu erlangen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Wissen der Menschen beschränkt sich auf das, was mit naturwissenschaftlichen Methoden herausgefunden werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vernunft verbietet es uns, an etwas zu glauben, das nicht naturwissenschaftlich bewiesen ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es existiert nichts, das nicht mit naturwissenschaftlichen Mitteln gemessen oder beobachtet werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weil sich das Leben aus den Naturwissenschaften erklärt, benötigen wir keine Religionen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Menschen sind nicht mehr und nicht weniger als komplexe bio-chemische Maschinen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heutzutage ist es zwar noch nicht möglich die menschliche Seele naturwissenschaftlich zu erklären, irgendwann wird aber auch das möglich sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwierige moralische Entscheidungen sollten von einem Ethikrat getroffen werden, der nur aus Naturwissenschaftlern besteht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**Akzeptieren Sie die Evolutionstheorie?**

Auf den nächsten beiden Seiten erwartet Sie ein Block mit Fragen, mit denen amerikanische Schüler befragt wurden. Wir wissen, dass einige Fragen sehr ähnlich sind zu denen, die Sie bereits beantwortet haben. Wir bitten Sie, diese trotzdem noch einmal auszufüllen, damit wir die Ergebnisse vergleichen können.

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	unentschieden	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Heute existierende Organismen sind das Ergebnis evolutionärer Prozesse, die sich im Laufe von Jahrmillionen ereignet haben.	<input type="checkbox"/>				
Die Evolutionstheorie lässt sich wissenschaftlich nicht überprüfen.	<input type="checkbox"/>				
Der moderne Mensch ist das Ergebnis von Evolutionsprozessen, die sich im Verlauf von Millionen von Jahren ereignet haben.	<input type="checkbox"/>				
Die Evolutionstheorie basiert auf Spekulation und nicht auf wissenschaftlich gültiger Beobachtung und Überprüfung.	<input type="checkbox"/>				
Die meisten Wissenschaftler akzeptieren die Evolutionstheorie als eine wissenschaftlich gültige Theorie.	<input type="checkbox"/>				
Die vorliegenden Daten sind nicht eindeutig, ob Evolution wirklich stattfindet.	<input type="checkbox"/>				
Die Erde ist jünger als 20.000 Jahre.	<input type="checkbox"/>				
Es gibt eine wesentliche Anzahl an Belegen, die die Evolutionstheorie stützen.	<input type="checkbox"/>				
Organismen existieren heute im Wesentlichen in derselben Gestalt, die sie immer gehabt haben.	<input type="checkbox"/>				
Evolution ist keine wissenschaftlich gültige Theorie.	<input type="checkbox"/>				
Die Erde ist mindestens vier Milliarden Jahre alt.	<input type="checkbox"/>				
Die aktuelle Evolutionstheorie ist das Ergebnis von verlässlicher wissenschaftlicher Forschung und Methodik.	<input type="checkbox"/>				



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

**Akzeptieren Sie die Evolutionstheorie?** [Fortsetzung]

	<i>stimme voll und ganz zu</i>	<i>stimme eher zu</i>	<i>unentschieden</i>	<i>stimme eher nicht zu</i>	<i>stimme gar nicht zu</i>
Die Evolutionstheorie liefert überprüfbare Vorhersagen in Bezug auf die Merkmale des Lebens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie kann nicht richtig sein, weil sie der biblischen Schöpfungserzählung widerspricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Mensch hat heute im Wesentlichen dieselbe Gestalt, die er immer gehabt hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie wird durch Tatsachen sowie durch historische und experimentelle Belege gestützt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Viele Wissenschaftler zweifeln daran, ob Evolution stattfindet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Evolutionstheorie gibt den verschiedenen Merkmalen und Verhaltensweisen Bedeutung, die man bei Lebewesen beobachten kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit wenigen Ausnahmen entstanden alle Organismen auf der Erde ungefähr zum selben Zeitpunkt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evolution ist eine wissenschaftlich gültige Theorie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

### Ihre Einstellungen zu den Naturwissenschaften

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme voll und ganz zu	stimme eher zu
Es werden dringend mehr Naturwissenschaftler gebraucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Entdeckungen schaden mehr, als dass sie nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Naturwissenschaften sind für die Entwicklung eines Landes sehr wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gelder sind in den Naturwissenschaften gut investiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Naturwissenschaften werden uns helfen, die Welt zu einem besseren Platz in der Zukunft zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Naturwissenschaften sind für das alltägliche Leben relevant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Ihre Religiosität

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme voll und ganz zu	stimme eher zu
Ich finde es schwer, an Gott zu glauben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebete helfen mir sehr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich denke, dass es Zeitverschwendung ist, an einen Ort der Andacht (Moschee, Kirche, Synagoge, etc.) zu gehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich weiß, dass Gott mir sehr nahe ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gott hilft mir, ein besseres Leben zu führen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich weiß, dass Gott mir hilft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gott hat für mich eine große Bedeutung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**Ihr Verständnis von Evolution**

Jetzt bitten wir Sie, die folgende Frage zum Geparden frei zu beantworten. Bitte nutzen Sie dazu den vorgegebenen Platz und antworten Sie so ausführlich wie möglich.



Geparden besitzen die Fähigkeit, schnell zu laufen, ca. 100 km/h, wenn sie Beute jagen. Wie würde ein Biologe erklären, wie sich die Fähigkeit des schnellen Laufens bei Geparden entwickelte, wenn die Vorfahren der Geparden lediglich 30 km/h laufen konnten?



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

### Ihr Wissen über die Naturwissenschaften

Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme voll und ganz zu	stimme eher zu
Wenn Naturwissenschaftler dasselbe Ereignis beobachten, können ihre Beobachtungen unterschiedlich sein, weil ihr Vorwissen die Beobachtungen beeinflusst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn zwei Naturwissenschaftler dasselbe Ereignis beobachten, werden die Beobachtungen identisch sein, weil Wissenschaftler objektiv sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn Naturwissenschaftler dasselbe Ereignis beobachten, werden die Beobachtungen gleich sein, weil Beobachtungen Fakten sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler können die gleiche Beobachtung unterschiedlich interpretieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Theorien können vollständig durch neue Theorien ersetzt werden, wenn neue Belege vorliegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Theorien unterliegen fortwährender Überprüfung und Überarbeitung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Theorien können geändert werden, weil Naturwissenschaftler bereits existierende Beobachtungen neu interpretieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Theorien, die auf fehlerfreien Experimenten basieren, werden in der Zukunft nicht verändert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Theorien existieren in der natürlichen Welt und werden durch naturwissenschaftliche Untersuchungen sichtbar gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Gegensatz zu Theorien, sind naturwissenschaftliche Gesetze keinen Änderungen unterworfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Gesetze sind Theorien, die bewiesen worden sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftliche Theorien erklären naturwissenschaftliche Gesetze.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**Ihr Wissen über die Naturwissenschaften** [Fortsetzung]

Naturwissenschaftliche Forschung wird nicht von Gesellschaft und Kultur beeinflusst, weil Naturwissenschaftler darin geübt sind, Untersuchungen unvoreingenommen durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulturelle Werte und Erwartungen bestimmen, was in den Naturwissenschaften durchgeführt und akzeptiert wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulturelle Werte und Erwartungen bestimmen, auf welche Art und Weise die Naturwissenschaften durchgeführt und akzeptiert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alle Kulturen betreiben naturwissenschaftliche Forschung auf dieselbe Art, weil die Naturwissenschaften universell und unabhängig von Gesellschaft und Kultur sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler nutzen ihren Einfallsreichtum und ihre Kreativität, wenn sie Daten sammeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler nutzen ihren Einfallsreichtum und ihre Kreativität, wenn sie Daten analysieren und interpretieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler nutzen nicht ihren Einfallsreichtum und ihre Kreativität, weil diese mit ihrer logischen Argumentation im Widerspruch stehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler nutzen nicht ihren Einfallsreichtum und ihre Kreativität, weil diese ihre Objektivität beeinflussen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler nutzen verschiedene Methoden, um fruchtbare Ergebnisse hervorzubringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Naturwissenschaftler folgen immer denselben Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn Naturwissenschaftler die naturwissenschaftliche Methode korrekt anwenden, sind ihre Ergebnisse wahr und präzise.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Experimente sind nicht die einzigen Mittel, die für die Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens genutzt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	Electric Paper
--------	--	----------------

### Ihr Wissen über die Theologie

In den folgenden Aussagen geht es um christliche Theologie. Bitte kreuzen Sie bei jeder Aussage an, wie stark Sie zustimmen.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Die Theologie ist gleichbedeutend mit Bibelwissenschaften.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ziel der Theologie sind Aussagen über die naturwissenschaftliche Beschaffenheit der Welt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Theologie fragt, warum es die Welt gibt und nimmt dabei eine Begründung in den Blick, die mehr als die messbare Welt umfasst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bibelwissenschaft ist nur eine von vielen Disziplinen der Theologie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manche theologische Aussagen über Gott verändern sich mit der Zeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Theologische Aussagen über Gott ändern sich grundsätzlich nie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Theologen nutzen verschiedene Methoden, um Aussagen über Gott zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Grundaussagen der Theologie ändern sich nie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein zentrales Thema der Theologie ist Gott in seiner Beziehung zum Menschen und zur Schöpfung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bibel ist die wichtigste Quelle für Aussagen über Gott und seine Beziehung zum Menschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die historisch-kritische Auslegung der Bibel ist der einzige Weg, um theologische Aussagen zu gewinnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bibel ist nicht die einzige Quelle für Theologen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gegenstand der Theologie ist das Christentum in Geschichte, Gegenwart und Zukunft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



EvaSys	Einstellungen zu Evolution und Schöpfung	 Electric Paper
--------	--	--

**und zum Schluss ...**

***Falls Sie noch Anmerkungen zu unserer Umfrage haben oder uns sonst etwas mitteilen möchten, können Sie dies hier gerne tun.***

**Vielen Dank für die Bearbeitung des Fragebogens!**

**Sie wollen am Gewinnspiel teilnehmen?**

**Dann geben Sie uns hier Ihre Email-Adresse an:**

---

**Selbstverständlich werden Ihre Daten  
nicht zusammen mit Ihrer Mail-Adresse gespeichert.  
Sie dient allein der Kontaktaufnahme im Fall des Gewinns.**

**Wir wünschen Ihnen viel Glück!**



## Danksagungen

Eine wissenschaftliche Arbeit ist nie das Werk einer einzelnen Person. Deshalb möchte ich mich an dieser Stelle bei allen Menschen bedanken, die mich bei der Entstehung dieser Arbeit unterstützt und zu deren Erfolg beigetragen haben.

Mein Dank gilt ganz besonders

- Prof. Dr. Marcus Hammann und Dr. Roman Asshoff für die Überlassung des überaus interessanten wie ergiebigen Themas und für die stetige kritische Auseinandersetzung beginnend von den ersten Ideen bis zum Abschluss der Arbeit. Ohne ihren wertvollen akademischen Rat und den "richtigen Riecher" für innovative und gewinnbringende Fragestellungen wäre diese Arbeit in der vorliegenden Form nicht entstanden.
- Prof. Dr. Helge Gresch für die Bereitschaft zur Begutachtung dieser Arbeit.
- Prof. Dr. Martin Rothgangel und Elisabeth Oberleitner für die Unterstützung bei der Erschließung der theologischen Perspektive auf das Themenfeld.
- Dr. Martin Senkbeil und Dr. Jan Marten Ihme für die statistische Beratung zu zentralen Schritten der mehrdimensionalen Modellierung.
- Steffen Eisner für die technische Unterstützung bei der Nutzung der Software EVASYS für die Datenerhebung der Hauptstudie.
- Den MasterstudentInnen Julia Dankbar, Sabine Brinkmann, Muriel Nick, Patrick Laabs, Franziska Neugebauer, Christoph Glins, Lena Stöhr, Sarah Landeck, Claudia Hess, Kim Isabell Geißler und Anna-Maria Plückebaum für ihr Engagement und die gemeinsame Forschung zu Einstellungen von SchülerInnen.
- Allen SchülerInnen, LehrerInnen und nicht zuletzt den Schulleitungen für die Bereitschaft zur Teilnahme an den empirischen Studien, die dieser Arbeit zugrunde liegen.
- Der Erhardt Friedrich-Stiftung für die Förderung des wissenschaftlichen Projekts „Einstellungen und Unterricht zum Themenkomplex ‚Evolution und Schöpfung‘“, welches den Ausgangspunkt für diese Arbeit darstellte.
- Allen MitarbeiterInnen des Zentrums für Didaktik der Biologie der WWU Münster für Unterstützung in Forschung und Lehre.

Vielen herzlichen Dank

