

Technische Universität Dortmund

Dissertation

**Akzeptanz, Vorstellungen und Wissen von
Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I
zu Evolution und Wissenschaft**

zur Erlangung des akademischen Grades Doctor paedagogiae (Dr. paed.)

vorgelegt dem

Fachbereich Chemie, Fachgruppe Biologie und ihre Didaktik

der Technischen Universität Dortmund

von Dipl. Biologin Nicola Lammert

Gutachter: 1. Prof. Dr. Dittmar Graf

2. Prof. Dr. Wolfgang Kirchner

Eingereicht am:

26. Januar 2012

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen bedanken, die mich auf dem Weg zur Fertigstellung meiner Promotion begleitet haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dittmar Graf, der diese Arbeit erst ermöglicht hat und mir durch seine konstruktive Unterstützung und seinen fachlichen Rat stets zur Seite stand.

Danken möchte ich insbesondere auch Herrn Prof. Dr. Wolfgang Kirchner für die Begutachtung meiner Arbeit.

Besondere Unterstützung habe ich während der Zeit meiner Promotion durch meine Mit-Doktorandinnen und -Doktoranden erfahren. Danke Christoph Lammers, Anuschka Fenner, Sabine Dreyer, Vera Scholz, Sandra Fischer und Nina Wolf, für das stets offene Ohr und den intensiven und ergebnisreichen Ideenaustausch.

Ich bedanke mich darüber hinaus bei allen Kolleginnen und Kollegen der Fachgruppe Biologie und ihre Didaktik der TU Dortmund für die freundliche Arbeitsatmosphäre und die vielseitige Unterstützung. Vielen Dank auch an alle Hilfskräfte, die mich tatkräftig bei der Eingabe der Daten unterstützt haben.

Danken möchte ich besonders auch allen Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern, die an der Befragung teilgenommen haben. Ohne ihr Mitwirken wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Als letztes möchte ich mich von ganzem Herzen bei meiner Familie für ihre bedingungslose Unterstützung und Geduld bedanken. Vielen Dank, dass ihr immer an mich geglaubt habt und mich durch die Höhen und Tiefen meiner Promotionszeit begleitet habt.

Inhaltsverzeichnis

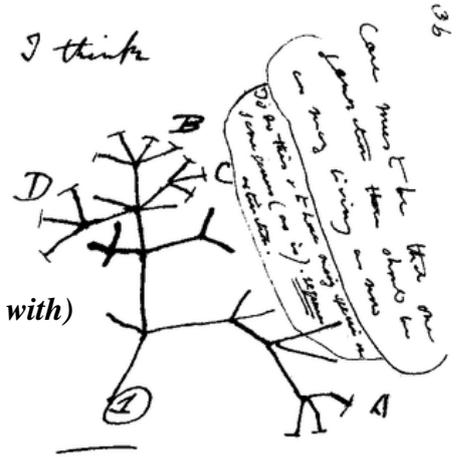
1 Einleitung und theoretischer Rahmen	6
1.1 Akzeptanz der Evolution	6
1.1.1 Allgemeine Bevölkerungsumfragen zur Akzeptanz der Evolution	8
1.1.2 Akzeptanz der Evolution von pädagogischen Fachkräften	9
1.1.3 Akzeptanz der Evolution von Lernenden des tertiären Bildungsbereichs ...	12
1.1.4 Akzeptanz der Evolution von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs	15
1.1.5 Forschungsfragen und Hypothesen	19
1.2 Vorstellungen zur Evolution und zur Evolutionstheorie	21
1.2.1 Vorstellungen zur Evolution von Lernenden des tertiären Bildungsbereichs	23
1.2.2 Vorstellungen von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs	25
1.2.3 Das Thema Evolution in den Lehrplänen	30
1.2.4 Forschungsfragen	34
1.3 Theoriebezug und Definitionen	35
1.3.1 Lokale Theorie zur Akzeptanz der Evolution	35
1.3.2 Moderater Konstruktivismus	36
1.3.3 Conceptual Change-Theorie	36
1.3.4 Definition Einstellung und Einstellungsmodell	38
2 Methoden	42
2.1 Untersuchungsdesign	42
2.2 Messinstrument	42
2.3 Durchführungszeitraum und Rücklaufquote	55
2.4 Stichprobe	55
2.5 Datenanalyse	55
3 Ergebnisse	62
3.1 Stichprobe	62
3.2 Gläubigkeit	62
3.2.1 Gläubigkeit in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht	63
3.3 Akzeptanz der Evolution	66
3.3.1 Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht	67

3.3.2 Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht	70
3.3.3 Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.....	73
3.3.4 Akzeptanz der Evolution bei stark gläubigen und glaubensfreien Schülerinnen und Schülern	76
3.4 Akzeptanz der Wissenschaft	78
3.4.1 Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht	79
3.4.2 Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht.....	81
3.4.3 Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht	85
3.4.4 Akzeptanz der Wissenschaft bei stark gläubigen und glaubensfreien Schülerinnen und Schülern	87
3.5 Verstehen der Evolution / Vorstellungen zur Evolution.....	89
3.5.1 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht	90
3.5.2 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht	91
3.5.3 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht	94
3.5.4 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und dem Geschlecht	95
3.5.5 Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen	96
3.6 Strukturgleichungsmodellierung	104
3.6.1 Strukturgleichungsmodell der gesamten Untersuchungsgruppe	104
3.6.2 Strukturgleichungsmodell für männliche und weibliche Probanden	105
3.6.3 Strukturgleichungsmodell für Probanden mit unterschiedlicher Religionszugehörigkeit	107
3.6.4 Strukturgleichungsmodell für SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht	112
3.6.5 Strukturgleichungsmodell für Probanden unterschiedlicher Schulformen	114
3.6.6 Strukturgleichungsmodell für Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie.....	119
3.6.7 Strukturgleichungsmodell für stark gläubige und glaubensfreie SuS	122

4 Diskussion	125
4.1 Akzeptanz der Evolution	125
4.1.1 Messinstrument	125
4.1.2 Akzeptanz der Evolution von SuS der Sekundarstufe I	126
4.1.3 Faktoren, die einen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution haben	127
4.2 Verständnis der Evolution bzw. Vorstellungen zur Evolution von SuS der Sekundarstufe I.....	132
5 Zusammenfassung.....	136
6 Literatur	138
7 Anhänge	149

1 Einleitung und theoretischer Rahmen

„At last gleams of light have come, and I am almost convinced (quite contrary to opinion I started with) that species are not (it is like confessing a murder) immutable.” (Charles Darwin 1844)



1.1 Akzeptanz der Evolution

In einem Brief an seinen Freund den Naturforscher J.D. Hooker schrieb Charles Darwin am 11. Januar 1844 von seinen Annahmen über die Veränderlichkeit der Arten und drückte zugleich sein Unbehagen über diese Erkenntnis aus („Es ist, als gestünde man einen Mord“). Ihm muss bereits zu diesem Zeitpunkt bewusst gewesen sein, dass seine Entdeckungen des Artenwandels und des gemeinsamen Ursprungs aller Lebewesen weit reichende Konsequenzen, insbesondere im Hinblick auf religiöse Schöpfungsvorstellungen haben würden. Erstmals lieferte Darwin eine wissenschaftliche und damit naturalistische Erklärungsalternative zur biblischen Schöpfungslehre.

Ohne Zweifel ist die Evolutionstheorie eine der bedeutendsten und aussagekräftigsten Theorien innerhalb der Naturwissenschaften. Sie besitzt die Fähigkeit, die zahlreichen unterschiedlichen Disziplinen der Biologie zu einer schlüssigen und einheitlichen Wissenschaft zu vereinen und gibt Antworten auf das Wie und Warum der immensen Diversität des Lebens. Ein ganzheitliches Verständnis der Biologie ist ohne eine fundierte Kenntnis der Evolution unvorstellbar. Auch über die Biologie hinaus liefert die Evolutionstheorie wichtige Erkenntnisse über das Selbst- und Weltverständnis des Menschen und gibt neue Blickwinkel auf diverse ethische Fragestellungen z.B. zur Stellung des Menschen innerhalb der anderen Lebewesen frei. Zudem kann ein fundiertes Wissen über die Evolution dazu beitragen, intelligente Entscheidungen für das eigene Leben zu treffen und Fragen des Alltags, z.B. in Bezug auf medizinische Aspekte wie Antibiotikaresistenzen oder Laktoseintoleranz zu beantworten. Alles in allem ist die Evolutionsbiologie ein elementares Bildungsgut, das keinem verwehrt bleiben darf.

Trotz der überwältigenden Anzahl an Belegen und der allgemeinen Anerkennung der Validität der Evolutionstheorie unter Naturwissenschaftlern, wird diese bedeutsame Theorie von einem mehr oder weniger großen Teil der Bevölkerung abgelehnt. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts gab es in den USA erste kreationistische Bewegungen als Reaktion auf die Einführung der Evolutionslehre in den Schulunterricht (Waschke 2002). Verschiedene Ereignisse führten seit dem immer wieder zu einer verstärkten Betrachtung dieser Bewegung. So z.B. die Versuche in den USA, den Kreationismus unter dem Deckmantel des Intelligent Design als Wissenschaft zu verkaufen und als solche in den Schulunterricht einzuschleusen. Auch das „Darwin-Jahr“ 2009, welches gleich mit zwei Jubiläen aufwartete, dem 200. Geburtstag Charles Darwins und der Veröffentlichung des „On the Origin of Species“ vor 150 Jahren, führte dazu, dass der Evolution und deren Akzeptanz bzw. Ablehnung besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Zahlreiche Untersuchungen haben sich seither mit der Akzeptanz der Evolution in verschiedenen Bevölkerungsgruppen auseinander gesetzt. Eine besondere Rolle spielt dabei die Akzeptanz der Evolution in Lehr- Lernsituationen. So kann beispielsweise die Akzeptanz von Biologielehrern deren Behandlung des Themas Evolution im Unterricht beeinflussen (Trani 2004). Von Seiten der Lernenden ist eine Beeinflussung der Lernerfahrung denkbar: Schülerinnen und Schüler, die Evolution nicht akzeptieren, könnten weniger motiviert sein, etwas über die Evolution zu lernen. Eine Ablehnung aufgrund religiöser Überzeugungen könnte zudem dazu führen, dass sich die Schülerinnen und Schüler bewusst dazu entscheiden, nichts über die Evolution lernen zu wollen, da diese nicht mit ihrer Weltanschauung vereinbar ist (Deniz et al. 2008). Auch eine entgegengesetzte Beeinflussung ist denkbar: Ein fehlendes Wissen bzw. Verständnis der Evolution könnte für die Lernenden eine Barriere für die Akzeptanz der Evolution darstellen (Lawson & Worsnop 1992). Um einen Überblick über die aktuelle Situation zu bekommen, werden internationale und nationale Studien vorgestellt, die unterschiedliche Bevölkerungsgruppen, von Experten bis hin zu Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I, im Hinblick auf ihre Akzeptanz der Evolution untersucht haben. Es ist zu beachten, dass aufgrund der unterschiedlichen Erhebungsmethoden bzw. Fragestellungen ein direkter Vergleich der Ergebnisse nicht immer möglich ist. Trotzdem lassen sich allgemeine Tendenzen erkennen, die eine verlässliche Einschätzung der aktuellen Situation ermöglichen.

1.1.1 Allgemeine Bevölkerungsumfragen zur Akzeptanz der Evolution

Im Rahmen einer Metaanalyse verglichen Miller et al. (2006) Studien aus unterschiedlichen Ländern, in denen seit Mitte der 1980er Jahre verschiedene Bevölkerungsgruppen gefragt wurden, ob sie die Aussage „Menschliche Wesen, wie wir sie kennen, entwickelten sich aus tierischen Vorfahren“ für wahr oder falsch halten. Dabei zeigten skandinavische Probanden die höchste Akzeptanz. Sie stimmten zu ca. 80% der Aussage zu. In Deutschland waren es ca. 70% der Befragten. Die größte Ablehnung zeigten Probanden aus der Türkei (ca. 50%), gefolgt von US-Amerikanern, von denen ca. 60% die Aussage als falsch bezeichneten. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass sich die religiöse Überzeugung negativ auf die Akzeptanz der Evolution auswirkt. Der Einfluss war bei amerikanischen Probanden nahezu doppelt so stark, wie bei den Befragten der neun untersuchten europäischen Staaten. Durch weitere Faktoren wie Einstellung gegenüber Wissenschaft und Technologie, politische Ideologie, Bildung in Genetik etc. konnten insgesamt 18% der Varianz der Akzeptanz der Evolution europäischer Probanden erklärt werden. Bei amerikanischen Probanden erklärten die genannten Faktoren sogar 46% der Varianz.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse dieser Studie sollte beachtet werden, dass durch die Messung mit nur einem Item verzerrte Ergebnisse entstehen können, da die Komplexität der Akzeptanz dadurch nicht erfasst werden kann. Dies gilt auch für noch folgende Studien, in denen nur ein Item zur Messung verwendet wurde.

Die von Miller et al. (2006) erhobene hohe Akzeptanz der Evolution der allgemeinen Bevölkerung in Deutschland konnte durch die folgende Studie nicht in dem Ausmaß bestätigt werden. Im September 2005 führte die Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen (forsa) im Auftrag der Forschungsgruppe Weltanschauungen in Deutschland (fowid) eine repräsentative Untersuchung an 1520 deutschen Probanden zwischen 14 und 94 Jahren durch. Die Probanden wurden nach ihrer Auffassung zur Entstehung des Lebens auf der Erde gefragt: Rund 61% der Probanden gaben eine evolutionäre Erklärung an, 12,5% entschieden sich für die kreationistische Alternative, nach der die Schöpfung in der Bibel wörtlich zu verstehen ist und 25,2% waren der Meinung, dass das Leben auf der Erde durch ein übernatürliches Wesen erschaffen wurde und sich seit dem über einen langen Zeitraum unter Leitung dieses Intelligenten Designers weiterentwickelt hat (ID). Dabei zeigten sich große Unterschiede zwischen

Kirchenmitgliedern und Konfessionslosen: Während Protestanten und Katholiken nur zu 58% bzw. zu 53% einer wissenschaftlichen Erklärung für die Entstehung des Lebens zustimmten, waren es bei den Konfessionslosen rund 87%. Dabei war die Ablehnung der Evolution bei den Kirchenmitgliedern am höchsten, die jeden Sonntag in die Kirche gehen. Je seltener die Probanden den Gottesdienst besuchten, desto höher war die Zustimmung zur Evolution.

1.1.2 Akzeptanz der Evolution von pädagogischen Fachkräften

Aufgrund der großen Bedeutung, die Lehrern bei der Vermittlung evolutionsbiologischer Inhalte zukommt, wurde in zahlreichen Studien die Akzeptanz der Evolution von pädagogischen Fachkräften, insbesondere von Biologielehrern untersucht (z.B. Rutledge & Warden 2000, Rutledge & Mitchell 2002, Trani 2004, Nehm & Schonfeld 2007, Clement et al. 2008, Deniz et al. 2008, Nadelson & Sinatra 2009, Kim & Nehm 2011). Im Folgenden werden einige Ergebnisse dieser Untersuchungen vorgestellt. Um einen Vergleich mit der vorliegenden Arbeit zu erleichtern, werden dazu überwiegend Studien gewählt, die zur Messung der Akzeptanz der Evolution das gleiche Messinstrument (MATE = Measure of Acceptance of the Theory of Evolution¹), wie das der vorliegenden Arbeit verwendet haben. Die von Rutledge und Sadler (2007) vorgenommene fünfstufige Kategorisierung der Akzeptanz der Evolution anhand des gemessenen Scores (sehr hohe Akzeptanz, hohe Akzeptanz, moderate Akzeptanz, geringe Akzeptanz, sehr geringe Akzeptanz; siehe Ergebnissteil) erlaubt zudem einen direkten Vergleich der Werte.

Rutledge und Warden (2000) untersuchten im Rahmen einer Fragebogenstudie rund 1000 Biologielehrer einer Highschool in den USA im Hinblick auf deren Akzeptanz der Evolution (MATE), Verständnis der Evolution und Verständnis der Wissenschaft („nature of science“). Die befragten Lehrer zeigten eine moderate Akzeptanz der Evolution. Die Werte waren vergleichbar mit denen der allgemeinen Bevölkerung. Dabei beeinflussten sich die Akzeptanz der Evolution und das Verstehen der Evolution offenbar stark ($r=0,70$). Auch zwischen der Akzeptanz der Evolution und dem Verstehen der Wissenschaft konnte ein starker signifikanter Zusammenhang ($r=0,76$)

¹ Da dieses Messinstrument sowohl Items zur Evolutionstheorie, als auch zur Evolution beinhaltet, wird im Folgenden einheitlich von der Akzeptanz der Evolution gesprochen.

festgestellt werden. Lehrer, die die Evolution und Wissenschaft verstanden, zeigten insgesamt auch eine höhere Akzeptanz der Evolution.

Clement et al. (2008) haben sich mit der Frage beschäftigt, inwieweit neueste Kreationistenbewegungen die Akzeptanz der Evolution von Lehrern beeinflussen. Dazu befragten sie insgesamt 5700 Lehrer aus 14 verschiedenen Ländern, darunter viele muslimische Länder, in denen bis dahin noch keine Befragungen zu dieser Thematik durchgeführt wurden. In nahezu allen afrikanischen Ländern und im Libanon akzeptierten 62% - 81% der Lehrer die Evolution nicht, unabhängig davon, ob es sich um Biologielehrer oder Lehrer anderer Disziplinen handelte. Der Anteil an Evolutionsgegnern war in Frankreich und Estland am geringsten: Weniger als 5% der befragten Lehrer lehnten die Evolution ab. Die Religiosität korrelierte stark mit der Akzeptanz der Evolution. Zudem war der Anteil an „Evolutionsablehnern“ unter jüngeren Lehrern größer, als unter Älteren. Die Autoren vermuten, dass dies ein Ergebnis zunehmender fundamentalistischer Bewegungen in den meisten der untersuchten Länder ist.

Deniz et al. (2008) untersuchten mit Hilfe einer multiplen Regressionsanalyse die Faktoren, die die Akzeptanz der Evolution (MATE) von angehenden Biologielehrern in der Türkei beeinflussen. Dabei stellte sich heraus, dass das Verstehen der Evolution, der Bildungsgrad der Eltern und die Veranlagung aufgeschlossen zu sein bzw. reflektieren zu können positiv mit der Akzeptanz der Evolution korrelierten. Durch diese drei Faktoren konnten sie insgesamt 10,5% der Varianz der Akzeptanz der Evolution aufklären. Probanden mit einem besseren Verständnis der Evolution zeigten demnach eine höhere Akzeptanz. Einen ähnlich starken Einfluss hatte zudem der Bildungsgrad der Eltern: Je höher der Bildungsgrad der Eltern der Probanden war, desto eher waren die Probanden bereit, die Evolution zu akzeptieren. Der größte Teil der Varianz der Akzeptanz der Evolution wurde durch die Veranlagung zu aufgeschlossenem und reflektierendem Denken erklärt: Probanden mit kognitiver Flexibilität und einer Aufgeschlossenheit gegenüber Veränderungen waren eher bereit die Evolution zu akzeptieren.

Nadelson und Sinatra (2009) untersuchten 337 Bildungsexperten u.a. im Hinblick auf deren Akzeptanz der Evolution (MATE), Verständnis der Evolution und Religiosität.

Die Mehrheit der Probanden zeigte eine hohe bis sehr hohe Akzeptanz der Evolution. Auch das Verständnis der Evolution war entgegen den Erwartungen hoch. So beantworteten die Probanden im Schnitt 77% der gestellten Fragen zur natürlichen Selektion korrekt. Zwischen der Akzeptanz der Evolution und dem Verständnis der Evolution konnte ein signifikanter, positiver Zusammenhang nachgewiesen werden, ebenso zwischen der Akzeptanz der Evolution und der Anzahl an Jahren akademischer Erfahrung. Zwischen der Akzeptanz der Evolution und der Religiosität bzw. zwischen dem Verstehen der Evolution und der Religiosität lagen im Gegensatz dazu negative Zusammenhänge vor, d.h. je religiöser die befragten Probanden waren, desto geringer war deren Akzeptanz der Evolution bzw. deren Verständnis der Evolution.

Auch in Südkorea wurde eine Studie durchgeführt, in der mögliche Einflussfaktoren der Akzeptanz der Evolution untersucht wurden. Im Rahmen einer quantitativen Studie befragten Kim und Neuh (2011) 84 angehende Lehrer der Naturwissenschaften zu ihrer Akzeptanz der Evolution (MATE), ihrem Verstehen der Evolution und ihrem Verstehen der Wissenschaft. Die Akzeptanz der Evolution dieser Probandengruppe lag dabei im moderaten Bereich, wobei männliche Probanden eine signifikant höhere Akzeptanz der Evolution zeigten. Zwischen dem Verstehen der Evolution und der Akzeptanz lag ein nur schwacher Zusammenhang ($r=0,22$) vor. Dagegen korrelierten das Verstehen der Wissenschaft und die Akzeptanz der Evolution stark miteinander. Auch zwischen dem Verstehen der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution ergaben sich signifikante Zusammenhänge. Probanden, die ein besseres Verständnis davon hatten, was Wissenschaft ausmacht, bzw. wie Wissenschaft funktioniert, verstanden auch die Evolution besser und waren zudem eher bereit, die Evolution zu akzeptieren.

Im Rahmen einer quantitativen Fragebogenstudie untersuchte Trani (2004) amerikanische Biologielehrer im Hinblick auf deren Akzeptanz der Evolution (MATE), Verständnis der Evolution, Verständnis der Wissenschaft und Religiosität. Die befragten Lehrer zeigten eine hohe Akzeptanz der Evolution. Diese wurde negativ beeinflusst durch die religiöse Überzeugung der Probanden, d.h. je gläubiger die befragten Lehrer waren, desto weniger waren sie bereit, die Evolution zu akzeptieren ($r=-0,80$). Probanden mit einem hohen Verständnis der Evolution bzw. mit einem hohen Verständnis davon, was Wissenschaft ausmacht, zeigten im Vergleich dazu eine hohe Akzeptanz, d.h. zwischen dem Verständnis der Evolution bzw. dem Verständnis der

Wissenschaft und der Akzeptanz der Evolution lagen signifikant positive Zusammenhänge vor ($r=0,70$, $r=0,65$).

Untersuchungen an pädagogischen Fachkräften haben insgesamt gezeigt, dass in dieser Probandengruppe moderate bis sehr hohe Levels der Akzeptanz der Evolution vorliegen. Faktoren, die einen Einfluss auf die Akzeptanz haben können, sind Religiosität, das Verständnis der Evolution, das Verständnis der Wissenschaft, die Veranlagung zu aufgeschlossenem und reflektierendem Denken, die akademische Berufserfahrung und der Bildungsgrad der Eltern. In allen vorgestellten Untersuchungen konnten mehr oder weniger starke, positive Zusammenhänge zwischen der Akzeptanz und dem Verstehen der Evolution nachgewiesen werden. Der Einfluss der Religiosität auf die Akzeptanz der Evolution war demgegenüber immer negativ.

1.1.3 Akzeptanz der Evolution von Lernenden des tertiären Bildungsbereichs

Im Rahmen einer Interventionsstudie untersuchten Bishop & Anderson (1990) u.a. die Akzeptanz und das Verstehen der Evolution von 176 Studenten an einem amerikanischen College. Zur Erfassung der Akzeptanz der Evolution wurden die Probanden dazu aufgefordert, folgende Frage zu beantworten: „Glaubst du, dass die Evolutionstheorie wahr ist?“. Von den untersuchten Probanden beantworteten insgesamt 11% die Frage mit nein und wurden dadurch in die Kategorie „Evolutionsablehner“ eingestuft. Durch das Treatment zur Evolution konnte keine Veränderung der Akzeptanz der Evolution bei den Probanden erreicht werden. Die Autoren vermuten, dass diese eher durch soziale und religiöse Faktoren beeinflusst wird. Entgegen den Ergebnissen anderer Studien, in denen pädagogische Fachkräfte befragt wurden (z.B. Rutledge & Warden 2000, Deniz et al. 2008, Nadelson & Sinatra 2009), konnten die Autoren keinen Zusammenhang zwischen dem Verstehen der Evolution und der Akzeptanz der Evolution nachweisen.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte die Studie von Sinatra et al. (2003). Sie untersuchten mit Hilfe eines Fragebogens 93 Studenten einer amerikanischen Universität hinsichtlich deren Akzeptanz der Evolution, Wissen über Evolution, Veranlagung zu aufgeschlossenem Denken („open-minded thinking“) und Überzeugungen dazu, wie man Wissen bzw. Erkenntnis erlangt (epistemologische Überzeugung). Sie konnten

ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen der Akzeptanz und dem Wissen zur Evolution nachweisen, was sie durch einen geringen Wissensstand der Probanden zur Evolution erklärten. Nach Ansicht der Autoren muss demnach das Wissen zur Evolution einen gewissen Level übersteigen, damit es einen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution haben kann. Folglich wird bei Probanden mit geringem Wissensstand die Akzeptanz mehr dadurch beeinflusst, dass die Probanden aufgeschlossen dafür sind, ihre Ansichten zu ändern. Dies spiegelte sich auch in der Betrachtung der Strukturbeziehungen der untersuchten Variablen wieder: Durch die Veranlagung zu aufgeschlossenem Denken konnten 13% der Varianz der Akzeptanz der Evolution erklärt werden. Zwischen der epistemologischen Überzeugung der Studenten und deren Akzeptanz der Evolution lag ein schwacher Zusammenhang vor, d.h. Studenten mit ausgereiften epistemologischen Ansichten waren eher bereit, die Evolution zu akzeptieren.

Auch gegenteilige Ergebnisse im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Wissen und Akzeptanz bei Lernenden des tertiären Bildungsbereichs finden sich in der Literatur. Ingram und Nelson (2006) untersuchten mittels Fragebogenerhebung die Akzeptanz der Evolution und die Leistung zum Thema Evolution von Studenten der Biologie, Medizin und des Gesundheitswesens. Zwischen der Akzeptanz der Evolution und der Leistung der Probanden im Rahmen des Evolutionskurses konnte ein schwacher Zusammenhang festgestellt werden. Studenten, die die Evolution ablehnten, zeigten demnach eine geringfügig schlechtere Leistung im Vergleich zu evolutionsakzeptierenden Probanden. Um zu testen, ob der Evolutionskurs einen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution hat, wurde die Befragung sowohl vor als auch nach Abhalten des Kurses durchgeführt. Während im Vortest 61%, 64% bzw. 67% der Probanden aus drei unterschiedlichen Semestern die Evolution akzeptierten, waren es im Nachtest 70%, 74% und 77%. Durch den Evolutionskurs konnte demnach im Gegensatz zur Intervention von Bishop & Anderson (1990) ein signifikanter Anstieg der Akzeptanz der Evolution um durchschnittlich 9% erreicht werden. Hauptgründe für diesen Anstieg waren nach Meinung der Autoren insbesondere die Ausführlichkeit des Evolutionskurses und die eingesetzten Lehrmittel, die es den Probanden erlaubten, sich aktiv mit möglichen Konsequenzen des Akzeptierens der Evolution auseinander zu setzen.

Mit dem Verhältnis zwischen Akzeptanz und Verstehen der Evolution beschäftigten sich auch Nadelson und Southerland (2010). Sie konnten an amerikanischen Biologiestudenten einen signifikanten Zusammenhang ($r=0,47$) zwischen der Akzeptanz der Evolution (MATE) und dem Wissen zur Makroevolution nachweisen. Je höher das Wissen zur Makroevolution war, desto höher war auch die Akzeptanz der Evolution der Probanden.

In der nachfolgend dargestellten Studie von Lombrozo et al. (2008) wurde im Unterschied zu den vorangehenden Untersuchungen das Augenmerk auf die Beziehung zwischen der Akzeptanz der Evolution und dem Verständnis der Wissenschaft gelegt. Studenten sind nach Meinung der Autoren eher bereit, die Evolution zu akzeptieren, wenn sie verstanden haben, dass eine wissenschaftliche Theorie zwar Veränderungen unterliegt, aber dennoch verlässlich ist. Diese Hypothese testeten sie an insgesamt 96 Universitätsstudenten mittels Fragebogenerhebung. Sie konnten nachweisen, dass Probanden mit einer positiven Einstellung zur Wissenschaft bzw. mit einem hohen Verständnis davon, wie Wissenschaft funktioniert, gleichzeitig eine hohe Akzeptanz der Evolution aufwiesen. Zusätzlich stellten sie fest, dass die Akzeptanz der Evolution negativ durch die Religiosität der Probanden beeinflusst wurde, d.h. je religiöser die Probanden waren, desto seltener waren sie bereit, die Evolution zu akzeptieren.

Einen Einfluss der Religiosität auf die Akzeptanz der Evolution fanden auch Downie und Barron (2000). Über einen Zeitraum von 12 Jahren untersuchten sie das Ausmaß an evolutionsakzeptierenden bzw. -ablehnenden Studienanfängern der Biologie in Schottland und konnten belegen, dass zwischen 4% und 11% der Probanden die Evolution ablehnten. Als Hauptgrund für das Ablehnen der Evolution gaben die Probanden religiöse Überzeugungen an.

Auch Graf und Soran (2011) beschäftigten sich in ihrer Studie mit dem Einfluss von Religiosität und Einstellung zur Wissenschaft auf die Akzeptanz der Evolution. Mit Hilfe eines Fragebogens erhoben sie die Akzeptanz der Evolution von deutschen ($n=1228$) und türkischen ($n=520$) Lehramtsstudierenden. Es zeigte sich, dass von den deutschen Probanden insgesamt 16,1% die Evolution anzweifelten, bei den türkischen Studenten waren es 90,9%. Bei den deutschen Probanden hatten die Faktoren Verstehen

der Wissenschaft, Glaubensüberzeugung, Verstehen von Evolutionsmechanismen und das Vertrauen in die Wissenschaft einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution. Der Einfluss der Glaubensüberzeugung war dabei negativ. Durch diese vier Faktoren konnten insgesamt 40,2% der Varianz der Akzeptanz der Evolution von deutschen Studierenden erklärt werden. Bei den türkischen Probanden konnten durch die Faktoren Glaubensüberzeugung und Vertrauen in die Wissenschaft nur 19,7% der Varianz aufgedeckt werden. Für beide Untersuchungsgruppen war das Vertrauen in die Wissenschaft der bedeutsamste Einflussfaktor.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Akzeptanz der Evolution von Lernenden des tertiären Bildungsbereichs potentiell durch die Einstellung zur Wissenschaft, das Verstehen der Wissenschaft, die Glaubensüberzeugung bzw. Religiosität, die Denkd dispositionen, die epistemologische Überzeugung und das Wissen über bzw. Verständnis von der Evolution beeinflusst werden kann. Durch diese Faktoren konnten zwischen 13% und 40,2% der Varianz der Akzeptanz der Evolution erklärt werden. Ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Evolution und dem Verständnis der Evolution konnte in dieser Probandengruppe im Vergleich zu pädagogischen Fachkräften eher selten nachgewiesen werden. Offensichtlich spielt das Verstehen der Evolution erst ab einem gewissen Level eine Bedeutung bei der Beeinflussung der Akzeptanz der Evolution (Sinatra et al. 2003). Eine stärkere Beeinflussung dieser Akzeptanz erfolgt bei Lernenden des tertiären Bildungsbereichs offensichtlich durch eine positive Einstellung zur Wissenschaft bzw. ein Verständnis davon, wie Wissenschaft funktioniert.

1.1.4 Akzeptanz der Evolution von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs

Mit Lernenden des sekundären Bildungsbereichs haben sich zum Beispiel Lawson und Worsnop (1992) auseinander gesetzt. Sie untersuchten amerikanische Highschool Schülerinnen und Schüler vor und nach einer Instruktion zur Evolution hinsichtlich deren Überzeugung zur Evolution, Religiosität, Argumentationsfähigkeit und vorhandenem Wissen zur Evolution. Sie stellten fest, dass je religiöser die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden SuS) waren, desto weniger waren sie von der Evolution überzeugt und desto geringer war die Wahrscheinlichkeit, dass sie im Laufe der

Instruktion einen Wechsel hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen zur Evolution vollzogen. Zudem konnten sie Belege dafür finden, dass die Fähigkeit, hypothetisch-deduktiv zu argumentieren, eine Ablehnung von nicht-wissenschaftlichen Überzeugungen in Bezug auf Evolution begünstigt.

Auch Woods und Scharmann (2001) widmeten sich in ihrer Untersuchung der Akzeptanz der Evolution von Highschool Schülern in den USA. Dabei setzten sie zur Datenerhebung sowohl Fragebögen als auch Interviews ein. Durch die Faktoren logisches Denken und Kontrollüberzeugung in der Wissenschaft konnten 11% der Varianz der Akzeptanz der Evolution erklärt werden. Probanden mit einer ausgeprägten Fähigkeit zu logischem Denken und mit der Überzeugung, dass man durch das eigene Handeln bestimmte Dinge in der Wissenschaft beeinflussen kann, waren somit eher bereit, die Evolution zu akzeptieren. Die qualitative Analyse ergab, dass von den interviewten Probanden 31% die Evolution nicht akzeptierten. Als Grund für ihre Ablehnung nannten die meisten der SuS religiöse Faktoren.

Cavallo und McCall (2008) fanden bei Probanden einer Highschool in Amerika signifikant positive Zusammenhänge zwischen den Überzeugungen zum Wesen der Wissenschaft und der Akzeptanz der Evolution (MATE), d.h. je mehr die Probanden davon überzeugt waren, dass Wissenschaft dynamisch ist und Veränderungen unterliegt, desto wahrscheinlicher war es, dass sie die Evolution akzeptierten. Zwischen dem Verstehen und der Akzeptanz der Evolution konnten die Autoren hingegen keine Zusammenhänge feststellen.

Auch in verschiedenen europäischen Ländern wurde die Akzeptanz der Evolution von SuS unterschiedlichen Alters untersucht. Ergebnisse aus Griechenland liegen z.B. von Prinou et al. (2008) vor. Sie untersuchten insgesamt 411 SuS der 10. Klasse, die bereits zur Evolution unterrichtet wurden, u.a. im Hinblick auf deren Akzeptanz evolutionsbiologischer Konzepte. Dabei zeigte sich, dass die Humanevolution von 21,9% der Probanden abgelehnt und von 58,6% akzeptiert wurde. 19,5% der Probanden waren unentschlossen. Die sinngemäß übersetzte Aussage „Alle Lebewesen stammen von einem gemeinsamen Vorfahren ab“ wurde von 30,4% der Probanden abgelehnt, 53,3% akzeptierten sie. Die Koexistenz von Menschen und Dinosauriern wurde nur von 46,7% der Befragten abgelehnt. Insgesamt waren 34,5% der Meinung, dass Dinosaurier und Menschen zur gleichen Zeit gelebt haben. Auch im Hinblick auf die Bedeutung und

Aussagekraft wissenschaftlicher Theorien konnten gravierende Missstände aufgedeckt werden. Die Aussage „Die Evolution ist eine Theorie, weil es keine Belege für sie gibt“ wurde von 42,1% der SuS akzeptiert. Nur 24,1% der SuS waren der Meinung, dass diese Aussage nicht richtig ist.

Aus den Niederlanden ist eine qualitative Studie von Schilders et al. (2009) bekannt. Sie interviewten insgesamt 30 SuS der Sekundarstufe II zu ihrem Wissen zur Evolution und zu ihrer Weltanschauung. Zudem wollten sie von den Probanden wissen, wie sie ihre Weltanschauung mit der Evolution vereinbaren können. Die erhobenen Weltanschauungen unterschieden sich stark in den konfessionell unterschiedlich geprägten Schulen. Probanden griechisch-orthodoxer Schulen hatten ausnahmslos kreationistische Weltanschauungen, SuS römisch-katholischer Schulen zeigten atheistische oder theistische Ansichten. Dabei gaben die theistischen SuS zum größten Teil an, dass sie die Evolution zwar akzeptieren, sich aber eine Entstehung der Erde ohne das Wirken einer höheren Macht nicht vorstellen können. SuS mit einer kreationistischen Sicht der Welt hatten generell Probleme damit, am Evolutionsunterricht teilzunehmen und zweifelten die Gültigkeit der Evolutionstheorie an. Aufgrund dieser Ergebnisse forderten die Autoren, dass die Weltanschauungen der SuS im Evolutionsunterricht nicht ignoriert werden sollten, da ansonsten die Gefahr besteht, dass die SuS es bewusst ablehnen, etwas über die Evolution zu lernen.

Eder et al. (2010) haben sich erstmals mit dem Zusammenhang zwischen dem Glauben an Übernatürliches und der Akzeptanz der Evolution beschäftigt. Sie befragten insgesamt 2129 SuS der Jahrgangsstufen 5-12 zu ihrem Glauben an paranormale Phänomene, zu ihrer Religiosität und zu ihrer Einstellung zur Evolution und zum Kreationismus bzw. Intelligent Design. Insgesamt 51% stimmten der evolutionsbiologischen Erklärung zur Entstehung des Lebens auf der Erde zu, 28% dem kreationistischen Statement und 34% dem Intelligent Design. Zwischen der Akzeptanz der Evolution und der Religiosität lag ein signifikanter, negativer Zusammenhang vor, allerdings konnten zwischen der Akzeptanz der Evolution und dem Glauben an Übernatürliches keine Zusammenhänge aufgedeckt werden. Hingegen zeigten Probanden, die der kreationistischen Erklärung bzw. dem ID zugestimmt hatten, auch signifikant häufiger paranormale Überzeugungen. Ein weiteres wichtiges Ergebnis dieser Studie war, dass sich die Akzeptanz der Evolution bei den Probanden im Lauf der

Schulzeit nicht veränderte, während paranormale Überzeugungen kontinuierlich von der 5. bis zur 12. Klasse abnahmen. Dies wurde von den Autoren als Ergebnis der Schulbildung interpretiert.

Auch aus der Türkei liegen aktuell Ergebnisse über die Akzeptanz der Evolution von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs vor. Özay Köse (2010) befragte insgesamt 250 SuS der Sekundarstufe II zu ihrer Akzeptanz der Evolution. Dabei kam heraus, dass insgesamt 73% der befragten SuS die Evolution ablehnten. Als Gründe gaben über 70% der Befragten an, dass sie diese nicht akzeptieren, weil sie der Schöpfung widerspricht. Der Glaube stellte sich demnach auch in dieser Studie als wichtiger Einflussfaktor für die Akzeptanz der Evolution heraus.

Deutsche Studien, in denen die Akzeptanz der Evolution von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs untersucht wurde, sind selten. Illner (2000) interviewte fünf türkische SuS mit muslimischem Hintergrund und fünf deutsche SuS mit christlicher Glaubensrichtung im Hinblick auf Einflüsse religiöser Überzeugungen auf evolutionäre Konzepte und auf die Akzeptanz der Evolution. Es zeigte sich, dass vier von fünf muslimischen SuS von der Schöpfung aller Lebewesen überzeugt waren. Ein muslimischer Schüler wandte das Schöpfungskonzept nur auf den Menschen an. Bei christlichen Probanden war kein Einfluss der Religiosität auf die Akzeptanz der Evolution erkennbar. Sie waren alle der Überzeugung, dass sich das Leben aus Eiweißstrukturen in der Ursuppe entwickelt hat.

Hölscher (2008) befragte insgesamt 568 SuS der 9. und 10. Klassen u.a. zu ihrer Einstellung zur Evolution und zu ihren Vorstellungen über verschiedene evolutionäre Prozesse. Dabei lehnten ca. 30% der Schülerinnen und Schüler eine naturalistische Evolution, ohne das Einwirken oder Anstoßen eines übernatürlichen Wesens ab.

Retzlaff-Fürst und Urhahn (2008) untersuchten mit Hilfe eines Fragebogens insgesamt 83 SuS der 10. Klasse einer Realschule in Brandenburg. Sie fanden heraus, dass ca. 20% der Probanden teilweise oder vollständig kreationistische Aussagen zustimmten. Dabei bestand ein enger Zusammenhang zwischen der Religiosität der SuS und deren Neigung zu kreationistischen Ansichten. Ein hohes Wissen zur Evolutionstheorie hatte demgegenüber keinen Einfluss auf die Ablehnung von kreationistischen Auffassungen.

Im Rahmen einer Staatsexamensarbeit untersuchte Ates (2009) 582 Schülerinnen und Schüler der 9. und 10. Klasse aller Schulformen u.a. im Hinblick auf deren Akzeptanz der Evolution, Wissen und Verständnis zur Evolution und Gläubigkeit. Sie fand nur schwache, negative Zusammenhänge zwischen der Akzeptanz der Evolution und der Gläubigkeit der Probanden. Zwischen dem Wissen bzw. Verständnis zur Evolution und der Akzeptanz lagen keine Zusammenhänge vor.

Wie die vorgestellten Studien zeigen, wird die Akzeptanz der Evolution von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs offensichtlich besonders durch eine positive Einstellung zur Wissenschaft beeinflusst. Das bedeutet, dass SuS, die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen akzeptieren und verstehen, wie Wissenschaft funktioniert bzw. wie wissenschaftliche Theorien gebildet werden, auch eher die Evolution akzeptieren. Wissenschaftspropädeutik, in jüngster Zeit in den Lehrplänen als Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung verankert, könnte demzufolge ein probates Mittel darstellen, um bei Lernenden eine positive Einstellung zur Evolution erreichen zu können. Zusätzliche Faktoren, die sich positiv auf die Akzeptanz der Evolution auswirken können sind die Argumentationsfähigkeit der Probanden und deren Fähigkeit zum logischen Denken. Die Gläubigkeit stellt auch in dieser Probandengruppe einen Faktor dar, der sich negativ auf die Akzeptanz der Evolution auswirkt, d.h. je gläubiger die untersuchten SuS, desto weniger sind sie bereit, die Evolution zu akzeptieren. In keiner der vorgestellten Studien konnte nachgewiesen werden, dass Probanden mit einem besseren Verständnis der Evolution auch eine höhere Akzeptanz derselben aufweisen. Auch diese Ergebnisse sprechen dafür, dass sich das Verständnis erst ab einem bestimmten Level auf die Akzeptanz der Evolution auswirkt.

1.1.5 Forschungsfragen und Hypothesen

Für den deutschsprachigen Raum liegen bislang kaum Ergebnisse zur Akzeptanz der Evolution von Lernenden des Sekundarbereichs vor. Auch die Faktoren, die einen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution haben können, sind noch nicht hinreichend untersucht worden. Angesichts dieses Forschungsdefizits soll in der vorliegenden Arbeit die Akzeptanz der Evolution von Lernenden zum Ende der Sekundarstufe I untersucht, sowie die Einflussfaktoren dieser Akzeptanz identifiziert werden. Dazu wurden die

Gläubigkeit, die Einstellung zur Wissenschaft und das Verständnis der Evolution ausgewählt, da sich bereits in anderen Probandengruppen gezeigt hat, dass diese Faktoren einen entscheidenden Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution haben können. Erstmals werden diese Strukturbeziehungen mit Hilfe eines Strukturgleichungsmodells untersucht. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Methoden besteht darin, dass komplexe Beziehungsmuster zwischen mehreren Variablen simultan geprüft werden können. Zudem wird mit diesem Untersuchungsverfahren der Messfehler berücksichtigt.

Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Wie ist die Akzeptanz der Evolution von SuS zum Ende der Sekundarstufe I ausgeprägt?
2. Beeinflussen Gläubigkeit, Einstellung zur Wissenschaft und Verständnis der Evolution die Akzeptanz der Evolution von SuS der Sekundarstufe I?
3. Wie stark ist der Einfluss von Gläubigkeit, Einstellung zur Wissenschaft und Verständnis der Evolution auf die Akzeptanz der Evolution?

Aus den formulierten Forschungsfragen lassen sich ferner folgende Hypothesen ableiten:

Hypothesen der Arbeit:

1. Die Akzeptanz der Evolution wird durch die Gläubigkeit, die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verständnis der Evolution beeinflusst.
2. Die Gläubigkeit hat einen negativen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution.
3. Die Akzeptanz der Wissenschaft wirkt sich positiv auf die Akzeptanz der Evolution aus.
4. Das Verständnis der Evolution hat einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution.

1.2 Vorstellungen zur Evolution und zur Evolutionstheorie

Die Evolution zieht sich wie ein roter Faden durch die einzelnen Teilgebiete der Biologie und bietet, einmal verstanden, ein auf viele Bereiche anwendbares Erklärungspotential. Umso verblüffender ist es, dass in zahlreichen Studien unzulängliche Vorstellungen des Evolutionsprozesses selbst bei Fachkräften der Biologie aufgedeckt werden konnten. Bevor einige dieser Studien vorgestellt werden, soll zunächst allgemein auf Vorstellungen und deren Erhebung eingegangen werden.

Ausgelöst durch die Conceptual Change-Theorie, deren elementarer Bestandteil das Erfassen bereits vorhandener Vorstellungen ist, wurden in den vergangenen Jahren Vorstellungen verschiedener Lernendengruppen zu unterschiedlichen Teildisziplinen der Biologie mit steigender Intensität untersucht (vgl. Duit 2006). Da das Verständnis des Terminus „Vorstellung“ zwischen unterschiedlichen Wissensgebieten und auch innerhalb verschiedener Teildisziplinen stark differieren kann, und zum Teil unscharf verwendet wird, scheint es an dieser Stelle sinnvoll, die in der vorliegenden Studie verwendete Bedeutung näher zu erläutern:

Eine Vorstellung ist eine sich im Arbeitsgedächtnis manifestierende Auffassung über einen Ausschnitt der Welt, die in der Regel subjektiv als wahr (mit der Realität übereinstimmend) oder sinnvoll angesehen wird. Eine Vorstellung kann bildhaft oder begrifflich sein. Sie wird aus den im Gedächtnis verankerten Wissensbeständen generiert und durch äußere Kontexte (Außenreize) sowie Einstellungen moduliert. Das Wissen weist in der Regel objektive (wissenschaftliches Wissen) und subjektive Bestandteile (episodisches Wissen, Erfahrungswissen) auf. Es sollte Ziel des Unterrichts sein, wissenschaftliches Wissen zu fördern.

Im Folgenden werden kurze Definitionen zu einigen prominenten Alternativvorstellungen zur Evolutionstheorie gegeben, um ein Verständnis der nachfolgenden Studienergebnisse zu erleichtern:

Finalistische Vorstellungen:

Unter finalistischen Vorstellungen versteht man die Auffassung, dass Organismen innewohnende oder durch Umweltbedingungen vorgegebene Ziele verfolgen, d.h.

Anpassung findet zielgerichtet statt und wird durch eine höhere Instanz² bzw. durch das Lebewesen selbst gesteuert. Ein Verständnis von der Rolle des Zufalls im Evolutionsprozess wird durch finalistische Vorstellungen behindert. Zudem wird die Vorstellung des dynamischen Charakters der Evolution durch finalistische Ansichten beeinflusst, da von einem Prozess mit Start und Ziel ausgegangen wird.

Lamarckistische Vorstellungen:

Lamarckistische Erklärungsansätze gehen davon aus, dass durch Gebrauch bzw. Nicht-Gebrauch veränderte Körperteile bzw. Eigenschaften an die eigenen Nachkommen weitergegeben werden. In einigen Studien werden auch zielgerichtete Veränderungen und Veränderungen aufgrund eines inneren Bedürfnisses als lamarckistisch bezeichnet. Diese Annahmen sind jedoch nicht Bestandteil der Evolutionstheorie von Lamarck und sollten demnach nicht als lamarckistisch abgehandelt werden (vgl. Kampourakis & Zogza 2007). Lamarckistische Vorstellungen können ein wissenschaftliches Verständnis von der Vererbung genetisch fixierter Merkmale hemmen. Dies behindert wiederum ein angemessenes Verständnis von dem zufälligen Selektionsvorteil einiger Individuen innerhalb einer Population.

Anthropomorphe Vorstellungen:

Anthropomorphe Erklärungsmuster schreiben Tieren, Pflanzen oder unbelebten Dingen menschliche Eigenschaften zu. Tieren wird z.B. ein Bewusstsein über ihre aktuelle Situation unterstellt, auf welche sie eigenständig und zielgerichtet reagieren können. Anpassung erfolgt demnach als bewusster und selbstgesteuerter Prozess. Ein richtiges Verständnis von der natürlichen Selektion kann durch diese Vorstellung gehemmt werden.

Typologische Vorstellung:

Unter typologischen Vorstellungen versteht man die Auffassung, dass Individuen einer Art in den wesentlichen Merkmalen übereinstimmen und es demnach kaum Variation innerhalb von Populationen gibt. Merkmalsabweichungen treten nach dieser Auffassung zufällig auf und werden als unbedeutend angesehen. Da alle Individuen mehr oder weniger gleich sind, unterliegen sie alle dem gleichen Selektionsdruck. Anpassung

² Wird die Anpassung durch eine höhere Instanz gesteuert, spricht man von teleologischen Vorstellungen. Sie stellen eine Kategorie von finalistischen Vorstellungen dar. Die höhere Instanz kann dabei z.B. eine Göttlichkeit oder die Natur sein.

passiert in Folge dessen nicht, weil die Anzahl an Individuen mit vorteilhaften Merkmalen mit der Zeit zunimmt, sondern weil sich das Merkmal selbst verändert und zwar bei allen Individuen einer Population in gleichem Maße. Eine typologische Vorstellung behindert dadurch ein angemessenes Verständnis des Selektionsprozesses.

Ergebnisse zu Vorstellungen zur Evolution bzw. zum Verstehen der Evolution bei unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen liegen zahlreich vor (z.B. Brumby 1984, Hallden 1988, Jimenez-Aleixandre 1992, Bishop & Anderson 1990, Greene 1990, Settlage 1994, Demastes et al. 1995, Sinclair & Baldwin 1996, Ingram & Nelson 2006, Nehm & Schonfeld 2007, Deniz et al. 2008, Graf 2008, Prinou et al. 2008, Wescott & Cunningham 2008, Nadelson & Sinatra 2009, Nadelson & Southerland 2010, Cho et al. 2011). Dabei wurden besonders häufig Studenten unterschiedlicher Fachgebiete befragt. Studien, die sich mit den Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zur Evolution beschäftigt haben, sind im Vergleich dazu eher selten. Im Folgenden soll zunächst beispielhaft auf besonders wichtige Ergebnisse von Studien eingegangen werden, die Probanden mit abgeschlossener Schulausbildung befragt haben, bevor näher auf Untersuchungen mit SuS eingegangen wird. Die nicht näher erläuterten Studien aus obiger Liste bestätigen die aufgeführten Ergebnisse und bringen keine neuen Aspekte in die wissenschaftliche Diskussion.

1.2.1 Vorstellungen zur Evolution von Lernenden des tertiären Bildungsbereichs

Bishop und Anderson (1990) untersuchten 176 Collegestudenten in den USA mit Hilfe eines Fragebogens hinsichtlich ihrer vorunterrichtlichen Vorstellungen zur natürlichen Selektion. Die Probanden zeigten finalistische und lamarckistische Vorstellungen des evolutiven Wandels. Zudem spielten Variation und unterschiedlicher Fortpflanzungserfolg innerhalb des Selektionsprozesses für die Probanden keine Rolle, sondern vielmehr wurde angenommen, dass sich Merkmale graduell bei allen Individuen einer Population verändern (typologische Vorstellung). Durch eine einwöchige Instruktion zur natürlichen Selektion konnten die Autoren erreichen, dass 50% der Probanden eine wissenschaftlich angemessene Erklärung eines biologischen Phänomens benutzten.

Greene (1990) untersuchte anhand von frei formulierten Antworten auf eine evolutionsbiologische Fragestellung die Vorstellungen von 322 Lehramtsstudenten zu

Beginn eines Biologiekurses. Nur 3% seiner Befragten zeigten ein angemessenes Verständnis der Evolution. Neben diesen naturwissenschaftlichen Vorstellungen konnten lamarckistische, finalistische und typologische Alternativkonzepte nachgewiesen werden. Greene kommt zu dem Schluss, dass Studierende, die die Rolle des Zufalls im Evolutionsgeschehen nicht verstehen, die natürliche Selektion als Mechanismus der Evolution nicht nachvollziehen können.

Im Rahmen einer Interventionsstudie analysierten Sinclair und Baldwin (1996) das Verstehen der Evolutionstheorie von 218 Studenten eines Zoologiekurses an einer amerikanischen Hochschule. Obwohl ca. 90% der Probanden aus mehreren Antwortmöglichkeiten die richtige Beschreibung für die Evolutionstheorie auswählen konnten, waren im Vortest nur 18% und im Nachtest nur 28% der Probanden in der Lage, wissenschaftliche Erklärungen für den evolutiven Wandel anzugeben. Über 60% wählten stattdessen falsche Antwortmöglichkeiten, die z.T. lamarckistische Erklärungen enthielten. Als überzeugendste Belege für die Evolution gaben die Studenten Fossilien und die Variabilität der rezenten Organismen an. Am wenigsten akzeptiert wurde hingegen die Entwicklung von höheren Lebewesen wie dem Mensch aus primitiven Organismen.

Nehm und Schonfeld (2007) befragten 44 amerikanische Lehrer mittels Fragebogen u.a. zu ihren Vorstellungen zur natürlichen Selektion. Über 25% der Befragten nutzten lamarckistische Erklärungen des evolutiven Wandels oder gaben an, dass Veränderungen aufgrund einer gewissen Notwendigkeit stattfinden. Die Variation innerhalb von Populationen wurde nicht berücksichtigt, sondern es wurde angenommen, dass sich Merkmale bei allen Individuen in gleichem Maß verändern.

Im Rahmen einer groß angelegten Fragebogenstudie untersuchte Graf (2008) die Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen von 1228 Lehramtsstudierenden in Deutschland und 520 Studierenden mit gleichem Berufsziel in der Türkei. Für einen Großteil der Befragten waren lamarckistische bzw. finalistische Erklärungen für ein evolutionsbiologisches Phänomen plausibler als die wissenschaftlich angemessene

Erklärung. Dabei war das Ausmaß an nachgewiesenen Fehlvorstellungen³ abhängig vom Umfang des Biologieunterrichts. Je mehr Biologieunterricht ein Proband während seiner Schulzeit besucht hatte, desto mehr wissenschaftlich angemessene Antworten konnten nachgewiesen werden. Jedoch zeigten sich auch bei Probanden mit einem Leistungskurs in Biologie zu ca. 40% finalistische bzw. zu ca. 30% lamarckistische Erklärungen. Am häufigsten konnte ein falsches Verständnis des Evolutionsprozesses bei den türkischen Studierenden nachgewiesen werden. Hier waren wissenschaftlich angemessene Erklärungen gegenüber finalistischen und lamarckistischen Begründungen in der Minderheit.

1.2.2 Vorstellungen von Lernenden des sekundären Bildungsbereichs

Deadman und Kelly (1978) befragten im Rahmen einer Interviewstudie ausschließlich männliche Schüler zwischen 11 und 14 Jahren zu ihren Vorstellungen zur Evolution und Vererbung. Besonders ältere Schüler äußerten die Vorstellung, dass Veränderungen von Lebewesen durch eine gewisse Notwendigkeit bzw. einen inneren Drang nach Vervollkommnung ausgelöst werden. Die Rolle des Zufalls im Evolutionsprozess wird größtenteils nicht erkannt. Keiner der Interviewten verfügte über eine fachlich angemessene Vorstellung zu den Mechanismen der Selektion.

Hallden (1988) untersuchte anhand verschiedener Methoden die Vorstellungen zur Evolution von schwedischen Gymnasialschülern. Es zeigten sich finalistische Vorstellungen des Anpassungsprozesses, wobei einige SuS eine gewisse Anpassungsabsicht und andere die Natur als treibende Kraft annahmen. Mutationen wurden als gradueller und lang andauernder Prozess beschrieben. Ein wissenschaftliches Verständnis des Selektionsprozesses konnte bei keinem der Probanden beobachtet werden. Vielmehr wurde Selektion als negative Konsequenz einer unzureichenden Anpassung wahrgenommen. Eine Berücksichtigung der Variation innerhalb von Populationen konnte nicht nachgewiesen werden. Anpassung wurde als Prozess angesehen, der bei allen Individuen in gleichem Maße stattfindet.

³ Der Terminus „Fehlvorstellung“ wird in diesem Kontext bewusst gewählt, da es sich aus Sicht der Wissenschaft eindeutig um falsche Vorstellungen handelt, die den Aufbau eines angemessenen Verständnisses der Evolution behindern können (vgl. Berck & Graf 2003).

Jimenez-Aleixandre (1992) untersuchte Vorstellungen zur natürlichen Selektion bei ca. 70 Schülerinnen und Schülern der Sek. II in Spanien. Sie konnte lamarckistische Vorstellungen der Lernenden zum Evolutionsprozess aufdecken. Außerdem zeigten die SuS eine gewisse Inkonsistenz im Beantworten von evolutionsbiologischen Fragen, d.h. die Lernenden zeigten in Abhängigkeit von der Kontextualisierung der Fragen unterschiedliche Vorstellungen. Zwar waren sie in der Lage, im Unterricht besprochene Aufgaben richtig zu lösen, ein Übertragen der wissenschaftlichen Vorstellung auf andere Beispielorganismen gelang jedoch nicht.

Settlage (1994) untersuchte im Rahmen einer Interventionsstudie die Vorstellungen zur natürlichen Selektion von 50 Schülerinnen und Schülern einer Highschool in den USA. Über 50% seiner Probanden erklärten evolutionsbiologische Szenarien anhand lamarckistischer Konzepte, nur ca. 10% der Probanden konnten die Konzepte der Mutation und Variation im Kontext der Evolution richtig anwenden.

In einer schwedischen Studie (Wallin et al. 2001) wurden insgesamt 49 Schülerinnen und Schüler der 11. Klasse zu ihren Vorstellungen zum Ursprung der Variation und zur natürlichen Selektion befragt. Die Autoren konnten eine Reihe Alternativvorstellungen aufdecken. Zwar akzeptierten die meisten SuS Mutationen als die Quelle neuer Merkmale, sie hatten jedoch starke Zweifel an der Rolle des Zufalls im Evolutionsprozess und verstanden die Selektion als einen bedürfnisgetriebenen Prozess.

Wallin (2011) untersuchte darüber hinaus im Rahmen einer Interventionsstudie, wie SuS der Sekundarstufe II ein Verständnis von der Theorie der biologischen Evolution entwickeln. Vor der Intervention zeigten sich bei ca. 80% der Befragten unangemessene Alternativvorstellungen zur Evolution, darunter u.a. lamarckistische Vorstellungen und die Vorstellung einer bedürfnisgetriebenen Evolution. Durch die Intervention konnte erreicht werden, dass ca. 75% der SuS wissenschaftliche Vorstellungen zum Evolutionsprozess ausbildeten. Dabei erwies sich das Verständnis der Variation innerhalb von Populationen als Schlüssel für ein angemessenes Verständnis der natürlichen Selektion.

Im Rahmen einer Interviewstudie befragte Evans (2006) Kinder zwischen 4 und 12 Jahren und junge Erwachsene zu ihrem alltäglichen Verständnis über natürliche Transformationen, wie Metamorphose und evolutionären Wandel. Sie konnte kognitive Tendenzen bei Kindern feststellen, die ohne spezifische Instruktion häufig bis ins Erwachsenenalter bestehen bleiben und den Aufbau einer evolutionären Perspektive verhindern. Diese Tendenz äußerte sich darin, dass Organismen als stabil und nicht veränderlich und deren Verhalten im Hinblick auf evolutionäre Anpassung als zielgerichtet und intentional angenommen wurde.

Prinou et al. (2008) erfassten die Konzepte zur Evolution von 411 SuS der 10. Klasse unterschiedlicher griechischer Schulen. Über 40% der Probanden hatten die Vorstellung, dass alle Organismen einer Population in gleichem Maß aktiv auf Umweltveränderungen reagieren, um neue Eigenschaften zu erlangen. Weitere 20% hatten transformatorische Vorstellungen, d.h. sie waren der Meinung, dass sich Organismen in Organismen mit anderen Eigenschaften umwandeln. Beide Alternativvorstellungen hatten einen typologischen Charakter. Außerdem wurden Lebewesen menschliche Eigenschaften zugeschrieben und die Mehrheit der Probanden nahm eine Notwendigkeit als Erklärung für die Entstehung neuer Merkmale an. Weniger als 10% der Probanden zeigten ein richtiges Verständnis der Konzepte der natürlichen Selektion.

Für den deutschsprachigen Raum sind nur wenige Studien bekannt. Sowohl Baalman et al. (2004), als auch Weitzel & Gropengießer (2009) untersuchten im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion Vorstellungen von Lernenden zur stammesgeschichtlichen Anpassung mit Hilfe von Leitfadeninterviews. Sie konnten drei Denkfiguren diagnostizieren: 1. Anpassung findet als absichtsvolles und zielgerichtetes Handeln von Lebewesen statt, 2. wenn es notwendig ist, werden adaptive, körperliche Veränderungen und Neubildungen induziert und 3. es findet eine absichtsvolle genetische Transmutation statt, d.h. die genetische Information wird vom Körper oder vom Organismus selbst zum Zweck der Anpassung verändert. Die einzelnen Konzepte der drei Denkfiguren zeigten dabei größtenteils Überschneidungen mit dem lebensweltlichen Verständnis von Anpassung. Es ist zu beachten, dass beide Interviewstudien nur mit einer sehr geringen Anzahl an Probanden (10 bzw. 3)

durchgeführt wurden, so dass die Ergebnisse keine allgemeine Schlussfolgerung zulassen, sondern eher der Beschreibung individueller Vorstellungen dienen.

Im Rahmen einer Fragebogenuntersuchung wurden von Johannsen & Krüger (2005) 100 SuS der 10. Klasse eines Gymnasiums, die noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden, und 206 SuS der 12. Klasse, die bereits Evolutionsunterricht hatten, zu ihren Vorstellungen zur Evolution befragt. Sie konnten finalistische (71-81%) als auch lamarckistische und anthropomorphe Vorstellungen in allen Klassen aufdecken. Darüber hinaus konnten sie nachweisen, dass der Unterricht zur Evolution in Bezug auf den Abbau finalistischer Vorstellungen erfolglos blieb, und dass insbesondere lamarckistische Konzepte ein wissenschaftliches Verständnis behindern.

Zabel und Gropengießer (2010) untersuchten die vorunterrichtlichen Vorstellungen und den Lernfortschritt von insgesamt 107 Schülerinnen und Schülern der 7. Klasse eines Gymnasiums. Durch die Methode der Analyse frei formulierter Lernertexte konnten sie neben reinen Beschreibungen, die keine Angaben zur Kausalität enthielten, acht verschiedene Erklärungsmuster für den evolutiven Wandel identifizieren: Von einem Teil der Schülerinnen und Schülern wurden veränderte Umweltbedingungen oder lange Zeiträume als hinreichende Erklärung für die Evolution formuliert. Andere erklärten, dass evolutiver Wandel stattfindet, weil er notwendig und sinnvoll ist. Auf die Mechanismen dieses Prozesses gingen die Lernenden dabei nicht ein. Auch finalistische und lamarckistische Erklärungsmuster konnten die Autoren nachweisen. Ein Teil der Probanden nahm eine gezielte individuelle Anpassung an, d.h. evolutiver Wandel findet nach Ansicht dieser Lernenden statt, weil das Individuum die Absicht hat, sich anzupassen. Ein anderer Teil der Schülerinnen und Schüler erklärte evolutiven Wandel als einen Prozess, der zielgerichtet über Generationen stattfindet, d.h. die individuell erworbene Anpassung wird an die Nachkommen weitergegeben und bildet sich von Generation zu Generation immer besser aus. Auch die Vorstellung, dass sich Organe durch Gebrauch oder Nichtgebrauch verändern, konnte nachgewiesen werden. Einige Schülerinnen und Schüler beschrieben in ihren Texten, dass neue Merkmale dadurch entstehen, dass sich Lebewesen mit anderen Lebewesen paaren, die eine bestimmte Eigenschaft aufweisen. Evolution findet laut diesem Erklärungsmuster demzufolge durch Kreuzung statt. Das Erklärungsmuster der Abweichung und Auslese nähert sich

hingegen der fachwissenschaftlichen Vorstellung. Probanden, die dieses Erklärungsmuster nutzten, gehen davon aus, dass in einer sonst homogenen Gruppe von Organismen einzelne Individuen mit veränderten Merkmalen geboren werden, die durch ihre Merkmale einen Auslesevorteil haben und dadurch bedingt nach und nach häufiger werden. Das Muster der Variation und Auslese schließt im Gegensatz dazu die Variation mit ein und entspricht damit der wissenschaftlichen Vorstellung des evolutiven Wandels. Durch den Unterricht konnte erreicht werden, dass etwa 40% der Lernenden evolutiven Wandel durch die natürliche Selektion erklären konnten. Die Lernwege verliefen dabei bei den einzelnen SuS sehr unterschiedlich.

Becker (1998) analysierte Jugendsachbücher für Kinder ab 12 Jahren auf die in diesen Büchern vermittelten Vorstellungen zur Evolution. Ziel der Untersuchung war es, mögliche Ursachen für die Entstehung bestimmter Evolutionsvorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu ermitteln. Es konnten eine Reihe Faktoren nachgewiesen werden, die die Entstehung von aus wissenschaftlicher Sicht falschen Vorstellungen fördern können. Formulierungen, welche die Zweckmäßigkeit von Anpassung in den Vordergrund stellen, tragen zur Ausbildung und Förderung von finalistischen und anthropomorphen Vorstellungen des Evolutionsprozesses bei und ebnen den Weg für lamarckistische Erklärungsansätze. In den meisten Büchern wurde zudem das Augenmerk auf die gemeinsamen Merkmale von Individuen innerhalb einer Population gelegt, anstatt besonders die Variabilität zu betonen. Dies kann typologisches Denken begünstigen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die ursächlichen Aspekte der Evolution in Jugendsachbüchern wenn überhaupt am Rande behandelt wurden. Vielmehr findet eine Beschreibung der Tier- und Pflanzenwelt im erdgeschichtlichen Verlauf statt. Ein Begreifen der Evolution ist durch diese Inhalte nicht möglich.

Diese Tendenz setzt sich in Schulbüchern für die Sekundarstufe I fort. Anhand einer Begriffsanalyse (eigene Untersuchung, unveröffentlicht) von 24 Biologiebüchern der Sekundarstufe I für NRW konnte gezeigt werden, dass in den entsprechenden Kapiteln zur Evolution Begriffe, die den ursächlichen Verlauf der Evolution erläutern, nur selten vorkommen. Selektion tauchte nur in elf der 24 Bücher auf und wurde von insgesamt 21418 verwendeten Begriffen nur 66mal benutzt. Mutation wurde in zehn Büchern insgesamt 82mal verwendet. Der Terminus Variation wurde sogar nur in fünf der erfassten Bücher 18mal genannt, Rekombination wurde in vier Büchern nur 7mal

aufgeführt. Einige Schulbücher kamen sogar gänzlich ohne den Terminus „Evolution“ aus. Am häufigsten wurden beschreibende Termini der Erdgeschichte verwendet wie Fossil, Vorfahre, Frühmensch, Stammbaum etc. Sie kamen in nahezu allen untersuchten Schulbüchern vor.

Eine Prüfung der Forschungsarbeiten zeigt, dass zahlreiche Alternativvorstellungen zur Evolution bei unterschiedlichsten Bevölkerungsgruppen vorhanden sind. Lamarckistische und finalistische Vorstellungen können besonders häufig, auch mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden nachgewiesen werden. Offensichtlich bleiben diese aus fachlicher Sicht falschen Vorstellungen ohne spezifische Instruktion bis ins Erwachsenenalter bestehen und stellen selbst für Probanden, die sich bereits mit der Evolution beschäftigt haben, plausible Erklärungen für den evolutiven Wandel dar. Zudem klammern Jugendsach- und Schulbücher Ursachen der Evolution häufig aus und behandeln das Evolutionsgeschehen eher deskriptiv. In den Büchern regelmäßig verwendete finalistische und anthropomorphe Formulierungen bieten zusätzlichen Nährboden für ein falsches oder unzureichendes Verständnis des evolutiven Wandels.

Ein Großteil der Schülerschaft verlässt die Schule bereits mit dem Abschluss der Sekundarstufe I. Da viele in der Schule das letzte Mal mit dem Thema Evolution in Kontakt kommen, scheint es umso wichtiger, dass die Lernenden bis zu diesem Zeitpunkt ein grundlegendes Verständnis der Evolution erworben haben. Sie sollten in der Lage sein, das enorme Erklärungspotential der Evolutionstheorie auf ihrem weiteren Lebensweg anwenden zu können, um Antworten auf die vielen Fragen nach dem Wie und Warum der Vielfalt des Lebens zu finden, um richtige Entscheidungen im Hinblick auf umweltbezogene Fragestellungen treffen zu können und um die eigene Stellung im natürlichen Gefüge zu verstehen.

1.2.3 Das Thema Evolution in den Lehrplänen

Aufgrund der herausragenden Bedeutung der Evolutionstheorie würde man eine besondere Beachtung dieses Themas im Rahmen der unterschiedlichen Bildungsgänge erwarten. Betrachtet man die für diese Studie relevanten Lehrpläne für das Fach

Biologie in Nordrhein-Westfalen⁴, so bietet sich einem jedoch ein anderes Bild. Die Evolutionsbiologie wird in den Lehrplänen der einzelnen Schulformen eher stiefmütterlich behandelt:

Für die Hauptschule (Kultusministerium Nordrhein-Westfalen 1989) ist für die Jahrgangsstufen 9 und 10 obligatorisch die Entwicklungsgeschichte der Lebewesen und die Evolution des Menschen vorgesehen. Beide Themen werden rein beschreibend behandelt. Ursachen der Evolution, durch die evolutive Vorgänge erst verstanden werden können, sind nicht verpflichtend, sondern können fakultativ unterrichtet werden.

In dem Lehrplan für die Realschule (Kultusministerium des Landes Nordrhein-Westfalen 1993) finden wir für die Jahrgangsstufen 9 und 10 den obligatorischen Themenkreis „Die Entwicklung des Lebens auf der Erde“. Er enthält insgesamt drei Unterthemen, die sich mit der Entstehung des Lebens und der Veränderung von Arten, der Evolution des Menschen und der Entwicklung der Kultur auseinandersetzen. Ursächliche Faktoren der Evolution werden auch in diesem Lehrplan eher nebensächlich behandelt oder als fakultatives Thema angeboten. Dagegen wird besonderen Wert auf die Beschreibung von Merkmalen und Charakteristika einzelner Erdzeitalter oder Vertreter dieser Erdzeitalter gelegt.

Im Lehrplan für die Gesamtschulen in NRW (MSWWF 1999) findet man bereits für die Jahrgangsstufen 7 und 8 erste Aspekte der Evolution. Im Rahmen des Lernbereichsunterrichts soll in diesen Jahrgangsstufen die Entstehung des Lebens mit den Aspekten Ursuppe, vom Wasser aufs Land und in die Luft, Entwicklung und Stammbaum der Lebewesen, Zeitalter der Dinosaurier und Geschichte der Menschwerdung behandelt werden. Ursächliche Erklärungen fehlen hier. Diese findet man dagegen im Rahmenthema „Evolution und Vererbung“, welches für die 9. und 10. Jahrgangsstufe vorgesehen ist. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen dieses Themas folgenden Anforderungen gerecht werden: „Die Schülerinnen und Schüler erwerben grundlegendes Wissen über Gene und deren Rolle bei der Vererbung. Sie lernen die Bedingungen der Evolution als Wechselspiel zwischen Mutation und Selektion sowie

⁴ Da in dieser Arbeit ausschließlich SuS aus NRW befragt wurden, wird auch nur auf den Lehrplan dieses Bundeslandes eingegangen. Aufgrund des Durchführungszeitraums (Juni 2008 - Januar 2009), ist davon auszugehen, dass alle Befragten noch nach alten Lehrplänen unterrichtet wurden. Zum Vergleich werden, falls vorhanden, anschließend die neuen Kernlehrpläne vorgestellt.

Formen evolutionärer Anpassung kennen. Sie erweitern ihr Wissen über Züchtung und gentechnische Veränderung bei Nutztieren und Nutzpflanzen. Sie erwerben ein grundlegendes Verständnis der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Vorgänge in der kulturellen Evolution. Sie lernen die Wechselwirkungen von Lebensräumen und menschlicher Entwicklung sowie die damit verbundenen Belastungen kennen“ (MSWWF 1999, S.89). Ursächliche Faktoren des evolutiven Wandels werden hier also berücksichtigt.

Im Lehrplan für die Sekundarstufe I der Gymnasien in NRW (MSWWF 1993) ist das Thema Evolution für die Jahrgangsstufen 7 und 9 vorgesehen. In Jahrgangsstufe 7 wird besonderen Wert auf das Angepasstsein verschiedener Tiergruppen an verschiedene Lebensräume gelegt. Die Mechanismen, die zu dieser Anpassung führen, können fakultativ besprochen werden. Obligatorisch sind zudem die Veranschaulichung der verschiedenen Erdzeitalter und eine einführende Behandlung der Entwicklung zum Mensch. In der Jahrgangsstufe 9 beschränkt sich die Behandlung des Themas Evolution auf die fakultative Vertiefung von Aspekten der Abstammung des Menschen, die bereits in der Jahrgangsstufe 7 besprochen wurden.

Mittlerweile liegen für das Gymnasium (Einführungserlass 18.05.2008) und für Real- (Einführungserlass 07.07.2011) und Gesamtschule (Einführungserlass 16.06.2011) neue Kernlehrpläne vor. Der Lehrplan für die Hauptschule ist seit 1989 unverändert. Im Folgenden sollen insbesondere Unterschiede zu den alten Lehrplänen im Hinblick auf das Thema Evolution herausgestellt werden.

In der ersten Progressionsstufe⁵ des Kernlehrplans für die Realschule (MSW NRW 2011a) beschränkt sich die Behandlung des Themas Evolution auf die Angepasstheit von Lebewesen an ihren Lebensraum. In der zweiten Progressionsstufe wird das Thema Evolution als eigenes Inhaltsfeld aufgeführt, mit den Schwerpunkten Fossilien, Evolutionsfaktoren und Stammesentwicklung der Wirbeltiere und des Menschen. Im Gegensatz zum alten Lehrplan werden ursächliche Faktoren der Evolution explizit behandelt. So sollen SuS „die Artbildung mit dem Konzept der Variabilität und Angepasstheit erläutern“ und „die Artbildung als Voraussetzung und Ergebnis der Evolution auf Mutation und Selektion zurückführen“ (MSW NRW 2011a, S.37).

⁵ Die erste Progressionsstufe entspricht in etwa dem 1. Drittel der bis zur Jahrgangsstufe 10 vorgesehenen Unterrichtszeit (MSW NRW 2011a).

Darüber hinaus sollen die SuS im Rahmen des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung „den Zusammenhang zwischen der Anpasstheit von Lebewesen an einen Lebensraum und ihrem Fortpflanzungserfolg (Fitness) darstellen“ (MSW NRW 2011a, S.37).

Im Kernlehrplan für die Gesamtschulen in NRW (MSW NRW 2011b) ist für die erste Progressionsstufe die Anpasstheit von Lebewesen an ihren Lebensraum und die Züchtung durch künstliche Selektion vorgesehen. Die Behandlung dieser Themen erfolgt auf der beschreibenden und vergleichenden Ebene. Die evolutionäre Entstehung der Anpasstheit wird nicht besprochen. In der zweiten Progressionsstufe werden im Inhaltsfeld „Evolutionäre Entwicklung“ folgende Schwerpunkte thematisiert: Fossilien, Evolutionsfaktoren, Stammesentwicklung der Wirbeltiere und des Menschen. Die SuS sollen im Hinblick auf den Umgang mit Fachwissen folgende Kompetenzen erwerben: „Die SuS können die wesentlichen Gedanken der Darwinschen Evolutionstheorie zusammenfassend darstellen, die Artenvielfalt mit dem Basiskonzept der Entwicklung und den Konzepten der Variabilität und Anpasstheit erläutern, die Artbildung als Ergebnis der Evolution auf Mutation und Selektion zurückführen, die Entstehung des aufrechten Gangs des Menschen auf der Grundlage wissenschaftlicher Theorien erklären“ (MSW NRW 2011b, S.49). Ursächliche Faktoren der Evolution werden, wie im alten Lehrplan auch, explizit behandelt.

Im Kernlehrplan für die Gymnasien in NRW (MSW NRW 2008) findet sich für die Jahrgangsstufen 5/6 im Inhaltsfeld „Vielfalt von Lebewesen“, die Anpasstheit von Lebewesen an verschiedene Lebensräume. Die SuS sollen diese Anpasstheit darstellen können. Ursächliche Faktoren der Anpassung werden nicht behandelt. Für die Jahrgangsstufen 7/9 sind im Inhaltsfeld „Evolutionäre Entwicklung“ die Bereiche Erdzeitalter, Datierung, Stammesentwicklung der Wirbeltiere und des Menschen, Evolutionsmechanismen und Wege der Erkenntnisgewinnung am Beispiel evolutionsbiologischer Forschung aufgeführt. Bis zum Ende der Jahrgangsstufe 9 sollen SuS die stammesgeschichtliche Verwandtschaft ausgewählter Pflanzen und Tiere beschreiben und erklären können. Außerdem sollen sie die Abstammung des Menschen beschreiben und Fossilien als Belege der Evolution benennen können. Sie sollen in der Lage sein, Mutation und Selektion anhand eines Beispiels zu erläutern. Mechanistische Aspekte der Evolution werden in den neuen Kernlehrplänen demnach obligatorisch

behandelt, während sie in den alten Lehrplänen als fakultatives Thema aufgeführt waren.

Zusammenfassend lässt sich für die alten Lehrpläne festhalten, dass das Thema Evolution eher oberflächlich behandelt wurde bzw. wird (Hauptschule). Der Aufbau eines Verständnisses evolutiver Vorgänge kann durch die beschreibende Behandlung des Themas nicht erreicht werden. Die Beachtung ursächlicher Faktoren der Evolution ist größtenteils defizitär. Zu diesen Missständen kommt hinzu, dass das Thema Evolution häufig für das Ende eines Schuljahres vorgesehen ist. Nicht selten kommt es aufgrund von Zeitmangel oder aus Angst vor der scheinbaren Komplexität des Themas dazu, dass es gar nicht unterrichtet wird. Studien haben gezeigt, dass es fruchtbar sein kann, Evolution nicht als eigenständiges Thema im Lehrplan darzustellen, sondern sie vielmehr als Organisator des Biologieunterrichts zu verwenden (Nehm et al. 2009). Dies kann Lernende dabei unterstützen, die Biologie als vernetzte Einheit zu verstehen. Kattmann und van Dijk (2009) schlagen vor, die Evolutionstheorie möglichst früh in den Unterricht einzuführen und sie als durchgehendes Erklärungsprinzip anzuwenden. Dabei sollen aktual-kausale und historisch-kausale Erklärungen verflochten werden, d.h. es sollen nicht nur Mikroprozesse der Evolution, wie Selektion und Mutation betrachtet werden, sondern auch historische Aspekte. Sie können helfen, das Verständnis verschiedener biologischer Themen zu vertiefen. Es sollte Gegenstand zukünftiger Forschung sein zu untersuchen, inwieweit die neuen Kernlehrpläne diesen Anforderungen gerecht werden und inwiefern die Behandlung der ursächlichen Faktoren der Evolution im Unterricht fruchtbar für die Ausbildung wissenschaftlicher Vorstellungen ist.

1.2.4 Forschungsfragen

Um sich ein Bild über das tatsächlich vorhandene Verständnis bzw. Vorstellungen zur Evolution von SuS beim Erreichen der mittleren Bildung machen zu können, müssen umfangreiche Befragungen von Lernenden zum Ende der Sekundarstufe I in sämtlichen Schulformen durchgeführt werden. Für den deutschsprachigen Raum liegen dazu keine ausreichenden Ergebnisse vor. Angesichts dieses Forschungsdefizits, werden in der vorliegenden Arbeit Vorstellungen zur Evolution von Schülerinnen und Schülern der 9.

und 10. Klasse aller Schulformen in NRW erhoben. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Welche verschiedenen Vorstellungen haben SuS der Sekundarstufe I zur Evolution?
2. Wie ist ihr Verständnis des Evolutionsprozesses / der Evolutionstheorie?
3. Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Verständnis des Evolutionsprozesses und der Religiosität bzw. der Akzeptanz der Wissenschaft?

1.3 Theoriebezug und Definitionen

1.3.1 Lokale Theorie zur Akzeptanz der Evolution

Die Untersuchung der Akzeptanz der Evolution erfolgte im Rahmen einer eigens entwickelten lokalen Theorie. Diese wurde aus den anfangs formulierten Hypothesen abgeleitet und beinhaltet die relativen Bedeutungen der unabhängigen Variablen (Gläubigkeit, Akzeptanz der Wissenschaft, Verständnis der Evolution) für die abhängige Variable (Akzeptanz der Evolution) als auch die Beziehungen der unabhängigen Variablen untereinander (Bortz & Döring 2009):

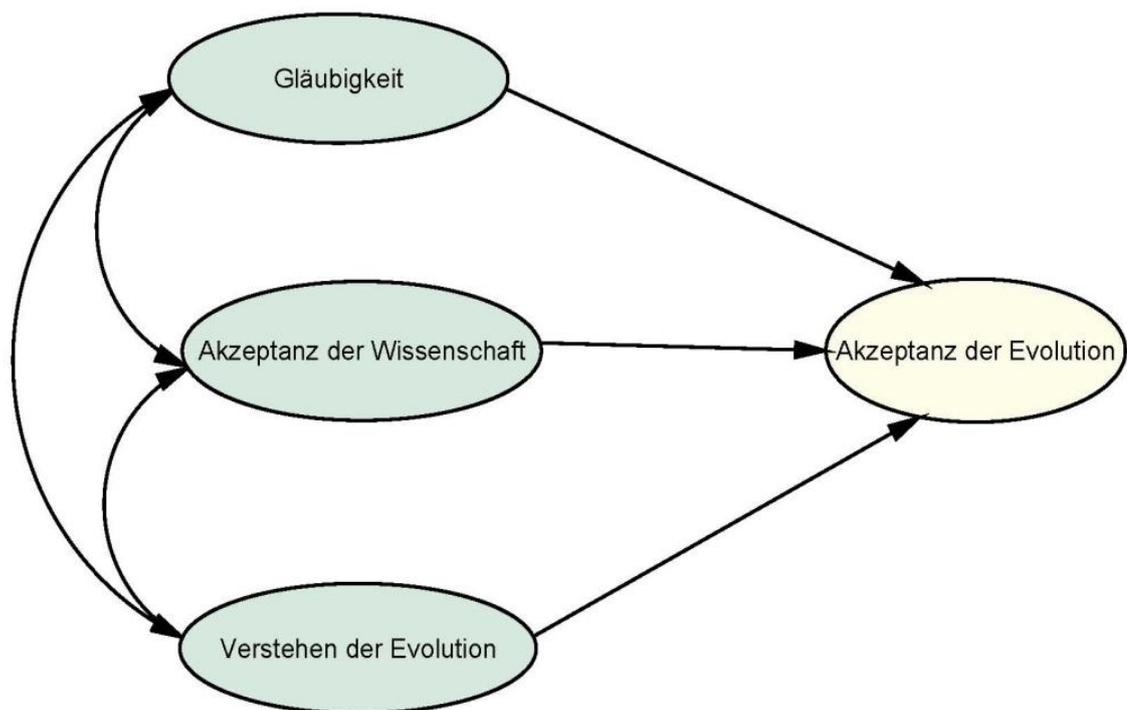


Abb. 1: Lokale Theorie der Akzeptanz der Evolution.

1.3.2 Moderater Konstruktivismus

Die theoretische Fundierung zur Beschreibung individueller Lernvorgänge bildet in dieser Untersuchung der moderate Konstruktivismus. Wissenserwerb stellt aus dieser Sicht eine aktive Konstruktion des Lernenden dar. Im Gegensatz zur kognitivistischen Sichtweise von Lernen kann Wissen nach konstruktivistischer Auffassung nicht von einer Person zur anderen weitergegeben werden, sondern wird in einem individuellen, aktiven und selbstgesteuerten Prozess auf der Grundlage der bereits vorhandenen Vorstellungen und Überzeugungen des Lernenden konstruiert. Dabei spielen neben individuellen Faktoren auch soziale Interaktionen und der situative Kontext eine wichtige Rolle. Fehlt der Bezug zu einem für den Lernenden relevanten Kontext, bleibt die Information bedeutungslos. Durch die konstruktivistische Auffassung des Lernens ergeben sich Konsequenzen für die Umsetzung von Lehr- und Lernprozessen: Da Wissen nicht einfach übergeben werden kann, müssen Lernsituationen geschaffen werden, die ausgehend von den Vorerfahrungen der Lernenden fachlich angemessene Konstruktionsprozesse auslösen. Unabdingbar dafür ist eine Kenntnis der bei Lernenden bereits vorhandenen Vorstellungen und Vorerfahrungen. Die Erfassung von Schülervorstellungen stellt demnach einen entscheidenden Teil der didaktischen Lehr-Lernforschung dar. Da der moderate Konstruktivismus keine Aussagen über die Mechanismen der Vorstellungsänderung macht, sondern seinen Schwerpunkt in der Untersuchung von Wissensgenerierung setzt, wird die konstruktivistische Sichtweise mit der Conceptual Change-Theorie verbunden (Riemeier 2007, Gerstenmaier & Mandl 1995):

1.3.3 Conceptual Change-Theorie

Die Lernenden betreten den Unterricht mit einer Reihe vorhandener Vorstellungen bzw. Vorerfahrungen, die den Lernprozess beeinflussen können. Diese häufig aus fachlicher Sicht falschen Vorstellungen (Fehlvorstellungen) werden auch weniger normativwertend als Alltagsvorstellungen, Schülervorstellungen, Alternativvorstellungen oder als Präkonzepte bezeichnet und entstammen lebensweltlichen Erfahrungen der Lernenden. Sie stellen für die Lernenden naheliegende und leicht verfügbare Erklärungen für bestimmte Sachverhalte dar (Baalmann et al. 2004) und haben sich

unter Umständen im Alltag bewährt. Sie können Barrieren für den Aufbau fachlich angemessener Vorstellungen sein. Die Conceptual Change-Theorie aus der Gruppe um Posner, Strike, Hewson und Gertzog (1982) beschäftigt sich mit der Frage, unter welchen Bedingungen diese vorunterrichtlichen Vorstellungen hin zu wissenschaftlich begründeten Vorstellungen verändert werden können. Dabei unterscheiden sie zwischen zwei wesentlichen Schritten des Konzeptwechsels: Der Assimilation, im Rahmen derer versucht wird ein neues Konzept mit den bereits vorhandenen Vorstellungen in Einklang zu bringen und der Akkomodation, d.h. dem Ersetzen der alten Vorstellung durch das neue Konzept. Aus konstruktivistischer Sicht wird unter dieser Substitution kein radikaler Vorstellungswandel (Conceptual Change) verstanden, vielmehr können die vorunterrichtlichen Vorstellungen parallel zu den neuen Konzepten auch nach dem Unterricht bestehen und sich in vielen Situationen als hilfreich erweisen. Nach jüngerer Auffassung würde man diesen Prozess deswegen passender als Conceptual Reconstruction bezeichnen (Krüger 2007).

Um diese Rekonstruktion von Vorstellungen anstoßen zu können, müssen die Lernenden nach Posner et al. (1982) und Strike & Posner (1992) zunächst unzufrieden mit ihrer existierenden Vorstellung sein und sich dadurch für neue Vorstellungen öffnen. Aufbauend auf dieser Unzufriedenheit mit den existierenden Vorstellungen, die z.B. im Unterricht durch einen kognitiven Konflikt ausgelöst werden kann, sollte das neue Konzept eine verständliche und plausible Alternative darstellen, d.h. es sollte Probleme lösen können, die durch die alten Vorstellungen nicht gelöst werden konnten. Ist dies der Fall, geht man davon aus, dass der Lernende versuchen wird, auch andere Probleme durch das neue Konzept zu erklären und somit die Fruchtbarkeit dieses Konzeptes in anderen Kontexten erleben. In der ursprünglichen Formulierung des Conceptual Change-Modells (Strike & Posner 1985) wurde das Lernen als ein rein rational und logisch basierter Prozess beschrieben. Mittlerweile wurde die Bedeutsamkeit von metakognitiven, affektiven und motivierenden Komponenten beim Lernen herausgestellt und dem Lernenden eine bewusste Kontrolle dieser Faktoren zugesprochen (Southerland & Sinatra 2003). Die Gesamtheit der Faktoren, die den Konzeptwechsel der Lernenden beeinflusst, wird auch als Conceptual ecology bezeichnet. Diese umfasst alle Faktoren der persönlichen Vorstellungswelt der Lernenden. In Bezug auf die Evolutionstheorie sind dies besonders die bereits existierenden Vorstellungen zur Evolution, die Sichtweise der Wissenschaft, die

Sichtweise der biologischen Welt, die religiöse Orientierung, die Akzeptanz der Evolutionstheorie und die wissenschaftliche Orientierung (d.h. wie stark der Lernende sein Leben um wissenschaftliche Aktivitäten organisiert), die einen Konzeptwechsel im Kontext der Evolution beeinflussen können (Demastes et al. 1995, Alters & Nelson 2002).

1.3.4 Definition Einstellung und Einstellungsmodell

Der Terminus „Einstellung“ ist Teil des alltäglichen Sprachgebrauchs. Wie es für die Alltagssprache typisch ist, ist sein Gebrauch personen- und kontextabhängig. Deswegen unterscheidet sich die umgangssprachliche Verwendung des Terminus häufig von der im wissenschaftlichen Bereich. Um eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien herzustellen, sollen hier zunächst verschiedene Begriffsfestlegungen wichtiger Autoren vorgestellt und schließlich eine Definition für eigene Zwecke gegeben werden.

Nach Allport (1935, S. 810) ist die Einstellung „ein mentaler oder neuraler Bereitschaftszustand, der durch die Erfahrung strukturiert ist und einen steuernden oder dynamischen Einfluss auf die Reaktionen eines Individuums gegenüber allen Objekten und Situationen hat, mit denen dieses Individuum eine Beziehung eingeht.“

Fishbein und Ajzen (1975) definieren die Einstellung als eine Art erlernte Prädisposition eines Individuums, auf ein bestimmtes Objekt in einer günstigen oder ungünstigen Weise zu reagieren.

Eagly & Chaiken (1993, S.1) schlagen stattdessen folgende Definition vor: „Die Einstellung ist eine psychische Tendenz, die dadurch zum Ausdruck kommt, dass man ein bestimmtes Objekt mit einem gewissen Grad von Zuneigung oder Abneigung bewertet.“

Da keine einheitliche Definition des Begriffs Einstellung in der Literatur gefunden werden kann, soll in dieser Arbeit Einstellung zusammenfassend wie folgt definiert werden:

Eine Einstellung ist die summarische Gesamtbewertung eines Einstellungsobjektes. Einstellungsobjekte können dabei Dinge, Situationen, Personen, Orte, eine Tätigkeit oder ähnliches sein, wobei die Bewertung der Einstellungsobjekte sowohl kognitiv (z.B.

wahr, unwahr) als auch affektiv (z.B. gut, schlecht) erfolgen, bzw. in bestimmten Situationen handlungsleitend sein kann.

Überzeugungen stellen dabei kognitive, subjektive Bewertungen eines Einstellungsobjektes dar, die durch Hintergrundfaktoren wie z.B. Geschlecht, Religion, Erfahrung, Wissen u.a. beeinflusst werden. Handelt es sich um eine positive Überzeugung, sprechen wir im Folgenden von Akzeptanz, handelt es sich um eine negative Überzeugung, ist dies gleichzusetzen mit Ablehnung.

Es existieren aufbauend auf den genannten Definitionen verschiedene Modelle, die etwas über die Zusammensetzung von Einstellungen aussagen. In der sozialpsychologischen Forschung werden aktuell folgende Einstellungstheorien vertreten:

Nach dem sog. Dreikomponentenmodell von Rosenberg & Hovland (1966) und Eagly & Chaiken (1993) wird davon ausgegangen, dass die Einstellung ein mehrdimensionales, hypothetisches Konstrukt darstellt, in dem zwischen beobachtbaren vorangegangenen Reizen und nachfolgenden Reaktionen unterschieden werden kann. Dabei unterscheiden sie zwischen kognitiven (Meinungen über ein Objekt), affektiven (Gefühle, die vom Objekt ausgelöst werden) und Verhaltensreaktionen (auf das Einstellungsobjekt bezogene Verhaltensabsichten und Handlungen), die zusammen die Einstellung eines Individuums bilden. Neuere Veröffentlichungen weisen jedoch darauf hin, dass diese drei Komponenten nicht bei allen Einstellungen gefunden werden können. So besitzt die Einstellung gegenüber Spinnen bei einigen Menschen wohl eher eine affektive als eine kognitive Komponente, während die Einstellung zu sozialen Themen, wie dem Solidaritätszuschlag eher kognitiv geprägt sein dürfte. Das Modell sollte daher eher heuristisch genutzt werden, um allgemeine Aspekte der Einstellung näher zu beleuchten. Es stellt eher ein formales Modell dar (Oskamp & Schultz 2005, Olson & Zanna 1993).

Nach einer neueren Einstellungstheorie, die besonders von Fishbein & Ajzen (1975) initiiert und vertreten wird, ist die Einstellung ein eindimensionales Konstrukt, welches ausschließlich durch die affektive Komponente gebildet wird. Die kognitive Komponente wird von ihnen als Überzeugung (beliefs) bezeichnet und sagt etwas über die subjektive Wahrscheinlichkeit einer Person aus, bestimmten Objekten eine gewisse Eigenschaft zuzuschreiben. Auch die Verhaltenskomponente wird als eigenständiges

Konstrukt verstanden, das Auskunft gibt, über die subjektive Wahrscheinlichkeit einer Person, auf ein bestimmtes Objekt mit einem bestimmten Verhalten zu reagieren. Dabei können Personen sowohl unterschiedliche Überzeugungen zu einem Objekt haben, als auch unterschiedliche Verhaltensweisen als Reaktion auf ein Objekt zeigen und diese Überzeugungen bzw. Verhaltensweisen müssen nicht zwingend miteinander verbunden sein. Im Unterschied dazu sollten unterschiedliche Einstellungen zu einem Objekt (= affektiven Dimensionen) nach Fishbein & Ajzen (1975) einen hohen Zusammenhang aufweisen. Jemand der beispielsweise eine positive Einstellung zu einem Buch hat („Ich mag dieses Buch“) sollte auch gleichzeitig dieses Buch positiv in anderen Bereichen bewerten („Ich genieße es, dieses Buch zu lesen“; Oskamp & Schultz 2005).

Nach einem weiteren theoretischen Einstellungsmodell (DeFleur & Westie 1963) ist die Einstellung ein nicht beobachtbarer, latenter Prozess, welcher das Verhältnis zwischen einem Reiz und der individuellen Reaktion erklärt. Durch einen äußeren Reiz kann also ein kognitiver, affektiver oder/und Verhaltensprozess ausgelöst werden. Diese Prozesse bilden dann, zusammen oder einzeln die Einstellung einer Person gegenüber einem Einstellungsobjekt. Da die Einstellung nach diesem Modell ein latentes Konstrukt ist, kann sie nicht direkt gemessen werden, sondern muss über die Reaktionen gemessen werden. Dies können sowohl affektive, als auch kognitive bzw. Verhaltensreaktionen auf ein Einstellungsobjekt sein. Vorteil dieses Modells im Vergleich zu den vorangegangenen Modellen ist, dass im Gegensatz zum Modell von Ajzen & Fishbein eine Reduktion der Einstellung auf die affektive Komponente vermieden wird und dass im Vergleich zum Dreikomponentenmodell nicht vorausgesetzt wird, dass die drei Komponenten der Einstellung hoch miteinander korrelieren müssen. Stattdessen gehen die Autoren davon aus, dass die Einstellung sowohl durch eine Kombination von kognitiven, affektiven und Verhaltensprozessen gebildet werden kann, aber auch nur aus einem oder zwei dieser Prozesse bestehen kann. Dementsprechend kann sich die Einstellung in einer, zwei oder drei der beobachtbaren Reaktionen zeigen (Oskamp & Schultz 2005).

Allen Einstellungsmodellen ist gemein, dass sie kognitive, affektive und konative (verhaltensbezogene) Komponenten benennen, die mehr oder weniger stark miteinander in Verbindung stehen. Für die vorliegende Untersuchung soll folgendes Modell zur Einordnung der einzelnen Komponenten dienen:

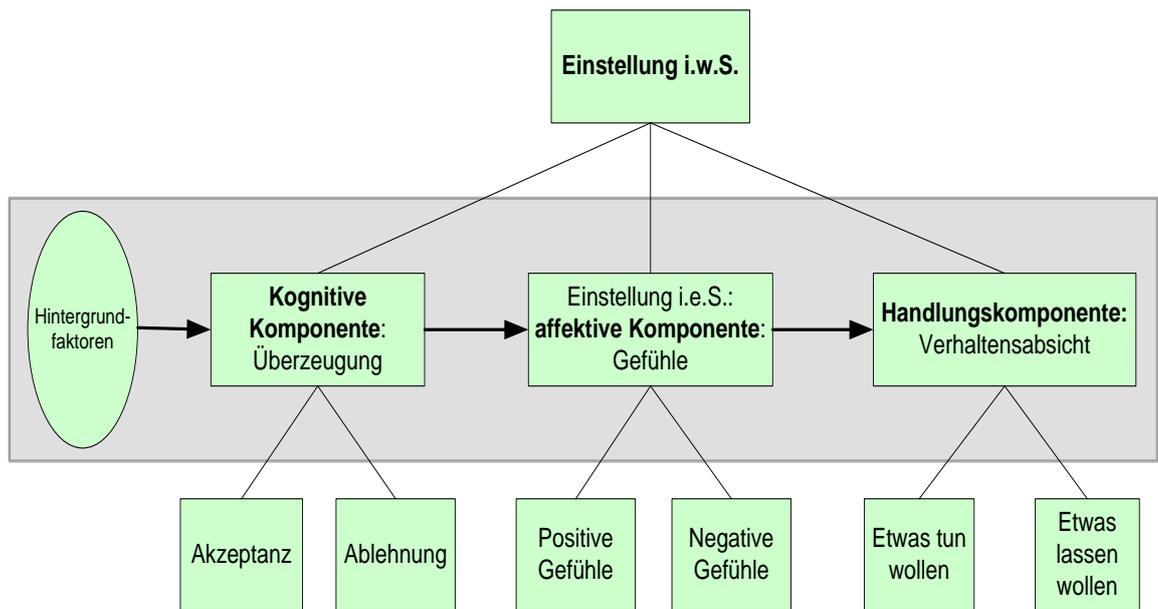


Abb. 2: Komponenten der Einstellung nach Eagly & Chaiken (1993): In grau hinterlegt sind die Beeinflussungen der einzelnen Komponenten in Anlehnung an Ajzen (2005) dargestellt.

2 Methoden

2.1 Untersuchungsdesign

Bei der vorliegenden empirischen Untersuchung handelt es sich um eine hypothesenprüfende, quantitative Querschnittstudie, in der mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens Einstellungen und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I erfasst wurden.

2.2 Messinstrument

Zur Datenerhebung wurde ein Fragebogen verwendet. Fragebögen bieten die Möglichkeit, in relativ kurzer Zeit eine größere Anzahl von Personen zu befragen. Außerdem werden schriftliche Befragungen von den Probanden als anonymer empfunden, „was sich günstig auf die Bereitschaft zu ehrlichen Angaben und gründlicher Auseinandersetzung mit der erfragten Problematik auswirken kann“ (Bortz & Döring 2002, S.237). Zur Erhebung der Einstellungen der Probanden wurden 5-stufige, unipolare Likertskalen gewählt. Dieses von Likert (1932) hervorgebrachte Verfahren verwendet Ratingskalen, die dazu dienen, die eigene Einstellung zu einer bestimmten Aussage zu beurteilen. Ratingskalen geben gleich große Abschnitte eines Merkmalskontinuums vor, wodurch die Stufen der Skala als intervallskaliert interpretiert werden können (Bortz & Döring 2006). Um unsicheren Probanden ein Ausweichen auf eine neutrale Antwortkategorie zu erleichtern und kein gerichtetes Antworten zu erzwingen, wurde eine 5-stufige Skala mit neutraler mittlerer Kategorie gewählt. Zur Skalenbezeichnung wurden Smilies mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken verwendet, da sie die Urteilsabgabe erleichtern und im Gegensatz zu verbalen Marken auf einen Blick erfasst werden können. Zur Erfassung der Vorstellungen der Probanden wurden Items mit mehreren Antwortvorgaben gewählt. Diese ermöglichen eine eindeutige Auswertung und sind damit auswertungsobjektiv. Ein weiterer Vorteil dieses Aufgabentyps besteht darin, dass mehrere Antwortvorgaben eine aktive Auseinandersetzung des Probanden mit verschiedenen richtig klingenden Alternativantworten erfordert. Darüber hinaus sinkt mit steigender Anzahl an Alternativantworten die Wahrscheinlichkeit, dass richtige Antworten erraten werden (Bortz & Döring 2002).

Neben einigen soziodemographischen Angaben wurden die Parameter Gläubigkeit, Akzeptanz der Evolution, Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution im Fragebogen erhoben. Zur Messung der Parameter wurden jeweils mehrere Items verwendet, da nur so komplexe Überzeugungsdimensionen der Probanden sinnvoll erfasst werden können (Graf 2008). Darüber hinaus können bei Messungen auftretende Fehler über ein Set von Indikatoren ausgeglichen werden (Weiber & Mühlhaus 2010).

Vortest

Die Konstrukte des vorliegenden Fragebogens wurden überwiegend aus anderen Studien übernommen, um eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Studien zu gewährleisten. Zudem waren die übernommenen Konstrukte bereits gut validiert, wodurch aufwendige Validierungsprozesse unterblieben. Um sicherzustellen, dass die teilweise für andere Probandengruppen konzipierten Items auch für die vorliegende Stichprobe sprachlich und inhaltlich verständlich waren, wurden diese von insgesamt 60 SuS der Sekundarstufe I auf ihre Verständlichkeit, Klarheit und Zumutbarkeit geprüft und etwaige Anmerkungen eingearbeitet.

Im Folgenden werden die einzelnen Konstrukte des Fragebogens (siehe Anhang I) näher erläutert.

Soziodemographische Daten (Teil A)

Nach einer kurzen Instruktion zur Durchführung des Fragebogens und einem Hinweis auf die Anonymität der Befragung, wurden die SuS zur Beantwortung einiger soziodemographischer Daten aufgefordert. Sie wurden zum Alter, Geschlecht, der besuchten Schulform und Klasse befragt. Außerdem sollten sie angeben, ob sie bereits Evolutionsunterricht erhalten hatten und ihr eigenes Interesse an Biologie einschätzen. Als letztes wurde nach der Religionszugehörigkeit der Probanden gefragt.

Gläubigkeit (Teil B)

Die Gläubigkeit der Probanden wurde mit insgesamt 5 unipolaren, likertskalierten Items gemessen. Diese wurden zum Teil aus anderen Studien (Johannsen & Krüger 2005, Illner 1999) übernommen und nach einer ersten Validierung innerhalb des Vortests sprachlich leicht verändert, um den Probanden das Verstehen der Items zu erleichtern.

Eine Reliabilitätsanalyse erbrachte eine sehr schlechte Trennschärfe für das Item B4 (< 0,3), was darauf hindeutet, dass die Schwierigkeit dieses Items für die vorliegende Versuchsgruppe zu hoch war (vgl. Bortz & Döring 2002). Zusätzlich konnte der Analyse entnommen werden, dass sich die Skala durch die Nichtanwendung dieses Items verbessern würde. Als Konsequenz wurde Item B4 aus weiteren Berechnungen heraus genommen. Mit einem Cronbachs alpha von $\alpha = 0,80$ lag die interne Konsistenz der verbleibenden Skala in einem guten Bereich (Neuhaus & Braun 2007). Anhand einer Faktorenanalyse (Hauptachsen) konnte nur 1 Faktor mit einem Eigenwert > 1 nachgewiesen werden. Dieser erklärte 63% der Varianz (vgl. Tabelle 1). Für die Skala Gläubigkeit konnte demnach Eindimensionalität belegt werden.

Tabelle 1: Unrotierte Faktorenmatrix nach Hauptachsen-Faktorenanalyse zur Erfassung der Dimensionalität des Konstrukts Gläubigkeit.

Item	Faktor
	1
B2	,980
B1	,734
B5	,650
B3	,478
Eigenwert	2,514
Erklärte Varianz	62,8

Akzeptanz der Evolution (Teil C)

Die Akzeptanz der Evolution wurde mit Hilfe des von Rutledge & Warden (1999) entwickelten Instruments „Measure of Acceptance of the Theory of Evolution“ (MATE) ermittelt. Dieses gut validierte Messinstrument beinhaltet 20 positiv und negativ formulierte, likertskalierte Aussagen zum Evolutionsprozess (C19, C10, C20, C18), zur wissenschaftlichen Gültigkeit der Evolutionstheorie (C15, C11, C14, C9, C6, C2), zur Humanevolution (C16, C1), zu Belegen der Evolution (C3, C4, C12, C5), zum aktuellen Stellenwert der Evolutionstheorie innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft (C7, C13) und zum Alter der Erde (C8, C17). Die Inhaltsvalidität des Messinstruments wurde durch fünf Universitätsprofessoren aus unterschiedlichen Fachgebieten bestätigt.

Darüber hinaus konnten Rutledge & Warden (1999) eine hohe interne Konsistenz ($\alpha = 0,94$) nachweisen. Um zu prüfen, ob das für Biologielehrer konzipierte Messinstrument auch für die vorliegende Versuchsgruppe geeignet war, wurden eine Faktoren- und eine Reliabilitätsanalyse durchgeführt (vgl. Tabelle 2). Die Faktorenanalyse (Hauptachsen) mit obliquener Rotation (Promax) erbrachte 4 Faktoren mit einem Eigenwert > 1 . Mit diesen 4 Faktoren konnte 48% der Gesamtvarianz erklärt werden. Indikatoren, die Faktorladungen $< 0,4$ aufwiesen, wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Dies war bei den Items C8, C18 und C20 der Fall. Zusätzlich wurde Item C6 gelöscht, da es eine hohe Doppelladung aufwies.

Die Akzeptanz der Evolution setzt sich aus zahlreichen verschiedenen Teilaspekten zusammen. Um möglichst viel Information über die Akzeptanz der Probanden zu erhalten, wurden für die Mittelwertvergleiche (ANOVA, T-Test) Summenscores der vier Subskalen gebildet. Mit einem Cronbachs alpha von $\alpha = 0,83$ konnte für diese Gesamtskala eine gute interne Konsistenz (Neuhaus & Braun 2007) nachgewiesen werden. Im Rahmen der Strukturgleichungsmodellierung zur Untersuchung der kausalen Zusammenhänge wurden die vier identifizierten Dimensionen als Subskalen der Akzeptanz der Evolution dargestellt. Im Folgenden wird näher auf die Subskalen eingegangen.

Subskala - positive Aussagen zur Evolutionstheorie - (Faktor 1):

Diese Subskala wird durch sechs Indikatoren gebildet. Tabelle 3 gibt die ausschließlich positiven Aussagen zur Evolutionstheorie dieser Subskala wieder. Cronbachs alpha liegt mit $\alpha = 0,75$ in einem befriedigendem Bereich (Neuhaus & Braun 2007).

Tabelle 2: Mustermatrix nach Hauptachsen-Faktorenanalyse mit Promax-Rotation zur Erfassung der Dimensionalität des Konstrukts Akzeptanz der Evolution.

Item	Faktor			
	1	2	3	4
C5	,625			
C12	,623			
C7	,618			
C14	,593			
C2	,491			
C9	,440			
C20	,358		,327	
C4		,680		
C3		,669		
C15		,598		
C11	,231	,519		
C13		,414		
C6		,459	,253	
C19			,777	
C16			,742	
C17			,460	
C8			,252	
C10				,810
C1				,574
C18		,237		,281
Eigenwert	5,339	1,980	1,368	1,015
Erklärte Varianz	26,7	9,9	6,8	5,1

Tabelle 3: Indikatoren und Reliabilität der Subskala « positive Aussagen zur Evolutionstheorie ».

Positive Aussagen zur Evolutionstheorie (Faktor 1)

C2	Evolution ist eine wissenschaftlich gültige Theorie.
C5	Die Evolutionstheorie wird durch historische und im Labor erhaltene Daten unterstützt.
C7	Die meisten Wissenschaftler akzeptieren die Evolutionstheorie als wissenschaftlich gültig.
C9	Die Evolutionstheorie liefert überprüfbare Vorhersagen über die Merkmale des Lebens.
C12	Es gibt eine beachtliche Datenmenge, die die Evolutionstheorie unterstützt.
C14	Die heutige Evolutionstheorie ist das Ergebnis stichhaltiger wissenschaftlicher Forschung und Methodik.

Cronbachs alpha 0,75

Subskala - negative Aussagen zur Evolutionstheorie - (Faktor 2):

Diese Subskala zeigt mit insgesamt fünf Items einen Cronbachs alpha von $\alpha = 0,71$ und liegt damit ebenfalls in einem befriedigenden Bereich. Sie enthält ausschließlich negative Aussagen zur Evolutionstheorie (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Indikatoren und Reliabilität der Subskala « negative Aussagen zur Evolutionstheorie ».

<i>Negative Aussagen zur Evolutionstheorie (Faktor 2)</i>	
C3	Die Evolutionstheorie beruht auf Spekulationen, nicht auf gültigen wissenschaftlichen Beobachtungen und Tests.
C4	Die verfügbaren Daten liefern kein eindeutiges Ergebnis, ob Evolution tatsächlich stattfindet.
C11	Die Evolution ist keine wissenschaftlich gültige Theorie.
C13	Ein Großteil der Wissenschaftler/innen bezweifelt, dass Evolution auftritt.
C15	Die Evolutionstheorie kann nicht wissenschaftlich überprüft werden.
Cronbachs alpha 0,71	

Die Faktorbildung der positiven und negativen Aussagen zur Evolutionstheorie konnte inhaltlich nicht erklärt werden. Es gibt mehrere Möglichkeiten, die zur Bildung dieser beiden Faktoren geführt haben könnten:

- ⇒ Es handelt sich um eine artifizielle Faktorenstruktur, die durch positiv und negativ formulierte Items hervorgerufen wurde. Die Faktorbildung wurde somit nicht durch unterschiedliche Dimensionen der Messung hervorgerufen, sondern sie stellt ein Artefakt der Itemformulierung dar (Marsh 1996, Greenberger et al. 2003, Moosbrugger & Kelava 2008).
- ⇒ Die beiden Subskalen messen tatsächlich unterschiedliche Dimensionen und sind somit inhaltlich bedeutsam: Würden beide Subskalen unterschiedliche Dimensionen der Messung abbilden, sollten sie untereinander gering korrelieren. Die nachgewiesene Korrelation von $r=,56$ spricht eher gegen eine bidimensionale Skala.
- ⇒ Es liegt Akquieszenz vor: Die Probanden neigen dazu, unabhängig vom Iteminhalt zustimmend zu antworten, so dass akquieszente SuS beispielsweise sowohl Item C2 „Die Evolution ist eine wissenschaftlich gültige Theorie“ als auch dem Item C11 „Die Evolution ist keine wissenschaftlich gültige Theorie“ zustimmen würden. Eine Begutachtung der Daten spricht aber eher gegen

akquieszente SuS: Von insgesamt 2268 SuS, die Item C2 zustimmend beantwortet haben, lehnten 60% Item C11 ab, 23% gaben weder noch an und nur 17% haben auch zustimmend auf Item C11 geantwortet.

Letztendlich konnte keine genaue Ursache für die Faktorenbildung belegt werden, jedoch sprechen besonders die relativ hohe Korrelation zwischen den beiden Faktoren und der geringe Anteil an akquieszenten Probanden für eine artifizielle Faktorenstruktur. Unabhängig von der zugrunde liegenden Ursache für die Faktorenbildung erscheint ein Beibehalten beider Subskalen als sinnvoll.

Subskala – Zeitdimensionen - (Faktor 3):

Die Subskala „Zeitdimensionen“ setzt sich aus drei Indikatoren zusammen, die Aussagen über Zeitdimensionen der Evolution beinhalten. Der Cronbachs alpha liegt bei $\alpha = 0,70$ (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Indikatoren und Reliabilität der Subskala « Zeitdimensionen ».

<i>Zeitdimensionen (Faktor 3)</i>	
C16	Der moderne Mensch ist das Ergebnis evolutionärer Prozesse, die über Millionen von Jahren stattgefunden haben.
C17	Das Alter der Erde beträgt mindestens 4 Milliarden Jahre.
C19	Die heutigen Lebewesen sind das Ergebnis evolutionärer Prozesse, die über Millionen von Jahren stattgefunden haben.
Cronbachs alpha 0,70	

Subskala – Entwicklung - (Faktor 4):

Diese Subskala beinhaltet zwei Aussagen darüber, dass keine Entwicklung der Lebewesen im Laufe der Evolution stattgefunden hat (vgl. Tabelle 6). Der Cronbachs alpha liegt mit $\alpha = 0,64$ in einem niedrigen Bereich (Neuhaus & Braun 2007), wobei zu beachten ist, dass diese Subskala aus nur wenigen Items gebildet wird und Cronbachs alpha mit zunehmender Anzahl Indikatoren steigt (Bortz & Döring 2002).

Tabelle 6: Indikatoren und Reliabilität der Subskala « Entwicklung ».

Entwicklung (Faktor 4)

C1	Menschen existieren heute im Wesentlichen in derselben Form, in der sie schon immer existiert haben.
C10	Lebewesen existieren heute im Wesentlichen in derselben Form, in der sie schon immer existiert haben.

Cronbachs alpha 0,64

Teil D

Die Items des D-Teils wurden aus unterschiedlichen Studien (Ingram & Nelson 2006, Wescott & Cunningham 2005, Rutledge & Warden 2000) übernommen. Da die einzelnen Items nicht auf einen Faktor abgebildet werden konnten und damit keine Eindimensionalität gegeben war und auch die Reliabilität in einem nicht annehmbaren Bereich ($\alpha = 0,49$) lag, wurde dieses Konstrukt aus weiteren statistischen Analysen ausgeschlossen.

Akzeptanz der Wissenschaft (Teil E)

Zur Messung der Akzeptanz der Wissenschaft wurde der von Conley et al. (2004) entwickelte Fragebogen zur Ermittlung der epistemologischen Überzeugung ins Deutsche übersetzt und in Teilen übernommen. Der Fragebogen beruht auf dem vierdimensionalen Modell von Hofer und Pintrich (1997). Nach diesem Modellansatz gliedert sich die epistemologische Überzeugung in zwei wesentliche Bereiche: Überzeugungen zum Wesen des Wissens und Überzeugungen zum Wesen des Wissenserwerbs. Der erste Bereich wird durch Conley et al. (2004) durch die Dimensionen „Certainty“ und „Development“ abgebildet, die Überzeugungen zum Wesen des Wissenserwerbs werden durch die Dimensionen „Source“ und „Justification“ erfasst. Um eine gute und zeitlich akzeptable Durchführbarkeit des Fragebogens zu gewährleisten, wurde nur jeweils eine Dimension aus den von Conley et al. (2004) dargestellten Bereichen der epistemologischen Überzeugung übernommen. Dazu wurden die Dimensionen „Development“ und „Justification“ ausgewählt: Die

Dimension „Development“ misst die Einstellung zur Wissenschaft als ein sich weiterentwickelndes und veränderndes Gebiet. Die Dimension „Justification“ beinhaltet Aussagen darüber, welche Rolle Experimente in der Wissenschaft spielen und wie wissenschaftliche Erkenntnisse begründet werden können. Da nur zwei der vier Dimensionen zur Messung verwendet wurden, konnte die epistemologische Überzeugung nach dem vierdimensionalen Modell von Hofer und Pintrich (1997) nicht im Ganzen erfasst werden. Da sich die in dieser Studie verwendeten Items insbesondere auf wichtige Charakteristika der Wissenschaft beziehen, wird dieses Konstrukt daher „Akzeptanz der Wissenschaft“ und nicht „epistemologische Überzeugung“ genannt.

Um zu prüfen, ob die Dimensionen „Development“ und „Justification“ auch für die vorliegende Probandengruppe nutzbar waren, wurde zunächst eine Faktorenanalyse (Hauptachsen) mit obliquen Rotation (Promax) durchgeführt. Sie ergab 2 Faktoren, die durch die Subskalen „Development“ und „Justification“ erklärt werden konnten (vgl. Tabelle 7). Indikatoren, die Faktorladungen $< 0,4$ aufwiesen (E8, E11) bzw. ähnlich hoch auf beide Faktoren luden (E7, E9), wurden aus der Analyse entfernt.

Die Skala Akzeptanz der Wissenschaft wurde im Rahmen der Mittelwertvergleiche aus einer Kombination beider Subskalen (Dimensionen) gebildet und wies mit einem Cronbachs alpha von 0,84 eine gute interne Konsistenz auf (Neuhaus & Braun 2007). Im Folgenden wird näher auf die einzelnen Subskalen eingegangen:

Subskala - Development - (Faktor 1):

Diese Subskala setzt sich aus insgesamt sechs Indikatoren zusammen. Mit einem Cronbachs alpha von 0,78 lag die interne Konsistenz in einem befriedigenden Bereich (Neuhaus & Braun 2007; vgl. Tabelle 8).

Tabelle 7: Mustermatrix nach Hauptachsen-Faktorenanalyse mit Promax-Rotation zur Erfassung der Dimensionalität des Konstrukts Akzeptanz der Wissenschaft.

Item	Faktor	
	1	2
E4	,708	
E2	,686	
E5	,600	
E1	,590	
E6	,540	
E3	,468	
E7	,429	,215
E8	,377	,303
E12		,767
E13		,702
E10		,616
E14		,612
E15		,577
E9	,262	,409
E11	,221	,299
Eigenwert	5,690	1,242
Erklärte Varianz	37,9	8,3

Tabelle 8: Indikatoren und Reliabilität der Subskala « Development ».

<i>Development (Faktor 1)</i>	
E1	Einige der heutigen wissenschaftlichen Auffassungen unterscheiden sich von dem, was Wissenschaftler früher gedacht haben.
E2	Die Vorstellungen in wissenschaftlichen Büchern ändern sich manchmal.
E3	Es gibt einige Fragen, auf die auch Wissenschaftler keine Antwort haben.
E4	Die Vorstellungen in der Wissenschaft ändern sich manchmal.
E5	Neue Entdeckungen können die Auffassung der Wissenschaftler über das was wahr ist ändern.
E6	Wissenschaftler ändern manchmal ihre Meinung über das was wahr ist.
Cronbachs alpha 0,78	

Subskala - Justification - (Faktor 2):

Die Subskala Justification wird durch fünf Items mit einer internen Konsistenz von $\alpha = 0,78$ gebildet (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Indikatoren und Reliabilität der Subskala « Justification ».

<i>Justification (Faktor 2)</i>	
E10	Es ist gut, Experimente mehrmals durchzuführen, um die Ergebnisse abzusichern.
E12	Ein guter Weg herauszufinden, ob etwas wahr ist, ist ein Experiment durchzuführen.
E13	Gute Antworten basieren auf Beweisen aus vielen verschiedenen Experimenten.
E14	Wissenschaftliche Vorstellungen entstehen durch eigenes Hinterfragen und Experimentieren.
E15	Es ist gut, eine Idee zu haben, bevor man mit einem Experiment beginnt.
Cronbachs alpha 0,78	

Verstehen von Evolution / Vorstellungen zur Evolution (Teil F)

Zur Messung des Verstehens der Evolution wurden Testfragen zusammengestellt, die verschiedene Bereiche der Evolution behandeln. Die Fragen wurden z.T. aus anderen Studien übernommen (vgl. Tabelle 10), ins Deutsche übersetzt und falls nötig, sprachlich leicht abgewandelt, oder sie wurden in der eigenen Fachgruppe entwickelt und in mehreren Versuchsdurchläufen an Studenten getestet.

Tabelle 10: Bereiche und Items des Konstrukts « Verstehen der Evolution ».

<i>Verstehen der Evolution</i>	Items	Quelle
Evolutionsmechanismen	F1, F7, F8	Bishop & Anderson 1990
	F2, F3	Jimenez-Aleixandre 1992
	F6	Settlage & Jensen 1996
	F4	Eigene Entwicklung
Mutation	F5	Eigene Entwicklung
Fitnessbegriff	F10	Rutledge & Warden 2000
Aktualität der Evolution	F11	Eigene Entwicklung
Zeitliche Dimensionen	F9	Eigene Entwicklung

In den Fragen, die sich mit Evolutionsmechanismen beschäftigen, hatten die Schülerinnen und Schüler jeweils die Möglichkeit eine lamarckistische, eine finalistische und eine aus evolutionsbiologischer Sicht korrekte Antwortmöglichkeit zu wählen. Außerdem konnten sie in allen Fragen dieses Konstrukts selbstständig eine Antwort formulieren oder „Ich weiß es nicht“ antworten. Zur Auswertung der offenen Antworten wurden diese, sofern möglich, den gegebenen Antwortmöglichkeiten (aus evolutionsbiologischer Sicht richtige/falsche Antwort) zugeordnet und gingen dann mit in die Auswertung ein. War keine Zuordnung möglich, konnten die einzelnen Antworten nicht statistisch ausgewertet werden, sondern wurden teilweise rein deskriptiv betrachtet.

In jeder Aufgabe wurde zunächst nach der richtigen Antwort aus Sicht der Wissenschaft und anschließend nach der eigenen Meinung gefragt. Da die meisten SuS keine Unterscheidung zwischen der fachwissenschaftlichen und der eigenen Meinung trafen, wurde der Bereich „Und wie siehst du das?“ nicht ausgewertet.

Da die einzelnen Fragen dieses Konstrukts inhaltlich sehr heterogen waren, wurde zunächst eine „Dummy-Variable“ erstellt: Aus evolutionsbiologischer Sicht korrekte Antworten wurden mit 1 bewertet, aus evolutionsbiologischer Sicht falsche Antworten, „Ich weiß es nicht“-Antworten und ungültige Antworten wurden mit 0 bewertet. Die Zusammenfassung der letztgenannten Kategorien erscheint plausibel, da Probanden dieser Kategorien keine richtige Antwort geben konnten bzw. wollten.

Im nächsten Schritt wurde für jeden Probanden ein Score über alle elf Items gebildet. Es konnten also Werte zwischen 0-11 erreicht werden, wobei höhere Zahlen für ein besseres Verständnis der Evolution stehen. Dieser Score wurde im Strukturgleichungsmodell als Single-Item-Konstrukt dargestellt. Der Cronbachs alpha für dieses Konstrukt lag mit $\alpha = 0,63$ in einem niedrigen, aber noch akzeptablen Bereich, da die Reliabilität durch Cronbachs alpha bei heterogenen Tests unterschätzt wird (Bortz & Döring 2002).

2.3 Durchführungszeitraum und Rücklaufquote

In Zusammenarbeit mit der Bezirksregierung Arnsberg (NRW) wurden zunächst sämtliche Schulen im Regierungsbezirk in einem kurzen Infobrief über die Studie informiert und um eine Zusammenarbeit gebeten. Bei Interesse erfolgte eine Rückmeldung der Schulen über die benötigte Anzahl Fragebögen. Daraufhin wurden im Zeitraum Juni 2008 – Januar 2009 insgesamt ca. 6000 Fragebögen an 9. und 10. Klassen der Sekundarstufe I aller Schulformen im Regierungsbezirk Arnsberg verschickt. Die Rücklaufquote lag bei ca. 65%, so dass letztendlich 3969 Fragebögen für die Auswertung zur Verfügung standen.

2.4 Stichprobe

Es wurden Schülerinnen und Schüler aus 9. und 10. Klassen der Sekundarstufe I aller Schulformen im Regierungsbezirk Arnsberg befragt. Die Teilnahme der SuS an der Befragung war dabei abhängig von der Bereitschaft des jeweiligen Lehrkörpers, die Befragung im Rahmen des Unterrichts durchzuführen.

2.5 Datenanalyse

Die Datenauswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 18. Nach erfolgter Dateneingabe und -bereinigung wurden die likertskalierten Items in Richtung des gemessenen Konstrukts von 1-5 kodiert. Anschließend wurden aus den einzelnen Items Scores gebildet, wobei höhere Scores für eine positivere Einstellung zu dem gemessenen Parameter stehen. Ein Vergleich der untersuchten Subgruppen erfolgte

mittels parametrischer Tests (ANOVA, t-Test). Dabei wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ als signifikant, $p < 0,01$ als hoch signifikant und $p < 0,001$ als höchst signifikant festgelegt. Eine Voraussetzung für die Nutzung parametrischer Tests ist die Varianzhomogenität. Konnte mittels Levene-Test keine Varianzhomogenität nachgewiesen werden, wurde im Falle eines t-Tests auf die Ergebnisse zurückgegriffen, die SPSS bei Verletzung der Varianzhomogenität bereitstellt. Für Berechnungen mittels ANOVA wurde das Signifikanzniveau von $p < 0,05$ auf $p < 0,01$ angehoben (Pallant 2010).

Da aufgrund der großen Stichprobe selbst kleine Unterschiede signifikant werden können, wurde zusätzlich die Effektgröße Eta-Quadrat (η^2) berechnet, um eine Aussage über das Ausmaß der Unterschiede machen zu können. Eta-Quadrat kann Werte zwischen 0-1 aufweisen und gibt den Anteil der Varianz der abhängigen Variablen an, der durch die unabhängige Variable erklärt wird (Pallant 2010; vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Interpretation der Stärke der Effektgröße η^2 , verändert nach Pallant (2010).

	η^2
schwach	,01
moderat	,06
stark	,138

Bei einfaktoriellen Varianzanalysen wurde η^2 mittels SPSS berechnet. Da SPSS keine Berechnung der Effektstärke für t-Tests bereit stellt, wurde sie nach Pallant (2010) über folgende Formel manuell kalkuliert:

$$\text{Eta-Quadrat} = \frac{t^2}{t^2 + (N1 + N2 - 2)}$$

Zur Überprüfung der kausalen Zusammenhänge der erhobenen Parameter wurde ein Strukturgleichungsmodell (SGM) mit der SPSS Software AMOS 18 erstellt. Anhand dieses strukturprüfenden, multivariaten Verfahrens können komplexe Beziehungsmuster zwischen mehreren Variablen durch ein Modell beschrieben und statistisch überprüft werden. Gegenüber anderen Verfahrensweisen wie beispielsweise der multiplen

Regressionsanalyse, hat die Strukturgleichungsmodellierung den Vorteil, dass auch Zusammenhänge zwischen latenten Faktoren überprüft werden können. Außerdem wird durch die Kombination von Mess- und Strukturmodell der Messfehler berücksichtigt.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Modellschätzung mittels SGM ist eine Datenaufbereitung im Hinblick auf das Ersetzen fehlender Werte und die Prüfung der Verteilungsannahmen der Daten. Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften (Arbuckle 2008, S.271 ff) dieser Technik, die unverzerrte und effiziente Parameterschätzungen ermöglicht, wurden fehlende Werte mit AMOS mittels Full Information Maximum Likelihood (FIML-) Schätzung imputiert. Eine Prüfung auf Multinormalverteilung erfolgte durch die Inspektion der Skewness- und Kurtosiswerte der Verteilungen. Da alle Variablen eine Skewness < 2 bzw. eine Kurtosis < 7 aufwiesen, konnte eine hinreichende Normalverteilung angenommen werden (Weiber & Mühlhaus 2010). Somit waren die Voraussetzungen für eine Modellschätzung mittels Maximum Likelihood-Methode gegeben.

Der sogenannte Modell-Fit gibt Auskunft über die Güte eines Kausalmodells. In dieser Studie werden folgende Gütekriterien angegeben:

Tab. 12: Gütekriterien zur Beurteilung des Modell-Fits eines Kausalmodells.

Kriterium	Schwellenwert	Quelle
RMSEA (Root-Mean-Square-Error of Approximation)	$\leq 0,05-0,08$	Brown & Cudeck (1993)
TLI (Tucker-Lewis-Index)	$\geq 0,90$	Homburg & Baumgartner (1995)
CFI (Comparative Fit Index)	$\geq 0,90$	Homburg & Baumgartner (1995)

Die Güte eines Modells ist dann als gut einzustufen, wenn die oben genannten Schwellenwerte eingehalten werden (vgl. Tabelle 12). Anstelle des am häufigsten verwendeten χ^2 -Tests wird in dieser Studie als inferenzstatistisches Gütekriterium der RMSEA angegeben, da der χ^2 -Test extrem abhängig von der Stichprobengröße ist, wodurch Modelle, die anhand eines großen Datensatzes geprüft werden aufgrund des χ^2 -

Wertes in der Regel abgelehnt werden. Ein weiterer Vorteil des RMSEA liegt darin, dass er nicht wie der χ^2 -Test die absolute Richtigkeit des Modells testet, sondern weniger streng prüft, ob das Modell die Realität gut abbildet (Weiber & Mühlhaus 2010).

In Abbildung 3 ist das aus den Hypothesen abgeleitete vollständige SGM dargestellt. Es setzt sich aus einem Strukturmodell, welches die Beziehungen zwischen der endogenen (abhängigen) Variable Akzeptanz der Evolution und den exogenen (unabhängigen) Variablen Glaube, Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution wieder spiegelt und den Messmodellen, welche die Beziehungen zwischen den latenten Variablen und den Indikatoren angeben, zusammen. Die endogene Variable Akzeptanz der Evolution wird durch vier Unterkonstrukte mit insgesamt 16 Indikatoren gemessen, zur Messung der exogenen Variable Glaube werden vier Indikatoren eingesetzt. Die Akzeptanz der Wissenschaft wird über zwei Unterkonstrukte mit insgesamt 11 Indikatoren gemessen. Bei der exogenen Variable Verstehen der Evolution handelt es sich um eine Single-Item Messung, da hier der Score für das Verstehen der Evolution eingesetzt wurde.

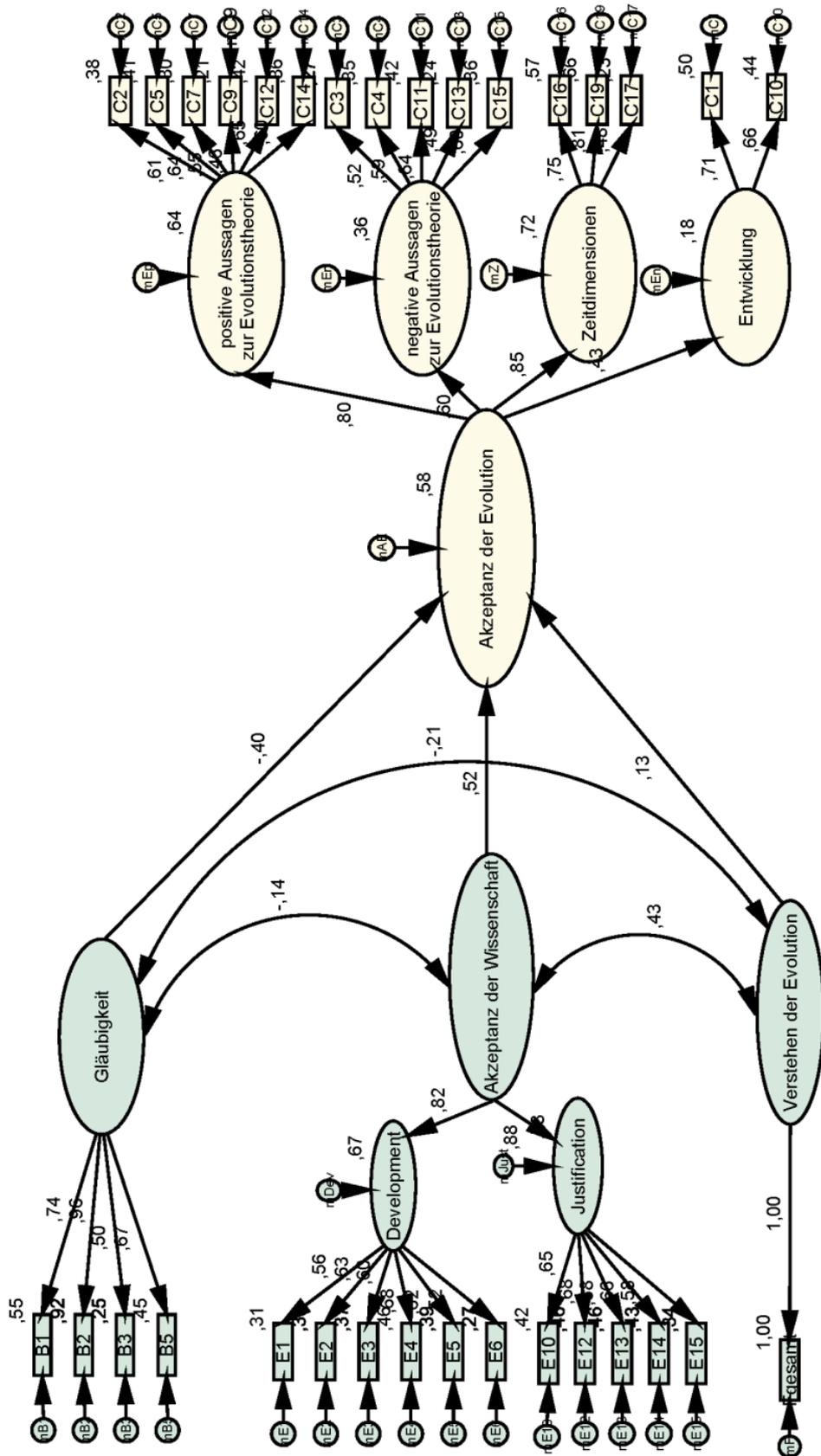


Abb. 3: Vollständiges SGM zur Prüfung der kausalen Beziehungen zwischen der endogenen Variable Akzeptanz der Evolution und den exogenen Variablen Glaube, Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution.

Bedeutung der Abkürzungen:

B1-B5: Indikatoren der exogenen Variable Gläubigkeit

mB1-mB5: Messfehler der Indikatoren der Variable Gläubigkeit

mDev: Messfehler des Unterkonstrukts Development

E1-E6: Indikatoren des Unterkonstrukts Development

mE1-mE6: Messfehler der Indikatoren des Unterkonstrukts Development

mJust: Messfehler des Unterkonstrukts Justification

E10-E15: Indikatoren des Unterkonstrukts Justification

mE10-mE15: Messfehler der Indikatoren des Unterkonstrukts Justification

Fgesamt: Score des Verstehens der Evolution als Single-Item Messung

mF: Messfehler der Single-Item Messung

mAE: Messfehler der endogenen Variable Akzeptanz der Evolution

mEp: Messfehler des Unterkonstrukts positive Aussagen zur Evolutionstheorie

C2, C5, C7, C9, C12, C14: Indikatoren des Unterkonstrukts positive Aussagen zur Evolutionstheorie

mC2, mC5, mC7, mC9, mC12, mC14: Messfehler der Indikatoren des Unterkonstrukts positive Aussagen zur Evolutionstheorie

C3, C4, C11, C13, C15: Indikatoren des Unterkonstrukts negative Aussagen zur Evolutionstheorie

mC3, mC4, mC11, mC13, mC15: Messfehler der Indikatoren des Unterkonstrukts negative Aussagen zur Evolutionstheorie

C16, C17, C19: Indikatoren des Unterkonstrukts Zeitdimensionen

mC16, mC17, mC19: Messfehler der Indikatoren des Unterkonstrukts Zeitdimensionen

C1, C10: Indikatoren des Unterkonstrukts Entwicklung

mC1, mC10: Messfehler der Indikatoren des Unterkonstrukts Entwicklung

Die Beurteilung der standardisierten Regressionsgewichte erfolgt nach den Empfehlungen von Chin (1998). Dabei werden Regressionsgewichte $> 0,2$ als bedeutungsvoll angesehen.

Zur Interpretation der Höhe von Korrelationen wurden die Empfehlungen von Weiber & Mühlhaus (2010) verwendet. Danach werden Korrelationen wie folgt bewertet:

Tab. 13: Interpretationshilfe für die im SGM berechneten Korrelationen; angegeben sind nur die positiven Korrelationen.

Korrelationswerte r	Interpretation
$r = 0$	statistisch unabhängig
$0,0 < r \leq 0,2$	sehr geringe Korrelation
$0,2 < r \leq 0,5$	geringe Korrelation
$0,5 < r \leq 0,7$	mittlere Korrelation
$0,7 < r \leq 0,9$	hohe Korrelation
$0,9 < r \leq 1,0$	sehr hohe Korrelation

Im Ergebnissteil wird aufgrund der besseren Übersichtlichkeit nur das Strukturmodell wiedergegeben. Die vollständigen SGM mit den jeweiligen Messmodellen werden im Anhang dokumentiert (siehe Anhang II - XIX).

3 Ergebnisse

In einem ersten Schritt wird die Zusammensetzung der untersuchten Stichprobe beschrieben. Im Anschluss daran, werden für die latenten Variablen zunächst die deskriptiven Statistiken aufgeführt und die Unterschiede in den Mittelwerten der Scores einzelner Subgruppen auf statistische Signifikanz geprüft. Als letztes erfolgt eine Analyse der Strukturbeziehungen zwischen den latenten Variablen mittels SGM.

3.1 Stichprobe

Die Stichprobe setzte sich aus 3969 Schülerinnen (52%) und Schülern aus 9. und 10. Klassen der Sekundarstufe I aller Schulformen im Regierungsbezirk Arnsberg zusammen. Die Probanden waren zu 18% Haupt-, zu 21% Gesamt- und zu 31% Realschüler, Gymnasiasten machten 30% der Befragten aus. Einige der Versuchsteilnehmer hatten bereits das Thema Evolution im Rahmen des Biologieunterrichts behandelt (n=1062), andere wurden zu diesem Thema noch nicht unterrichtet (n=1817) bzw. wussten nicht, ob sie bereits Evolutionsunterricht hatten (n=942). Die SuS waren zum Zeitpunkt der Untersuchung im Durchschnitt 15,5 Jahre alt.

3.2 Gläubigkeit

Zunächst werden die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) der Gläubigkeitsskala für die gesamte Untersuchungsgruppe dargestellt (vgl. Abbildung 4). Im Score können Werte zwischen 4 (nicht gläubig) bis 20 (stark gläubig) erreicht werden.

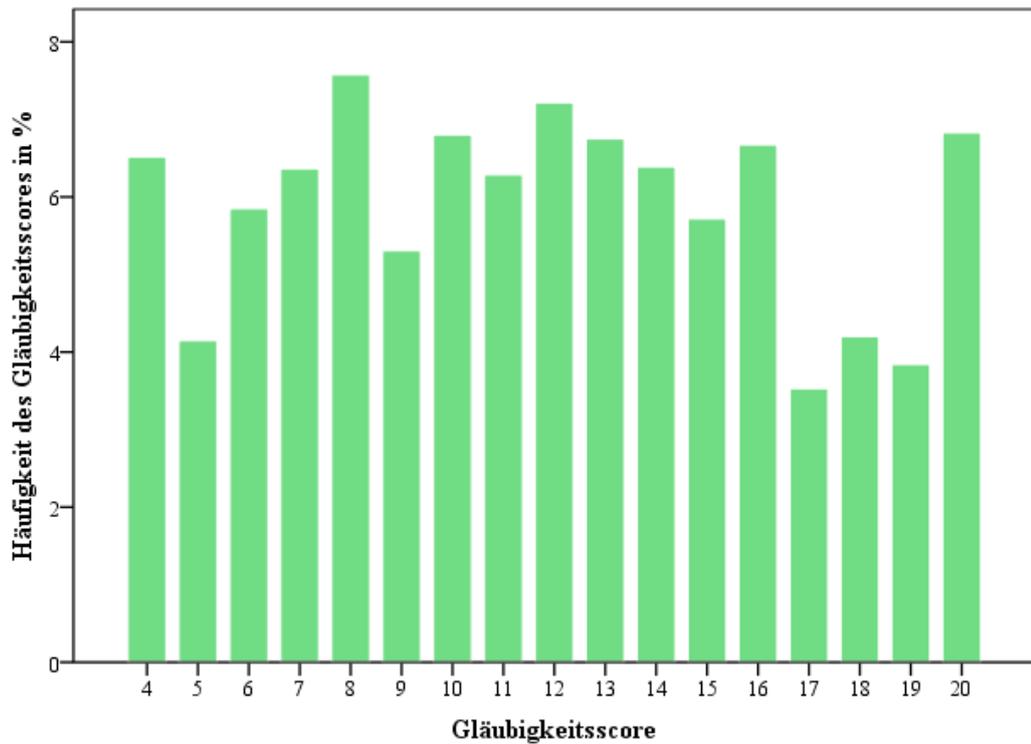


Abb. 4: Häufigkeiten des erreichten Gläubigkeitsscores der Gesamtgruppe (n = 3881, M = 11,74, SD = 4,73).

Als nächstes wird untersucht, ob sich einzelne Subgruppen hinsichtlich ihrer Gläubigkeit unterscheiden.

3.2.1 Gläubigkeit in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht

Im Folgenden wird die Gläubigkeit von männlichen und weiblichen Probanden mit unterschiedlicher Konfession miteinander verglichen.

Tabelle 14: Deskriptive Statistik der Gläubigkeitsskala; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt (* diese Kategorie setzt sich aus Probanden unterschiedlicher Konfessionen zusammen: Den größten Teil machen griechisch-orthodoxe, freikirchliche und buddhistische SuS aus).

Gläubigkeitsscore					
Konfession	Geschlecht	n	%	M	SD
katholisch	männlich	763	20	10,77	4,14
	weiblich	813	21	11,63	3,89
evangelisch	männlich	608	16	10,61	4,34
	weiblich	675	18	11,17	4,19
muslimisch	männlich	224	6	17,03	3,51
	weiblich	266	7	17,48	2,84
andere Konfession*	männlich	86	2	13,22	5,44
	weiblich	58	2	13,71	5,17
konfessionslos	männlich	162	4	7,77	4,35
	weiblich	142	4	8,81	4,61

Die muslimischen Schülerinnen zeigen den höchsten beobachteten Wert mit $M = 17,48$ und liegen damit nah an dem maximal erreichbarem Wert von 20. Die geringste Gläubigkeit kann bei konfessionslosen Schülern nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 14).

Um den Einfluss der Konfession und des Geschlechts auf die Gläubigkeit zu untersuchen, wird eine zweifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt.

Tabelle 15: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für den Gläubigkeitsscore.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Konfession	4	300,62	,000	,241
Geschlecht	1	12,22	,000	,003
Konfession * Geschlecht	4	,52	,725	,001
Fehler	3787			

Es gibt keinen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Konfession und dem Geschlecht, $F(4, 3787) = 0,52$, $p = 0,73$. Der Haupteffekt der Konfession auf die Gläubigkeit ist statistisch höchst signifikant, $F(4, 3787) = 300,62$, $p < 0,001$. Die Berechnung der Effektgröße erbringt einen starken Effekt der Konfession auf die Gläubigkeit: $\eta^2 = 0,24$, d.h. 24% der Varianz der Gläubigkeit können durch die

Konfession erklärt werden (vgl. Tabelle 15). Ein Post-Hoc Vergleich mittels Scheffé-Prozedur ergibt nur zwischen katholischen und evangelischen Probanden keine signifikanten Unterschiede im Gläubigkeitsscore, alle anderen Subgruppen unterscheiden sich höchst signifikant ($p < 0,001$, vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16: Ergebnisse des Post-Hoc-Tests (Scheffé) zum multiplen Vergleich des Gläubigkeitsscores von Probanden mit unterschiedlicher Konfession; signifikante Mittelwertdifferenzen sind grau hinterlegt.

Konfession	Mittelwertdifferenz		Sig.
katholisch	0,31	evangelisch	,393
	-6,06	muslimisch	,000
	-2,20	andere Konfession	,000
	2,96	konfessionslos	,000
evangelisch	-0,31	katholisch	,393
	-6,37	muslimisch	,000
	-2,51	andere Konfession	,000
	2,64	konfessionslos	,000
muslimisch	6,06	katholisch	,000
	6,37	evangelisch	,000
	3,86	andere Konfession	,000
	9,02	konfessionslos	,000
andere Konfession	2,20	katholisch	,000
	2,51	evangelisch	,000
	-3,86	muslimisch	,000
	5,16	konfessionslos	,000
konfessionslos	-2,96	katholisch	,000
	-2,65	evangelisch	,000
	-9,02	muslimisch	,000
	-5,16	andere Konfession	,000

Der Haupteffekt des Geschlechts auf die Gläubigkeit ist ebenfalls höchst signifikant, $F(1, 3787) = 12,22$, $p < 0,001$, allerdings kann nur eine sehr geringe Effektgröße ($\eta^2 = 0,003$) nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 15). Dies spiegelt sich auch in den geringen Mittelwertdifferenzen zwischen weiblichen ($M = 12,12$, $SD = 4,59$) und männlichen Probanden ($M = 11,33$, $SD = 4,83$) wieder.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Gläubigkeit stark von der jeweiligen Religionszugehörigkeit der Probanden abhängt. Am gläubigsten zeigen sich muslimische SuS, während Probanden, die keiner Konfession angehören nur schwach

gläubig sind. Geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf die Gläubigkeit, können durch die vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden. Die hier untersuchten Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich in ihrer Gläubigkeit nur gering.

3.3 Akzeptanz der Evolution

Die Akzeptanz der Evolution wird mit Hilfe des von Rutledge und Warden (1999) entwickelten MATE gemessen. Da im Gegensatz zum Originalfragebogen in dieser Untersuchung nur 16 Items für die Auswertung berücksichtigt werden, können im Gesamtscore Werte zwischen 16 und 80 erreicht werden. In Anlehnung an die von Rutledge und Sadler (2007) vorgenommene Kategorisierung der Akzeptanz der Evolution werden folgende fünf Kategorien festgelegt:

Tabelle 17: Kategorisierung der Akzeptanz der Evolution.

Scorewert	Ø Wert auf Likert-Skala	Akzeptanz der Evolution
80 – 72	≥ 4,5	sehr hoch
71 – 61	~ 4,0	hoch
60 – 52	~ 3,5	moderat
51 – 41	~ 3,0	gering
≤ 40	≤ 2,5	sehr gering

Im Folgenden wird zunächst die Akzeptanz der Evolution aller Probanden dargestellt. Anschließend erfolgt ein Vergleich unterschiedlicher Subgruppen.

Die Gesamtprobanden (n = 3341) erreichten eine mittlere Akzeptanz der Evolution von M = 56,90, SD = 9,90 und liegen damit in einem moderaten Bereich.

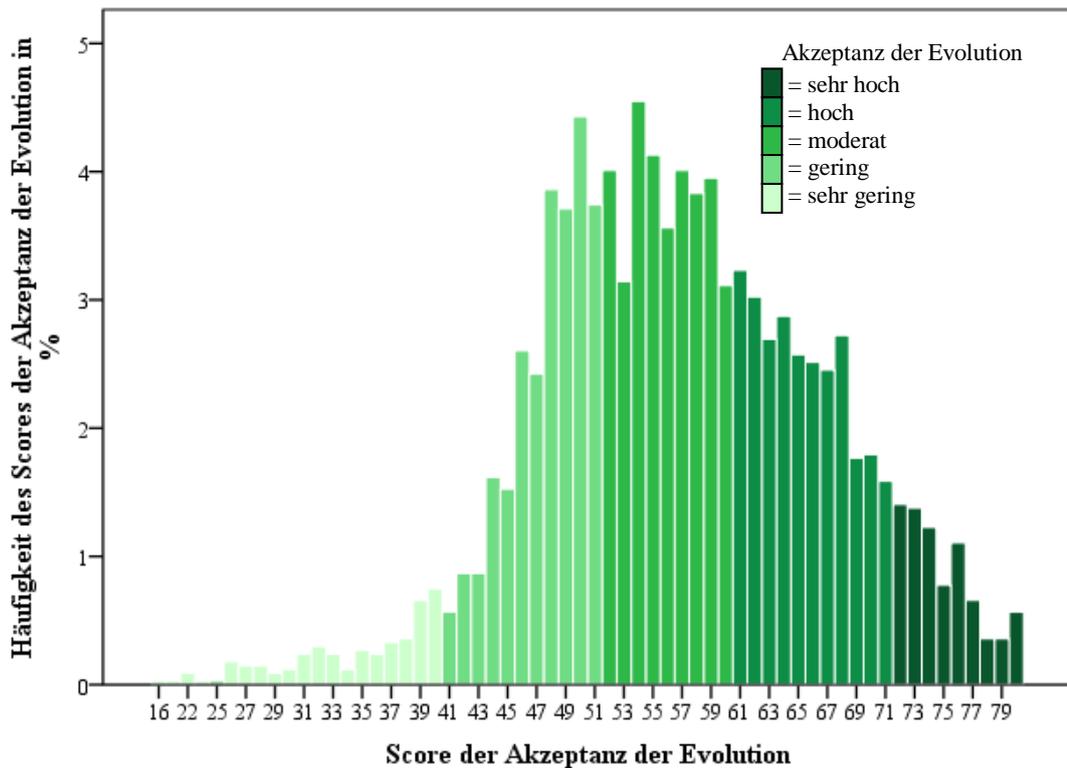


Abb. 5: Häufigkeiten des erreichten Scores der Akzeptanz der Evolution in der Gesamtgruppe.

3.3.1 Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht

Zunächst werden SuS unterschiedlicher Konfessionen in ihrem Akzeptanzscore miteinander verglichen. Der höchste Scorewert kann bei männlichen, konfessionslosen Probanden beobachtet werden, muslimische Schülerinnen zeigen den niedrigsten Wert (vgl. Tabelle 18). Sie liegen mit $M = 49,57$ in der Kategorie geringe Akzeptanz der Evolution, alle anderen Subgruppen weisen eine moderate Akzeptanz der Evolution auf (vgl. Abbildung 6).

Tabelle 18: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von Konfession und Geschlecht; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt (* diese Kategorie setzt sich aus Probanden unterschiedlicher Konfessionen zusammen: Den größten Teil machen griechisch-orthodoxe, freikirchliche und buddhistische SuS aus).

Akzeptanz der Evolution					
Konfession	Geschlecht	n	%	M	SD
katholisch	männlich	668	21	59,44	9,38
	weiblich	727	22	57,27	8,69
evangelisch	männlich	535	16	58,86	9,69
	weiblich	581	18	56,27	9,24
muslimisch	männlich	166	5	51,74	9,56
	weiblich	207	6	49,57	8,70
andere Konfession*	männlich	73	2	51,61	11,99
	weiblich	50	2	53,52	11,50
konfessionslos	männlich	140	4	59,91	11,58
	weiblich	125	4	57,20	9,56

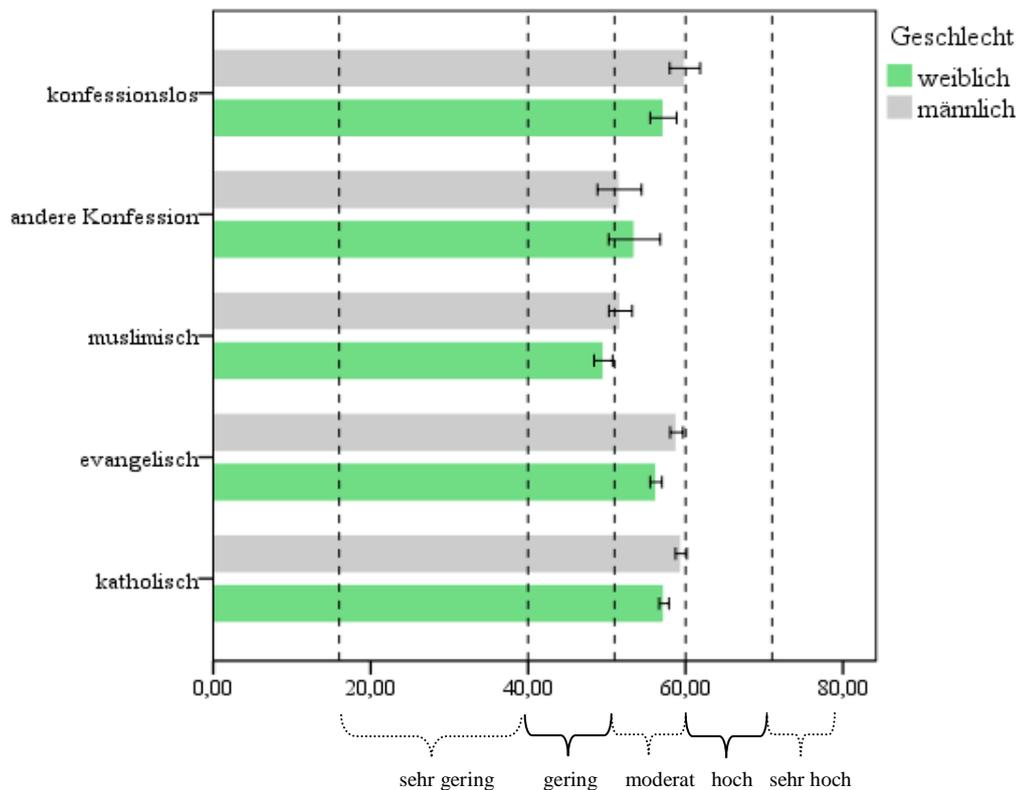


Abbildung 6: Durchschnittliche Akzeptanz der Evolution für männliche und weibliche Probanden unterschiedlicher Konfessionen. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Um zu untersuchen, welchen Einfluss die Religionszugehörigkeit und das Geschlecht auf die Akzeptanz der Evolution haben, wird eine zweifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Es kann kein Interaktionseffekt zwischen der Religionszugehörigkeit und dem Geschlecht festgestellt werden, $F(4, 3262) = 1,58$, $p = 0,18$ (vgl. Tabelle 19), so dass die Haupteffekte der unabhängigen Variablen direkt interpretiert werden können.

Tabelle 19: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Konfession	4	58,10	,000	,067
Geschlecht	1	10,19	,001	,003
Konfession * Geschlecht	4	1,58	,178	,002
Fehler	3262			

Der Einfluss der Religionszugehörigkeit auf die Akzeptanz der Evolution ist höchst signifikant, $F(4, 3262) = 58,10$, $p < 0,001$, die Stärke des Effekts ist mit $\eta^2 = 0,067$ moderat (vgl. Tabelle 19).

Um zu untersuchen, welche Subgruppen sich unterscheiden, wird ein Post-Hoc Vergleich mittels Scheffé-Prozedur durchgeführt. Muslimische SuS und Probanden anderer Konfessionen unterscheiden sich höchst signifikant von katholischen, evangelischen und konfessionslosen Probanden. Zwischen katholischen, evangelischen und konfessionslosen SuS untereinander können hingegen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (vgl. Tabelle 20).

Auch das Geschlecht hat einen hoch signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution, $F(1, 3262) = 10,19$, $p < 0,01$, wobei der nachgewiesene Effekt mit $\eta^2 = 0,003$ als sehr schwach einzustufen ist, da nur 0,3% der Varianz der Akzeptanz der Evolution durch das Geschlecht erklärt werden können (vgl. Tabelle 19).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine evolutionsakzeptierende Einstellung der SuS in einem moderaten Maß von ihrer Konfession und vermutlich dadurch bedingt von ihrer Gläubigkeit abhängt.

Tabelle 20: Ergebnisse des Post-Hoc-Tests (Scheffé) zum multiplen Vergleich der Akzeptanz der Evolution von Probanden mit unterschiedlicher Konfession. Die signifikanten Mittelwertdifferenzen sind grau hinterlegt.

Konfession	Mittelwertdifferenz		Sig.
katholisch	0,79	evangelisch	,356
	7,77	muslimisch	,000
	5,92	andere Konfession	,000
	-0,33	konfessionslos	,992
evangelisch	-0,79	katholisch	,356
	6,98	muslimisch	,000
	5,12	andere Konfession	,000
	-1,12	konfessionslos	,553
muslimisch	-7,77	katholisch	,000
	-6,98	evangelisch	,000
	-1,85	andere Konfession	,468
	-8,10	konfessionslos	,000
andere Konfession	-5,92	katholisch	,000
	-5,12	evangelisch	,000
	1,85	muslimisch	,468
	-6,24	konfessionslos	,000
konfessionslos	0,33	katholisch	,992
	1,12	evangelisch	,553
	8,10	muslimisch	,000
	6,24	andere Konfession	,000

3.3.2 Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht

Im Folgenden wird die Akzeptanz der Evolution von SuS unterschiedlicher Schulformen miteinander verglichen. Zusätzlich wird unterschieden, ob die Probanden bereits zum Thema Evolution unterrichtet wurden.

Die geringste Akzeptanz kann bei Gesamtschülerinnen und -schülern, die nicht wussten, ob sie bereits Evolutionsunterricht hatten, nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 21). Gymnasiasten mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht zeigen als einzige Subgruppe eine hohe Akzeptanz der Evolution (vgl. Abbildung 7).

Tabelle 21: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Evolution bei Probanden unterschiedlicher Schulformen, die bereits Evolutionsunterricht hatten, noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden oder es nicht sagen konnten, ob sie bereits Evolutionsunterricht hatten; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt.

Akzeptanz der Evolution					
Schulform	Evolutionsunterricht	n	%	M	SD
Hauptschule	ja	50	2	56,60	11,60
	nein	342	11	54,73	8,80
	weiß nicht	165	5	53,87	7,67
Gesamtschule	ja	325	10	57,78	10,37
	nein	184	6	54,79	9,91
	weiß nicht	108	3	53,15	8,27
Realschule	ja	148	5	59,16	11,73
	nein	601	19	55,78	9,71
	weiß nicht	233	7	54,19	8,39
Gymnasium	ja	345	11	61,96	9,25
	nein	394	12	58,83	10,23
	weiß nicht	270	9	57,22	8,82

Mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) wird als nächstes untersucht, ob sich die besuchte Schulform der SuS und der Evolutionsunterricht auf die Akzeptanz der Evolution auswirken.

Tabelle 22: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Schulform	3	30,50	,000	,028
Evolutionsunterricht	2	28,96	,000	,018
Schulform * Evolutionsunterricht	6	0,28	,945	,001
Fehler	3153			

Es kann kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Schulform und dem Evolutionsunterricht festgestellt werden, $F(6, 3153) = 0,28, p = 0,945$.

SuS unterschiedlicher Schulformen unterscheiden sich höchst signifikant, $F(3, 3153) = 30,50, p < 0,001$, wobei die Stärke des Einflusses der Schulform auf die Akzeptanz der Evolution als schwach einzustufen ist, $\eta^2 = 0,028$ (vgl. Tabelle 22). Ein Post-Hoc Vergleich mittels Scheffé-Prozedur ergibt nur höchst signifikante Unterschiede zwischen SuS des Gymnasiums ($M = 59,38, SD = 9,72$) und SuS der Realschule ($M =$

55,90, SD = 9,81), der Gesamtschule (M = 55,98, SD = 10,00) und der Hauptschule (M = 54,61, SD = 8,79). Auch der Evolutionsunterricht hat einen höchst signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution, $F(2, 3153) = 28,96, p < 0,001$. Der Effekt ist dabei schwach, $\eta^2 = 0,018$.

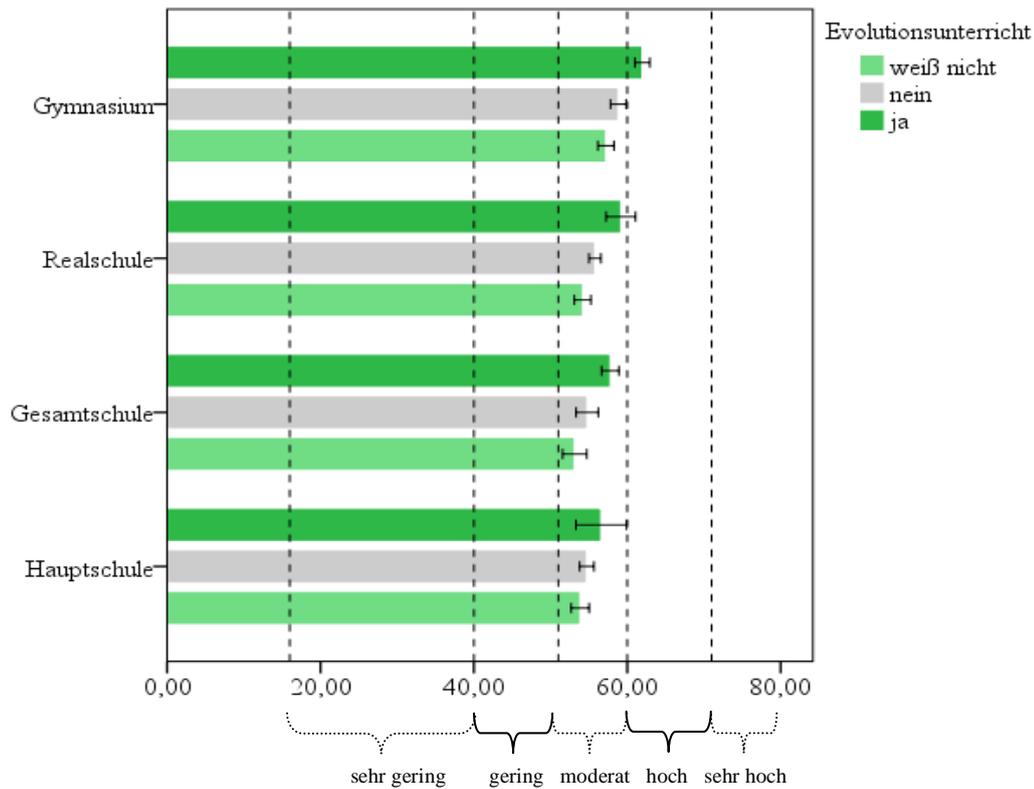


Abbildung 7: Durchschnittliche Akzeptanz der Evolution bei Probanden unterschiedlicher Schulformen, danach unterschieden, ob sie bereits Evolutionsunterricht erhalten haben. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei SuS aller Schulformen durch den erhaltenen Evolutionsunterricht nur eine geringe Verbesserung der Akzeptanz der Evolution erreicht werden kann. Tendenziell steigt zudem die Akzeptanz der Evolution mit steigender Schulbildung (vgl. Abbildung 8).

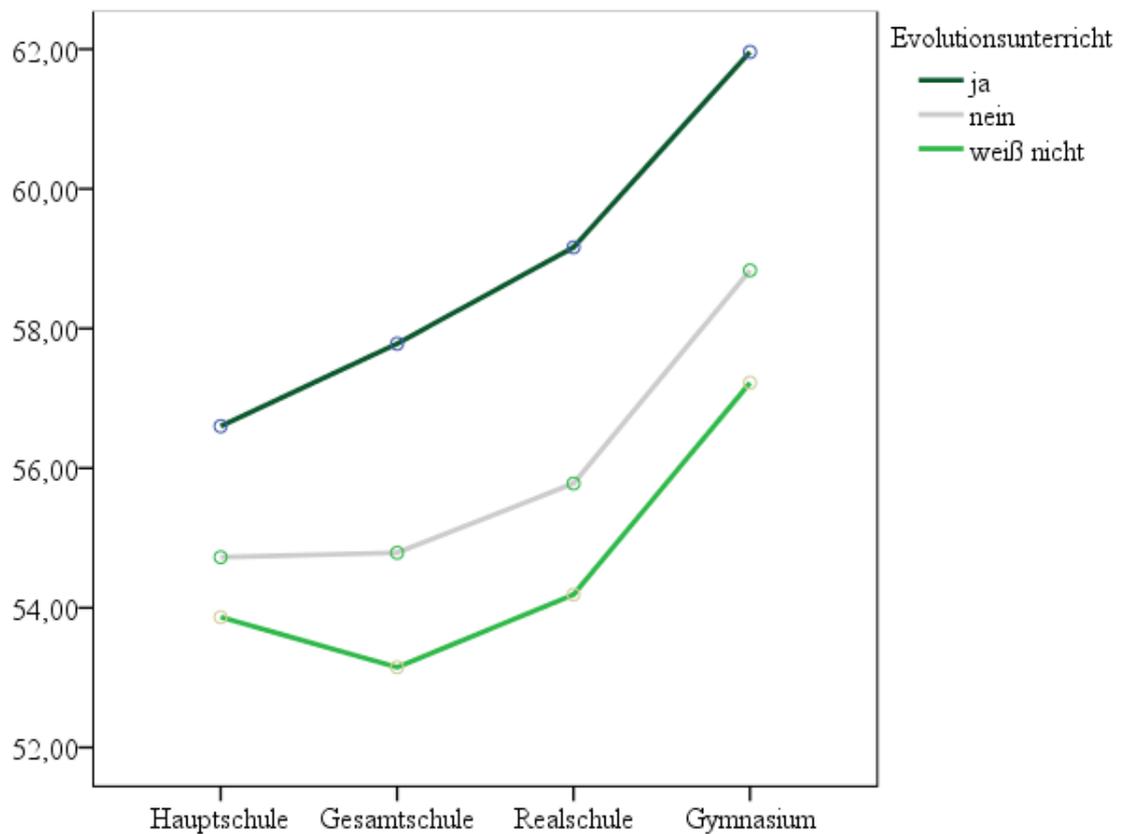


Abbildung 8: Profildiagramm der Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht.

3.3.3 Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht

Im Folgenden wird die Akzeptanz der Evolution bei männlichen und weiblichen Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie miteinander verglichen.

Tabelle 23: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt.

Akzeptanz der Evolution					
Interesse an Biologie	Geschlecht	n	%	M	SD
hoch	männlich	375	11	61,19	10,44
	weiblich	426	13	58,89	10,10
mittel	männlich	950	29	57,88	9,61
	weiblich	1091	33	55,03	9,03
niedrig	männlich	273	8	54,47	10,93
	weiblich	183	6	53,82	8,19

Die höchste Akzeptanz der Evolution zeigen männliche Probanden mit hohem Interesse an Biologie (vgl. Tabelle 23). Sie bilden die einzige Subgruppe, die in die Kategorie „hohe Akzeptanz der Evolution“ fällt. Die niedrigste Akzeptanz kann bei weiblichen, wenig interessierten Probanden nachgewiesen werden. Sie zeigen, wie auch die übrigen Subgruppen, eine moderate Akzeptanz der Evolution (vgl. Abbildung 9).

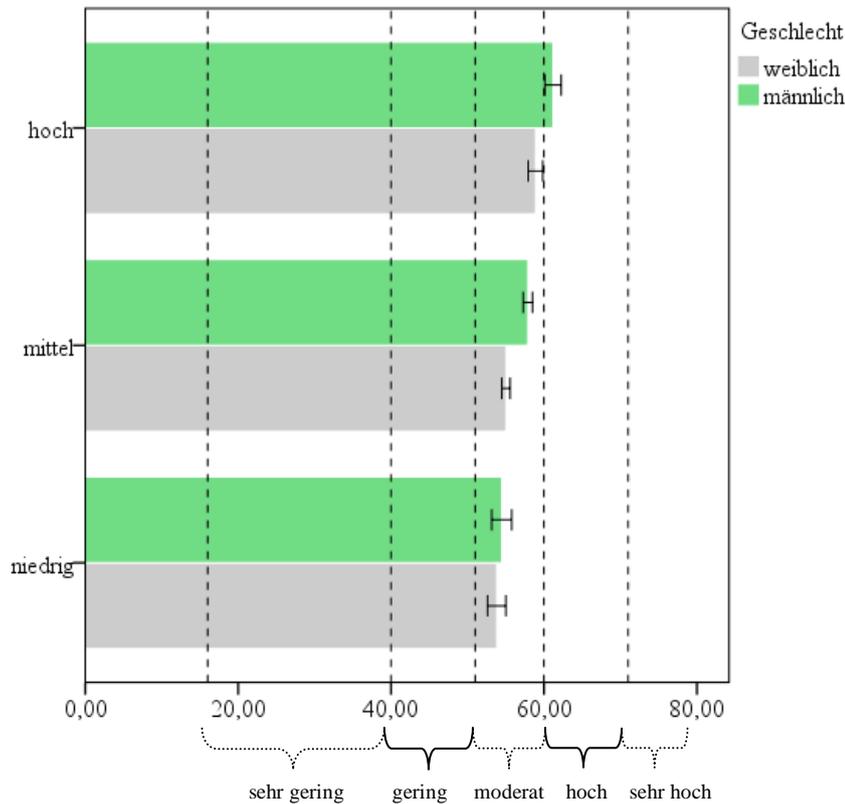


Abbildung 9: Durchschnittliche Akzeptanz der Evolution bei männlichen und weiblichen Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Es kann kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht nachgewiesen werden, $F(2, 3292) = 2,38, p = 0,093$ (vgl. Tabelle 24).

Tabelle 24: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Interesse an Biologie	2	62,30	,000	,036
Geschlecht	1	22,49	,000	,007
Interesse an Biologie * Geschlecht	2	2,38	,093	,001
Fehler	3292			

Zwischen SuS mit unterschiedlichem Interesse an Biologie gibt es höchst signifikante Unterschiede im Hinblick auf die Akzeptanz der Evolution, $F(2, 3292) = 62,30$, $p < 0,001$, wobei die Bedeutung des Einflusses gering ist, $\eta^2 = 0,036$ (vgl. Tabelle 24). SuS mit hohem Interesse an Biologie ($M = 59,10$, $SD = 10,31$) unterscheiden sich höchst signifikant von SuS mit mittlerem ($M = 56,32$, $SD = 9,42$) und niedrigem Interesse an Biologie ($M = 54,14$, $SD = 9,94$). Auch zwischen Probanden mit mittlerem und niedrigem Interesse an Biologie sind die Unterschiede höchst signifikant.

Auch das Geschlecht hat einen höchst signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution, $F(1, 3292) = 22,49$, $p < 0,001$. Hier kann allerdings nur ein sehr geringer Einfluss nachgewiesen werden, $\eta^2 = 0,007$ (vgl. Tabelle 24).

Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Interesse an Biologie tendenziell positiv auf die Akzeptanz der Evolution auswirkt. Männliche Probanden zeigen dabei ein tendenziell höheres Interesse an Biologie als weibliche Probanden (vgl. Abbildung 10).

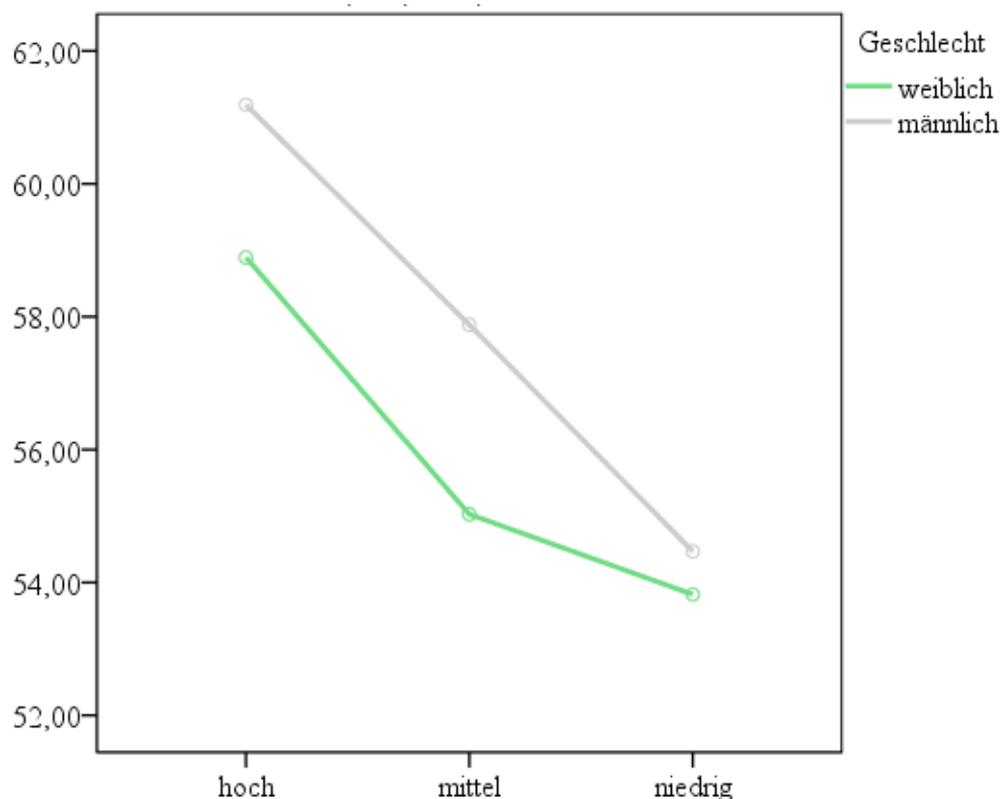


Abbildung 10: Profildigramm der Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.

3.3.4 Akzeptanz der Evolution bei stark gläubigen und glaubensfreien Schülerinnen und Schülern

Da sich in anderen Studien (siehe Einleitung 1.1) gezeigt hat, dass besonders stark gläubige Bevölkerungsgruppen die Evolutionstheorie ablehnen, werden zusätzlich zu SuS unterschiedlicher Religionszugehörigkeit, stark gläubige und glaubensfreie Probanden miteinander verglichen. Als stark gläubig werden Probanden bezeichnet, wenn sie von den 4 Items der Gläubigkeitsskala mindestens 3 Items glaubensbefürwortend beantwortet haben. Glaubensfrei sind SuS, die mindestens 3 von 4 Items der Gläubigkeitsskala glaubensablehnend beantwortet haben.

Tabelle 25: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und vom Geschlecht.

		Akzeptanz der Evolution			
Gläubigkeit	Geschlecht	n	%	M	SD
stark gläubig	männlich	414	20	52,03	10,32
	weiblich	545	26	51,47	9,38
glaubensfrei	männlich	623	30	61,96	9,55
	weiblich	514	24	60,23	9,01

Glaubensfreie Schülerinnen und Schüler zeigen eine hohe Akzeptanz der Evolution, während sie bei stark gläubigen Probanden im moderaten Bereich liegt (vgl. Abbildung 11).

Es kann kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Gläubigkeit und dem Geschlecht festgestellt werden, $F(1, 2092) = 1,94$, $p = 0,16$. Stark gläubige und glaubensfreie SuS unterscheiden sich im Hinblick auf die Akzeptanz der Evolution höchst signifikant, $F(1, 2092) = 492,54$, $p < 0,001$. Das Ausmaß dieses Einflusses ist dabei als sehr groß einzustufen, $\eta^2 = 0,191$ (vgl. Tabelle 26). Die Akzeptanz der Evolution wird somit stark dadurch beeinflusst, wie gläubig ein Proband ist. Je gläubiger, desto wahrscheinlicher kann damit gerechnet werden, dass der Schüler bzw. die Schülerin die Evolutionstheorie nicht akzeptiert, sondern aufgrund von religiösen Überzeugungen ablehnt.

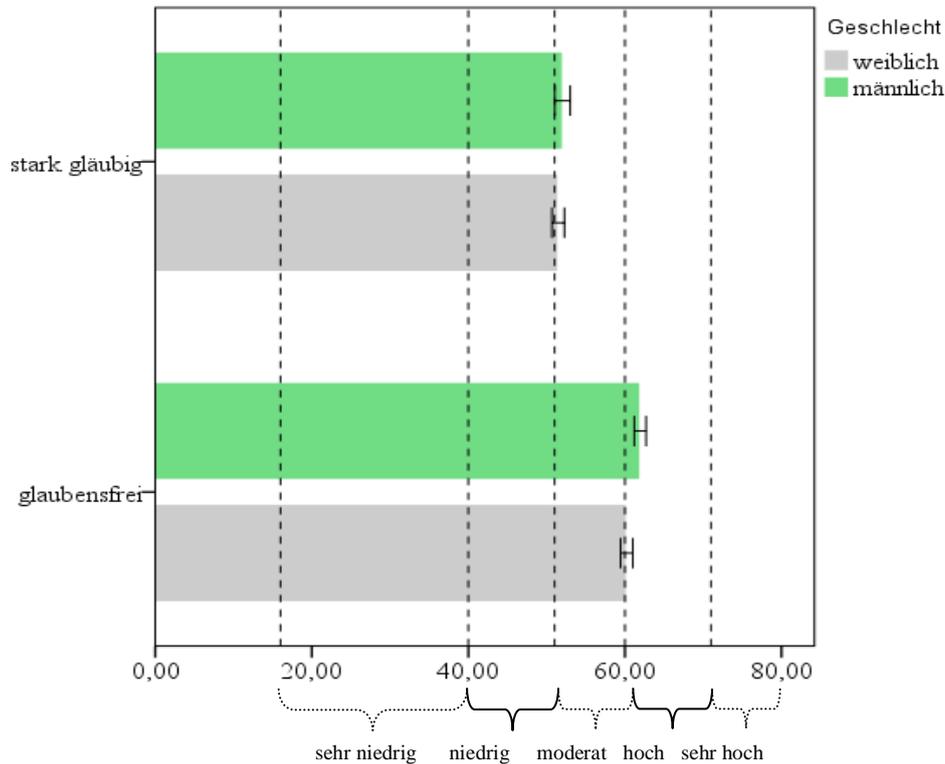


Abbildung 11: Durchschnittliche Akzeptanz der Evolution bei stark gläubigen und glaubensfreien Probanden. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Zwar unterscheiden sich männliche und weibliche Probanden hoch signifikant, aufgrund der geringen Effektgröße ($\eta^2 = 0,004$) kann der Einfluss des Geschlechts auf die Akzeptanz der Evolution jedoch vernachlässigt werden, d.h. stark gläubige männliche Probanden unterscheiden sich in ihrer Akzeptanz der Evolution nur sehr gering von stark gläubigen weiblichen Probanden. Es kann demnach kein Gendereffekt nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 26).

Tabelle 26: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Evolution in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Gläubigkeit	1	492,54	,000	,191
Geschlecht	1	7,41	,007	,004
Gläubigkeit * Geschlecht	1	1,94	,164	,001
Fehler	2092			

3.4 Akzeptanz der Wissenschaft

Die Akzeptanz der Wissenschaft wird mit Hilfe des von Conley et al. (2004) entwickelten Fragebogens gemessen. Bei insgesamt 11 Items liegt der Gesamtscore, je nachdem ob die einzelnen Items befürwortend oder ablehnend beantwortet wurden, zwischen 11 und 55, wobei 11 die geringste und 55 die höchste Akzeptanz der Wissenschaft widerspiegelt. Anlehnend an die Kategorisierung der Akzeptanz der Evolution, werden auf der Grundlage der durchschnittlich erreichten Scorewerte der Likertskala Kategorien der Akzeptanz der Wissenschaft gebildet.

Tabelle 27: Kategorisierung der Akzeptanz der Wissenschaft.

Scorewert	Ø Wert auf Likert-Skala	Akzeptanz der Wissenschaft
55 – 49	≥ 4,5	sehr hoch
48 – 42	~ 4,0	hoch
41 – 36	~ 3,5	moderat
35 – 29	~ 3,0	gering
≤ 28	≤ 2,5	sehr gering

Zunächst wird deskriptiv die Akzeptanz der Wissenschaft für die gesamte Untersuchungsgruppe dargestellt.

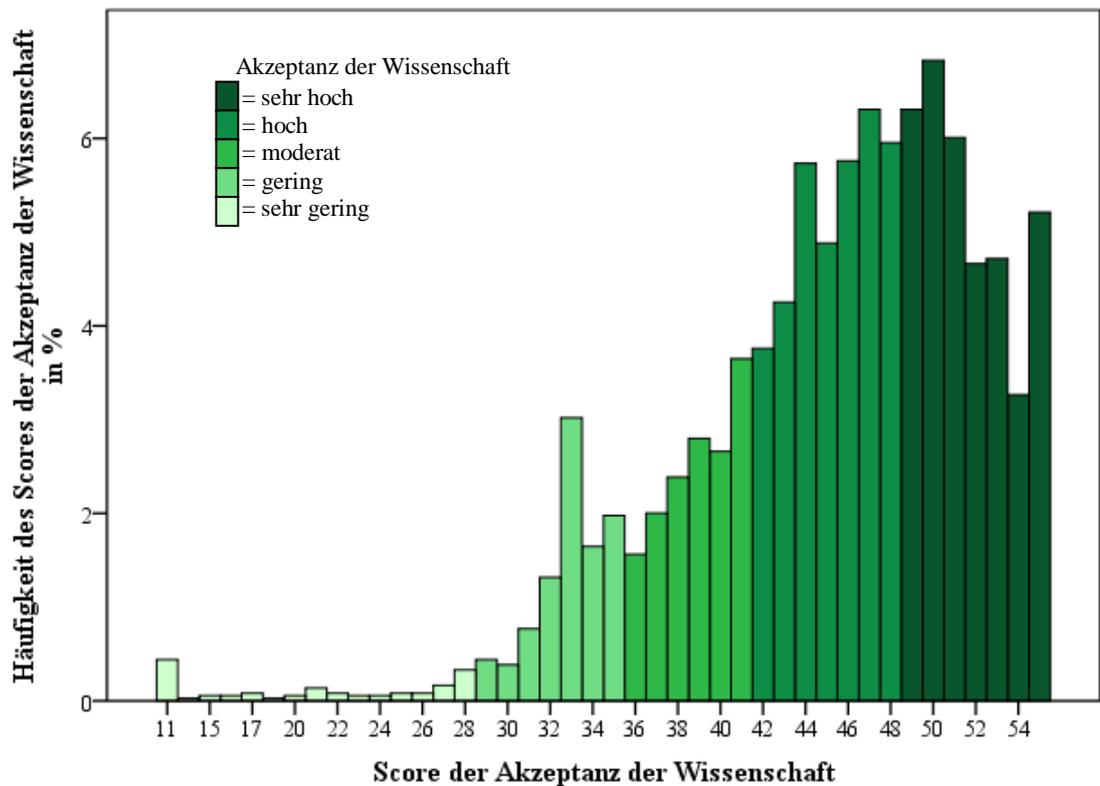


Abb. 12: Häufigkeiten der erreichten Scores der Akzeptanz der Wissenschaft in der Gesamtgruppe.

Die mittlere Akzeptanz der Wissenschaft liegt bei den Gesamtprobanden ($n = 3645$) bei $M = 45,10$, $SD = 7,13$.

Im Folgenden werden verschiedene Subgruppen hinsichtlich ihrer Mittelwerte miteinander verglichen.

3.4.1 Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von Konfession und Geschlecht

Zunächst werden männliche und weibliche Probanden unterschiedlicher Konfession miteinander verglichen.

Alle untersuchten Subgruppen zeigen eine hohe Akzeptanz der Wissenschaft (vgl. Abbildung 13). Es gibt keinen Interaktionseffekt zwischen der Religionszugehörigkeit und dem Geschlecht, $F(4, 3561) = 0,87$, $p = 0,479$. Männliche und weibliche Probanden unterscheiden sich hoch signifikant in ihrer Akzeptanz der Wissenschaft, der Effekt des Geschlechts ist dabei jedoch gering, $\eta^2 = 0,003$ (vgl. Tabelle 29).

Tabelle 28: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Religionszugehörigkeit und dem Geschlecht.

Akzeptanz der Wissenschaft					
Religionszugehörigkeit	Geschlecht	n	%	M	SD
katholisch	männlich	709	20	45,09	7,32
	weiblich	779	22	46,15	6,08
evangelisch	männlich	574	16	45,06	7,04
	weiblich	652	18	45,69	6,44
muslimisch	männlich	187	5	42,56	8,31
	weiblich	252	7	42,86	7,66
andere Konfession	männlich	77	2	42,04	9,93
	weiblich	57	2	44,67	7,59
konfessionslos	männlich	145	4	45,63	7,66
	weiblich	139	4	46,68	6,37

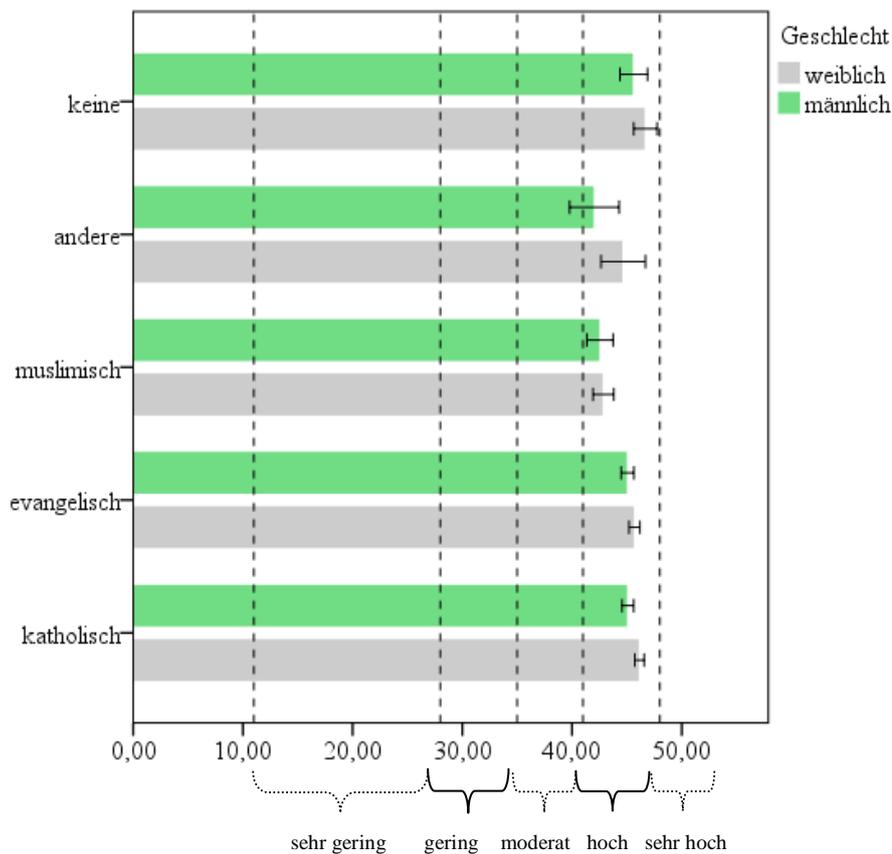


Abb. 13: Durchschnittliche Akzeptanz der Wissenschaft für männliche und weibliche Probanden unterschiedlicher Konfessionen. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Tabelle 29: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Religionszugehörigkeit und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Religionszugehörigkeit	4	18,69	,000	,021
Geschlecht	1	10,98	,001	,003
Religionszugehörigkeit * Geschlecht	4	0,87	,479	,001
Fehler	3561			

Auch zwischen Probanden unterschiedlicher Religionszugehörigkeit liegen höchst signifikante Unterschiede vor, $F(4, 3561) = 18,69$, $p < 0,001$ (vgl. Tabelle 29). Dabei unterscheiden sich muslimische SuS ($M = 42,71$, $SD = 9,95$) höchst signifikant von katholischen ($M = 45,63$, $SD = 6,73$), evangelischen ($M = 45,40$, $SD = 6,72$) und konfessionslosen ($M = 46,12$, $SD = 7,12$) SuS. Außerdem liegen hoch signifikante Unterschiede zwischen Probanden anderer Konfession ($M = 43,17$, $SD = 9,02$) und katholischen bzw. konfessionslosen SuS vor. Der Einfluss der Religionszugehörigkeit auf die Akzeptanz der Wissenschaft ist dabei gering, $\eta^2 = 0,021$, da nur 2,1% der Varianz der Akzeptanz der Wissenschaft durch die Religionszugehörigkeit erklärt werden können (vgl. Tabelle 29). Demnach wird die Einstellung der SuS, die Wissenschaft zu akzeptieren oder abzulehnen nur in geringem Maß durch die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Religion bzw. zu keiner Religion bestimmt.

3.4.2 Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht

Im Folgenden werden Schülerinnen und Schüler, die unterschiedliche Schulformen besucht haben, hinsichtlich ihrer Akzeptanz der Wissenschaft untersucht. Eine weitere Unterteilung erfolgt dadurch, dass zwischen Probanden unterschieden wird, die bereits im Rahmen des Biologieunterrichts zur Evolution unterrichtet wurden, noch kein Evolutionsunterricht hatten oder dazu keine Angaben machen konnten.

Tabelle 30: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Wissenschaft bei Probanden unterschiedlicher Schulformen, die bereits Evolutionsunterricht hatten, noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden oder es nicht sagen konnten, ob sie bereits Evolutionsunterricht hatten; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt.

Akzeptanz der Wissenschaft					
Schulform	Evolutionsunterricht	n	%	M	SD
Hauptschule	ja	57	2	43,56	8,13
	nein	378	11	44,18	6,74
	weiß nicht	176	5	43,03	7,39
Gesamtschule	ja	356	10	44,84	6,69
	nein	201	6	42,23	8,67
	weiß nicht	125	4	39,83	7,81
Realschule	ja	154	5	45,53	6,39
	nein	661	19	45,62	6,39
	weiß nicht	267	8	43,39	7,70
Gymnasium	ja	362	10	47,82	5,74
	nein	426	12	47,45	6,26
	weiß nicht	285	8	46,89	6,14

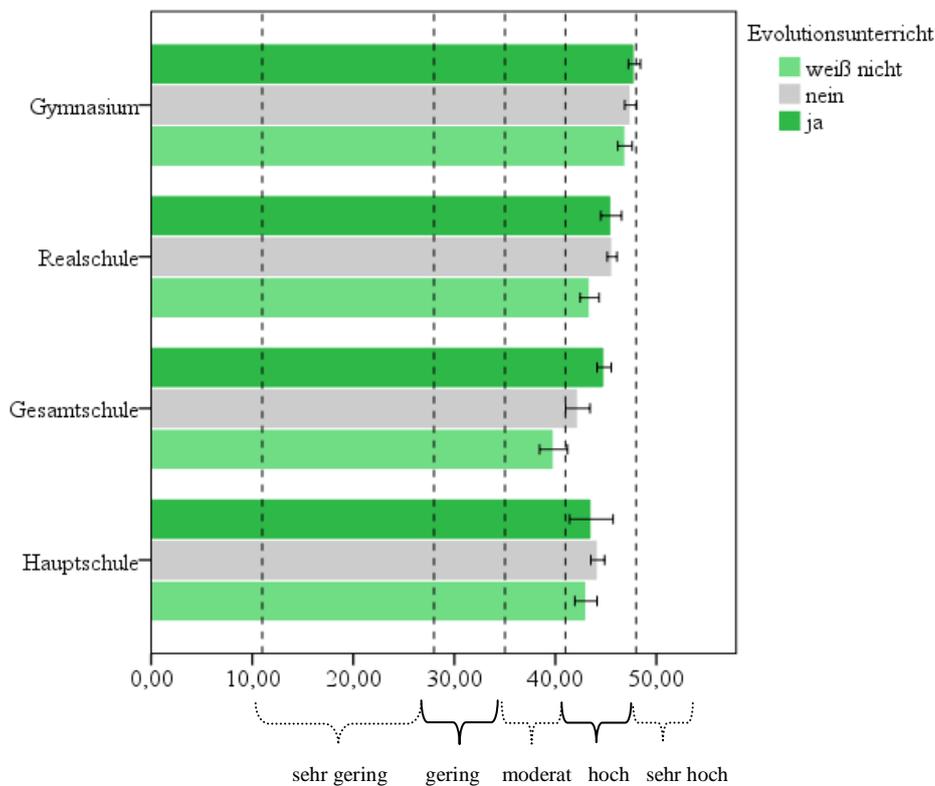


Abb. 14: Durchschnittliche Akzeptanz der Wissenschaft bei Probanden unterschiedlicher Schulformen, unterschieden nach bereits erhaltenem Evolutionsunterricht. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Der Vergleich zeigt, dass Gymnasiasten die höchste Akzeptanz der Wissenschaft zeigen, unabhängig davon, ob sie bereits Evolution im Unterricht behandelt haben. Die geringste Akzeptanz kann bei Gesamtschülerinnen und -schülern nachgewiesen werden, die nicht angeben konnten, ob sie bereits in Evolution unterrichtet wurden (vgl. Tabelle 30). Sie zeigen eine moderate Akzeptanz der Wissenschaft, während alle anderen untersuchten Subgruppen eine hohe Akzeptanz der Wissenschaft aufweisen (vgl. Abbildung 14).

Mittels zweifaktorieller Varianzanalyse kann ein höchst signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Evolutionsunterricht und der Schulform nachgewiesen werden, $F(6, 3436) = 5,31, p < 0,001$ (vgl. Abb. 15), so dass die Haupteffekte nicht einfach interpretiert werden können. Stattdessen wird getrennt untersucht, welchen Effekt die besuchte Schulform auf die Akzeptanz der Wissenschaft hat, bei SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht, ohne Evolutionsunterricht und bei SuS, die dazu keine Angaben machen konnten.

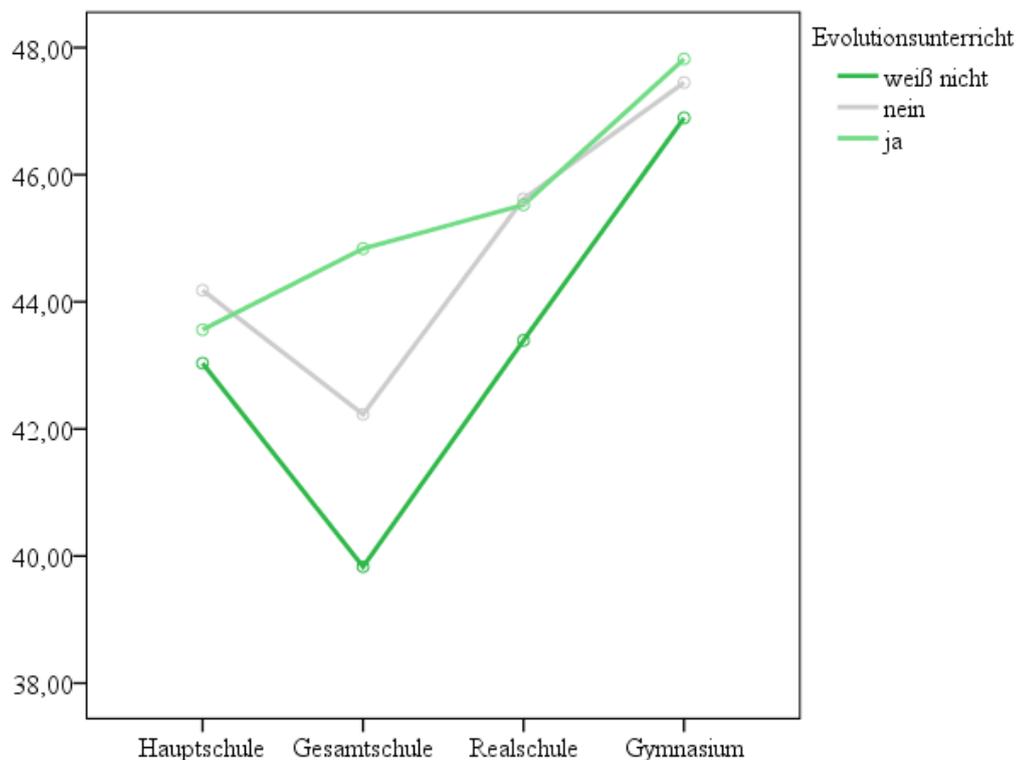


Abb. 15: Profildiagramm der Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht.

Probanden mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht:

Bei dieser Subgruppe können höchst signifikante Unterschiede in der Akzeptanz der Wissenschaft zwischen den unterschiedlichen Schulformen festgestellt werden, $F(3, 928) = 16,78$, $p < 0,001$. Dabei unterscheiden sich Gymnasiasten ($M = 47,82$, $SD = 5,74$) höchst signifikant von SuS der Haupt- ($M = 43,56$, $SD = 8,13$), Real- ($M = 45,53$, $SD = 6,39$) und Gesamtschule ($M = 44,84$, $SD = 6,69$). Zwischen SuS der Haupt- und Realschule ($p = 0,269$) und zwischen SuS der Haupt- und Gesamtschule ($p = 0,581$) können keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Auch SuS der Real- und Gesamtschule unterscheiden sich nicht signifikant, $p = 0,741$. Der Effekt des Einflusses der Schulform auf die Akzeptanz der Wissenschaft ist dabei schwach, $\eta^2 = 0,052$.

Probanden ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht:

Zwischen Probanden unterschiedlicher Schulformen, die noch kein Evolutionsunterricht hatten, liegen höchst signifikante Unterschiede in der Akzeptanz der Wissenschaft vor, $F(3, 1662) = 32,18$, $p < 0,001$. Dabei unterscheiden sich Gymnasiasten ($M = 47,45$, $SD = 6,26$) höchst signifikant von SuS der Haupt- ($M = 44,18$, $SD = 6,74$), Real- ($M = 45,62$, $SD = 6,39$) und Gesamtschule ($M = 42,23$, $SD = 8,67$). Außerdem gibt es höchst signifikante Unterschiede zwischen Probanden der Gesamt- und Realschule. Der Effekt des Einflusses der Schulform auf die Akzeptanz der Wissenschaft ist auch in dieser Subgruppe schwach, $\eta^2 = 0,055$.

Probanden, die zum Evolutionsunterricht keine Angaben machen konnten:

Auch in dieser Subgruppe können höchst signifikante Unterschiede in der Akzeptanz der Wissenschaft bei SuS unterschiedlicher Schulformen aufgedeckt werden, $F(3, 849) = 31,30$, $p < 0,001$. Gymnasiasten ($M = 46,89$, $SD = 6,14$) unterscheiden sich höchst signifikant von SuS der Haupt- ($M = 43,03$, $SD = 7,39$), Real- ($M = 43,39$, $SD = 7,70$) und Gesamtschule ($M = 39,83$, $SD = 7,81$). Zusätzlich finden sich hoch signifikante Unterschiede zwischen SuS der Gesamt- und Hauptschule und höchst signifikante Unterschiede zwischen der Gesamt- und Realschule. Die Schulform hat in dieser Subgruppe einen moderaten Effekt auf die Akzeptanz der Wissenschaft, $\eta^2 = 0,100$.

Während der Evolutionsunterricht in Haupt- und Realschule und Gymnasium nur eine geringe Verbesserung der Akzeptanz der Wissenschaft bewirkte, unterscheidet sie sich bei SuS der Gesamtschule stark, abhängig davon, ob die SuS bereits zur Evolution unterrichtet wurden. Offensichtlich ist es dort durch den Evolutionsunterricht gelungen, die Akzeptanz der Wissenschaft zu fördern.

3.4.3 Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht

Nachfolgend wird die Akzeptanz der Wissenschaft von männlichen und weiblichen Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie miteinander verglichen.

Tabelle 31: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt.

		Akzeptanz der Wissenschaft			
Interesse an Biologie	Geschlecht	n	%	M	SD
hoch	männlich	400	11	46,43	6,83
	weiblich	456	13	47,00	5,69
mittel	männlich	1022	28	44,90	6,98
	weiblich	1225	34	45,41	6,44
niedrig	männlich	286	8	41,55	9,47
	weiblich	210	6	43,00	8,36

Bei allen Subgruppen liegt die Akzeptanz der Wissenschaft in einem hohen Bereich (vgl. Abbildung 16), wobei der höchste Wert von weiblichen Probanden mit hohem Interesse an Biologie erreicht wird und der niedrigste Wert bei männlichen Probanden mit einem niedrigen Interesse an Biologie beobachtet werden kann (vgl. Tabelle 31).

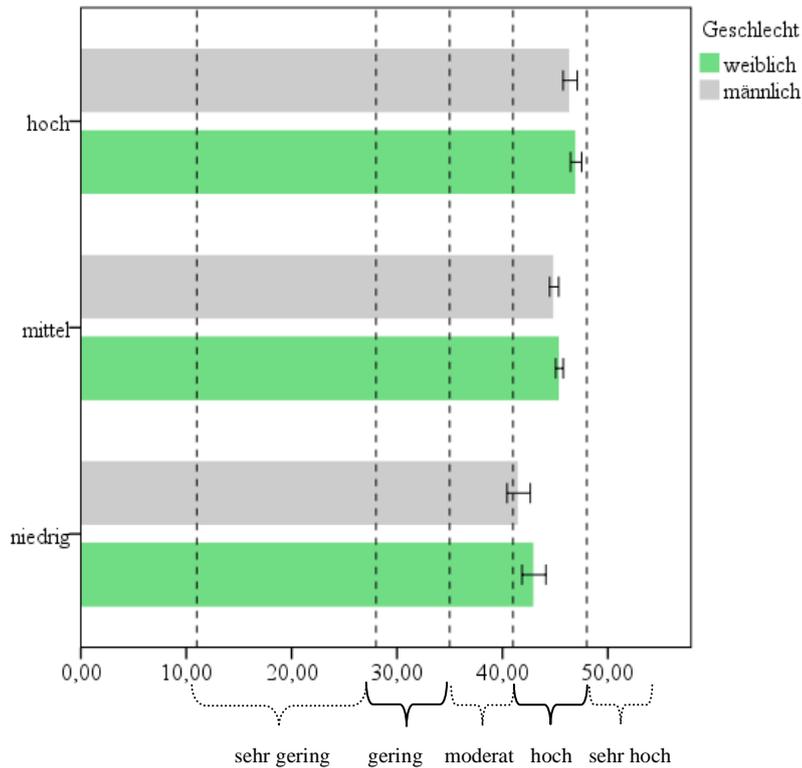


Abb. 16: Durchschnittliche Akzeptanz der Wissenschaft bei männlichen und weiblichen Probanden mit hohem, mittlerem und niedrigem Interesse an Biologie. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Es kann kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht nachgewiesen werden, $F(2, 3593) = 0,92$, $p = 0,398$. Zwar unterscheiden sich männliche und weibliche Probanden hoch signifikant, $F(1, 3593) = 9,01$, $p < 0,01$, der Einfluss des Geschlechts auf die Akzeptanz der Wissenschaft ist dabei jedoch sehr gering, $\eta^2 = 0,003$. Auch das Interesse an Biologie wirkt sich höchst signifikant auf die Akzeptanz der Wissenschaft aus, $F(2, 3593) = 62,99$, $p < 0,001$, aber auch hier ist der Effekt schwach, $\eta^2 = 0,034$ (vgl. Tabelle 32). Dabei unterscheiden sich SuS mit hohem Interesse an Biologie ($M = 46,73$, $SD = 6,27$) höchst signifikant von SuS mit mittlerem ($M = 45,17$, $SD = 6,70$) und niedrigem Interesse an Biologie ($M = 42,14$, $SD = 9,00$). Auch zwischen Probanden mit niedrigem und mittlerem Interesse sind die Unterschiede höchst signifikant.

Tabelle 32: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Interesse an Biologie	2	62,98	,000	,034
Geschlecht	1	9,01	,003	,003
Interesse an Biologie * Geschlecht	2	0,92	,398	,001
Fehler	3593			

3.4.4 Akzeptanz der Wissenschaft bei stark gläubigen und glaubensfreien Schülerinnen und Schülern

Im weiteren Verlauf werden stark gläubige und glaubensfreie Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf ihre Akzeptanz der Wissenschaft untersucht.

Tabelle 33: Deskriptive Statistik der Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und dem Geschlecht.

		Akzeptanz der Wissenschaft			
Gläubigkeit	Geschlecht	n	%	M	SD
stark gläubig	männlich	458	20	43,74	7,57
	weiblich	618	27	45,08	6,56
glaubensfrei	männlich	656	29	45,71	8,04
	weiblich	558	24	46,84	6,23

Der kleinste Wert kann bei stark gläubigen Schülern beobachtet werden, glaubensfreie Schülerinnen erreichen die größte Akzeptanz der Wissenschaft (vgl. Tabelle 33). Alle Subgruppen liegen jedoch im Bereich „hohe Akzeptanz der Wissenschaft“ (vgl. Abbildung 17).

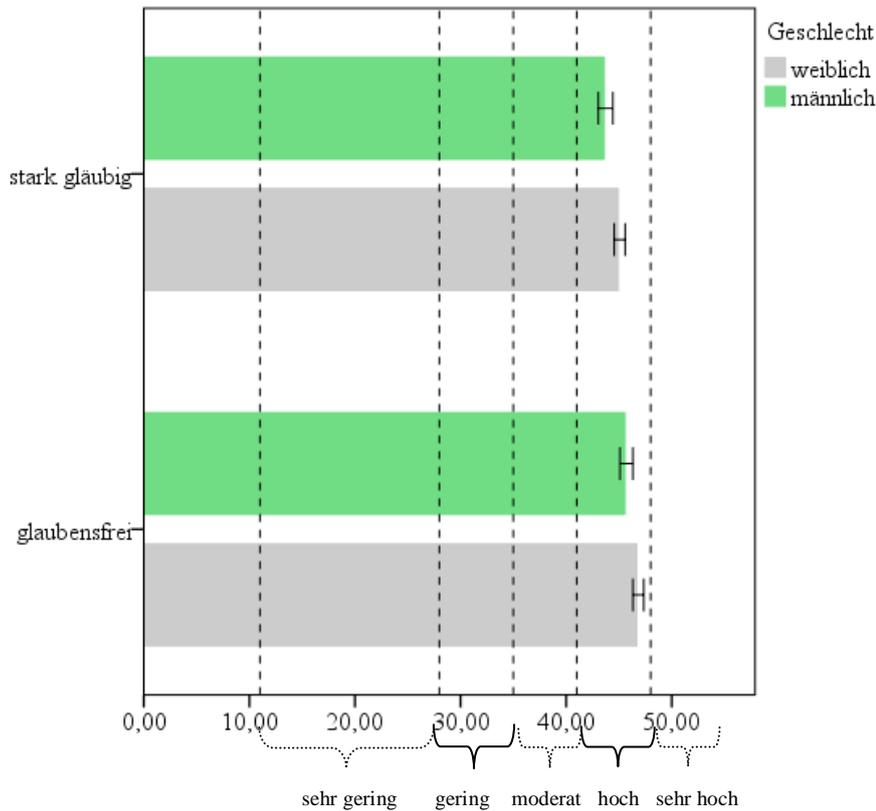


Abb. 17: Durchschnittliche Akzeptanz der Wissenschaft bei stark gläubigen und glaubensfreien Schülerinnen und Schülern. Die Fehlerbalken geben das 95%-Konfidenzintervall wieder.

Es kann kein Interaktionseffekt zwischen der Gläubigkeit und dem Geschlecht festgestellt werden, $F(1, 2286) = 0,13$, $p = 0,724$. Sowohl die Gläubigkeit, als auch das Geschlecht wirken sich signifikant auf die Akzeptanz der Wissenschaft aus. Das Ausmaß dieses Einflusses ist jedoch bei beiden Faktoren sehr schwach (vgl. Tabelle 34).

Tabelle 34: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Akzeptanz der Wissenschaft in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Gläubigkeit	1	38,33	0,000	0,016
Geschlecht	1	16,74	0,000	0,007
Gläubigkeit * Geschlecht	1	0,13	0,724	0,000
Fehler	2286			

3.5 Verstehen der Evolution / Vorstellungen zur Evolution

Das Verstehen der Evolution wird mit insgesamt 11 Items aus verschiedenen Bereichen der Evolution gemessen. Da die einzelnen Items nur mit richtig oder falsch bewertet werden, liegt der Score zwischen 0 und 11, wobei 11 ein maximales und 0 ein minimales Verstehen der Evolution widerspiegelt.

Im folgenden Abschnitt wird zunächst deskriptiv das Verstehen der Evolution für die gesamte Untersuchungsgruppe vorgestellt.

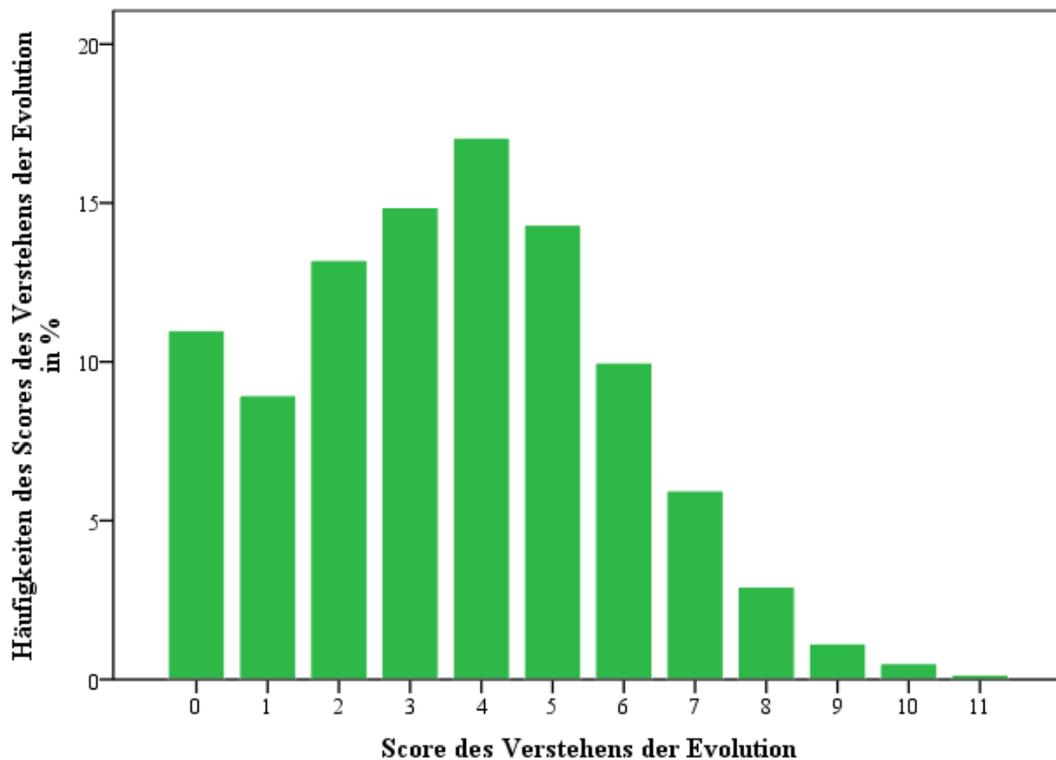


Abb. 18: Häufigkeiten des erreichten Scores des Verstehens der Evolution in der Gesamtgruppe.

Die Gesamtprobanden ($n = 3969$) erreichten ein mittleres Verstehen der Evolution von $M = 3,62$, $SD = 2,28$.

Im Anschluss an die Darstellung der gesamten Probandengruppe, werden verschiedene Subgruppen dargestellt und ein Vergleich der Mittelwerte des Scores mit Hilfe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt.

3.5.1 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht

Zunächst werden männliche und weibliche Probanden unterschiedlicher Konfessionen hinsichtlich ihres Verständnisses der Evolution untersucht.

Tabelle 35: Deskriptive Statistik des Verstehens der Evolution getrennt für männliche und weibliche Probanden unterschiedlicher Konfessionen.

Verstehen der Evolution					
Konfession	Geschlecht	n	%	M	SD
katholisch	männlich	772	20	3,84	2,24
	weiblich	829	21	3,96	2,23
evangelisch	männlich	619	16	3,58	2,25
	weiblich	687	18	3,79	2,13
muslimisch	männlich	229	6	2,46	2,10
	weiblich	283	7	2,63	2,10
andere Konfession	männlich	88	2	3,11	2,32
	weiblich	63	2	3,29	2,13
konfessionslos	männlich	163	4	3,67	2,46
	weiblich	147	4	4,43	2,43

Muslimische Schülerinnen und Schüler zeigen den geringsten Wert für das Verstehen der Evolution, bei konfessionslosen Schülerinnen kann das höchste Verstehen festgestellt werden (vgl. Tabelle 35).

Tabelle 36: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für das Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Konfession und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Konfession	4	40,63	0,000	0,040
Geschlecht	1	7,65	0,006	0,002
Konfession * Geschlecht	4	1,36	0,244	0,001
Fehler	3870			

Es kann kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Konfession und dem Geschlecht festgestellt werden, $F(4, 3870) = 1,36$, $p = 0,244$. Die Konfession hat einen höchst signifikanten Einfluss auf das Verstehen der Evolution, $F(4, 3870) = 40,63$, $p < 0,001$, wobei das Ausmaß des Einflusses als schwach einzuordnen ist, $\eta^2 = 0,040$, d.h. nur 4% der Varianz des Verstehens der Evolution kann durch die

Religionszugehörigkeit erklärt werden. Männliche und weibliche Probanden unterscheiden sich signifikant voneinander. Der Einfluss des Geschlechts auf das Verstehen der Evolution ist dabei sehr schwach, $\eta^2 = 0,002$ (vgl. Tabelle 36).

3.5.2 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht

Im folgenden Abschnitt werden SuS unterschiedlicher Schulform und mit unterschiedlichem Status in Bezug auf den Evolutionsunterricht hinsichtlich ihres Verstehens der Evolution miteinander verglichen.

Tabelle 37: Deskriptive Statistik des Verstehens der Evolution bei Probanden unterschiedlicher Schulformen, die bereits Evolutionsunterricht hatten, noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden oder nicht sagen konnten, ob sie bereits Evolutionsunterricht hatten; die beobachteten Minimal- und Maximalwerte sind grau hinterlegt.

Verstehen der Evolution					
Schulform	Evolutionsunterricht	n	%	M	SD
Hauptschule	ja	63	2	2,87	2,11
	nein	420	11	3,06	1,91
	weiß nicht	189	5	3,15	2,17
Gesamtschule	ja	408	11	3,53	2,33
	nein	235	6	2,58	2,12
	weiß nicht	150	4	2,45	1,97
Realschule	ja	168	4	4,54	2,29
	nein	700	19	3,58	2,02
	weiß nicht	287	8	3,07	2,03
Gymnasium	ja	379	10	4,85	2,21
	nein	444	12	4,41	2,31
	weiß nicht	305	8	3,69	2,17

Bei allen Subgruppen zeigt sich ein geringes Verständnis der Evolution. Gymnasiasten, die bereits zum Thema Evolution unterrichtet wurden, verstehen die Evolution am besten, während Gesamtschülerinnen und -schüler, die keine Angaben zum Evolutionsunterricht machen können, das geringste Verständnis der Evolution aufweisen (vgl. Tabelle 37).

Die Schulform und der Evolutionsunterricht beeinflussen sich höchst signifikant, $F(6, 3736) = 5,10$, $p < 0,001$, so dass SuS der unterschiedlichen Schulformen im Hinblick auf den Einfluss des Evolutionsunterrichts auf das Verstehen der Evolution getrennt ausgewertet werden müssen (vgl. Tabelle 38).

Tabelle 38: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für das Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Schulform und dem Evolutionsunterricht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Schulform	3	77,91	0,000	0,059
Evolutionsunterricht	2	28,19	0,000	0,015
Schulform * Evolutionsunterricht	6	5,10	0,000	0,008
Fehler	3736			

Verstehen der Evolution bei Probanden der Hauptschule

Bei Probanden, die die Hauptschule besuchen, können keine signifikanten Unterschiede zwischen Probanden mit Evolutionsunterricht ($M = 2,87$, $SD = 2,11$), ohne Evolutionsunterricht ($M = 3,06$, $SD = 1,91$) und Probanden, die zum Evolutionsunterricht keine Angaben machen konnten ($M = 3,15$, $SD = 2,17$) festgestellt werden, $F(2, 669) = 0,471$, $p = 0,624$.

Verstehen der Evolution bei Probanden der Gesamtschule

SuS der Gesamtschule mit unterschiedlichem Status des Evolutionsunterrichts unterscheiden sich höchst signifikant im Hinblick auf das Verstehen der Evolution, $F(2, 790) = 20,48$, $p < 0,001$. Dabei unterscheiden sich SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht ($M = 3,53$, $SD = 2,33$) höchst signifikant von SuS ohne Evolutionsunterricht ($M = 2,58$, $SD = 2,12$) und von SuS, die dazu keine Angaben machen konnten ($M = 2,45$, $SD = 1,97$). Der Einfluss des Evolutionsunterrichts auf das Verstehen der Evolution ist dabei schwach, $\eta^2 = 0,049$.

Verstehen der Evolution bei Probanden der Realschule

Probanden der Realschule mit unterschiedlichem Status des Evolutionsunterrichts unterscheiden sich höchst signifikant im Verstehen der Evolution, $F(2, 1152) = 26,80$, $p < 0,001$. Dabei zeigen SuS mit Evolutionsunterricht ($M = 4,54$, $SD = 2,29$) ein höchst signifikant besseres Verstehen der Evolution als Probanden, die noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden ($M = 3,58$, $SD = 2,02$) und als Probanden, die nicht wussten, ob sie bereits Evolutionsunterricht hatten ($M = 3,07$, $SD = 2,03$). Auch zwischen den letztgenannten Subgruppen liegen höchst signifikante Unterschiede vor. Der Einfluss des Evolutionsunterrichts auf das Verstehen der Evolution ist jedoch gering, $\eta^2 = 0,044$.

Verstehen der Evolution bei Probanden des Gymnasiums

Bei SuS des Gymnasiums liegen ebenfalls höchst signifikante Unterschiede zwischen Subgruppen mit unterschiedlichem Evolutionsunterricht vor, $F(2, 1125) = 22,68$, $p < 0,001$. Dabei unterscheiden sich Probanden mit Evolutionsunterricht ($M = 4,85$, $SD = 2,21$) signifikant von SuS ohne Evolutionsunterricht ($M = 4,41$, $SD = 2,31$) und höchst signifikant von SuS, die zum Evolutionsunterricht keine Angaben machen konnten ($M = 3,69$, $SD = 2,17$). Auch zwischen Versuchsteilnehmern ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht und denen, die dazu keine Angaben machen konnten, sind die Unterschiede im Verstehen der Evolution höchst signifikant. Der Einfluss des Evolutionsunterrichts auf das Verstehen der Evolution ist auch bei Gymnasiasten gering, $\eta^2 = 0,039$.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich der Evolutionsunterricht bei SuS der Gesamt- und Realschule und bei Gymnasiasten positiv auf das Verstehen der Evolution ausgewirkt hat, wobei das Ausmaß dieses positiven Einflusses gering ist. Bei SuS der Hauptschule war der Evolutionsunterricht offensichtlich so ineffektiv, dass kein Unterschied im Verständnis der Evolution zwischen SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht festgestellt werden konnte.

Zudem ist das durchschnittliche Verstehen der Evolution bei allen untersuchten Subgruppen eher gering. Von keiner Subgruppe wurde mehr als 50% des maximal erreichbaren Wertes erlangt (vgl. Abbildung 18).

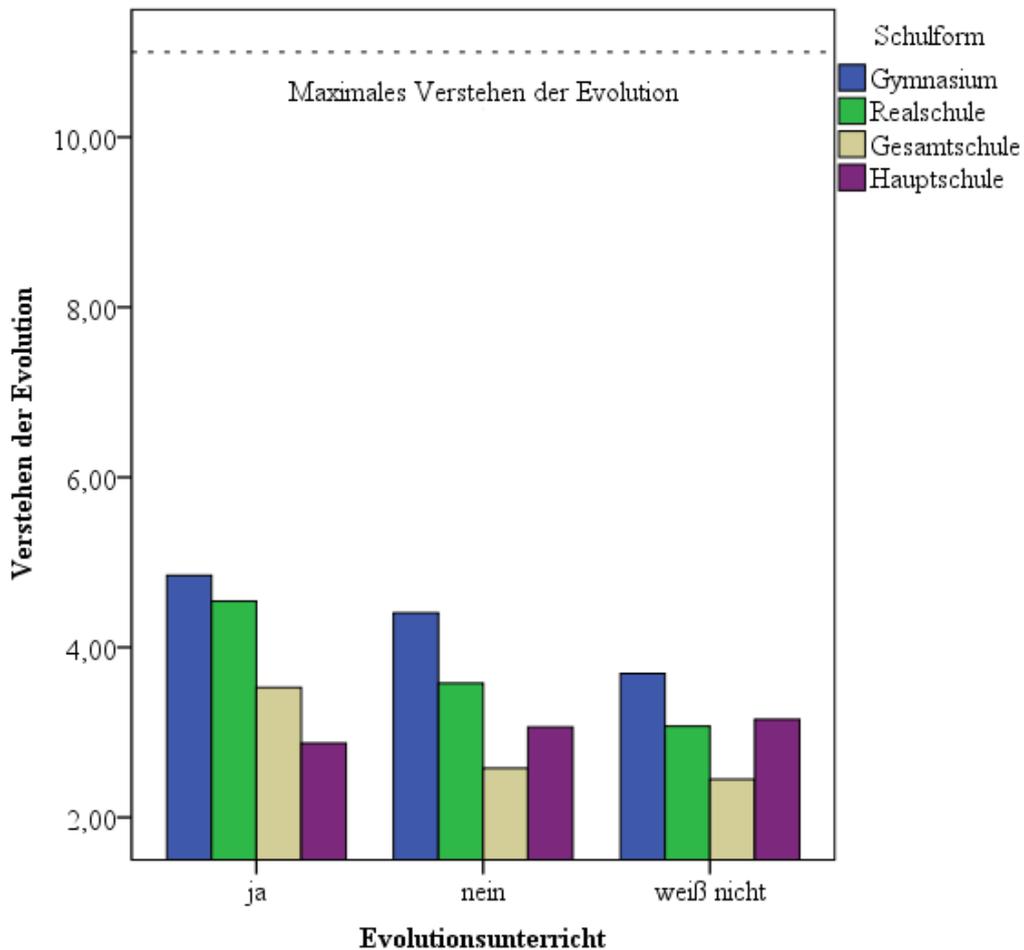


Abb. 18: Übersicht über das Verstehen der Evolution bei SuS unterschiedlicher Schulformen, unterschieden nach dem Evolutionsunterricht.

3.5.3 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht

Nachfolgend wird das Verstehen der Evolution bei männlichen und weiblichen Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie miteinander verglichen (vgl. Tabelle 39).

Tabelle 39: Deskriptive Statistik des Verstehens der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.

Verstehen der Evolution					
Interesse an Biologie	Geschlecht	n	%	M	SD
hoch	männlich	437	11	4,17	2,34
	weiblich	489	13	4,16	2,28
mittel	männlich	1129	29	3,46	2,24
	weiblich	1306	33	3,70	2,19
niedrig	männlich	324	8	2,89	2,19
	weiblich	225	6	2,88	2,18

Es kann kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht festgestellt werden, $F(2, 3904) = 1,38, p = 0,252$. Das Interesse an Biologie wirkt sich zwar höchst signifikant, $F(2, 3904) = 56,97, p < 0,001$, aber nur schwach ($\eta^2 = 0,028$) auf das Verstehen der Evolution aus. Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf das Verstehen der Evolution, $F(1, 3904) = 0,71, p = 0,398$ (vgl. Tabelle 40). Probanden mit hohem Interesse an Biologie unterscheiden sich höchst signifikant von Probanden mit mittlerem und niedrigem Interesse. Auch zwischen den beiden letztgenannten Kategorien liegen höchst signifikante Unterschiede im Verstehen der Evolution vor.

Tabelle 40: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für das Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Interesse an Biologie	2	56,97	0,000	0,028
Geschlecht	1	0,71	0,398	0,000
Interesse an Biologie* Geschlecht	2	1,38	0,252	0,001
Fehler	3904			

3.5.4 Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und dem Geschlecht

Im Folgenden werden stark gläubige und glaubensfreie Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf ihr Verstehen der Evolution untersucht.

Stark gläubige Befragte verstehen die Evolution tendenziell schlechter, als glaubensfreie Probanden (vgl. Tabelle 41).

Tabelle 41: Deskriptive Statistik des Verstehens der Evolution in Abhängigkeit von der Gläubigkeit und dem Geschlecht.

Verstehen der Evolution					
Gläubigkeit	Geschlecht	n	%	M	SD
stark gläubig	männlich	528	21	2,84	2,08
	weiblich	671	27	3,21	2,20
glaubensfrei	männlich	714	28	4,01	2,44
	weiblich	589	24	4,26	2,28

Gläubigkeit und Geschlecht beeinflussen sich nicht signifikant, $F(1, 2498) = 0,35$, $p = 0,555$. Die Gläubigkeit wirkt sich höchst signifikant auf das Verstehen der Evolution aus, $F(1, 2498) = 147,99$, $p < 0,001$. Das Ausmaß des Einflusses ist jedoch gering, $\eta^2 = 0,056$ (vgl. Tabelle 42).

Tabelle 42: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für das Verstehen der Evolution in Abhängigkeit von dem Interesse an Biologie und dem Geschlecht.

Variable	df	F	Sig.	η^2
Gläubigkeit	1	147,99	0,000	0,056
Geschlecht	1	11,44	0,001	0,005
Gläubigkeit* Geschlecht	1	0,35	0,555	0,000
Fehler	2498			

3.5.5 Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen

Im Folgenden werden die Vorstellungen von SuS zu Evolutionsmechanismen näher beleuchtet. Dabei wird insbesondere auf den Einfluss des Evolutionsunterrichts auf die Vorstellungen der Probanden eingegangen. Zunächst werden einzelne Aufgaben rein deskriptiv betrachtet. Hierbei handelt es sich um Aufgaben, die bereits in vielen Studien in ähnlicher Form eingesetzt wurden und so einen Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen ermöglichen. Abschließend werden die Ergebnisse zu allen sieben Aufgaben, die Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen erfragen, dargestellt.

Entwicklung der Geschwindigkeit beim Gepard

In dieser Aufgabe werden die Schülerinnen und Schüler dazu aufgefordert, eine aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Erklärung für die Entwicklung der Geschwindigkeit beim Gepard zu geben.

Tabelle 43: Häufigkeiten der gegebenen Antworten zur Gepardenaufgabe bei SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht; grün hervorgehoben ist die aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Antwortalternative.

<i>Geparden können bis zu 96km/h laufen, wenn sie Beute jagen. Ihre Vorfahren konnten dagegen nur eine Geschwindigkeit von bis zu 32km/h erreichen. Wie erklärt die Evolutionstheorie diese Zunahme der Geschwindigkeit?</i>	<i>SuS mit Evolutionsunterricht</i>	<i>SuS ohne Evolutionsunterricht</i>
Die Geparden wurden von sich aus schneller, um besser Beute machen zu können.	13%	15,6%
Die schnelleren Geparden konnten mehr Beute fangen und mehr Nachwuchs versorgen und groß ziehen. Dadurch waren ihre Gene in der nächsten Generation besser vertreten.	48,5%	37,7%
Die Geparden verwendeten ihre Laufmuskulatur regelmäßig. Dadurch wurde diese über Generationen gestärkt.	24,8%	32,2%
Ich weiß es nicht.	13,7%	14,5%

Die finalistische Erklärung für die Entwicklung der Geschwindigkeit wird ähnlich häufig von SuS mit und ohne Evolutionsunterricht gewählt. Lamarckistische Erklärungsansätze zeigen Probanden ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht häufiger, als Probanden, die bereits zur Evolution unterrichtet wurden. Aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Antworten werden häufiger von SuS mit Evolutionsunterricht gegeben. Jedoch können auch in dieser Gruppe weniger als 50% eine richtige Antwort geben (vgl. Tabelle 43).

Mäuseexperiment von Weismann

In dieser Aufgabe wird auf die bei Schülern häufig vorkommende Vorstellung eingegangen, dass im Leben erworbene Eigenschaften an die Nachkommen weiter gegeben werden. Um zu untersuchen, ob diese Vorstellung von einer zeitlichen Komponente beeinflusst wird, gliedert sie sich in 2 Aufgabenteile.

Tabelle 44: Häufigkeiten der gegebenen Antworten zur 1. Weismannaufgabe bei SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht; grün hervorgehoben ist die aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Antwortalternative.

<i>Ende des 19. Jahrhunderts führte der Zoologe August Weismann folgendes Experiment durch: Er schnitt Mäusen die Schwänze komplett ab, um festzustellen, welche Auswirkungen dies auf die direkten Nachkommen haben würde. Wie müssten die Kinder dieser Mäuse laut Evolutionstheorie aussehen?</i>	<i>SuS mit Evolutionsunterricht</i>	<i>SuS ohne Evolutionsunterricht</i>
Sie hätten verschieden lange Schwänze, im Durchschnitt jedoch etwas kürzer als die Schwänze der Eltern.	10,1%	11,3%
Ihr Schwanz wäre entweder exakt so lang wie der der Mutter oder der des Vaters (vor dem Abschneiden).	11,2%	12,8%
Sie hätten gar keinen Schwanz.	6,0%	9,0%
Das Abschneiden hätte keinen Effekt auf die Schwanzlänge der Kinder.	59,6%	48,6%
Ich weiß es nicht.	13,0%	18,3%

SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht können häufiger eine aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Antwort geben. Lamarckistische Erklärungen werden ähnlich selten von Probanden mit und ohne Evolutionsunterricht gegeben (vgl. Tabelle 44).

Im zweiten Aufgabenteil wird gefragt, was geschieht, wenn dieses Experiment über 20 Generationen durchgeführt wird. Auffällig ist, dass lamarckistische Erklärungsansätze sowohl bei SuS mit Evolutionsunterricht, als auch bei Probanden ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht stark zunehmen, auf Kosten evolutionsbiologischer Erklärungen (vgl. Tabelle 45). Offensichtlich ist bei einigen Lernenden die Vorstellung

verankert, dass durch stetige Eingriffe eine Veränderung erreicht werden kann, die auch an die Nachkommen weitergegeben wird.

Tabelle 45: Häufigkeiten der gegebenen Antworten zur 2. Weismannaufgabe bei SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht; grün hervorgehoben ist die aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Antwortalternative.

<i>Nehmen wir an, Herr Weismann hätte auch den Nachkommen wieder die Schwänze abgeschnitten und deren Nachkommen auch usw., das ganze insgesamt 20 Generationen lang. Wie müssten die Mäuse der 21. Generation laut Evolutionstheorie aussehen?</i>	<i>SchülerInnen mit Evolutionsunterricht</i>	<i>SchülerInnen ohne Evolutionsunterricht</i>
Sie hätten verschieden lange Schwänze, die aber deutlich kürzer wären als die der Eltern der ersten Generation.	15,2%	15,6%
Ihr Schwanz wäre entweder exakt so lang wie der der Mutter der ersten Generation oder der des Vaters der ersten Generation (vor dem Abschneiden).	7,7%	10,1%
Sie hätten gar keinen Schwanz.	14,1%	17,9%
Das Abschneiden hätte keinen Effekt auf die Schwanzlänge der Kinder.	44,6%	35,1%
Ich weiß es nicht.	18,4%	21,3%

Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen – gesamt

Nachfolgend werden die Ergebnisse zu allen sieben Aufgaben, die sich mit Evolutionsmechanismen auseinandersetzen, für SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht dargestellt.

Insgesamt können SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht häufiger wissenschaftlich angemessene Antworten geben (vgl. Abbildung 19). Die Unterschiede zwischen Probanden mit Evolutionsunterricht ($M = 2,30$, $SD = 1,60$) und ohne Evolutionsunterricht ($M = 1,90$, $SD = 1,43$) sind höchst signifikant, $t(2039,6) = 6,73$, $p < 0,001$. Das Ausmaß des Unterschieds ist dabei sehr gering, $\eta^2 = 0,0003$, d.h. nur 0,03% der Varianz der Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen kann durch den Evolutionsunterricht erklärt werden.

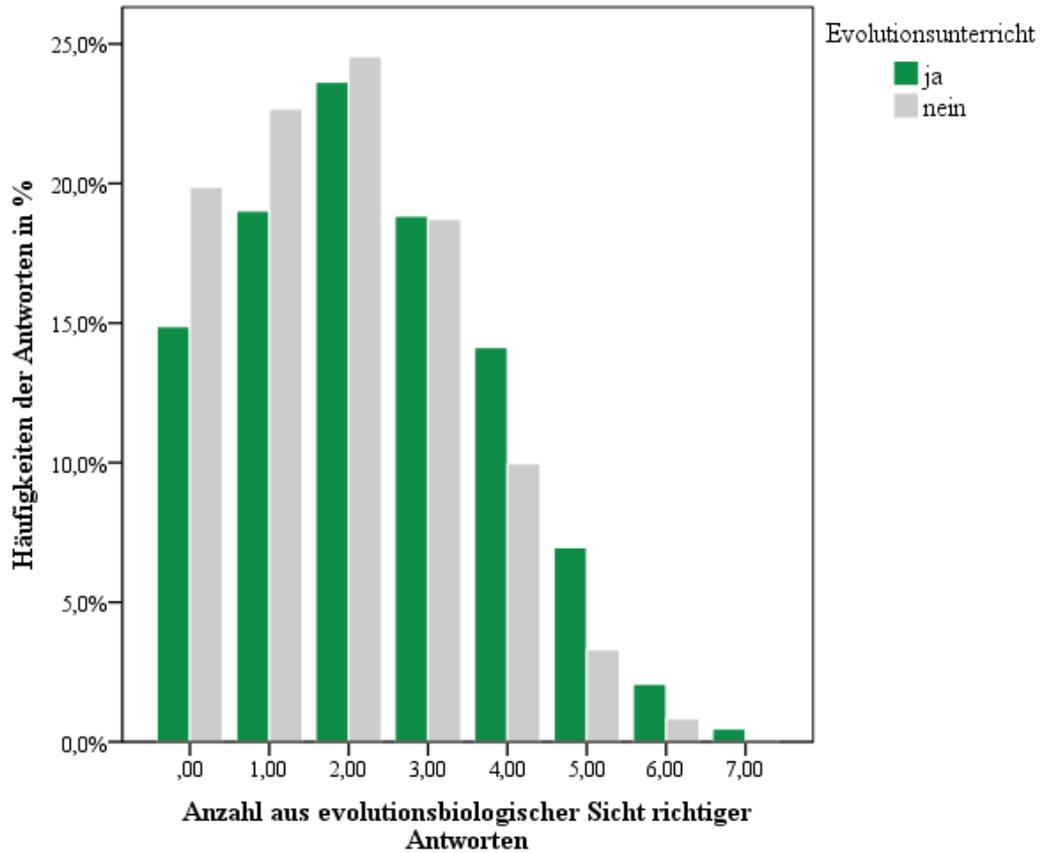


Abb. 19: Häufigkeiten der von insgesamt sieben Aufgaben aus evolutionsbiologischer Sicht richtig beantworteten Aufgaben, bei SuS mit ($n = 1062$) und ohne Evolutionsunterricht ($n = 1817$).

Im Folgenden wird die prozentuale Verteilung von richtigen Antworten und finalistischen bzw. lamarckistischen Antworten bei Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichem Status des Evolutionsunterrichts betrachtet.

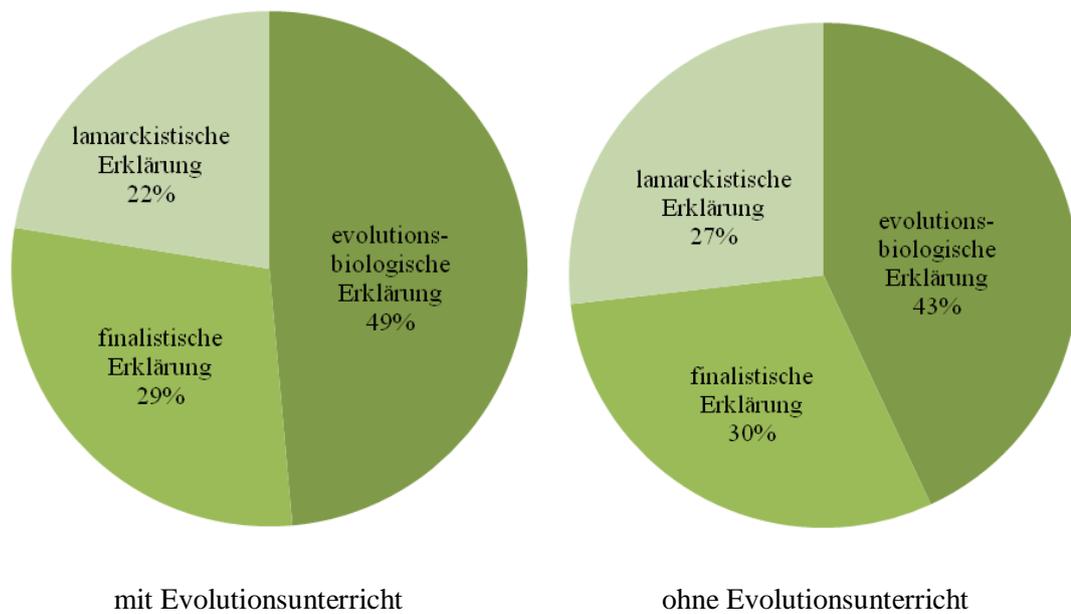


Abb. 20: Prozentuelle Verteilung der unterschiedlichen Erklärungsansätze bei SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht.

Finalistische Erklärungen finden sich annähernd in gleichem Umfang bei SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht. Probanden mit Evolutionsunterricht zeigen geringfügig mehr evolutionsbiologische Erklärungen und weniger lamarckistische Erklärungen. Offensichtlich bleiben finalistische Erklärungen des Evolutionsprozesses durch den Unterricht unberührt. Lamarckistische Vorstellungen werden durch den Evolutionsunterricht dagegen in geringem Maße verringert und evolutionsbiologische Ansichten gestärkt. Trotz dieser Tendenz sind über 50% der Erklärungen, die von SuS mit Evolutionsunterricht gegeben werden, aus evolutionsbiologischer Sicht falsch (vgl. Abbildung 20).

Als nächstes wird untersucht, inwieweit es sich bei den gefundenen Konzepten um konsistente Vorstellungen handelt, d.h. es soll festgestellt werden, ob SuS strukturell ähnliche Phänomene mit gleichen Vorstellungen erklären. Dazu wird geschaut, wie viele Fragen mit dem jeweiligen Konzept einheitlich beantwortet werden.

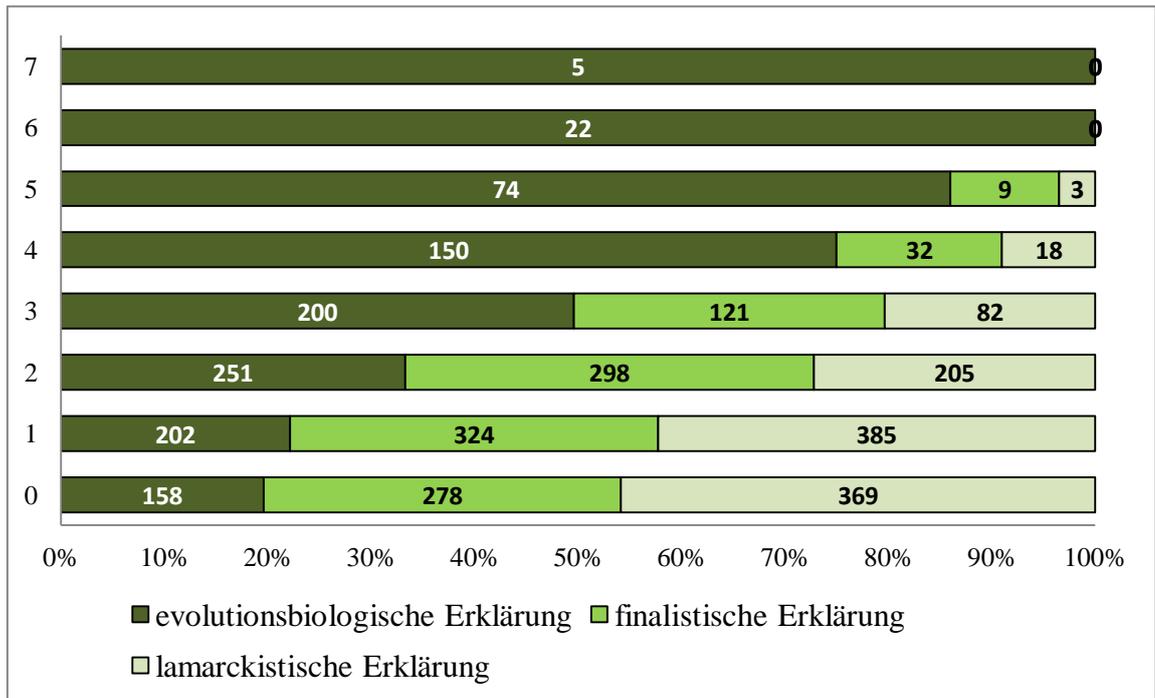


Abb. 21: **SuS mit Evolutionsunterricht**: Auf der Ordinate ist die Anzahl an Items gezeigt, die von insgesamt 7 Items einheitlich mit der gleichen Erklärung beantwortet wurde, die Abszisse gibt die prozentuale Verteilung der einheitlich gegebenen Erklärungen wieder, die Zahlen in den Balken stellen die entsprechende Anzahl an SuS dar.

Es zeigt sich, dass die meisten SuS mit Evolutionsunterricht inkonsistente Vorstellungen aufweisen. Nur 5 Probanden zeigen ein durchgängiges Konzept im Beantworten der Fragen zu Evolutionsmechanismen. Bei immerhin 22 SuS werden sechs von sieben Fragen einheitlich evolutionsbiologisch begründet. Es fällt auf, dass evolutionsbiologische Erklärungen mit steigender Anzahl einheitlich abgegebener Erklärungen zunehmen und lamarckistische und finalistische Erklärungen abnehmen. Insgesamt geben 158 Probanden bei sieben Fragen keine evolutionsbiologische Erklärung zur Begründung des jeweiligen Phänomens an (vgl. Abbildung 21).

Auch bei SuS ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht zeigen sich überwiegend inkonsistente Vorstellungen zu Evolutionsmechanismen. Insgesamt ist der Anteil an evolutionsbiologischen Erklärungen geringer, als bei SuS, die bereits zur Evolution unterrichtet wurden. Nur 2 Probanden beantworteten alle sieben Fragen wissenschaftlich angemessen. Bei 361 SuS kann keine evolutionsbiologische Erklärung gefunden werden (vgl. Abbildung 22).

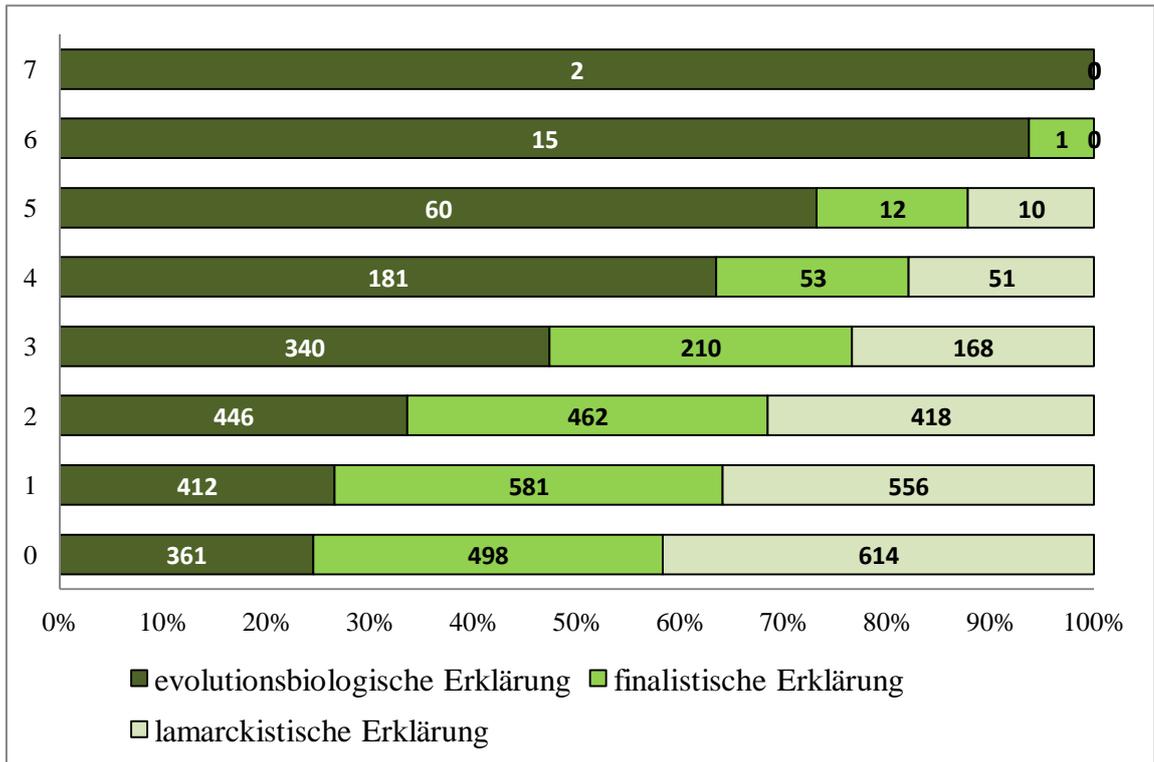


Abb. 22: **SuS ohne Evolutionsunterricht**: Auf der Ordinate ist die Anzahl an Items gezeigt, die von insgesamt 7 Items einheitlich mit der gleichen Erklärung beantwortet wurde, die Abszisse gibt die prozentuale Verteilung der einheitlich gegebenen Erklärungen wieder, die Zahlen in den Balken stellen die entsprechende Anzahl an SuS dar.

Auch bei SuS ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht fällt auf, dass evolutionsbiologische Erklärungen mit der Anzahl an konsistent gegebenen Erklärungen zunehmen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass SuS, die konsistent auf strukturell ähnliche Phänomene antworten, ein besseres Verständnis der Evolution aufweisen. Sind die Mechanismen der Evolution einmal richtig verstanden, werden sie zur Erklärung unterschiedlicher Phänomene von den Lernenden herangezogen.

3.6 Strukturgleichungsmodellierung

Im Folgenden werden die kausalen Zusammenhänge der erhobenen latenten Variablen mittels Strukturgleichungsmodell (SGM) untersucht. Es erfolgt zunächst eine Analyse des SGM der gesamten Untersuchungsgruppe. Anschließend werden verschiedene Subgruppen miteinander verglichen. Aufgrund der besseren Übersichtlichkeit werden nur die entsprechenden Strukturmodelle gezeigt. Die kompletten SGM mit den einzelnen Messmodellen sind im Anhang aufgeführt (siehe Anhang II-XX).

3.6.1 Strukturgleichungsmodell der gesamten Untersuchungsgruppe

Nachfolgend werden die kausalen Beziehungen der untersuchten Variablen für die gesamte Untersuchungsgruppe dargestellt.

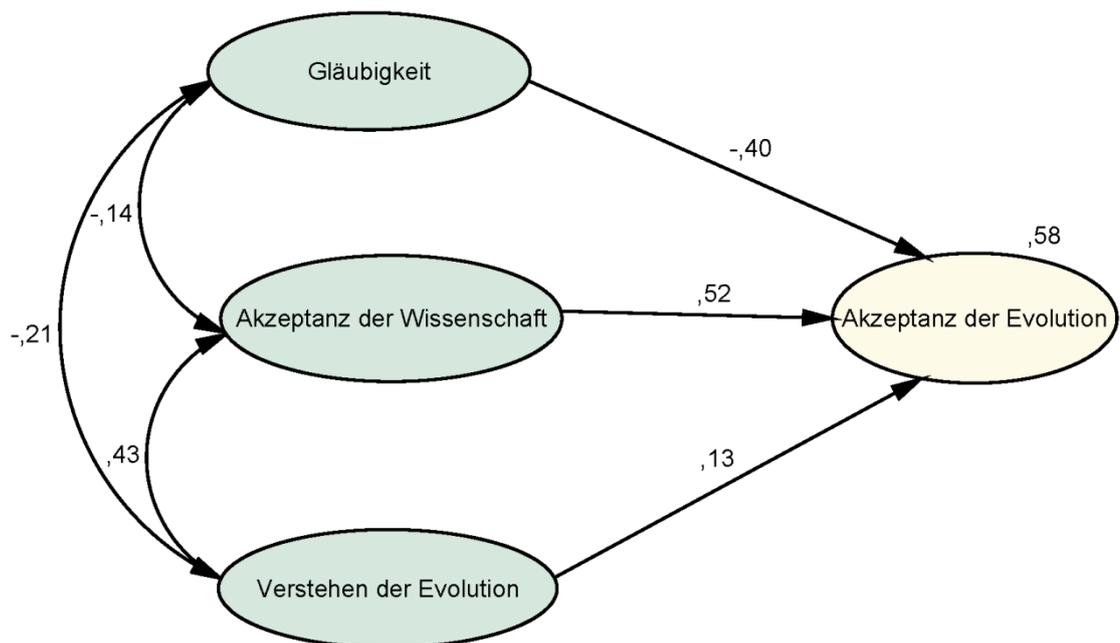


Abb. 23: Strukturmodell für die gesamte Untersuchungsgruppe.

Das Modell weist mit einem Modellfit von $RMSEA = 0,039$, $CFI = 0,920$ und $TLI = 0,906$ eine gute Anpassungsgüte auf.

Durch die exogenen Variablen Gläubigkeit, Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution können **58%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution erklärt werden.

Der Einfluss aller drei exogenen Variablen auf die endogene Variable ist statistisch höchst signifikant, $p < 0,001$. Den größten Einfluss übt die Akzeptanz der Wissenschaft auf die Akzeptanz der Evolution aus (0,52). Auch die Gläubigkeit hat einen bedeutsamen, aber negativen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (-0,40). Durch das Verstehen der Evolution kann keine substantielle Beeinflussung der Akzeptanz der Evolution beobachtet werden (0,13, vgl. Abbildung 23).

Die Korrelationen zwischen den exogenen Variablen sind alle statistisch höchst signifikant, $p < 0,001$. Dabei korreliert die Gläubigkeit negativ mit der Akzeptanz der Wissenschaft (-0,14) und dem Verstehen der Evolution (-0,21). Es handelt sich dabei um geringe bis sehr geringe Zusammenhänge. Auch das Verstehen der Evolution korreliert gering mit der Akzeptanz der Wissenschaft (0,43, vgl. Abbildung 23).

3.6.2 Strukturgleichungsmodell für männliche und weibliche Probanden

Im Folgenden werden die kausalen Beziehungen der erhobenen Parameter getrennt für männliche und weibliche Probanden präsentiert. Dazu werden zunächst die Modelle für beide Subgruppen dargestellt und anschließend die Unterschiede in den Regressionsgewichten auf statistische Signifikanz geprüft.

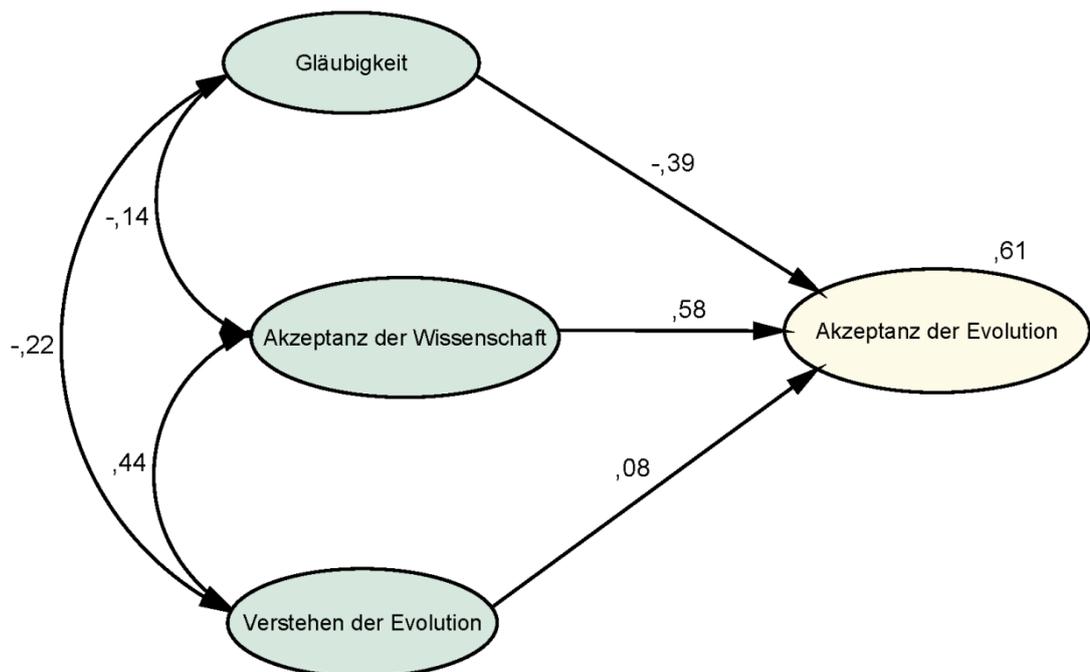


Abb. 24: Strukturmodell für männliche Probanden.

Der Einfluss der exogenen Variablen Gläubigkeit, Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution auf die endogene Variable Akzeptanz der Evolution ist bei **männlichen Probanden** höchst signifikant ($p < 0,001$). Den stärksten Einfluss hat die Akzeptanz der Wissenschaft (0,58), die Gläubigkeit wirkt sich negativ (-0,39) auf die Akzeptanz der Evolution aus und das Verstehen der Evolution hat bei männlichen Probanden keinen substantiellen Einfluss (0,08) auf die Akzeptanz der Evolution. Durch die exogenen Variablen können **61%** der Akzeptanz der Evolution bei männlichen Probanden erklärt werden (vgl. Abbildung 24).

Die Korrelationen der exogenen Variablen untereinander sind alle höchst signifikant ($p < 0,001$). Zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft besteht eine sehr geringe, negative Korrelation (-0,14), zwischen der Gläubigkeit und dem Verstehen der Evolution ein geringer, negativer Zusammenhang (-0,22). Auch die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution korrelieren bei männlichen Probanden gering miteinander (0,44, vgl. Abbildung 24).

Der Einfluss der exogenen Variablen auf die endogene Variable ist bei **weiblichen Probanden** höchst signifikant ($p < 0,001$). Am stärksten beeinflusst die Akzeptanz der Wissenschaft die Akzeptanz der Evolution (0,47), die Gläubigkeit wirkt sich negativ auf die Akzeptanz der Evolution aus (-0,40). Es kann keine bedeutsame Beeinflussung der Akzeptanz der Evolution durch das Verstehen der Evolution festgestellt werden (0,17, vgl. Abbildung 25).

Die exogenen Variablen korrelieren bei weiblichen Probanden alle höchst signifikant ($p < 0,001$) untereinander. Dabei besteht zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft (-0,16) und der Gläubigkeit und dem Verstehen der Evolution (-0,20) ein negativer, sehr geringer Zusammenhang. Die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution korrelieren gering miteinander (0,40). Durch die Gläubigkeit, das Verstehen der Evolution und die Akzeptanz der Wissenschaft können **56%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von weiblichen Probanden erklärt werden (vgl. Abbildung 25).

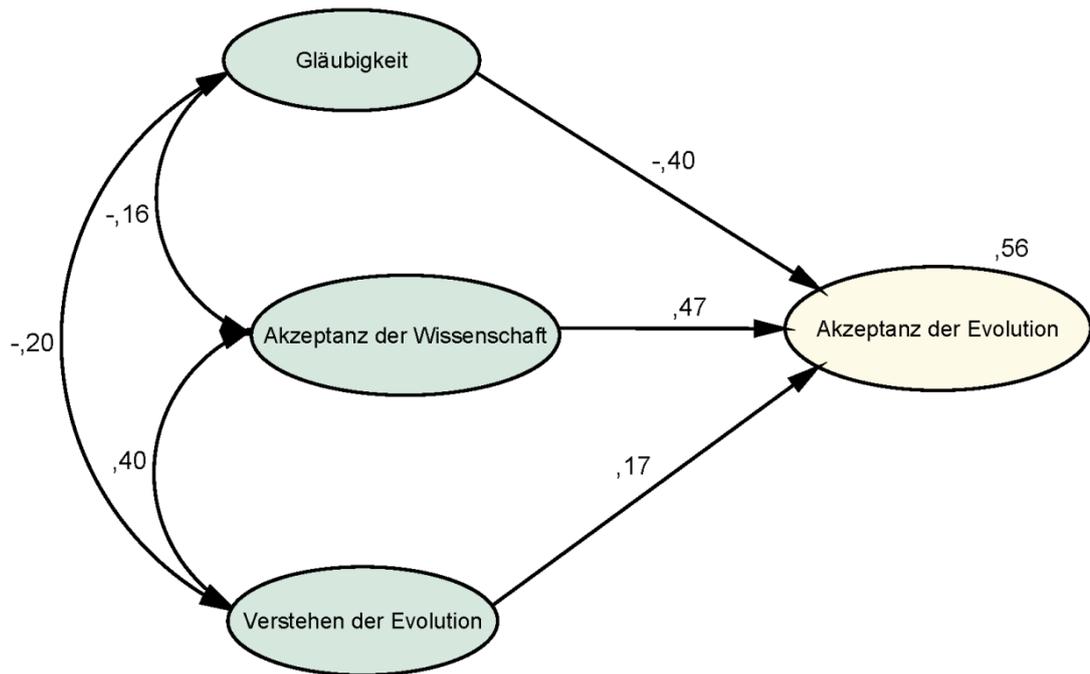


Abb. 25: Strukturmodell für weibliche Probanden.

Vergleich der Subgruppen:

Die Anpassungsgüte des gemeinsamen Modells für weibliche und männliche Probanden liegt mit RMSEA = 0,028, TLI = 0,903 und CFI = 0,917 in einem guten Bereich.

Bei männlichen Probanden kann mehr Varianz der Akzeptanz der Evolution durch die exogenen Variablen erklärt werden. Der Einfluss der Akzeptanz der Wissenschaft auf die Akzeptanz der Evolution ist bei männlichen Probanden stärker, als bei weiblichen. Dieser Unterschied ist höchst signifikant ($p < 0,001$). Bei weiblichen Probanden ist der Einfluss des Glaubens auf die Akzeptanz der Evolution signifikant höher ($p < 0,05$) als bei männlichen Probanden. Der Einfluss des Verstehens unterscheidet sich in den beiden Subgruppen nicht signifikant ($p = 0,187$).

3.6.3 Strukturgleichungsmodell für Probanden mit unterschiedlicher Religionszugehörigkeit

Im Folgenden werden die kausalen Strukturbeziehungen bei Probanden mit unterschiedlicher Religionszugehörigkeit miteinander verglichen.

Bei **katholischen Probanden** hat die Akzeptanz der Wissenschaft den größten Einfluss (0,63) auf die Akzeptanz der Evolution. Die Gläubigkeit zeigt ebenfalls einen bedeutsamen, aber negativen Einfluss auf die abhängige Variable (-0,27), während sich das Verstehen der Evolution nicht substantiell auf die Akzeptanz der Evolution auswirkt (0,10, vgl. Abbildung 26). Alle Strukturbeziehungen sind statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$).

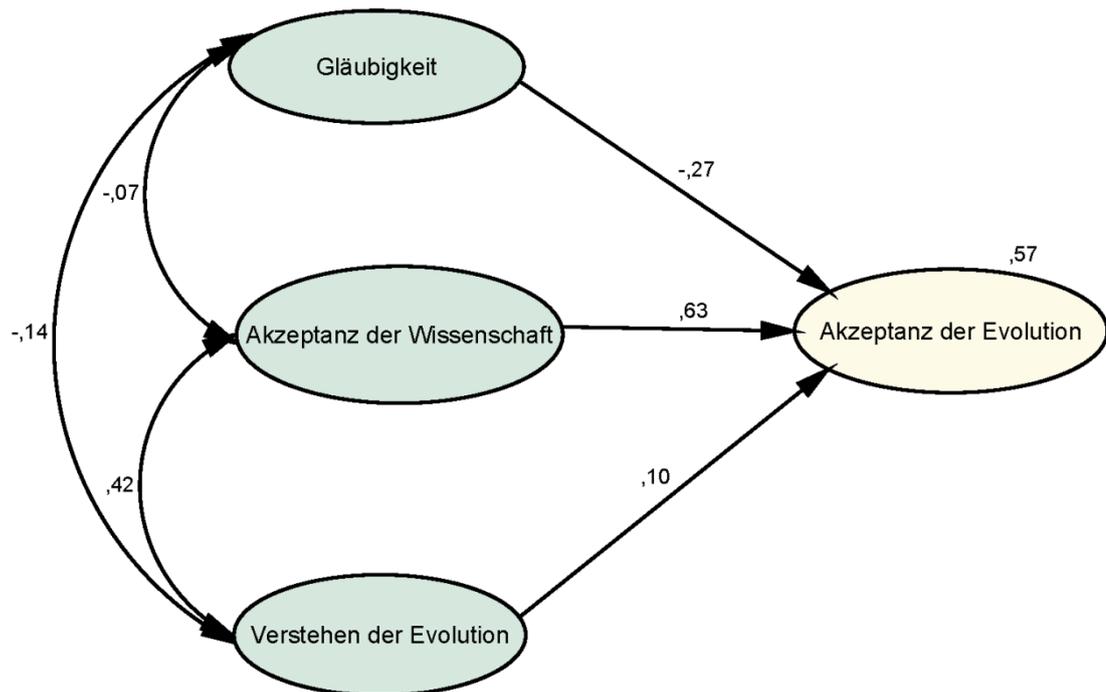


Abb. 26: Strukturmodell für katholische Probanden.

Auch die Korrelationen zwischen Gläubigkeit und Verstehen der Evolution und zwischen Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution sind statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$), jedoch können beide als sehr geringe (-0,14) bzw. geringe (0,42) Zusammenhänge eingestuft werden. Des Weiteren besteht ein signifikanter ($p < 0,05$) korrelativer, negativer Zusammenhang zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft (vgl. Abbildung 26).

Insgesamt können bei katholischen Probanden **57%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution durch die exogenen Variablen erklärt werden.

Bei **evangelischen Probanden** kann wiederum der stärkste Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution bei der Akzeptanz der Wissenschaft verzeichnet werden (0,48). Dieser

Einfluss ist statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$), ebenso der Einfluss der Gläubigkeit und des Verstehens der Evolution. Die Gläubigkeit wirkt sich dabei negativ auf die Akzeptanz der Evolution aus (-0,37), der Einfluss des Verstehens der Evolution kann als nicht substantiell eingestuft werden (0,14, vgl. Abbildung 27).

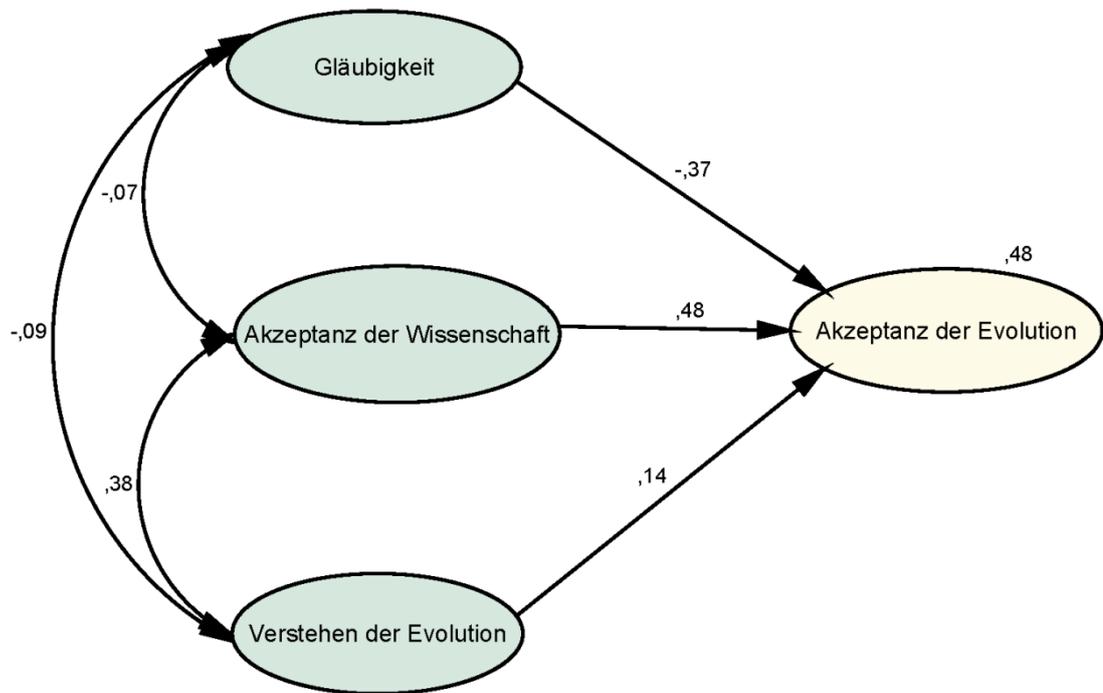


Abb. 27: Strukturmodell für evangelische Probanden.

Gläubigkeit und Verstehen der Evolution zeigen einen sehr schwachen, negativen Zusammenhang (-0,09), der jedoch hoch signifikant ist ($p < 0,01$). Auch zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft besteht eine sehr geringe, negative Korrelation (-0,07). Sie ist auf dem Niveau $p < 0,05$ signifikant. Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution zeigen ebenfalls eine geringe (0,38), aber höchst signifikante ($p < 0,001$) Abhängigkeit (vgl. Abbildung 27).

Durch die exogenen Variablen können insgesamt **48%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von evangelischen Probanden erklärt werden.

Die Akzeptanz der Wissenschaft hat bei **muslimischen SuS** den stärksten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (0,54). Der zweitstärkste Einfluss geht von der Gläubigkeit aus. Sie beeinflusst die Akzeptanz der Evolution negativ (-0,32). Beide Strukturbeziehungen sind statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$). Das Verstehen der

Evolution wirkt sich bei muslimischen Probanden nicht signifikant auf die endogene Variable aus (vgl. Abbildung 28).

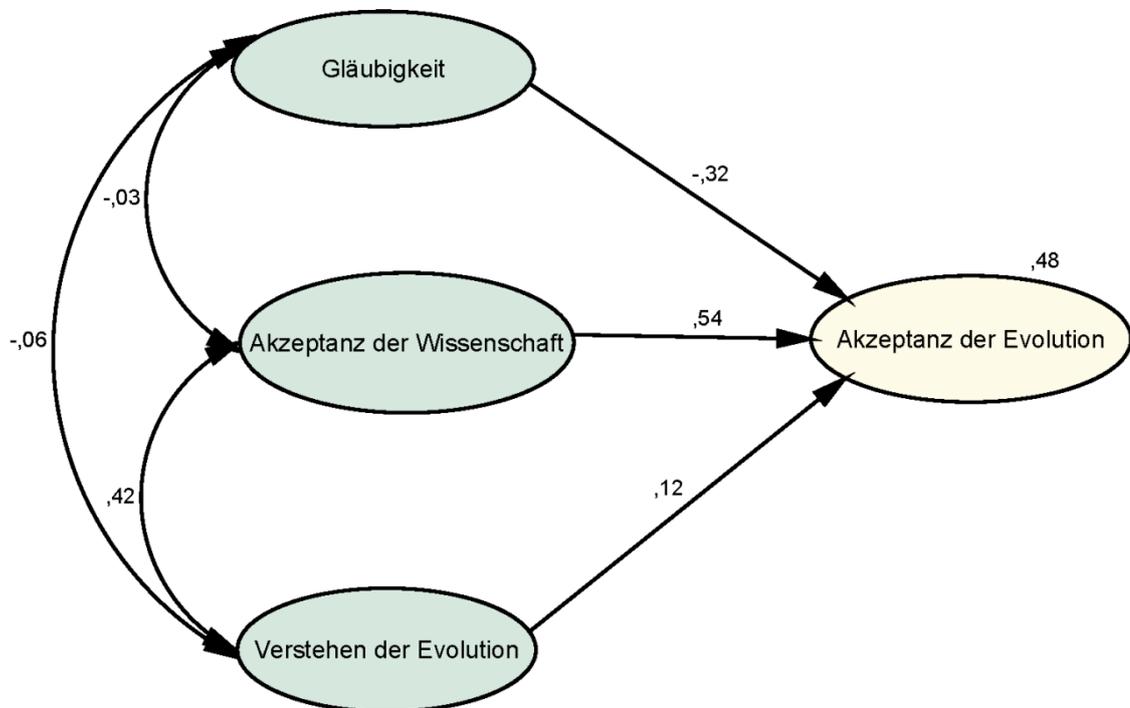


Abb. 28: Strukturmodell für muslimische Probanden.

Betrachtet man die exogenen Variablen untereinander, so korrelieren nur die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution höchst signifikant miteinander ($p < 0,001$). Die übrigen korrelativen Zusammenhänge sind statistisch nicht signifikant (vgl. Abbildung 28).

Die Varianz der Akzeptanz der Evolution kann bei muslimischen Probanden durch die exogenen Variablen zu **48%** aufgeklärt werden.

Bei **konfessionslosen Probanden** üben sowohl die Akzeptanz der Wissenschaft, als auch die Gläubigkeit einen höchst signifikanten ($p < 0,001$) Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution aus. Dabei kann die stärkste Strukturbeziehung zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und der Akzeptanz der Evolution gefunden werden (0,56). Die Gläubigkeit wirkt sich negativ auf die Akzeptanz der Evolution aus (-0,43). Der Einfluss des Verstehens der Evolution ist statistisch nicht signifikant (vgl. Abbildung 29).

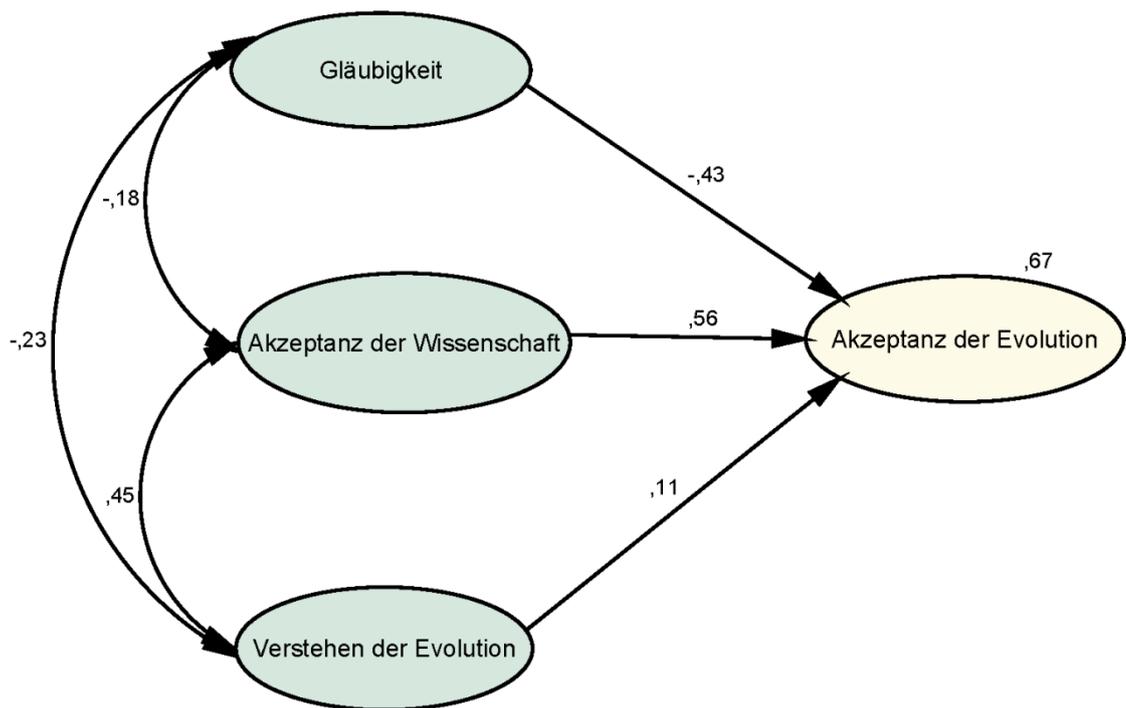


Abb. 29: Strukturmodell für konfessionslose Probanden.

Zwischen den exogenen Variablen bestehen statistisch höchst signifikante Zusammenhänge zwischen der Gläubigkeit und dem Verstehen der Evolution und zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution. Gläubigkeit und Akzeptanz der Wissenschaft korrelieren nur auf einem Niveau von $p < 0,05$ miteinander. Alle Korrelationen liegen im Bereich sehr gering bis gering (vgl. Abbildung 29).

Die Varianz der Akzeptanz der Evolution kann bei konfessionslosen Probanden zu **67%** aufgeklärt werden.

Vergleich der Subgruppen:

Der Modellfit für das gemeinsame Modell für SuS unterschiedlicher Religionszugehörigkeit liegt mit $RMSEA = 0,021$, $TLI = 0,883$ und $CFI = 0,900$ in einem niedrigen, aber noch akzeptablen Bereich, da die verschiedenen Subgruppen sehr heterogen sind und das Modell dementsprechend variabel sein muss.

Die größte Varianzaufklärung der Akzeptanz der Evolution findet sich mit 67% bei konfessionslosen Probanden. In dieser Subgruppe ist auch der Einfluss der Gläubigkeit

auf die Akzeptanz der Evolution am stärksten. Die geringste Varianz der Akzeptanz der Evolution kann durch die exogenen Variablen bei muslimischen und evangelischen Probanden erklärt werden. Sie liegt hier bei nur 48%.

Der Einfluss der Gläubigkeit auf die Akzeptanz der Evolution unterscheidet sich bei Probanden mit unterschiedlicher Religionszugehörigkeit hoch signifikant ($p < 0,001$). Für den Einfluss des Verstehens der Evolution bzw. der Akzeptanz der Wissenschaft auf die Akzeptanz der Evolution liegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Subgruppen vor.

3.6.4 Strukturgleichungsmodell für SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht

Nachfolgend werden die kausalen Beziehungen zwischen den erhobenen Parametern getrennt für SuS untersucht, die bereits zum Thema Evolution unterrichtet wurden bzw. noch keinen Evolutionsunterricht hatten.

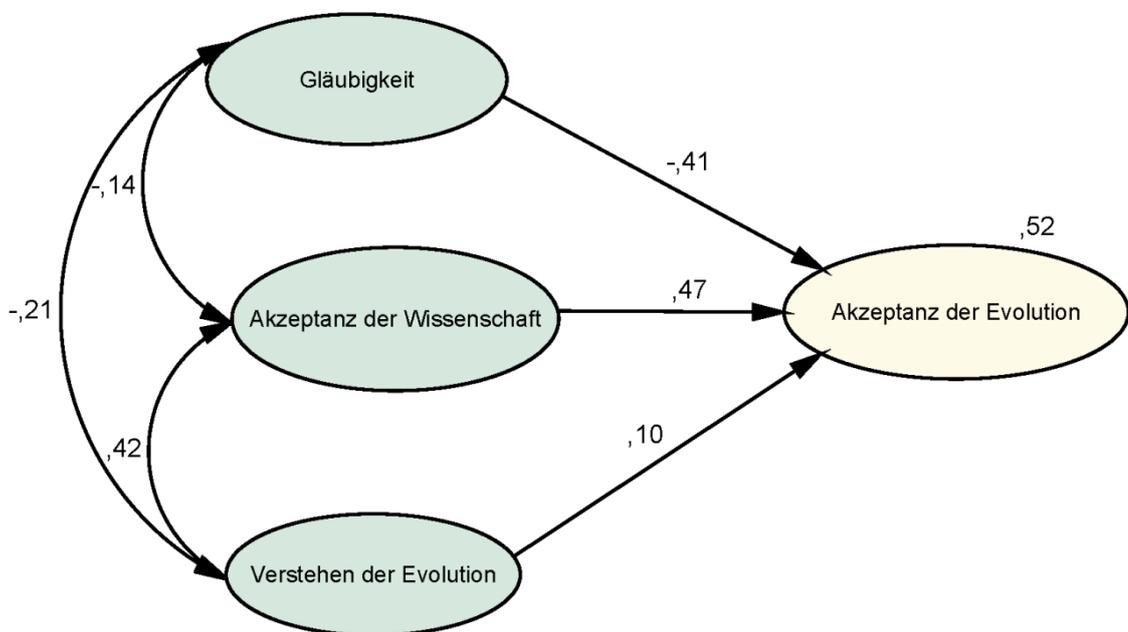


Abb. 30: Strukturmodell für SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht.

Die exogene Variable Gläubigkeit hat bei **SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht** einen höchst signifikanten ($p < 0,001$), negativen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (-0,41). Auch der Einfluss der Akzeptanz der Wissenschaft ist höchst signifikant ($p < 0,001$) und mit 0,47 ebenfalls als bedeutsam einzustufen. Zwar beeinflusst das Verstehen der Evolution die Akzeptanz der Evolution ebenfalls hoch signifikant ($p < 0,01$), der Einfluss ist jedoch mit 0,10 nicht substantiell (vgl. Abbildung 30).

Die exogenen Variablen korrelieren alle höchst signifikant ($p < 0,001$) miteinander. Dabei besteht zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft ein sehr geringer, negativer Zusammenhang (-0,14) und zwischen der Gläubigkeit und dem Verstehen der Evolution ein geringer, negativer Zusammenhang (-0,21). Die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution korrelieren ebenfalls gering miteinander (0,42, vgl. Abbildung 30).

Durch die exogenen Variablen können bei SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht **52%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution erklärt werden.

Bei **SuS ohne Evolutionsunterricht**, hat die Gläubigkeit den größten, negativen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (-0,48). Auch die Akzeptanz der Wissenschaft beeinflusst die Akzeptanz der Evolution mit 0,45 substantiell. Allein das Verstehen der Evolution kann keinen bedeutsamen Einfluss (0,13) auf die Akzeptanz der Evolution ausüben. Der Einfluss aller drei exogenen Variablen auf die endogene Variable ist statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$, vgl. Abbildung 31).

Zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft besteht ein statistisch höchst signifikanter, aber sehr geringer, negativer Zusammenhang (-0,18). Auch Gläubigkeit und Verstehen der Evolution korrelieren gering negativ miteinander (-0,25, $p < 0,001$). Zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution besteht bei SuS ohne Evolutionsunterricht ein statistisch höchst signifikanter ($p < 0,001$) aber geringer Zusammenhang (0,38, vgl. Abbildung 31).

Durch die exogenen Variablen können **60%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von SuS ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht erklärt werden.

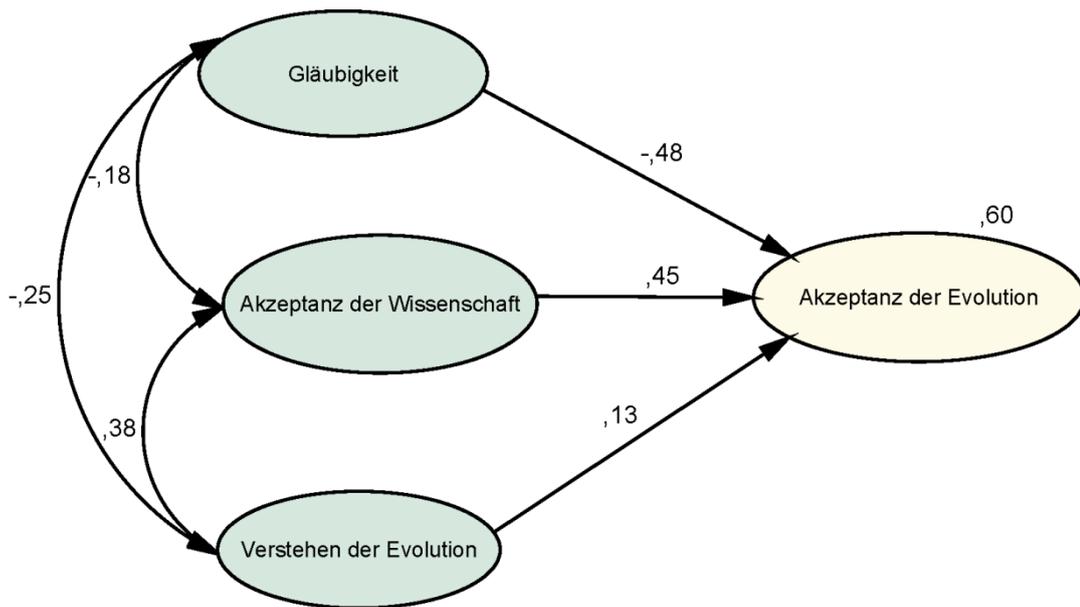


Abb. 31: Strukturmodell für SuS, die noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden.

Vergleich der beiden Subgruppen:

Das gemeinsame Modell weist mit $RMSEA = 0,029$, $TLI = 0,900$ und $CFI = 0,914$ eine gute Anpassungsgüte auf.

Bei SuS, die noch keinen Evolutionsunterricht erhalten haben, kann mehr Varianz der endogenen Variable Akzeptanz der Evolution durch die exogenen Variablen erklärt werden, im Vergleich zu SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht. Dabei unterscheiden sich die Strukturbeziehungen zwischen den exogenen Variablen und der endogenen Variable bei den beiden Subgruppen nicht signifikant.

3.6.5 Strukturgleichungsmodell für Probanden unterschiedlicher Schulformen

Im Folgenden werden die kausalen Beziehungen der untersuchten Parameter bei Schülerinnen und Schülern verglichen, die unterschiedliche Schulformen besuchen.

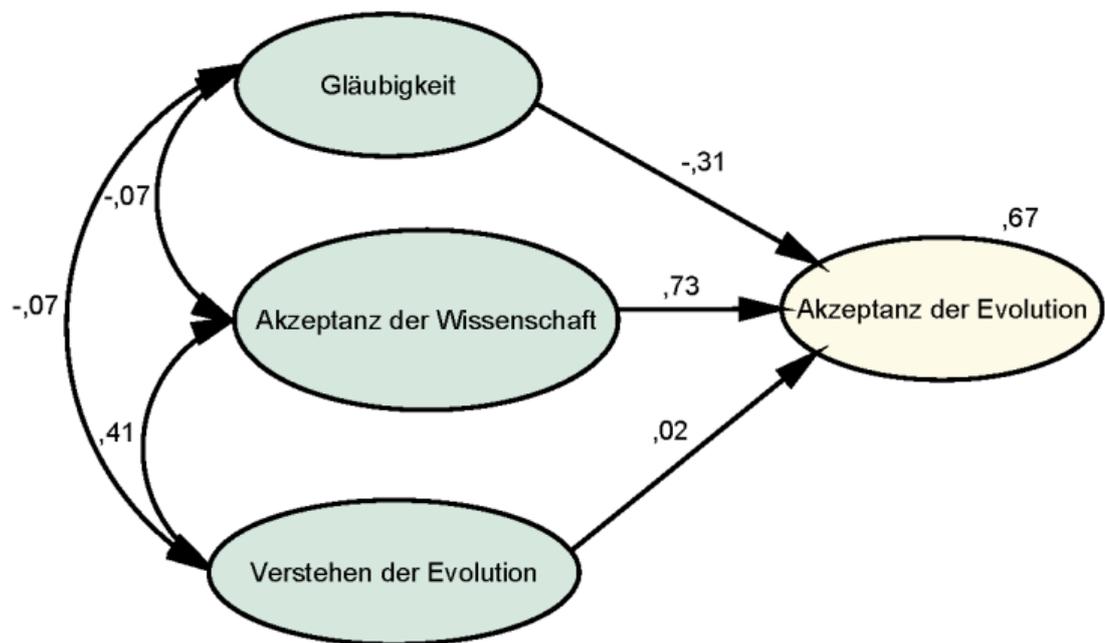


Abb. 32: Strukturmodell für SuS der Hauptschule.

Bei SuS der **Hauptschule** wirkt sich die Akzeptanz der Wissenschaft sehr stark auf die Akzeptanz der Evolution aus (0,73, $p < 0,001$). Die Gläubigkeit hat einen negativen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution von SuS der Hauptschule (-0,31, $p < 0,001$), während das Verstehen der Evolution keine statistisch signifikante Beeinflussung bewirkt (vgl. Abbildung 32).

Die Gläubigkeit korreliert bei SuS der Hauptschule weder mit der Akzeptanz der Wissenschaft noch mit dem Verstehen der Evolution signifikant. Zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution liegt hingegen eine geringe, aber statistisch höchst signifikante ($p < 0,001$) Korrelation vor (vgl. Abbildung 32).

Durch die Gläubigkeit, die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution können **67%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von Probanden der Hauptschule erklärt werden.

Bei SuS der **Gesamtschule** hat die Akzeptanz der Wissenschaft den stärksten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (0,55, $p < 0,001$). Die Gläubigkeit wirkt sich negativ aus (-0,32, $p < 0,001$). Der Einfluss des Verstehens der Evolution auf die Akzeptanz der

Evolution ist bei SuS der Gesamtschule zwar statistisch signifikant ($p < 0,05$), mit 0,10 jedoch bedeutungslos (vgl. Abbildung 33).

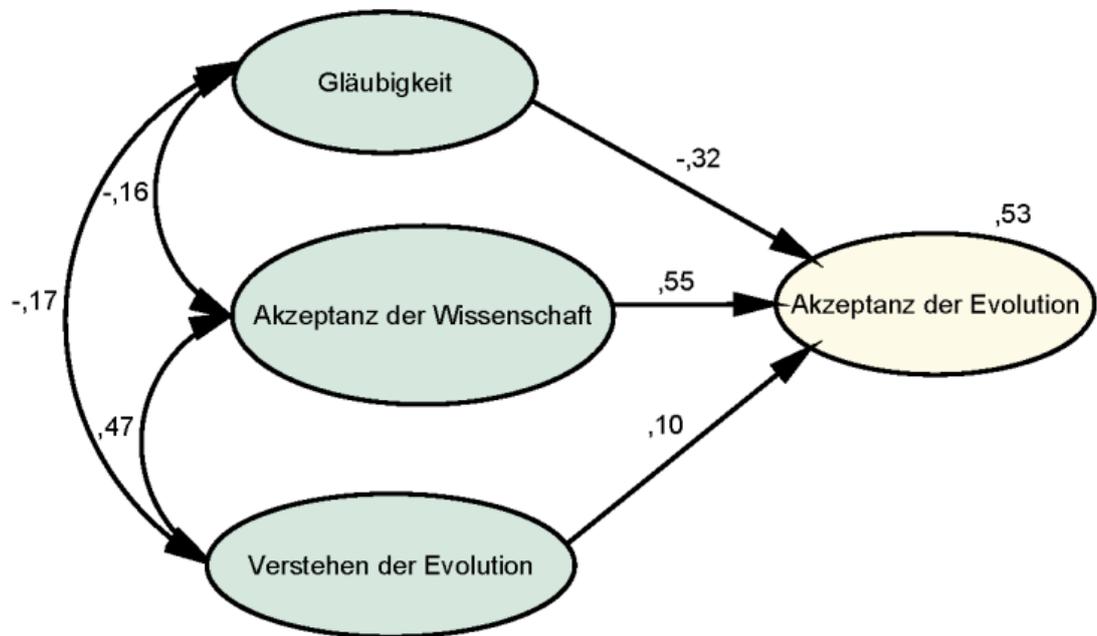


Abb. 33: Strukturmodell für Probanden der Gesamtschule.

Zwischen den exogenen Variablen Gläubigkeit und Akzeptanz der Wissenschaft und Gläubigkeit und Verstehen der Evolution liegen nur sehr geringe Korrelationen ($-0,16$, $-0,17$, $p < 0,001$) vor. Auch die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution beeinflussen sich gegenseitig nur gering ($0,47$, $p < 0,001$, vgl. Abbildung 33).

Bei SuS der Gesamtschule können durch die exogenen Variablen insgesamt **53%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution aufgeklärt werden.

Bei Probanden der **Realschule** wird die Akzeptanz der Evolution im Gegensatz zu SuS anderer Schulformen am stärksten durch die Gläubigkeit beeinflusst ($-0,52$, $p < 0,001$). Die zweitstärkste Beeinflussung geht von der Akzeptanz der Wissenschaft aus ($0,43$, $p < 0,001$), während das Verstehen der Evolution zwar einen statistisch höchst signifikanten, aber dennoch mit $0,12$ einen sehr geringen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution ausübt (vgl. Abbildung 34).

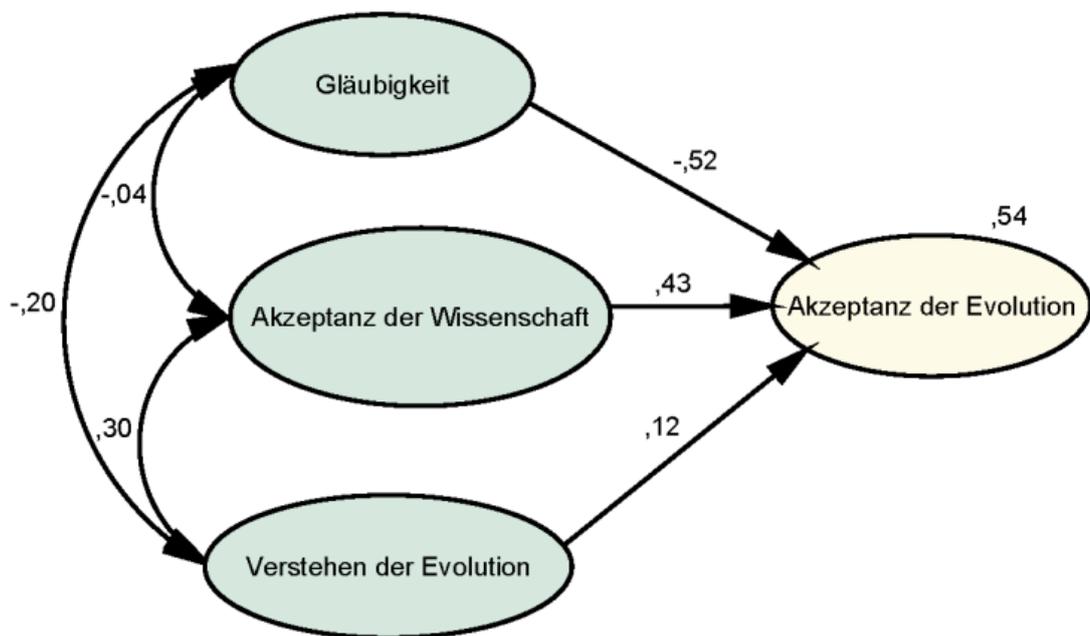


Abb. 34: Strukturmodell für Probanden der Realschule.

Die exogenen Variablen Gläubigkeit und Verstehen der Evolution stehen in einem sehr geringen, aber statistisch höchst signifikantem Zusammenhang ($-0,20$, $p < 0,001$), während zwischen der Gläubigkeit und der Akzeptanz der Wissenschaft keine Beziehung aufgedeckt werden kann ($-0,04$, $p > 0,05$). Die geringe Korrelation zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution ist statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$, vgl. Abbildung 34).

Die Varianz der Akzeptanz der Evolution von SuS der Realschule kann durch die exogenen Variablen Gläubigkeit, Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution zu **54%** aufgeklärt werden.

Sowohl die Gläubigkeit, als auch die Akzeptanz der Wissenschaft wirken sich stark auf die Akzeptanz der Evolution von **Gymnasiasten** aus ($p < 0,001$). Der Einfluss der Gläubigkeit ist dabei negativ. Durch das Verstehen der Evolution kann auch bei Probanden des Gymnasiums nur eine bedeutungslose Beeinflussung der Akzeptanz der Evolution erreicht werden ($0,16$, $p < 0,001$, vgl. Abbildung 35).

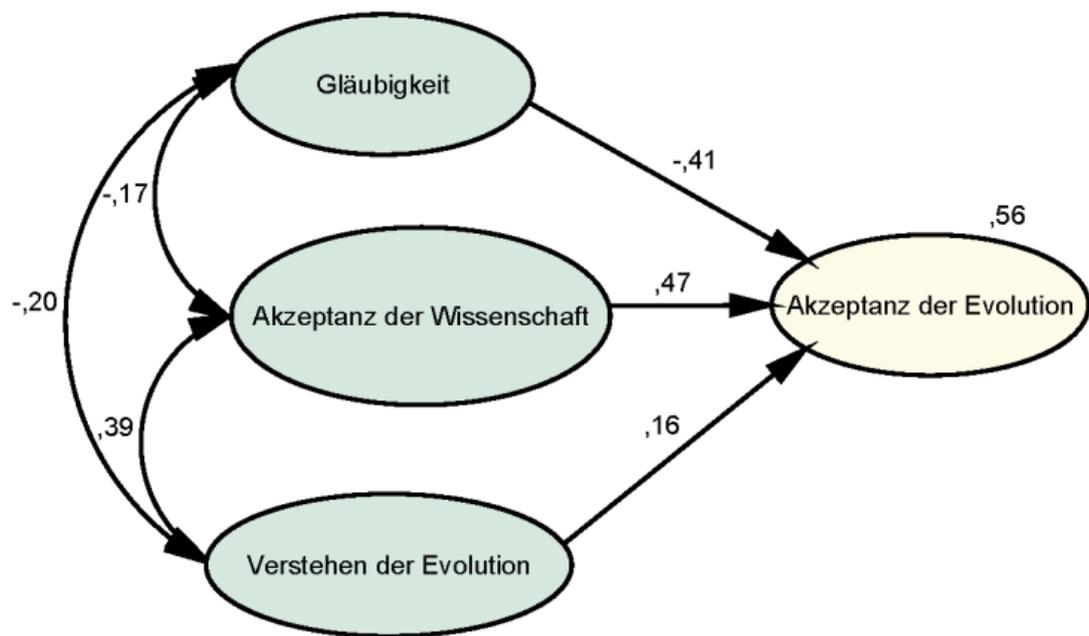


Abb. 35: Strukturmodell für Probanden des Gymnasiums.

Alle exogenen Variablen korrelieren höchst signifikant ($p < 0,001$) untereinander, wobei die Korrelationen als gering (-0,20, 0,39) bis sehr gering (-0,17) interpretiert werden können (vgl. Abbildung 35).

Bei SuS des Gymnasiums kann die Varianz der Akzeptanz der Evolution zu **56%** aufgeklärt werden.

Vergleich der Subgruppen:

Die Anpassungsgüte für das gemeinsame Modell für Probanden unterschiedlicher Schulformen liegt mit $RMSEA = 0,021$, $TLI = 0,894$ und $CFI = 0,909$ in einem akzeptablen Bereich.

Die größte Varianzaufklärung zeigt sich bei SuS der Hauptschule. In dieser Subgruppe ist der Einfluss der Akzeptanz der Wissenschaft besonders stark. Im Unterschied dazu, übt nur bei SuS der Realschule die Gläubigkeit den größten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution aus.

Der Einfluss der Gläubigkeit und der Einfluss des Verstehens auf die Akzeptanz der Evolution unterscheiden sich zwischen SuS unterschiedlicher Schulformen signifikant

($p < 0,05$). Für den Pfad Akzeptanz der Wissenschaft - Akzeptanz der Evolution liegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Subgruppen vor.

3.6.6 Strukturgleichungsmodell für Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie

Nachfolgend werden die kausalen Beziehungen der untersuchten Parameter für Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie miteinander verglichen.

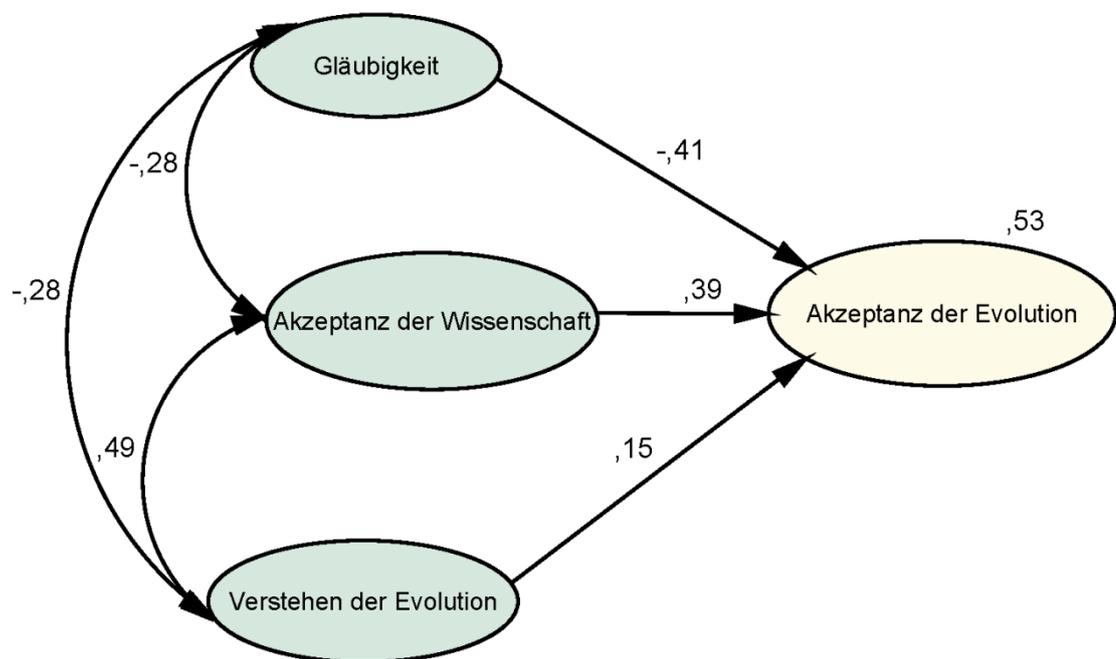


Abb. 36: Strukturmodell für Probanden mit hohem Interesse an Biologie.

Alle exogenen Variablen haben einen höchst signifikanten ($p < 0,001$) Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution von Probanden mit **hohem Interesse** an Biologie. Dabei wirkt sich die Gläubigkeit am stärksten auf die endogene Variable aus. Der Einfluss ist negativ (-0,41, vgl. Abbildung 36).

Die Korrelationen zwischen den endogenen Variablen sind ebenfalls alle statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$). Gläubigkeit und Verstehen der Evolution und Gläubigkeit und Akzeptanz der Evolution korrelieren negativ miteinander. Mit -0,28 liegen für beide geringe Zusammenhänge vor. Die höchste Korrelation findet sich

zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution (0,49, vgl. Abbildung 36).

Durch die exogenen Variablen Gläubigkeit, Verstehen der Evolution und Akzeptanz der Wissenschaft können insgesamt **53%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von Probanden mit hohem Interesse an Biologie erklärt werden.

Alle im Strukturmodell enthaltenen Strukturbeziehungen für Probanden mit **mittlerem Interesse** an Biologie, sind statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$). Dabei hat die Akzeptanz der Wissenschaft den größten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (0,50), die Gläubigkeit wirkt sich negativ auf die endogene Variable aus (-0,42). Der Einfluss des Verstehens der Evolution auf die Akzeptanz der Evolution ist mit 0,12 nicht substantiell (vgl. Abbildung 37).

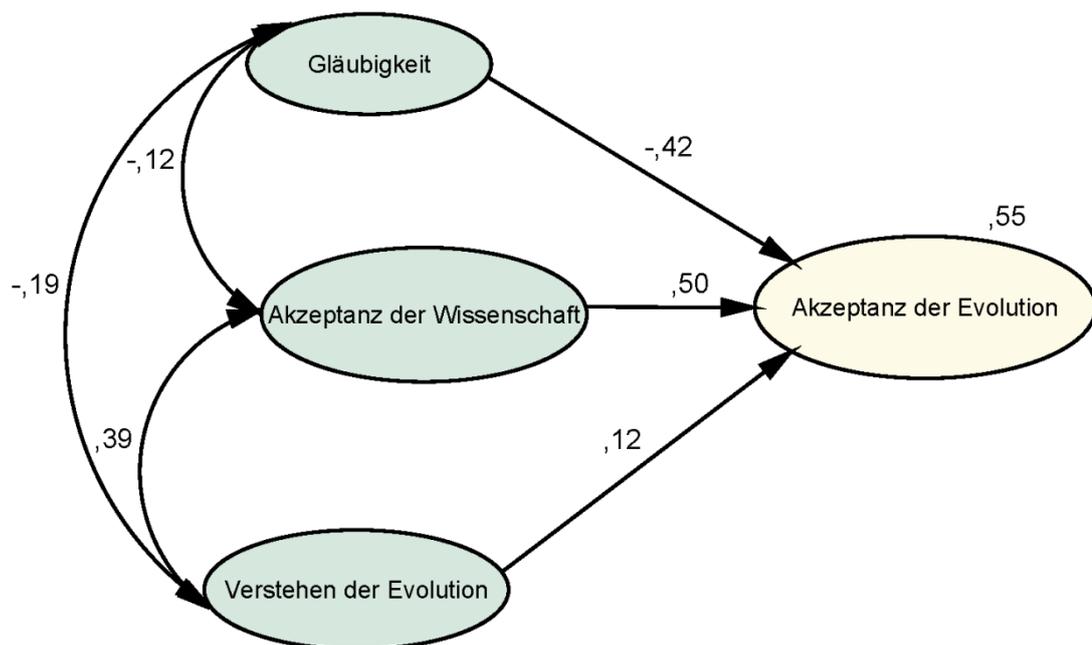


Abb. 37: Strukturmodell für Probanden mit mittlerem Interesse an Biologie.

Sowohl Gläubigkeit und Akzeptanz der Wissenschaft, als auch Gläubigkeit und Verstehen der Evolution korrelieren schwach negativ miteinander. Auch zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution besteht nur ein geringer Zusammenhang. Mit den exogenen Variablen können bei Probanden mit mittlerem

Interesse an Biologie **55%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution erklärt werden (vgl. Abbildung 37).

Bei Probanden mit **niedrigem Interesse** wirkt sich die Akzeptanz der Wissenschaft am stärksten auf die Akzeptanz der Evolution aus (0,62). Dieser Einfluss ist statistisch höchst signifikant ($p < 0,001$). Von der Gläubigkeit geht ein negativer (-0,38), statistisch höchst signifikanter Einfluss auf die endogene Variable aus. Durch das Verstehen der Evolution kann jedoch keine signifikante Beeinflussung der Akzeptanz der Evolution bei Probanden mit niedrigem Interesse an Biologie erreicht werden (vgl. Abbildung 38).

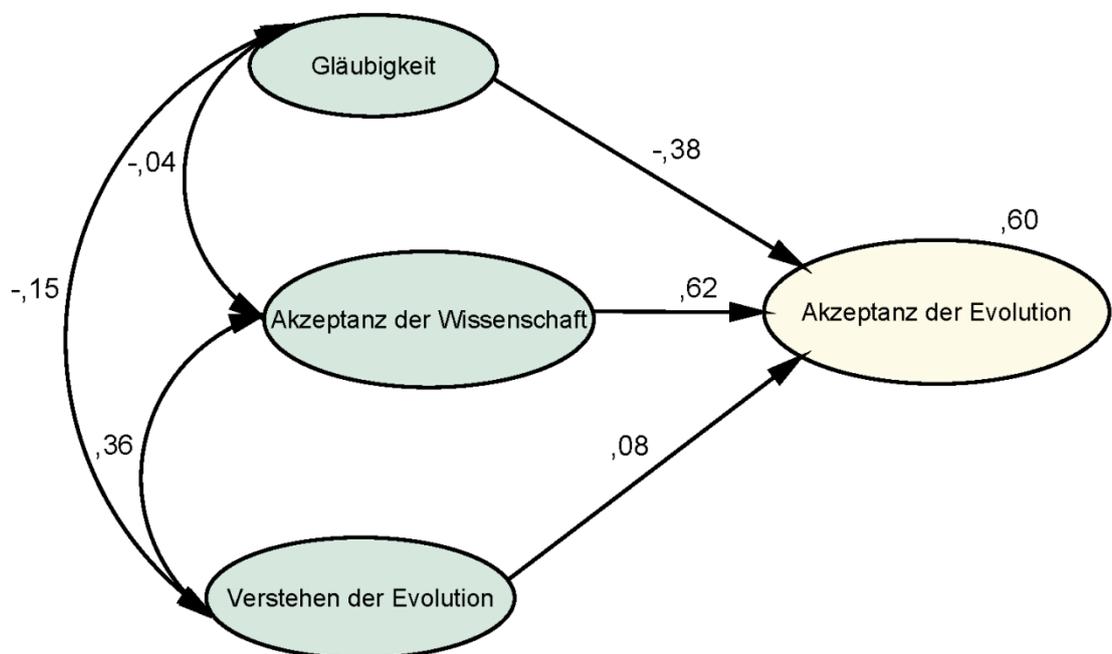


Abb. 38: Strukturmodell für Probanden mit niedrigem Interesse an Biologie.

Zwischen den exogenen Variablen Gläubigkeit und Akzeptanz der Wissenschaft liegen keine signifikanten Zusammenhänge vor. Zwar ist die Korrelation zwischen Gläubigkeit und Verstehen der Evolution höchst signifikant ($p < 0,001$), aufgrund des geringen Korrelationskoeffizienten (-0,15) ist sie jedoch bedeutungslos. Als substantiell kann hingegen der Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und dem Verstehen der Evolution angesehen werden (vgl. Abbildung 38).

Durch die endogenen Variablen können **60%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von Probanden mit niedrigem Interesse an Biologie aufgeklärt werden.

Vergleich der Subgruppen:

Das gemeinsame Modell für Probanden mit unterschiedlichem Interesse an Biologie liegt mit einem Modellfit von RMSEA = 0,023, TLI = 0,901 und CFI = 0,915 in einem guten Bereich.

Dabei unterscheiden sich die Subgruppen nur in dem Einfluss der Akzeptanz der Wissenschaft auf die Akzeptanz der Evolution höchst signifikant ($p < 0,001$). Zwischen den übrigen Strukturbeziehungen liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

3.6.7 Strukturgleichungsmodell für stark gläubige und glaubensfreie SuS

Für die Subgruppen stark gläubige und glaubensfreie Probanden konnte kein gemeinsames Modell mit hinreichender Anpassungsgüte gefunden werden. Daher wurden für die beiden Vergleichsgruppen eigene Modelle erstellt. Für glaubensfreie SuS musste dafür das Modell modifiziert werden.

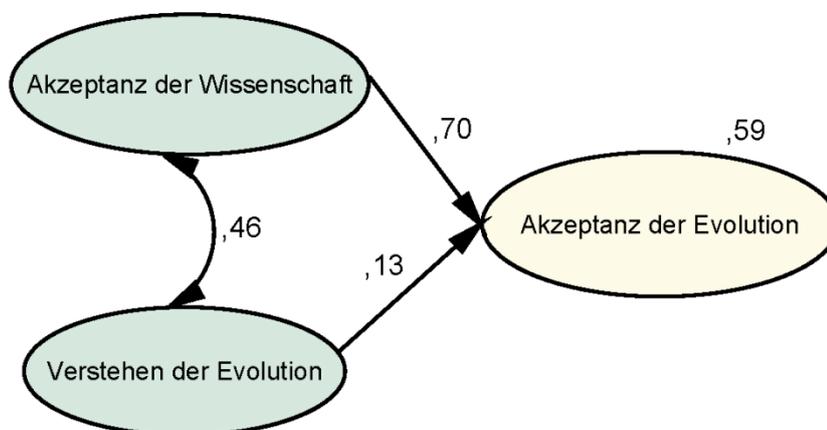


Abb.: 39: Strukturmodell für glaubensfreie SuS.

Da die Gläubigkeit bei **glaubensfreien SuS** nicht relevant für die Akzeptanz der Evolution ist, wurde diese Variable aus dem Modell entfernt. Durch diese Modifikation konnte eine sehr gute Anpassungsgüte erreicht werden: TLI = 0,921, CFI = 0,933 und RMSEA = 0,039.

Die Akzeptanz der Wissenschaft hat einen höchst signifikanten ($p < 0,001$) starken Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution. Der Einfluss des Verstehens der Evolution ist

ebenfalls höchst signifikant ($p < 0,001$), jedoch mit nur 0,13 nicht substantiell (vgl. Abbildung 39).

Die beiden exogenen Variablen Akzeptanz der Wissenschaft und Verstehen der Evolution korrelieren höchst signifikant ($p < 0,001$) aber gering miteinander (vgl. Abbildung 39).

Durch nur zwei exogene Variablen kann insgesamt **59%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von glaubensfreien SuS erklärt werden.

Für **stark gläubige** SuS kann das ursprüngliche Modell verwendet werden, wobei der Modellfit mit $TLI = 0,831$, $CFI = 0,855$ und $RMSEA = 0,045$ für eine eher mäßige Modellanpassung spricht.

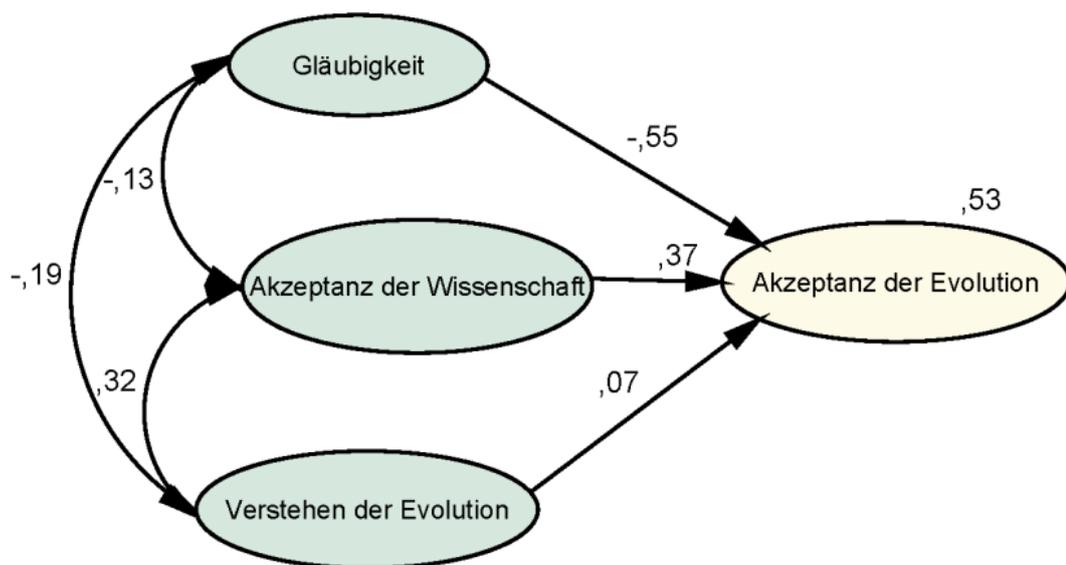


Abb. 40: Strukturmodell für stark gläubige SuS.

Bei stark gläubigen Probanden (siehe Abschnitt 3.3.4) wird die Akzeptanz der Evolution erwartungsgemäß besonders stark durch die Gläubigkeit beeinflusst (-0,55, $p < 0,001$). Der Einfluss ist negativ, d.h. je gläubiger die Probanden, desto geringer ist ihre Akzeptanz der Evolution. Der Einfluss der Akzeptanz der Wissenschaft spielt bei stark gläubigen SuS eher eine untergeordnete Rolle (0,37, $p < 0,001$). Auch das Verstehen der Evolution wirkt sich kaum auf die Akzeptanz der Evolution von stark

gläubigen Probanden aus (0,07). Für diesen Einfluss kann keine statistische Signifikanz nachgewiesen werden ($p > 0,05$, vgl. Abbildung 40).

Die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verstehen der Evolution beeinflussen sich höchst signifikant ($p < 0,001$), wobei die Korrelation mit 0,32 als schwach einzuordnen ist. Auch zwischen der Gläubigkeit und dem Verstehen der Evolution können schwache, negative korrelative Beziehungen festgestellt werden (-0,19, $p < 0,001$). Der Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Wissenschaft und der Gläubigkeit ist nur auf einem Niveau von $p < 0,01$ signifikant (vgl. Abbildung 40).

Durch die exogenen Variablen können **53%** der Varianz der Akzeptanz der Evolution von stark gläubigen SuS erklärt werden.

Vergleich der Subgruppen:

Da kein gemeinsames Modell für die untersuchten Subgruppen erstellt werden konnte, können stark gläubige und glaubensfreie SuS nicht hinsichtlich ihrer Unterschiede in den Strukturbeziehungen untersucht werden.

4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, Einstellungen und Vorstellungen zur Evolution von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I unterschiedlicher Schulformen zu untersuchen. Dabei sollte insbesondere die Forschungslücke im Hinblick auf die Akzeptanz der Evolution dieser Probandengruppe und die Faktoren, die diese Akzeptanz beeinflussen, geschlossen werden. Als potentielle Prädiktoren der Akzeptanz der Evolution wurden dazu die Gläubigkeit, die Akzeptanz der Wissenschaft und das Verständnis der Evolution gewählt, da sich diese bereits in anderen Probandengruppen als einflussreiche Faktoren erwiesen haben. Erstmals wurde der summative Effekt dieser Faktoren auf die Akzeptanz der Evolution analysiert. Dazu wurde das bislang in der biologiedidaktischen Forschung selten verwendete Verfahren der Strukturgleichungsmodellierung angewandt. Im Folgenden sollen die Bereiche Akzeptanz der Evolution und Vorstellungen zur Evolution bzw. Verständnis der Evolution der Übersichtlichkeit halber gesondert diskutiert werden.

4.1 Akzeptanz der Evolution

4.1.1 Messinstrument

Zur Messung der Akzeptanz der Evolution wurde ein in seiner ursprünglichen Fassung für Biologielehrer konzipiertes Messinstrument (MATE) verwendet. Die im Vergleich zur Originalstudie (Rutledge & Sadler 2007) geringere interne Konsistenz konnte durch die unterschiedliche Adressatengruppe erklärt werden. Die ermittelten vier Subskalen wurden für die Mittelwertvergleiche zu einer Gesamtskala zusammengefasst, um ein umfassendes Bild zur Akzeptanz der Evolution zu erhalten (siehe Abschnitt 2.2). Eine Betrachtung der einzelnen Subskalen erschien wenig sinnvoll, da so nur Teilbereiche der Akzeptanz miteinander verglichen worden wären. Es sollte Gegenstand zukünftiger Forschung sein, speziell auf Lernende des Sekundarbereichs I ausgerichtete Messinstrumente für die Akzeptanz der Evolution zu entwickeln und für weitere Studien zur Verfügung zu stellen. Eine direkte Vergleichbarkeit unterschiedlicher Studien ist nur dann möglich, wenn mit gleichen oder weitestgehend ähnlichen Messinstrumenten gearbeitet wird.

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen (siehe Abb. 2), dass Überzeugungen durch Hintergrundfaktoren wie z.B. dem Wissen beeinflusst werden. In welchem Maß diese Beeinflussung bei den unterschiedlichen Überzeugungen stattfindet bzw. stattgefunden hat, ist nicht nachweisbar. So kann es sein, dass die Akzeptanz der Evolution eines Schülers so stark durch sein Wissen beeinflusst wird, dass eine strikte Trennung dieser Bereiche nicht möglich ist. Dies wird auch durch die pädagogische Forschung bestätigt. Sie geht davon aus, dass Wissen und Überzeugungen sich überschneidende Dimensionen aufweisen, die eine strikte Trennung unmöglich machen (Kardash & Scholes 1996, Garner & Alexander 1991). So bleibt zu hinterfragen, inwiefern mit diesem Konstrukt tatsächlich die Akzeptanz und nicht das Wissen der Schülerinnen und Schüler erfasst wurde.

4.1.2 Akzeptanz der Evolution von SuS der Sekundarstufe I

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I die Evolutionstheorie in einem moderaten Maß akzeptieren (siehe Abschnitt 3.3). Ähnliche Werte konnten auch bei Biologielehrern in den USA (Rutledge & Warden 2000) und bei angehenden Lehrern der Naturwissenschaften in Südkorea (Kim & Nehm 2011) nachgewiesen werden. Zwar gab es statistisch signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden; diese Unterschiede konnten jedoch durch die große Stichprobe erklärt werden, da bei steigendem Stichprobenumfang immer kleinere Unterschiede zur Ablehnung der Nullhypothese führen. Dies zeigt sich auch in der geringen Effektgröße: Weniger als 1% der Varianz der Akzeptanz der Evolution kann durch das Geschlecht erklärt werden (siehe Abschnitte 3.3.1, 3.3.3, 3.3.4). Diese Ergebnisse stehen nicht im Einklang mit den Ergebnissen von Kutschera (2008). Er fand bei einer Umfrage mit 1520 Deutschen im Alter von 14 – 94 Jahren eine signifikant geringere Akzeptanz der Evolution bei weiblichen Probanden: Während von den männlichen Versuchsteilnehmern 68% einer naturalistischen Evolution zustimmten, waren es bei den weiblichen Befragten nur 54%. Es sei zu beachten, dass diese Befragung anhand eines Items durchgeführt wurde und dadurch die ganze Dimension der Akzeptanz nicht erfasst werden konnte. Allerdings lassen sich Tendenzen ablesen, die sich in der vorliegenden Arbeit nicht zeigen. Die Gründe für geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf weltanschauliche Aspekte sind bisher nicht erforscht

worden. Wissenschaftliche Studien, die sich mit dieser Thematik z.B. aus evolutionsbiologischer Perspektive beschäftigen, sollten vorangetrieben werden.

Es zeigten sich große Unterschiede in der Akzeptanz der Evolution von SuS unterschiedlicher Konfessionen: Bei muslimischen Probanden konnte die geringste Akzeptanz der Evolution beobachtet werden, während konfessionslose Probanden, Katholiken und Protestanten eher evolutionsakzeptierend eingestellt waren (siehe Abschnitt 3.3.1). Diese Differenzen lassen sich durch die unterschiedlich starke Gläubigkeit der Probanden erklären: Die Gläubigkeit wirkt als Moderatorvariable, d.h. sie beeinflusst den Effekt der Religionszugehörigkeit auf die Akzeptanz der Evolution. Betrachtet man die Gläubigkeitsscores getrennt für SuS unterschiedlicher Konfessionen, so wird diese Vermutung bestätigt: Muslimische SuS weisen die höchste Gläubigkeit auf, bei konfessionslosen Probanden ist sie erwartungsgemäß klein (siehe Abschnitt 3.2.1). Ein Zusammenhang zwischen Gläubigkeit und Einstellung zur Evolution wurde bereits in anderen Studien festgestellt (Lawson & Worsnop 1992, Downie & Barron 2000, Woods & Scharmann 2001, Trani 2004, forsa-fowid 2005, Miller et al. 2006, Lombrozo et al. 2008, Retzlaff-Fürst & Urhahne 2008, Ates 2009, Nadelson & Sinatra 2009, Schilders et al. 2009, Eder et al. 2010, Graf & Soran 2011, Özay Köse 2010). Für den Unterricht ergibt sich daraus die Konsequenz, dass besonders bei muslimischen SuS mit einer geringeren Akzeptanz oder sogar Ablehnung der Evolution gerechnet werden muss.

4.1.3 Faktoren, die einen Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution haben

Bisherige Versuche, die Varianz der Akzeptanz der Evolution durch unterschiedliche Faktoren (siehe Abschnitt 1.1) zu erklären, erbrachten Varianzaufklärungen zwischen 10% und 46% (Woods & Scharmann 2001, Sinatra et al. 2003, Miller et al. 2006, Deniz et al. 2008, Graf & Soran 2011). Die in dieser Studie angewandte Methode der Strukturgleichungsmodellierung erwies sich als geeignetes Instrument, um simultan den Einfluss der Prädiktoren Gläubigkeit, Akzeptanz der Wissenschaft und Verständnis der Evolution auf die Akzeptanz der Evolution zu untersuchen. Erstmals konnte ein Varianzanteil von 58% aufgeklärt werden. Alle eingesetzten Prädiktoren hatten einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution (Hypothese 1). Als besonders

bedeutsam erwies sich die Einstellung zur Wissenschaft (siehe Abschnitt 3.6.1). Eine positive Einstellung zur Wissenschaft kann demzufolge eine positive Einstellung zur Evolution fördern (Hypothese 3). Dieser Zusammenhang wurde auch von Lombrozo et al. (2008) gefunden. Sie konnten zudem nachweisen, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Evolution und dem Wissen über die Wissenschaft gibt. Auch Johnson & Peeples (1987), Rutledge & Warden (2000) und Kim & Neim (2010) fanden diesen Zusammenhang. Die eigenen Ergebnisse und die anderer Studien weisen darauf hin, dass eine wissenschaftspropädeutische Grundausrichtung des Biologieunterrichts, durch den die SuS mit den Methoden der Wissenschaft vertraut gemacht werden, auch die Akzeptanz der Evolution fördern kann. Die SuS sollten verstehen, was eine wissenschaftliche Theorie ist und wie sie gebildet wird, um eine Abgrenzung zum umgangssprachlichen Gebrauch des Terminus „Theorie“ vornehmen zu können und die enorme Aussagekraft und Dynamik einer wissenschaftlichen Theorie zu begreifen. Es sollte darüber hinaus gefragt werden, inwieweit sich die nach neuen Kernlehrplänen geforderten Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung bei Erreichen auf die Akzeptanz der Wissenschaft auswirken. Letztlich ist ja die Fokussierung unterrichtlicher Bemühungen auf den Bereich „Erkenntnisgewinnung“ eine Form des wissenschaftspropädeutischen Unterrichts. Haben SuS mit hohen Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung auch eine positivere Einstellung zur Wissenschaft? Oder ist es vielleicht sogar vorstellbar, dass durch die starke Fokussierung auf die experimentelle Methode in diesem Kompetenzbereich, die Evolution von den SuS als unwissenschaftlich wahrgenommen wird, weil sie nicht Gegenstand typischer Experimentalsituationen sein kann? In Folgestudien sollten diese Fragestellungen eingehend untersucht werden.

Das Strukturgleichungsmodell ergab außerdem einen negativen Einfluss der Gläubigkeit auf die Akzeptanz der Evolution (Hypothese 2). Dieser Zusammenhang wurde bereits bei einer ganzen Anzahl sehr heterogener Bevölkerungsgruppen nachgewiesen, z.B. bei SuS der Highschool in den USA (Lawson & Worsnop 1992), SuS der Sekundarstufe II in Österreich (Eder et al. 2010), Biologie- und Medizinstudenten in Schottland (Downie & Barron 2000), Studenten (Lombrozo et al. 2008) und Biologielehrern in den USA (Trani 2004) sowie akademischen Fachleuten des Bildungssektors (Nadelson & Sinatra 2009). Da eine naturalistische Erklärung der Entstehung des Lebens der Schöpfung aller Lebewesen durch eine Gottheit

widerspricht, dürften besonders stark gläubige Personen, die die religiösen Schriften wörtlich verstehen, Schwierigkeiten damit haben, die Evolution zu akzeptieren. Die Tendenz dieser wörtlichen Auslegung der Glaubensbücher ist beim zeitgenössischen Islam stärker ausgeprägt als beim Christentum, da der Koran häufig als direkt überliefertes und unverändertes Wort Allahs interpretiert wird (Waschke 2000). So konnte Özay Köse (2010) bei Schülern und Lehrern in der Türkei als Hauptgrund für die Ablehnung der Evolution eine wörtliche Auslegung des Schöpfungsberichts belegen. Dagher und BouJaoude (1997) fanden bei muslimischen SuS im Libanon ebenfalls eine Ablehnung aufgrund des Konflikts zwischen Evolution und Schöpfung. Illner (1999) konnte im Rahmen einer Interviewstudie an zehn Gymnasiasten der Sekundarstufe II feststellen, dass muslimische Schülerinnen und Schüler fast ausschließlich ein Schöpfungsmodell bei der Frage nach dem Ursprung des Lebens bevorzugten, während SuS mit christlichem Hintergrund eine Entstehung des Lebens aus Eiweißstrukturen in der Ursuppe angaben. Auch bei orthodoxen Juden ist eine wörtliche Auslegung der religiösen Schriften zu verzeichnen. Nussbaum (2006) untersuchte 176 orthodoxe Juden einer Universität im Hinblick auf deren Einstellung zur Evolution und Wissenschaft. Nur 14 der Befragten stimmten einer evolutionären Entstehung der Lebewesen zu, 159 der Probanden waren hingegen davon überzeugt, dass alle heutigen Landlebewesen Nachkommen der Tiere der Arche Noah sind. Ist im Unterricht erkennbar, dass Lernende religiös motivierte Probleme mit den Inhalten des Evolutionsunterrichts haben, kann es hilfreich sein, diesen scheinbaren Konflikt zwischen Wissenschaft und Glaube zu thematisieren (vgl. Kattmann 1995, Waschke & Lammers 2011). Ignoriert man die Weltanschauungen der Lernenden, könnten sich diese nicht ernst genommen fühlen und sich aufgrund dessen dem Thema Evolution verschließen (vgl. Schilders et al. 2009). Stattdessen sollten die Eigenarten naturwissenschaftlichen Wissens herausgearbeitet werden. Dadurch wird deutlich gemacht, dass die Schöpfungslehre keine naturwissenschaftliche Theorie ist (vgl. Ohly 2011) und folglich im Biologieunterricht auch keine Alternative zur Evolutionstheorie darstellen kann, sondern vielmehr Antworten auf Wert- und Sinnfragen liefert.

Ein Zusammenhang zwischen der Gläubigkeit und dem Verständnis der Evolution wird häufig abgestritten (Illner 2000, Wandersee et al. 1995). Allerdings handelt es sich bei diesen Untersuchungen um qualitative Studien, in denen auf sehr kleine Stichproben zurückgegriffen wurde. Diese geben zwar Auskunft über die individuellen

Einstellungen und Vorstellungen der befragten Probanden, lassen aber keine allgemeingültigen Schlüsse zu. Die vorliegende Arbeit erbrachte einen negativen Zusammenhang zwischen der Gläubigkeit und dem Verständnis der Evolution, d.h. je gläubiger die befragten SuS waren, desto geringer war ihr Verständnis evolutionsbiologischer Grundlagen (siehe Abschnitt 3.6). Dies wurde z.B. durch Nadelson & Sinatra (2009) für Fachkräfte des Bildungssektors bestätigt.

Hypothese 4 konnte ebenfalls bestätigt werden, da das Verstehen der Evolution einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution hatte. Allerdings erwies es sich als schwächster Prädiktor (siehe Abschnitt 3.6). Ein besseres Verständnis evolutionsbiologischer Grundlagen wirkt sich demnach nur in geringem Maße auf die Einstellung zur Evolution aus. Dies steht im Kontrast zu den Ergebnissen anderer Autoren, die einen starken Zusammenhang zwischen diesen Konstrukten nachweisen konnten (Rutledge & Warden 2000, Trani 2004, Nadelson & Sinatra 2009). Allerdings untersuchten diese Autoren Biologielehrer und Fachkräfte des Bildungssektors, die im Vergleich zu den Befragten dieser Untersuchung bessere Kenntnisse im Bereich der Evolutionsbiologie haben dürften. Studien, die ebenfalls SuS bzw. Studenten befragt haben, kommen zu dem Ergebnis, dass das Verständnis die Akzeptanz der Evolution nicht beeinflusst (Bishop & Anderson 1990, Demastes et al. 1995, Sinatra et al. 2003) bzw. nur schwach beeinflusst (Ingram & Nelson 2006, Deniz et al. 2008). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich das Verständnis der Evolution erst ab einem bestimmten Level positiv auf die Akzeptanz der Evolution auswirkt. Erst wenn die Mechanismen richtig verstanden sind, kann die Evolution Antworten auf unterschiedliche Fragestellungen liefern. Dieses Erklärungspotential könnte sich positiv auf die Einstellung zur Evolution auswirken. Allerdings ist in diesem Gebiet noch einiger Forschungsaufwand nötig.

Vergleicht man die Strukturmodelle getrennt nach dem Geschlecht (siehe Abschnitt 3.6.2), so stellt man fest, dass sich der Einfluss von Gläubigkeit und Einstellung zur Wissenschaft auf die Akzeptanz der Evolution signifikant zwischen männlichen und weiblichen Befragten unterscheidet. Bei weiblichen Testpersonen trägt die Akzeptanz der Wissenschaft offensichtlich nicht so stark wie bei männlichen Probanden zur Akzeptanz der Evolution bei. Hingegen spielte die Gläubigkeit bei Schülerinnen eine größere Rolle für die Akzeptanz der Evolution. Vermutlich hängt dies mit der

tendenziell höheren Gläubigkeit weiblicher Testpersonen zusammen (siehe Abschnitt 3.2).

Bei dem Vergleich von SuS unterschiedlicher Religionszugehörigkeit ergaben sich signifikante Unterschiede in dem Einfluss der Gläubigkeit auf die Akzeptanz der Evolution. Der größte Anteil an Varianz (67%) konnte für Konfessionslose aufgeklärt werden. Der Einfluss des Glaubens war hier im Vergleich zu den anderen Subgruppen entgegen den Erwartungen am stärksten (siehe Abschnitt 3.6.3). Vorstellbar wäre, dass sich konfessionslose Probanden bewusster mit Glauben auseinander gesetzt haben und der Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution aufgrund dessen stärker ist, als bei konfessionellen SuS. So könnte z.B. der Kirchenaustritt der Eltern zu einer stärkeren Auseinandersetzung mit dem Thema Glauben geführt haben.

Ein eindeutigeres Bild liefert der Vergleich von stark gläubigen und glaubensfreien Befragten. Bei SuS, die stark gläubig waren, hatte die Gläubigkeit den größten beobachteten Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution, d.h. ein großer Teil der Varianz der Akzeptanz der Evolution konnte bei stark Gläubigen durch die Gläubigkeit erklärt werden. Im Vergleich zu allen anderen Subgruppen, die in dieser Arbeit untersucht wurden, ist hier die Gläubigkeit und nicht die Akzeptanz der Wissenschaft der stärkste Prädiktor. Hingegen spielt für Glaubensfreie die Gläubigkeit erwartungsgemäß keine Rolle für die Akzeptanz der Evolution. Ihre Akzeptanz der Evolution wird sehr stark durch ihre Einstellung zur Wissenschaft beeinflusst (siehe Abschnitt 3.6.7).

Der Evolutionsunterricht hatte offenbar keinen Einfluss auf die Strukturbeziehungen, da die Unterschiede zwischen Testpersonen mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht nicht signifikant waren (siehe Abschnitt 3.6.4). Ein erwarteter größerer Zusammenhang zwischen dem Verstehen der Evolution und ihrer Akzeptanz bei SuS, die das Thema Evolution im Unterricht besprochen haben, blieb vermutlich aus, weil das Verständnis der Evolution trotz erfolgtem Unterricht zu gering war, um sich positiv auf die Einstellung zur Evolution auswirken zu können. Es sollte Inhalt zukünftiger Forschung sein zu untersuchen, welchen Level das Verständnis erreichen muss, um einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz der Evolution haben zu können.

Die Vermutung, dass das Verstehen der Evolution sich erst ab einem bestimmten Level auf die Akzeptanz derselben auswirkt, wird auch durch die Betrachtung der

Strukturmodelle von Testpersonen der unterschiedlichen Schulformen gestützt: Mit Höhe des angestrebten Bildungsabschlusses nimmt der Einfluss des Verstehens zu (siehe Abschnitt 3.6.5).

Der Vergleich von SuS mit unterschiedlichem Interesse an Biologie erbrachte überraschende Ergebnisse: Je geringer das Interesse an Biologie, desto stärker wurde die Akzeptanz der Evolution von der Akzeptanz der Wissenschaft beeinflusst (siehe Abschnitt 3.6.6). Da das Interesse an Biologie per Selbsteinschätzung und nicht durch eine Skala erfasst wurde, können durch die unterschiedliche Interpretation des Konstrukts „Interesse an Biologie“ durch die SuS sehr heterogene Subgruppen entstehen. Eine Interpretation der Ergebnisse wird aufgrund der geringen Aussagekraft der unterschiedlichen Subgruppen deshalb nicht vorgenommen. Allerdings könnten diese Ergebnisse Anstoß für weiterführende Studien sein.

4.2 Verständnis der Evolution bzw. Vorstellungen zur Evolution von SuS der Sekundarstufe I

SuS der Sekundarstufe I zeigten ein sehr geringes Verständnis der Evolution: Von insgesamt elf Verständnisfragen zur Evolution wurden durchschnittlich nur 3,62 Fragen richtig beantwortet (siehe Abschnitt 3.5). Zwar zeigten SuS, die bereits zur Evolution unterrichtet wurden ein tendenziell besseres Verständnis der Evolution als Testpersonen, die noch keinen Evolutionsunterricht hatten, das Ausmaß dieses Unterschieds war jedoch sehr gering ($\eta^2 = 0,015$, siehe Abschnitt 3.5.2). Dem Evolutionsunterricht, zumindest der Sekundarstufe I, gelingt es offensichtlich nicht, das Verständnis der Evolution in einem befriedigenden Maß zu verbessern. Das trifft für alle untersuchten Schulformen zu. Betrachtet man die Inhalte der Lehrpläne, nach denen die untersuchten Schülerinnen und Schüler unterrichtet wurden, so lassen sich Gründe für dieses schlechte Verständnis ausmachen: Da ursächliche Faktoren der Evolution in den meisten Fällen ausgeklammert werden, können Fragen nach Evolutionsmechanismen nicht korrekt beantwortet werden. Stattdessen werden lebensweltliche Vorstellungen von den SuS zur Erklärung evolutionsbiologischer Phänomene wie der Anpasstheit von Lebewesen herangezogen. Sie liefern zunächst befriedigende Erklärungen für die Lernenden, unterstützen jedoch die Ausbildung finalistischer und

lamarckistischer Vorstellungen (Baalmann et al. 2004). Es sollte in Folgestudien untersucht werden, inwieweit die Änderungen der neuen kompetenzorientierten Lehrpläne zu einem besseren Verständnis ursächlicher Faktoren der Evolution führen und inwieweit sie wissenschaftlich unangemessene Vorstellungen hemmen.

Eine gesonderte Betrachtung der Aufgaben zu Evolutionsmechanismen lässt erkennen, dass über 50% der Erklärungen, die von den Befragten gegeben wurden, aus wissenschaftlicher Sicht unangemessen waren. Dabei gaben SuS, die noch nicht zur Evolution unterrichtet wurden, zu 27% lamarckistische, zu 30% finalistische und zu 43% wissenschaftlich angemessene Antworten. Bei den Probanden, die bereits Evolutionsunterricht hatten, waren es zu 22% lamarckistische, zu 29% finalistische und zu 49% aus evolutionsbiologischer Sicht richtige Antworten (siehe Abschnitt 3.5.5.3). Ähnliche Ergebnisse fanden Nehm und Schonfeld (2007) bei amerikanischen Lehrern. Von diesen nutzten über 25% lamarckistische Erklärungen des evolutiven Wandels. Auch Graf (2008) fand ähnliche Ergebnisse bei Lehramtsstudierenden in Deutschland. Von den untersuchten Studenten, die während ihrer Schulzeit einen Leistungskurs in Biologie belegt hatten, gaben fast 40% finalistische bzw. ca. 30% lamarckistische Erklärungen auf evolutionsbiologische Fragestellungen. Studenten, die nur einen Grundkurs belegt hatten, zeigten zu ca. 50% finalistische und zu ca. 40% lamarckistische Vorstellungen. Settlage (1994) konnte bei über 50% seiner untersuchten Highschool Schüler lamarckistische Konzepte nachweisen. Nur 10% seiner Probanden nutzten wissenschaftlich angemessene Konzepte. In der vorliegenden Arbeit konnte zudem gezeigt werden, dass durch den Evolutionsunterricht lamarckistische Erklärungsansätze tendenziell verringert und evolutionsbiologische Erklärungen gefördert werden. Der Anteil an gegebenen finalistischen Antworten unterschied sich zwischen SuS mit und ohne bereits erhaltenen Evolutionsunterricht hingegen kaum (siehe Abschnitt 3.5.5.3). Ein Rückgang lamarckistischer Erklärungsansätze bei SuS, die bereits zur Evolution unterrichtet wurden, kann unterschiedliche Ursachen haben: Zum einen ist vorstellbar, dass Lamarcks Evolutionstheorie konkret im Unterricht thematisiert wurde. Zum anderen wäre ebenfalls denkbar, dass SuS mit bereits erhaltenem Evolutionsunterricht ebenfalls das Thema Genetik im Unterricht behandelt haben und dadurch ein höheres genetisches Verständnis aufweisen. Diese SuS dürften auf der Grundlage ihrer genetischen Kenntnisse die Vererbung erworbener Eigenschaften und damit die Grundaussagen Lamarcks ablehnen. Finalistische

Vorstellungen blieben entgegen dessen im Unterricht offensichtlich unberührt. Die Ergebnisse von Johannsen & Krüger (2005) bestätigen das. Sie konnten ebenfalls nachweisen, dass bei den von ihnen untersuchten SuS des Gymnasiums, der Evolutionsunterricht im Hinblick auf den Abbau finalistischer Vorstellungen erfolglos blieb. Ein sinnvoller Konzeptwechsel kann jedoch nur stattfinden, wenn die bei den SuS vorhandenen Alternativvorstellungen im Unterricht berücksichtigt werden. Es sollte demnach Gegenstand des Unterrichts sein, prominent vertretene Alternativvorstellungen, wie lamarckistische und finalistische Vorstellungen, aufzugreifen, ihre Begrenztheit zu verdeutlichen und im Sinne einer Conceptual Reconstruction (siehe Abschnitt 1.3) in Richtung wissenschaftlich angemessener Vorstellungen zu verändern.

Die Ergebnisse haben zudem gezeigt, dass die Alternativkonzepte der Lernenden keineswegs konsistente Vorstellungen darstellen. Vielmehr wurden von einem Großteil der SuS zu strukturell ähnlichen Phänomenen unterschiedliche Erklärungen herangezogen (siehe Abschnitt 3.5.5.3). Wie lässt sich diese Inkonsistenz erklären? Settlage et al. (1996) konnten im Rahmen einer Fragebogenuntersuchung an Collegestudenten nachweisen, dass die unterschiedliche Beantwortung von parallelen Fragen zur natürlichen Selektion, nicht von der Empathie der Befragten zu den in den Fragen verwendeten Organismen abhängt. Evans (2008) konnte demgegenüber aufzeigen, dass die Vorstellung einer evolutionären Entwicklung von der taxonomischen Nähe der Organismen zum Menschen abhängt. Je taxonomisch weiter entfernt die Beispielorganismen zum Menschen waren, desto eher wurde ein evolutionärer Wandel dieser Organismen angenommen. Dies war unabhängig vom Alter der untersuchten Probanden, d.h. sowohl die 6-12 Jährigen, als auch deren Eltern zeigten diese Vorstellungen. Warum unterschiedliche evolutionsbiologische Phänomene inkonsistent beantwortet werden, lässt sich zurzeit nicht abschließend beurteilen. Es deutet jedoch alles darauf hin, dass es sich bei den erhobenen Alternativvorstellungen nicht um robuste und beständige Konzepte, sondern vielmehr um alltagstaugliche und plausible Erklärungen handelt, die sich in vielen Bereichen als hilfreich erwiesen haben. Ebenfalls ist denkbar, dass diese Vorstellungen ad hoc Generierungen darstellen, die je nach Kontext unterschiedlich ausfallen können. Zudem können unangemessene Formulierungen zur Ausbildung von Fehlvorstellungen beitragen: Häufig werden finale oder anthropomorphe Formulierungen zur Beschreibung von Evolutionsprozessen gewählt. Diese finden sich z.B. in Jugendsachbüchern (Becker 1998), aber auch in

zahlreichen wissenschaftlichen Dokumentationen in Funk und Fernsehen. Dies könnte dazu beitragen, dass SuS final formulierten Antwortalternativen vermehrt zustimmen. Des Weiteren werden Begriffe wie „sich anpassen“ häufig aus den lebensweltlichen Erfahrungen der SuS auf die Evolution übertragen: Während lebensweltliche Vorstellungen der Anpassung (z.B. sich einer Situation anpassen, einen Gegenstand passend machen etc.) eine gewisse Anpassungserkenntnis, -notwendigkeit und -intention, sowie eine aktive gestalterische Rolle beinhalten, sind diese Merkmale für den Anpassungsprozess im Rahmen der Evolution unangemessen (Weitzel 2006). Es sollte demnach Aufgabe des Unterrichts sein, den Lernenden bereits zu Beginn der Sekundarstufe I Alternativen zu ihren lebensweltlichen Erklärungen zu bieten, um eine Festigung der vorhandenen Fehlvorstellungen zu vermeiden. Diese Forderung nach einem früh einsetzenden Evolutionsunterricht, wurde bereits von unterschiedlichen Autoren gestellt (Graf 2008, Giffhorn & Langlet 2006, Zabel 2006, Kattmann et al. 2005). Früh eingeführt kann die Evolution als Organisator des Biologieunterrichts dienen und dazu anleiten, Phänomene der Biologie evolutionsbiologisch zu verstehen und zu erklären, denn um es mit den bekannten Worten des berühmten Evolutionsbiologen Theodosius Dobzhansky (1973) zu formulieren:

“Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution.”

5 Zusammenfassung

Die Evolution ist ein elementares Bildungsgut, dass nicht nur die verschiedenen Teildisziplinen der Biologie zu einer verbundenen und schlüssigen Wissenschaft vereint, sondern auch über die Biologie hinaus wichtige Antworten auf unterschiedliche ethische und weltanschauliche Aspekte liefern kann. Trotz der überwältigenden Anzahl an Belegen und der allgemeinen Anerkennung der Validität der Evolutionstheorie unter Naturwissenschaftlern, wird sie von einem mehr oder weniger großen Teil der Bevölkerung abgelehnt. Darüber hinaus finden sich zahlreiche wissenschaftlich unangemessene Vorstellungen des Evolutionsprozesses, die ein ganzheitliches Verstehen der Biologie behindern können.

In der vorliegenden Arbeit wurde im Rahmen einer eigens entwickelten, lokalen Theorie hypothesengeleitet untersucht, inwieweit die Gläubigkeit, die Einstellung zur Wissenschaft und das Verstehen der Evolution, die Akzeptanz der Evolution von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I beeinflussen. Erstmals wurde der summative Effekt der beeinflussenden Faktoren mit Hilfe eines Strukturgleichungsmodells analysiert. Des Weiteren wurden typische Alltagsvorstellungen zur Evolution erfasst, um im Hinblick auf einen erfolgreichen Konzeptwechsel (Conceptual Reconstruction) eine Basis für die Erstellung effektiver Unterrichtssequenzen zu schaffen. Die Daten wurden mittels Fragebogen an insgesamt 3969 Schülerinnen und Schülern 9. und 10. Klassen aller Schulformen erhoben.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Akzeptanz der Evolution von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I besonders durch deren Einstellung zur Wissenschaft beeinflusst wird. Probanden, die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen akzeptieren, zeigen auch eine höhere Akzeptanz der Evolution. Demgegenüber wirkt sich die Gläubigkeit der Befragten negativ auf deren Einstellung zur Evolution aus. Besonders stark gläubige SuS zeigen eine geringe Akzeptanz der Evolution. Zudem wird die Akzeptanz nur schwach durch das Verstehen der Evolution beeinflusst, d.h. Probanden, die die Evolution und deren Mechanismen besser verstehen, zeigen nur eine geringfügig höhere Akzeptanz der Evolution. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich eine positive Beeinflussung erst dann erreichen lässt, wenn die Lernenden ein gewisses Level des Verstehens der Evolution überschritten haben. Erst dann kann die

Evolution Antworten auf unterschiedliche Fragestellungen geben und durch dieses Erklärungspotential die Akzeptanz fördern.

Bei den untersuchten Schülerinnen und Schülern zeigen sich in einem hohen Maß wissenschaftlich unangemessene Alltagsvorstellungen zur Evolution. Über 50% der gegebenen Antworten auf ursächliche Fragestellungen der Evolution sind entweder lamarckistischer oder finalistischer Natur. Die SuS nutzen dabei zu strukturell ähnlichen Phänomenen unterschiedliche Erklärungen. Diese Inkonsistenz deuten darauf hin, dass es sich bei den erhobenen Alternativvorstellungen der Befragten nicht um robuste und beständige Konzepte, sondern vielmehr um alltagstaugliche und plausible Erklärungen handelt, die sich in vielen Bereichen als hilfreich erwiesen haben. Ebenfalls ist denkbar, dass diese Vorstellungen ad hoc Generierungen darstellen, die je nach Kontext unterschiedlich ausfallen können.

Für den Unterricht ergeben sich aus den Ergebnissen folgende Konsequenzen: Der Biologieunterricht sollte wissenschaftspropädeutisch ausgerichtet sein. Wenn die SuS wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen verstehen und akzeptieren, kann dies auch ihre Akzeptanz und ihr Verstehen der Evolution fördern. Zudem wird die Evolution häufig aufgrund religiöser Weltanschauungen abgelehnt. Dies hat zur Konsequenz, dass besonders bei stark gläubigen SuS, und damit verbunden verstärkt bei muslimischen SuS, mit einer Ablehnung der Evolution zu rechnen ist. Ist im Unterricht erkennbar, dass Lernende religiös motivierte Probleme mit Inhalten des Evolutionsunterrichts haben, kann es hilfreich sein, diesen scheinbaren Konflikt zwischen Wissenschaft und Glaube zu thematisieren. Dazu sollten die Eigenarten naturwissenschaftlichen Wissens herausgearbeitet werden, um deutlich zu machen, dass die Schöpfungslehre keine naturwissenschaftliche Theorie ist und infolgedessen im Biologieunterricht auch keine Alternative zur Evolutionstheorie darstellt. Um im Hinblick auf wissenschaftlich angemessene Vorstellungen zur Evolution einen erfolgreichen Konzeptwechsel bei den Schülerinnen und Schülern erreichen zu können, sollten deren Alltagsvorstellungen im Unterricht berücksichtigt werden. Besonders finalistische und lamarckistische Vorstellungen stellen prominente Alternativkonzepte dar, die es bei der Konstruktion geeigneter Conceptual Reconstruction-Szenarien zu berücksichtigen gilt.

6 Literatur

Ajzen, I. (2005): Attitudes, personality, and behavior (2nd ed.). Milton-Keynes, England: Open University Press (McGraw-Hill).

Allport, G. (1935): Attitudes. In: A Handbook of Social Psychology. Clark University Press, Worcester, MA., S. 798-844.

Alters, B. J. & Nelson, C. E. (2002): Perspective: Teaching Evolution In Higher Education. In: Evolution - International Journal of Organic Evolution, 56, S. 1891-1901.

Arbuckle, J.L. (2008): Amos 17.0 User's Guide, Chicago.

Ates, R. (2009): Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I zur Evolution. Universität Dortmund, unveröffentlichte Staatsexamensarbeit.

Baalman, W., Frerichs, V., Weitzel, H., Gropengießer, H., Kattmann, U. (2004): Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, S. 7-28.

Becker, A. (1998): Vorstellungen zur Evolution in Jugendbüchern und deren fachliche Beurteilung. – Oldenburger Vor-Drucke 367. Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg.

Berck, K.-H. & Graf, D. (2003): Biologiedidaktik von A bis Z – Wörterbuch mit 1000 Begriffen. – Wiebelsheim.

Berck, K.-H. & Graf, D. (2010): Biologiedidaktik – Grundlagen und Methoden. 4. Aufl. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.

Bishop, B.A. & Anderson, C.W. (1990): Student Conceptions of Natural Selection and its Role in Evolution. In: Journal of Research in Science Teaching, 27(5), S. 415-427.

Bortz, J. & Döring, N. (2002): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

Bortz, J. & Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

Bortz, J. & Döring, N. (2009): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

Brem, S.K., Ranney, M., Schindel, J. (2003): Perceived consequences of evolution: college students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. In: Science Education, 87(2), S. 181-206.

Browne, M. & Cudeck, R. (1993): Alternative Ways of Assessing Equation Model Fit. In: Bollen, K.A. & Long, J.S. (Hrsg.): Testing Structural Equation Models. Newbury Park, S. 136-162.

Brumby, M.N. (1984): Misconceptions about the Concept of Natural Selektion by Medical Biology Students. In: Science Education, 68(4), S. 493-503.

Cavallo, A. & McCall, D. (2008): Seeing May Not Mean Believing: Examining Student's Understanding & Beliefs in Evolution. In: The American Biology Teacher, 70 (9), S. 522-530.

Chin, W. W. (1998): Issues and Opinion on Structural Equation Modeling. In: Management Information Systems Quarterly, 22, S. 7-16.

Cho, M., Lankford, D.M., Wescott, D.J. (2011): Exploring the Relationships among Epistemological Beliefs, Nature of Science, and Conceptual Change in the Learning of Evolutionary Theory. In: Evolution Education and Outreach, 4, S. 313-322.

Clément, P., Quessada, M.P., Laurent, C., deCarvalho, G.S. (2008): Science and Religion: Evolutionism and Creationism in Education: a Survey of Teachers Conceptions in 14 Countries. In: IOSTE Symposium on the Use of Science and Technology Education for Peace and Sustainable Development Proceedings, Palme Publications & Bookshops, Ankara.

Conley, A.M., Pintrich, P.R., Vekiri, I., Harrison, D. (2004): Changes in epistemological beliefs in elementary science students. In: Contemporary Educational Psychology, 29, S. 186-204.

Dagher, Z., & BouJaoude, S. (1997): Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. In: Journal of Research in Science Teaching, 34, S. 429-445.

- Deadman, J.A. & Kelly, P.J. (1978):** What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? In: Journal of Biological Education, 12 (1), S. 7-15.
- DeFleur, M. & Westie, F.(1963).** Attitude as a scientific concept. In: Social Forces, S. 17-31.
- Demastes, S. S., Good, R. G., Peebles, P. (1995):** Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change. In: Science Education, 79, S. 637-666.
- Demastes, S. S., Settlage, J., & Good, R. (1995):** Students conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. In: Journal of Research in Science Teaching, 32, S. 535-550.
- 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. In: Journal of Research in Science Teaching, 45(4), S. 420-443.
- Dobzhansky, T. (1973):** Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. In: The American Biology Teacher, 35(3), S. 125-129.
- 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. In: Journal of Biological Education, 34(3), S. 139-147.
- Duit, R. (2006):** Bibliography – STCSE. Students'and Teachers' Conceptions and Science Education. Online verfügbar unter <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html> [letzter Zugriff 13.12.2011].
- Eagly, A.H. & Chaiken, S. (1993).** The psychology of attitudes. Fort Worth, TX, Harcourt Brace Jovanovich.
- Eder, E., Turic, K., Milasowszky, N., Van Adzin, K., Hergovich, A. (2010):** The Relationships Between Paranormal Belief, Creationism, Intelligent Design and Evolution at Secondary Schools in Vienna (Austria). In: Science & Education, 20, S. 515-534.

Evans, M. (2006): How Children Develop Their Concepts of Evolution. In: ASTC Dimensions, S. 11-13.

Evans, E. M. (2008): Conceptual change and evolutionary biology: A developmental analysis. In: Vosniadou, S. (Hrsg.): International Handbook of Research on Conceptual Change. Routledge, New York. S. 263-294.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975): Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Reading, MA: Addison-Wesley.

Fowid (2005): Evolution / Kreationismus. Online verfügbar unter http://fowid.de/fileadmin/datenarchiv/Evolution_Kreationismus_Deutschland_2005.pdf [letzter Zugriff 13.12.2011].

Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41(6), S. 867-888.

Graf, D. (2006): Ist der Biologieunterricht wirklich wissenschaftsorientiert? In: Der Skeptiker, 19, S. 141-148.

Graf, D. (2008): Kreationismus vor den Toren des Biologieunterrichts? Das Thema „Evolution“ im Biologieunterricht. In: Antweiler, C., Lammers, C., Thies, N. (Hrsg.): Die unerschöpfte Theorie. Evolution und Kreationismus in Wissenschaft und Gesellschaft. Alibri, Aschaffenburg. S. 17-38.

Graf, D. (Hrsg., 2010): Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich. Springer, Heidelberg.

Graf, D. & Lammers, C. (2010): Evolution und Kreationismus in Europa. In: Graf, D. (Hrsg.): Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich. Springer, Heidelberg.

Graf, D. & Soran, H. (2011): Einstellung und Wissen von Lehramtsstudierenden zur Evolution – ein Vergleich zwischen Deutschland und der Türkei. In: Graf, D. (Hrsg.): Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich. Springer, Berlin. S. 141-162.

Greenberger, E., Chen, C., Dmitrieva, J., Farruggia, S. P. (2003): Item-wording and the dimensionality of the Rosenberg Self-Esteem Scale: do they matter? In: *Personality and Individual Differences*, 35, S. 1241-1254.

Greene, E.D. (1990): The logic of university students' misunderstanding of natural selection. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (9), S. 875-885.

Gropengießer, H. (2001): Didaktische Rekonstruktion des Sehens. In: *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, Bd. 1. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.

Hallden, O. (1988): The evolution of species: Pupils' perspectives and school perspectives. In: *International Journal of Science Education*, 10, S. 541-552.

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997): The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. In: *Review of Educational Research*, 67(1), S. 88-140.

Hölscher, I. (2008): Wissen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern zur Evolution – empirische Analysen. Universität Dortmund, unveröffentlichte Staatsexamensarbeit.

Homburg, C. & Baumgartner, H. (1995): Beurteilung von Kausalmodellen. In: *Marketing ZFP*, 17(3), S. 162-176.

Illner, R. (2000): Einfluss religiöser Schülervorstellungen auf die Akzeptanz der Evolutionstheorie. Online verfügbar unter <http://oops.uni-oldenburg.de/volltexte/2000/421/> [letzter Zugriff 13.12.2011].

Ingram, E.L. & Nelson, C.E. (2006): Relationship between Achievement and Students' Acceptance of Evolution or Creation in an Upper-Level Evolution Course. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), S. 7-24.

Isik, S., Soran, H., Ziemek, H.-P., Graf, D. (2007): Einstellung und Wissen von Lehramtsstudierenden zur Evolution – ein Vergleich zwischen Deutschland und der Türkei. In: Bayrhuber, H., Harms, U., Krüger, D., Sandmann, A., Unterbruner, U., Upmeyer zu Belzen, A., Vogt, H. (Hrsg.): *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften*. Kassel.

- Jimenez-Aleixandre, M. P. (1992):** Thinking about theories or thinking with theories? : a classroom study with natural selection. In: International Journal of Science Education, 14(1), S. 51-61.
- Johannsen, M. Krüger, D. (2005):** Schülervorstellungen zur Evolution – eine quantitative Studie. In: IDB Münster – Ber. Inst. Didaktik der Biologie, 14, S. 23-48.
- Johnson, R. L., & Peeples, E. E. (1987):** The role of scientific understanding in college: Student acceptance of evolution. In: The American Biology Teacher, 49, S. 93-96.
- Kampourakis, K. & Zogza, V. (2007):** Students' Preconceptions about Evolution: How Accurate is the Characterization as "Lamarckian" when Considering the History of Evolutionary Thought? In: Science & Education, 16, S. 393-422.
- Kattmann, U. (1995):** Konzeption eines naturgeschichtlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 1, S. 29-42.
- Kim, S.Y. & Nehm, R.H. (2011):** A Cross-Cultural Comparison of Korean and American Science Teachers' Views of Evolution and the Nature of Science. In: International Journal of Science Education, 30(2), S. 197-227.
- Krüger, D. (2007):** Die Conceptual Change Theorie. In: Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.): Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Springer Verlag, Berlin. S. 81-92.
- Kultusministerium Nordrhein-Westfalen (Hrsg., 1989):** Richtlinien und Lehrpläne für die Hauptschule in Nordrhein-Westfalen. Ritterbach Verlag, Frechen.
- Kultusministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg., 1993):** Richtlinien und Lehrpläne für die Realschule in Nordrhein-Westfalen. Ritterbach Verlag, Frechen.
- Kutschera, U. (2008):** Creationism in Germany and its possible cause. In: Evolution Education and Outreach, 1, S. 84-86.
- Lawson A.E. & Worsnop W.A. (1992):** Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. In: Journal of Research in Science Teaching, 29(2), S. 143-166.

Lombrozo, T., Thanukos, A., & Weisberg, M. (2008): The importance of understanding the nature of science for accepting evolution. In: *Evolution Education and Outreach*, 1, S. 290-298.

Marsh, H.W. (1996): Positive and Negative Global Self-Esteem: A Substantively Meaningful Distinction or Artifacts? In: *Journal of Personality and Social Psychology*, 70 (4), S. 810-819.

Miller, J. D., Scott, E. C., & Okamoto, S. (2006): Science communication: Public acceptance of evolution. In: *Science*, 313, S. 765-766.

Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2008): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Springer Medizin, Heidelberg.

MSWWF (Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg., 1993): Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium – Sekundarstufe I – in Nordrhein-Westfalen. Ritterbach Verlag, Frechen.

MSWWF (Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg., 1999): Sekundarstufe I – Gesamtschule – Richtlinien und Lehrpläne – Naturwissenschaften. Frechen.

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg. 2008): Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen – Biologie. Ritterbach Verlag, Frechen.

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg. 2011a): Kernlehrplan für die Realschule in Nordrhein-Westfalen – Biologie. Online verfügbar unter http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/RS/Biologie/RS_Biologie_Endfassung.pdf [letzter Zugriff 17.12.2011].

MSW NRW (Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg. 2011b): Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen – Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik. Online verfügbar unter

http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/NW/GE_NW_Bio_Che_Phy_Endfassung.pdf [letzter Zugriff 17.12.2011].

Nadelson, L. & Sinatra, G. (2009): Educational Professionals' Knowledge and Acceptance of Evolution. In: *Evolutionary Psychology*, 7(4), S.490-516.

Nadelson, L.S. & Southerland, S.A. (2010): Examining the Interaction of Acceptance and Understanding: How Does the Relationship Change with a Focus on Macroevolution? In: *Evolution Education and Outreach*, 3, S. 82-88.

Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007): Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools? In: *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), S. 699-723.

Neuhaus, B.& Braun, E. (2007): Testkonstruktion und Testanalyse- praktische Tipps für empirisch arbeitende Didaktiker und Schulpraktiker. In: *Kompetenzentwicklung und Assessment*, Band 9, S. 135-164.

Nussbaum, A. (2006): Orthodox Jews & Science: An Empirical Study of their Attitudes Toward Evolution, the Fossil Record and Modern Geology. In: *Skeptic*, 12(3). Online verfügbar unter http://www.skeptic.com/reading_room/orthodox-jews-and-science/ [letzter Zugriff 13.12.2011].

Ohly, P. (2011): Evolutionstheorie und Schöpfungslehre im Biologieunterricht. In: Dreesmann, D., Graf, D. & Witte, K. (Hrsg.): *Evolutionsbiologie: Moderne Themen für den Unterricht*. Springer Akademischer Verlag, Heidelberg. S. 485-503.

Olson, J. M., & Zanna, M. P. (1993): Attitudes and attitude change. In: *Annual Review of Psychology*, 44, S. 117-154.

Oskamp, S. & Schultz, P.W. (2005): *Attitudes and Opinions*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.

Özay Köse, E. (2010): Biology Students' and Teachers' Religious Beliefs and Attitudes towards Theory of Evolution. In: *H.U. Journal of Education*, (38), S. 189-200.

Pallant, J. (2010): *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis using SPSS for Windows*. Open University Press.

- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., Gertzog, W.A. (1982):** Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. In: Science Education, 66 (2), S. 211-227.
- Prinou, L., Halkia, L., Skordoulis, C. (2008):** What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? In: Evolution Education and Outreach, 1, S. 312-317.
- Retzlaff-Fürst, C. & Urhahne, D. (2009):** Evolutionstheorie, Religiosität und Kreativismus und wie die Schüler darüber denken. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 62 (3), S. 173-178.
- Riemeier, T. (2007):** Moderater Konstruktivismus. In: Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.): Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Springer Verlag, Berlin. S. 69-79.
- Rosenberg, M.J. & Hovland, C.I. (1966):** Cognitive, affektive, and behavioural components of attitudes. In: Rosenberg, M.J., Hovland, C.J., Mcguire, W.J., Abelson, R.P., Brehm, J.W. (Hrsg.): Attitude organization and change. New Haven, London.
- Rutledge, M. L., & Mitchell, M. A. (2002):** High school biology teachers' knowledge structure, acceptance, and teaching of evolution. In: The American Biology Teacher, 64, S. 21-27.
- Rutledge, M. L., & Sadler, K. C. (2007):** Reliability of the measure of acceptance of the theory of evolution (MATE) instrument with university students. In: The American Biology Teacher, 51, S. 275-280.
- Rutledge, M. L. & Warden, M. A. (1999):** The Development and Validation of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution Instrument. In: School Science and Mathematics, 99, S. 13-18.
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (2000):** Science and high school biology teachers: Critical relationships. In: The American Biology Teacher, 62, S. 23-31.
- Schilders, M., Sloep, P., Peled, E., Boersma, K. T. (2009):** Worldviews and evolution in the biology classroom. In: Journal of Biological Education, 43(3), S. 115-120.

Settlage, J. (1994): Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense-making process. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (5), S. 449-457.

Settlage, J. & Jensen, M. (1996): Investigating the Inconcistencies in College Students Responses to Natural Selection Test Questions. In: *Electronic Journal of Science Education*, 1(1). Online verfügbar unter <http://ejse.southwestern.edu/article/viewArticle/7553/5320> [letzter Zugriff 13.12.2011].

Sinatra, G.M., Southerland, S.A., McConaughy, F., Demastes, J.W. (2003): Intentions and Beliefs in Students' Understanding and Acceptance of Biological Evolution. In: *Journal of Research in Science Teaching* 40(5), S. 510-528.

Sinclair, A. & Baldwin, B. (1996): The Relationship Between College Zoology Students' Religious Beliefs and Their Ability to Objectively View the Scientific Evidence Supporting Evolutionary Theory. Paper presented at the annual Meeting of the American Educational Research Association New York, NY.

Southerland, S., & Sinatra, G. (2003): Learning about biological evolution: A special case of intentional conceptual change. In: Sinatra, G. & Pintrich, P.R. (Hrsg.): *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. S. 317-345.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985): A conceptual change view of learning and understanding. In: West, L.H.T. & Pines, A.L. (Hrsg.): *Cognitive structure and conceptual change*, Academic Press, Orlando FL.

Strike, K.A. & Posner, G.J. (1992): A revisionist theory of conceptual change. In: Duschl, R.A. & Hamilton, R.J. (Hrsg.): *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice*. State University of New York Press, Albany, NY.

Trani, R. (2004): I won't teach evolution: It's against my religion. In: *The American Biology Teacher*, 66, S. 419-427.

Wallin, A., Hagman, M., & Olander, C. (2001): Teaching and learning about the biological evolution: Conceptual understanding before, during and after teaching. In: García-Rodeja Gayoso, I., Díaz de Bustamante, J., Harms, U. & M.P. Jiménez Aleixandre, M.P. (Hrsg.): *Proceedings from III Conference of European Researchers in Didactic of Biology (ERIDOB)*. Spain: Universidade de Santiago de Compostela. S. 127-139.

Wallin, A. (2011): Zu einer inhaltsorientierten Theorie des Lernens und Lehrens der biologischen Evolution. In: Graf, D. (Hrsg.): Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich. Springer, Berlin. S. 119-139.

Wandersee, J.H., Good, R.G., Demastes, S.S. (1995): Forschung zum Unterricht über Evolution: Eine Bestandsaufnahme. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 1, S. 43-54.

Waschke, T. (2000): Was ist Kreationismus? Online verfügbar unter <http://www.waschke.de/twaschke/artikel/kreati/kreati.htm> [letzter Zugriff 13.12.2011].

Waschke, T. (2002): Die Kreationisten: pseudowissenschaftliche Evolutionsgegner mit biblischem Hintergrund. In: MIZ, 3/02, S. 39-48.

Waschke, T. & Lammers, C. (2011): Evolutionstheorie im Biologieunterricht – (k)ein Thema wie jedes andere? In: Dreesmann, D., Graf, D. & Witte, K. (Hrsg.): Evolutionsbiologie: Moderne Themen für den Unterricht. Springer Akademischer Verlag, Heidelberg. S. 505-534.

Weiber, R. & Mühlhaus, D. (2010): Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von Amos, SmartPLS und SPSS. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.

Weitzel, H. (2006): Biologie verstehen: Vorstellungen zu Anpassung. Didaktisches Zentrum Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Band 15.

Weitzel, H. & Gropengießer, H. (2009): Vorstellungsentwicklung zur stammesgeschichtlichen Anpassung: Wie man Lernhindernisse verstehen und förderliche Lernangebote machen kann. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15, S. 285-303.

Wescott, D. & Cunnigham, D. (2005): Recognizing Student Misconceptions about Science and Evolution. In: MountainRise 2(2). Online verfügbar unter <http://mountainrise.wcu.edu/index.php/MtnRise/article/view/60> [letzter Zugriff 13.12.2011].

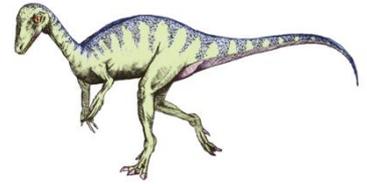
Woods, C. S. & Scharmann, L. C. (2001): High School Student's Perceptions of Evolutionary Theory. In: Electronic Journal of Science Education, 6(2), S. 1-21.

Zabel, J. (2006): Evolutionsunterricht in der Sekundarstufe I. Argumente und Anregungen. In: Rottländer, E. & Zabel, J. (Hrsg.): Praxis der Naturwissenschaften Biologie: Evolution. Unterrichtsmodelle für die S I. Aulis Verlag, Köln und Leipzig, Heft 6, 55. Jg.

Zabel, J. (2009): Die Rolle der Narration beim Verstehen der Evolutionstheorie. Didaktisches Zentrum der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Band 24.

7 Anhänge

Anhang I: Fragebogen



Liebe Schülerin, lieber Schüler,
wir sind Wissenschaftler der Universität Dortmund und beschäftigen uns damit, was Schüler über die Evolution wissen und denken. Uns interessieren dabei besonders auch deine Vorstellungen. Daher bitten wir dich, an unserer Fragebogenaktion teil zu nehmen. Lies dir zunächst einmal die Aussagen in Ruhe durch und entscheide dann ob du dieser Aussage zustimmst oder nicht. Bitte kreuze immer nur ein Kästchen an. Deine Antworten werden absolut anonym behandelt und in keiner Weise bewertet. Auch dein Lehrer wird deine Antworten nicht zu Gesicht bekommen.
Wir bedanken uns im Voraus schon einmal, dass du durch deine Antworten unsere Untersuchung unterstützt!

Teil A: Ein paar allgemeine Informationen über dich:

- 1.) Ich bin _____ Jahre alt.
- 2.) Ich bin weiblich männlich.
- 3.) Auf welche Schule gehst du?
 - Hauptschule
 - Realschule
 - Gymnasium
 - Gesamtschule
- 4.) Ich gehe in die _____ Klasse.
- 5.) Hattest du bereits Evolutionsunterricht in der Schule? ja nein weiß nicht
- 6.) Wie ist dein Interesse an Biologie?
 - hoch
 - mittel
 - niedrig
- 7.) Welcher Religion gehörst du an?
 - katholisch
 - evangelisch
 - muslimisch
 - andere, nämlich _____
 - keine

Teil B

Im Folgenden werden dir verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte kreuze jeweils an, inwieweit du der Aussage zustimmst. (☺ = stimmt genau, 😊 = stimmt fast, 😐 = weder noch, ☹ = stimmt kaum, ☹ = stimmt gar nicht)

1.) Ich glaube an die Existenz Gottes.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

2.) Alle Lebewesen wurden von Gott erschaffen.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

3.) Tiere und Pflanzen wurden zum Nutzen des Menschen geschaffen.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

4.) Der Mensch steht über allen. Er ist die Krone der Schöpfung.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

5.) Alle Lebewesen der Erde sind im Laufe der Evolution durch natürliche Kräfte ohne das Wirken Gottes entstanden.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

Teil C

Nach dem gleichen Schema geht es weiter. Also los!!!

1.) Menschen existieren heute im Wesentlichen in der derselben Form, in der sie schon immer existiert haben.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

2.) Evolution ist eine wissenschaftlich gültige Theorie.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

3.) Die Evolutionstheorie beruht auf Spekulationen, nicht auf gültigen wissenschaftlichen Beobachtungen und Tests.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

4.) Die verfügbaren Daten liefern kein eindeutiges Ergebnis, ob Evolution tatsächlich stattfindet.

☺ 😊 😐 ☹ ☹

5.) Die Evolutionstheorie wird durch historische und im Labor erhaltene Daten unterstützt.

😊 😊 😐 😞 😞

6.) Die Evolutionstheorie kann nicht korrekt sein, da sie der Schilderung der Schöpfung in den religiösen Schriften (z.B. Bibel, Koran...) widerspricht.

😊 😊 😐 😞 😞

7.) Die meisten Wissenschaftler akzeptieren die Evolutionstheorie als wissenschaftlich gültig.

😊 😊 😐 😞 😞

8.) Das Alter der Erde beträgt weniger als 20000 Jahre.

😊 😊 😐 😞 😞

9.) Die Evolutionstheorie liefert überprüfbare Vorhersagen über die Merkmale des Lebens.

😊 😊 😐 😞 😞

10.) Lebewesen existieren heute im Wesentlichen in derselben Form, in der sie schon immer existiert haben.

😊 😊 😐 😞 😞

11.) Die Evolution ist keine wissenschaftlich gültige Theorie.

😊 😊 😐 😞 😞



12.) Es gibt eine beachtliche Datenmenge, die die Evolutionstheorie unterstützt.

😊 😊 😐 😞 😞

13.) Ein Großteil der Wissenschaftler/innen bezweifelt, dass Evolution auftritt.

😊 😊 😐 😞 😞

14.) Die heutige Evolutionstheorie ist das Ergebnis stichhaltiger wissenschaftlicher Forschung und Methodik.

😊 😊 😐 😞 😞

15.) Die Evolutionstheorie kann nicht wissenschaftlich überprüft werden.

😊 😊 😐 😞 😞

16.) Der moderne Mensch ist das Ergebnis evolutionärer Prozesse, die über Millionen von Jahren stattgefunden haben.

😊 😊 😐 😞 😞

17.) Das Alter der Erde beträgt mindestens 4 Milliarden Jahre.

😊 😊 😐 😞 😞

18.) Abgesehen von einigen Ausnahmen entstanden alle Lebewesen auf der Erde ungefähr zur gleichen Zeit.

😊 😊 😐 😞 😞

19.) Die heutigen Lebewesen sind das Ergebnis evolutionärer Prozesse, die über Millionen von Jahren stattgefunden haben.

😊 😊 😐 😞 😞

20.) Die Evolutionstheorie gibt den verschiedenen Merkmalen und Verhaltensweisen, die sich bei Lebewesen beobachten lassen, eine Bedeutung.

😊 😊 😐 😞 😞

Teil D

1.) Alle Tiere und Pflanzen haben sich aus einem gemeinsamen Vorfahren entwickelt.

😊 😊 😐 😞 😞

2.) Der Mensch hat sich aus affenartigen Vorfahren entwickelt.

😊 😊 😐 😞 😞

3.) Es ist unmöglich, dass das Leben durch Zufall entstanden ist.

😊 😊 😐 😞 😞

4.) Damit man wissenschaftliche Aussagen über vergangene Ereignisse in der Natur machen kann, müssen sie direkt beobachtet worden sein.

😊 😊 😐 😞 😞

5.) Mit wissenschaftlichen Verfahren lässt sich das Alter der Erde relativ genau bestimmen.

😊 😊 😐 😞 😞

6.) In wie weit Lebewesen miteinander verwandt sind lässt sich anhand der Gene nachweisen.

😊 😊 😐 😞 😞

7.) Die Erde ist nicht alt genug für den Ablauf der Evolution.

😊 😊 😐 😞 😞

Teil E

1.) Einige der heutigen wissenschaftlichen Auffassungen unterscheiden sich von dem, was Wissenschaftler früher gedacht haben.

😊 😊 😐 😞 😞

2.) Die Vorstellungen in wissenschaftlichen Büchern ändern sich manchmal.

😊 😊 😐 😞 😞

3.) Es gibt einige Fragen, auf die auch Wissenschaftler keine Antworten haben.

😊 😊 😐 😞 😞

4.) Die Vorstellungen in der Wissenschaft ändern sich manchmal.

😊 😊 😐 😞 😞

5.) Neue Entdeckungen können die Auffassung der Wissenschaftler über das was wahr ist ändern.

😊 😊 😐 😞 😞

6.) Wissenschaftler ändern manchmal ihre Meinung über das was wahr ist.

😊 😊 😐 😞 😞

7.) Die Ideen für wissenschaftliche Experimente entstehen dadurch, dass man wissbegierig ist und hinterfragt, wie verschiedene Dinge funktionieren.

😊 😊 😐 😞 😞

8.) In der Wissenschaft kann es für die Wissenschaftler mehrere Wege geben, ihre Vorstellungen zu testen.

😊 😊 😐 😞 😞

9.) Ein wichtiger Teil der Wissenschaft ist es, Experimente durchzuführen, um zu neuen Vorstellungen zu gelangen, wie verschiedene Dinge funktionieren.

😊 😊 😐 😞 😞

10.) Es ist gut, Experimente mehrmals durchzuführen, um die Ergebnisse abzusichern.

😊 😊 😐 😞 😞

11.) Gute Ideen in der Wissenschaft können von jedem kommen, nicht nur von Wissenschaftlern.

😊 😊 😐 😞 😞

12.) Ein guter Weg herauszufinden, ob etwas wahr ist, ist ein Experiment durchzuführen.

😊 😊 😐 😞 😞

13.) Gute Antworten basieren auf Beweisen aus vielen verschiedenen Experimenten.

😊 😊 😐 😞 😞

14.) Wissenschaftliche Vorstellungen entstehen durch eigenes Hinterfragen und Experimentieren.

😊 😊 😐 😞 😞

15.) Es ist gut, eine Idee zu haben, bevor man mit einem Experiment beginnt.

😊 😊 😐 😞 😞

Teil F

In diesem Abschnitt werden dir unterschiedliche Antwortmöglichkeiten vorgegeben. **Wichtig:** Im ersten Teil einer jeden Aufgabe wirst du gefragt, was **nach Ansicht der Wissenschaft (Evolutionstheorie)** richtig ist. In dem zweiten Teil der Aufgabe wird gefragt ob du das **persönlich** auch so siehst oder ob du eine andere Antwortmöglichkeit für wahrscheinlicher hältst.

1.) Geparden können bis zu 96 km/h laufen, wenn sie Beute jagen. Ihre Vorfahren konnten dagegen nur eine Geschwindigkeit von bis zu 32 km/h erreichen.



Wie erklärt die Evolutionstheorie diese Zunahme der Geschwindigkeit?

- A. Die Geparden wurden von sich aus schneller, um besser Beute machen zu können.
- B. Die schnelleren Geparden konnten mehr Beute fangen und mehr Nachwuchs versorgen und groß ziehen. Dadurch waren ihre Gene in der nächsten Generation besser vertreten.

C. Die Geparden verwendeten ihre Laufmuskulatur regelmäßig. Dadurch wurde diese über Generationen gestärkt.

D. Die Antwort ist anders: _____

E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

Ich habe dazu keine Vorstellung

2.) Ende des 19. Jahrhunderts führte der Zoologe August Weismann folgendes Experiment durch: Er schnitt Mäusen die Schwänze komplett ab, um festzustellen, welche Auswirkungen dies auf die direkten Nachkommen haben würde.

Wie müssten die Kinder dieser Mäuse laut Evolutionstheorie aussehen?

A. Sie hätten verschieden lange Schwänze, im Durchschnitt jedoch etwas kürzer als die Schwänze der Eltern.

B. Ihr Schwanz wäre entweder exakt so lang wie der der Mutter oder der des Vaters (vor dem Abschneiden).

C. Sie hätten gar keinen Schwanz.

D. Das Abschneiden hätte keinen Effekt auf die Schwanzlänge der Kinder.

E. Die Antwort ist anders: _____

F. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Antwort D ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

Ich habe dazu keine Vorstellung

3.) Nehmen wir an, Herr Weismann hätte auch den Nachkommen wieder die Schwänze abgeschnitten und deren Nachkommen auch usw., das ganze insgesamt 20 Generationen lang.

Wie müssten die Mäuse der 21. Generation laut Evolutionstheorie aussehen?

A. Sie hätten verschieden lange Schwänze, die aber deutlich kürzer wären als die der Eltern der ersten Generation.

B. Ihr Schwanz wäre entweder exakt so lang wie der der Mutter der ersten Generation oder der des Vaters der ersten Generation (vor dem Abschneiden).

C. Sie hätten gar keinen Schwanz.

D. Das Abschneiden hätte keinen Effekt auf die Schwanzlänge der Kinder.

E. Die Antwort ist anders: _____

F. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Antwort D ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

Ich habe dazu keine Vorstellung

4.) Du beobachtest folgende Situation: Am Südpol zeugen ein männlicher Pinguin mit normal dichtem Gefieder und ein weiblicher Pinguin mit sehr dichtem Gefieder ein Junges. Dies hat auch ein sehr dichtes Gefieder.

Wie erklärt die Evolutionstheorie diese Situation?

- A. Da es am Südpol sehr kalt ist, musste das Junge das dichteste Gefieder erhalten, das der elterliche Genpool zu bieten hat.
- B. Da hat das Junge Glück gehabt. Es hätte auch ein nicht so dichtes Gefieder bekommen können.
- C. Weil das Junge sonst erfroren wäre, wuchs das Gefieder stärker.
- D. Die Antwort ist anders: _____

- E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

- Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

- Ich habe dazu keine Vorstellung

5.) Im Wurf einer Feldmaus befindet sich eine Maus mit zufällig veränderten Genen.

Was wird laut Evolutionstheorie mit ihr geschehen?

- A. Sie wird in jedem Fall aufgrund ihrer Veränderung in den Genen früh sterben.
- B. Sie könnte trotz oder wegen ihrer Veränderung in den Genen überleben und sogar Nachkommen zeugen.
- C. Sie wird auf jeden Fall überleben, da Veränderungen in den Genen einen Organismus immer stärken. Sie kann Nachkommen zeugen.
- D. Die Antwort ist anders: _____

- E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

Ich habe dazu keine Vorstellung



6.) Wir betrachten eine Population von Bäumen in einem Gebiet, in dem heiße und trockene Sommer regelmäßig wiederkehren. Angenommen die Sommer in diesem Gebiet würden zukünftig immer trockener und heißer ausfallen.

Was würde man laut Evolutionstheorie erwarten?

- A. Viele Bäume würden aufgrund der Trockenheit eingehen.
 - B. Die Bäume würden sich von Generation zu Generation immer mehr an die Trockenheit anpassen.
 - C. Dadurch dass die Bäume ihren Austrocknungsschutz verstärkt nutzen, würde dieser von Generation zu Generation immer effektiver.
 - D. Die Antwort ist anders: _____
-

E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

Ich habe dazu keine Vorstellung

7.) Enten sind Wasservögel. Ihre Füße besitzen Schwimmhäute. Dieses Merkmal macht sie zu schnellen Schwimmern. Biologen glauben, dass sich Enten aus Landvögeln ohne Schwimmhäute entwickelt haben.

Wie erklärt die Evolutionstheorie die Entstehung der Schwimmhäute?

- A. Die Schwimmhäute erschienen bei den Vorfahren der Enten, weil sie im Wasser lebten und Schwimmhäute zum Schwimmen benötigten.
- B. Die Schwimmhäute entstanden durch zufällige Veränderungen in den Genen. Die von diesen Veränderungen in den Genen betroffenen Individuen mit Schwimmhäuten hatten gegenüber den Individuen ohne Schwimmhäute einen Vorteil und konnten mehr Nachkommen zeugen und groß ziehen.
- C. Dadurch das sich die Vorfahren der Enten verstärkt auf dem Wasser aufhielten und dabei ihre Füße zum Rudern benutzten, bildeten sich mit der Zeit Schwimmhäute aus, die an die nachfolgende Generation weiter gegeben wurden.
- D. Durch eine geologische Katastrophe starben alle Enten ohne Schwimmhäute aus. Nach dieser Katastrophe wurden die Gebiete von Enten mit Schwimmhäuten neu besiedelt.
- E. Die Antwort ist anders: _____

- F. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

- Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Antwort D ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

- Ich habe dazu keine Vorstellung

8.) Was würde laut Evolutionstheorie mit heutigen Entenpopulationen passieren, die ohne Gewässer leben müssten?

- A. Jede Generation von Enten würde ein wenig kleinere Schwimmhäute besitzen, bis eventuell nach vielleicht 50 bis 60 Generationen die Schwimmhäute fast vollständig verschwunden wären.
- B. Durch die neue Bewegung an Land würden sich die Schwimmhäute schnell zurück bilden und zum Laufen geeignete Füße entstehen.
- C. Viele Enten würden sterben, da ihre Füße schlecht an den neuen Lebensraum angepasst wären.
- D. Die Antwort ist anders: _____
-
- E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

- Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders: _____
-
- Ich habe dazu keine Vorstellung

9.) Stelle dir vor, die gesamte Erdgeschichte vom Zeitpunkt der Entstehung der Erde an bis heute sollte im zeitlichen Verlauf von einem Jahr, also 365 Tagen dargestellt werden.

Wann erscheinen laut Evolutionstheorie die ersten Menschen?

- A. Im Februar.
- B. In der Mitte des Jahres, ca. im Juli.
- C. Erst einige Minuten vor Ende des Dezembers.
- D. Die Antwort ist anders: _____
-
- E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders: _____

Ich habe dazu keine Vorstellung

10.) Die Lebensgeschichten von fünf Vögeln der gleichen Art sind unten dargestellt.

Der evolutionär erfolgreichste Vogel ist laut Evolutionstheorie der Vogel, der

A. Fünf Jahre lebt und im Laufe seines Lebens 12 Eier legt, von denen vier Küken überleben und sich fortpflanzen.

B. Vier Jahre lebt und im Laufe seines Lebens 8 Eier legt, von denen fünf Küken überleben und sich fortpflanzen.

C. Sechs Jahre lebt und im Laufe seines Lebens 2 Eier legt, von denen zwei Küken überleben und sich fortpflanzen.

D. Vier Jahre lebt und im Laufe seines Lebens 7 Eier legt, von denen sechs Küken überleben und sich fortpflanzen.

E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Antwort D ist richtig, Ich habe dazu keine Vorstellung

11.) Wie lange entwickeln sich die Lebewesen der Erde laut Evolutionstheorie weiter?

- A. Die Entwicklung wird nie aufhören.
 - B. Es fand nie eine Entwicklung statt.
 - C. Die Entwicklung wird solange voranschreiten, bis alle Lebewesen fertig entwickelt sind.
 - D. Die Antwort ist anders: _____
-

- E. Ich weiß es nicht.

Und wie siehst du das?

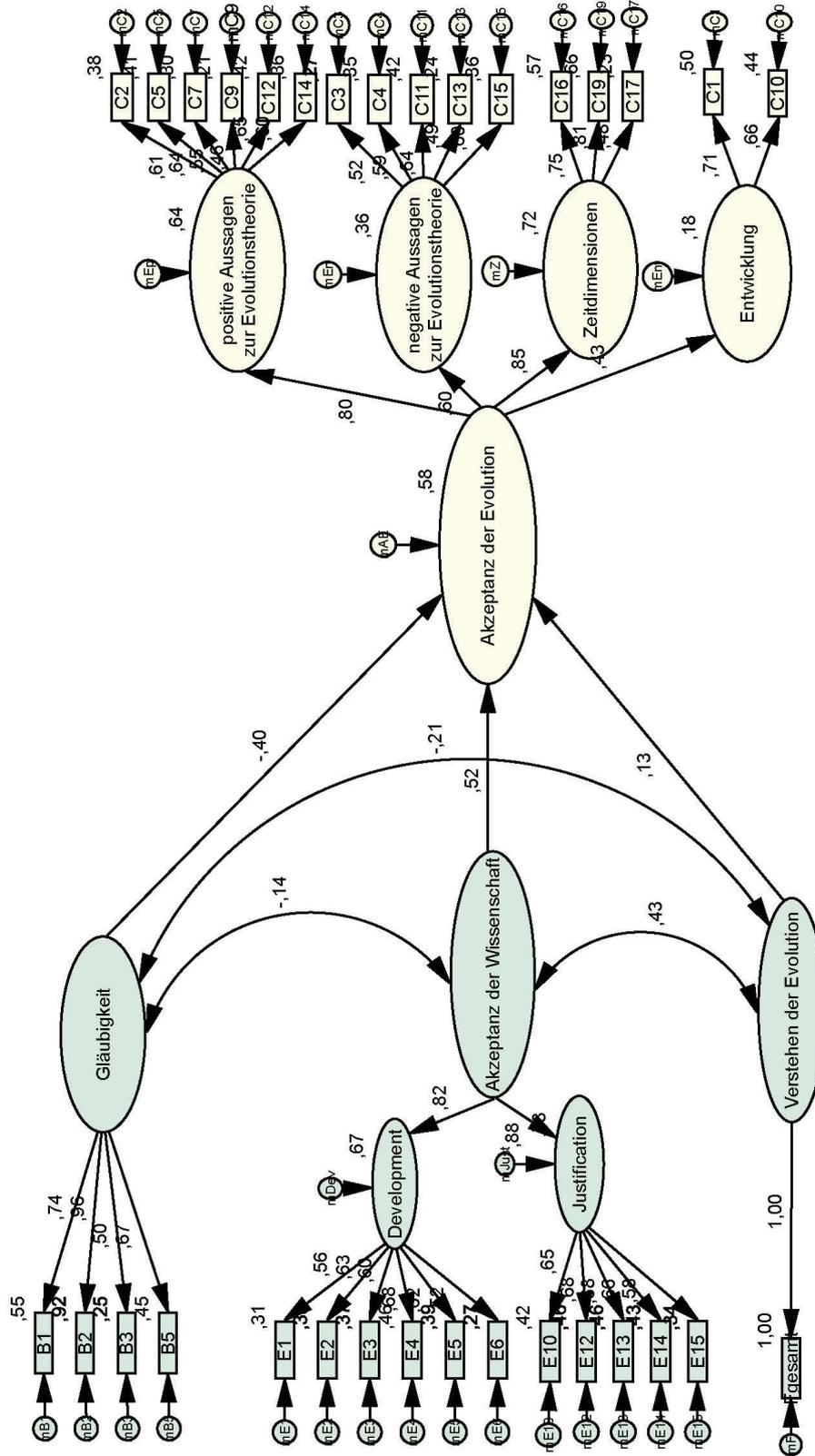
- Antwort A ist richtig, Antwort B ist richtig, Antwort C ist richtig, Die Antwort ist anders _____
-

- Ich habe dazu keine Vorstellung

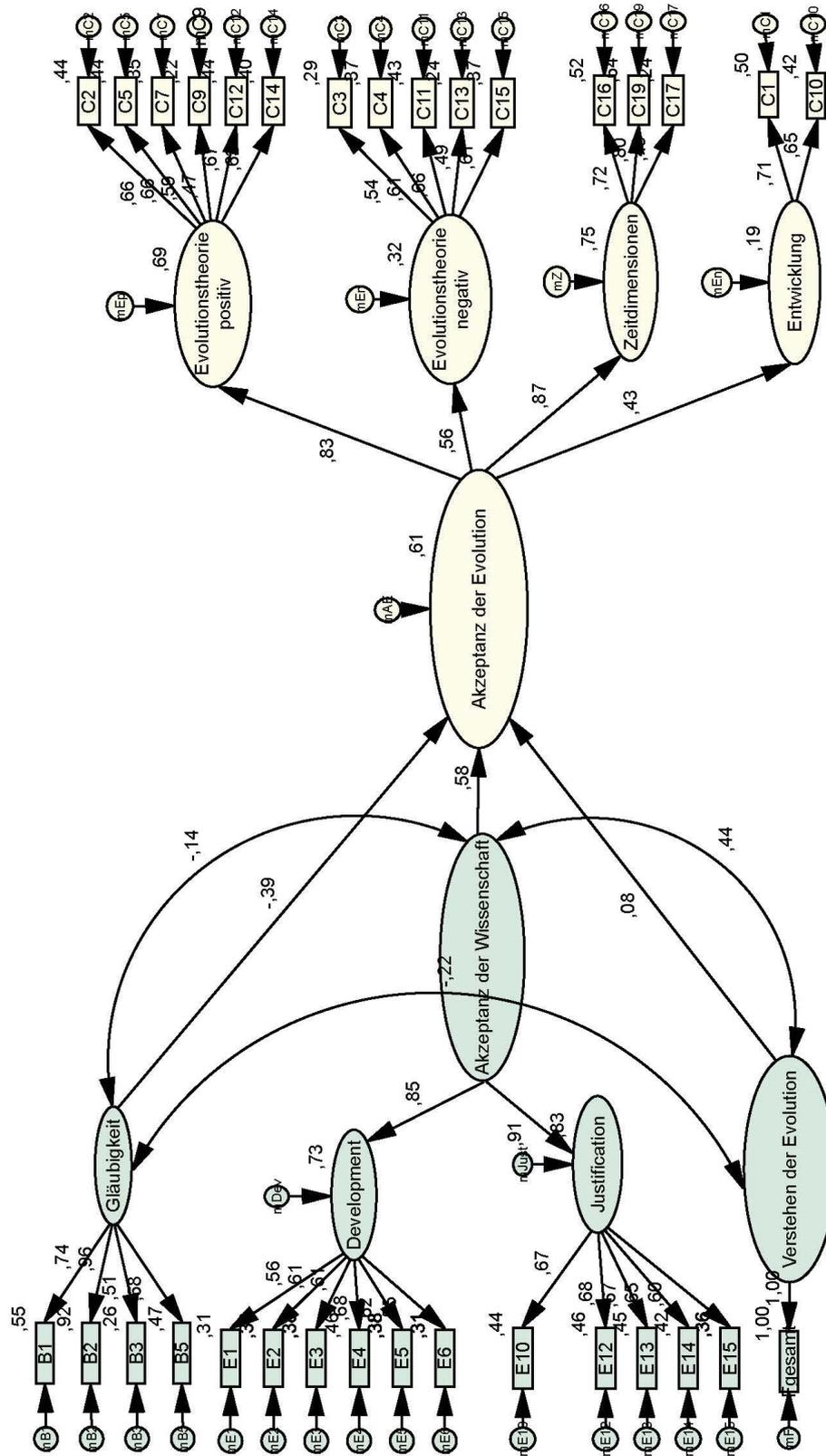


Geschafft!!! Vielen Dank für deine Mühe

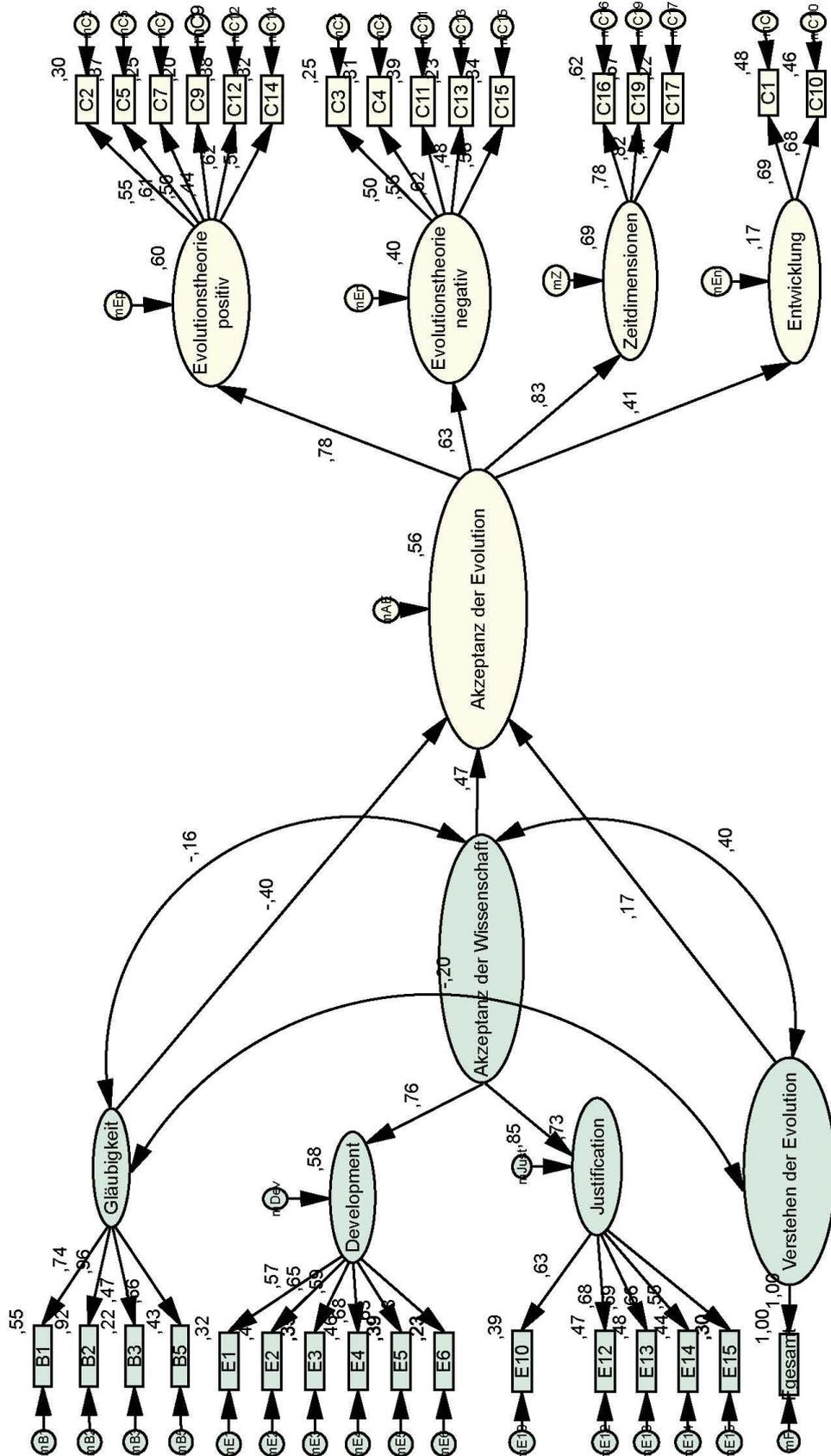
Anhang II: Strukturgleichungsmodell für die gesamte Probandengruppe



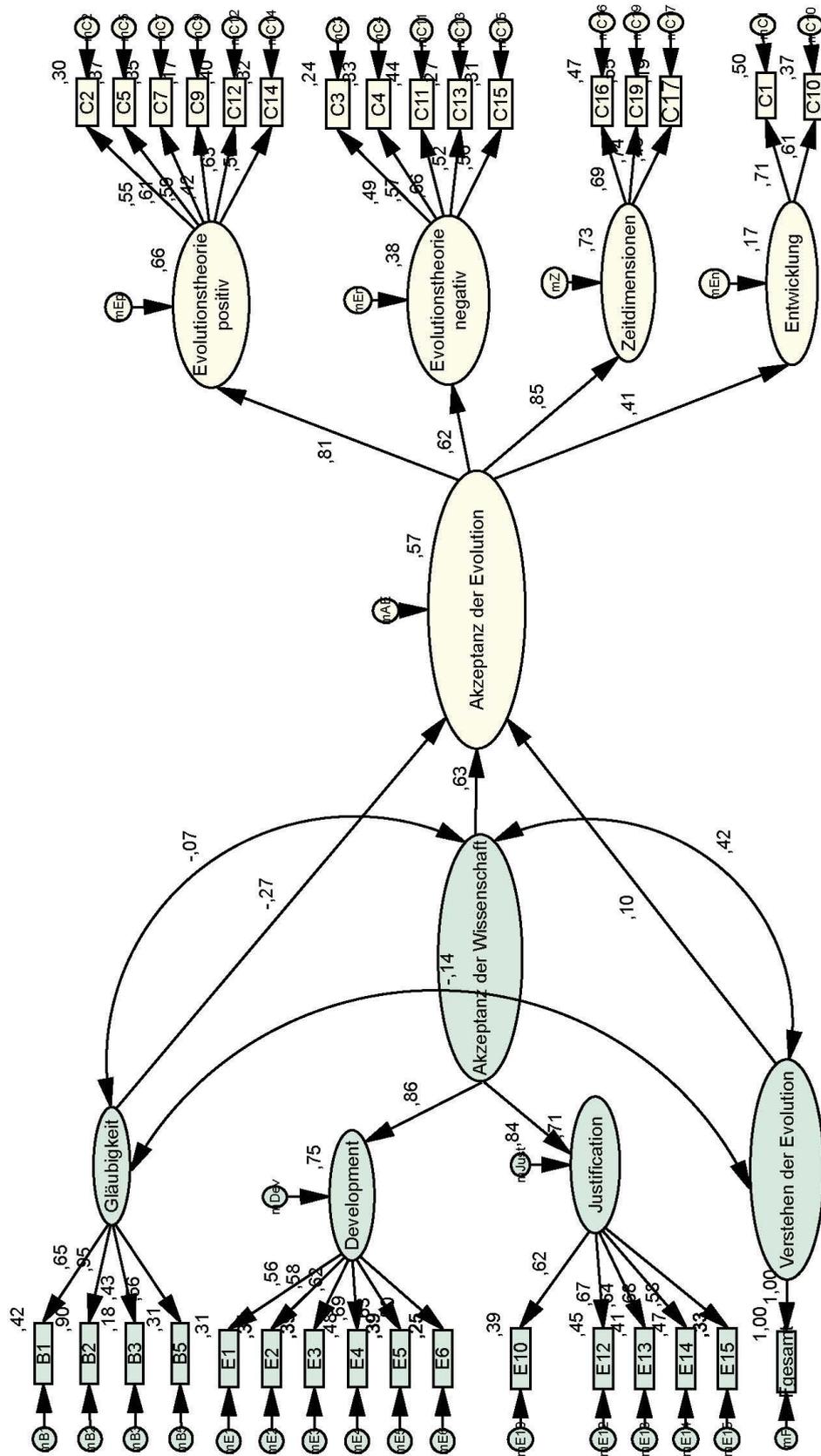
Anhang III: Strukturgleichungsmodell für männliche Probanden



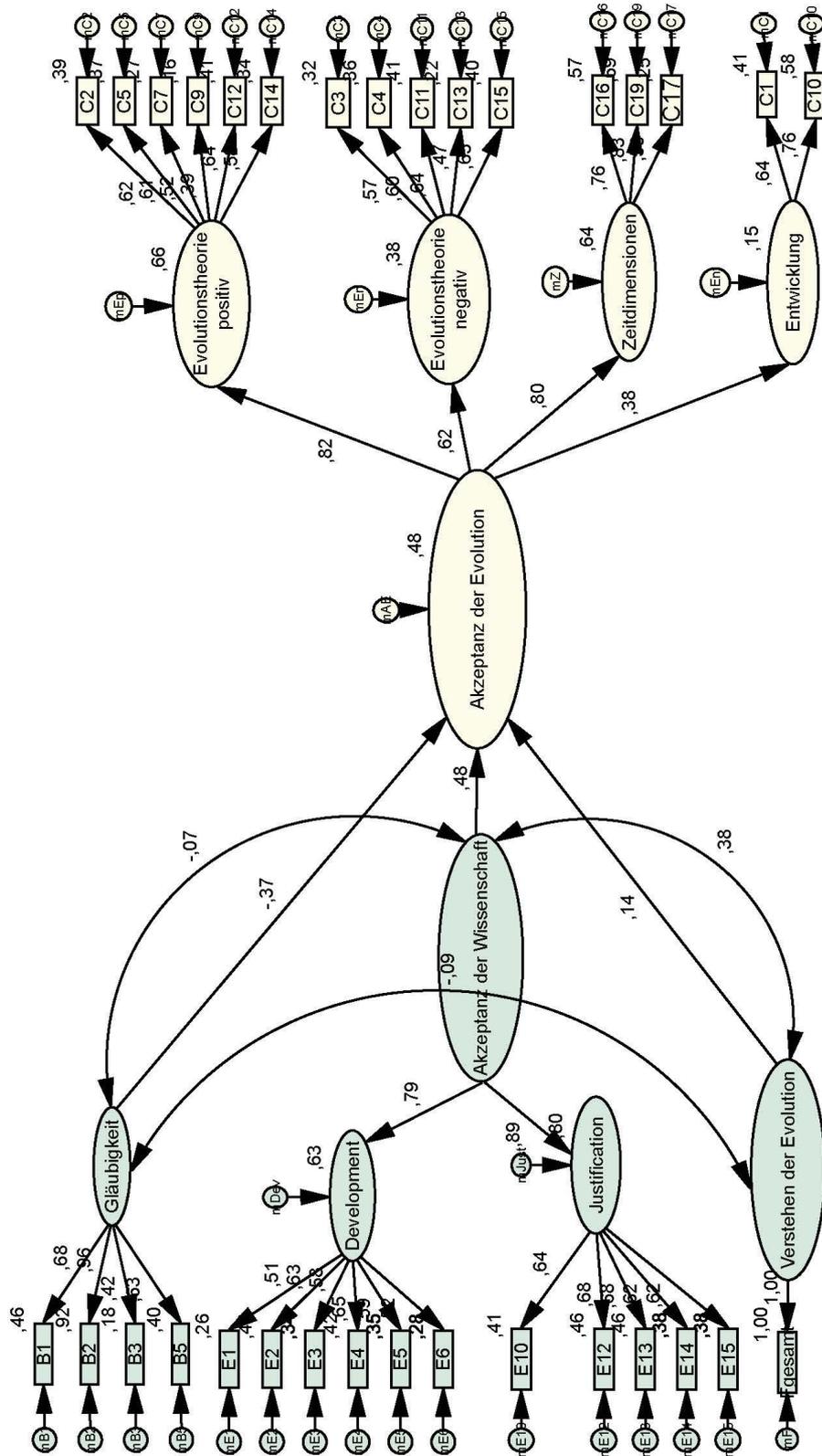
Anhang IV: Strukturgleichungsmodell für weibliche Probanden



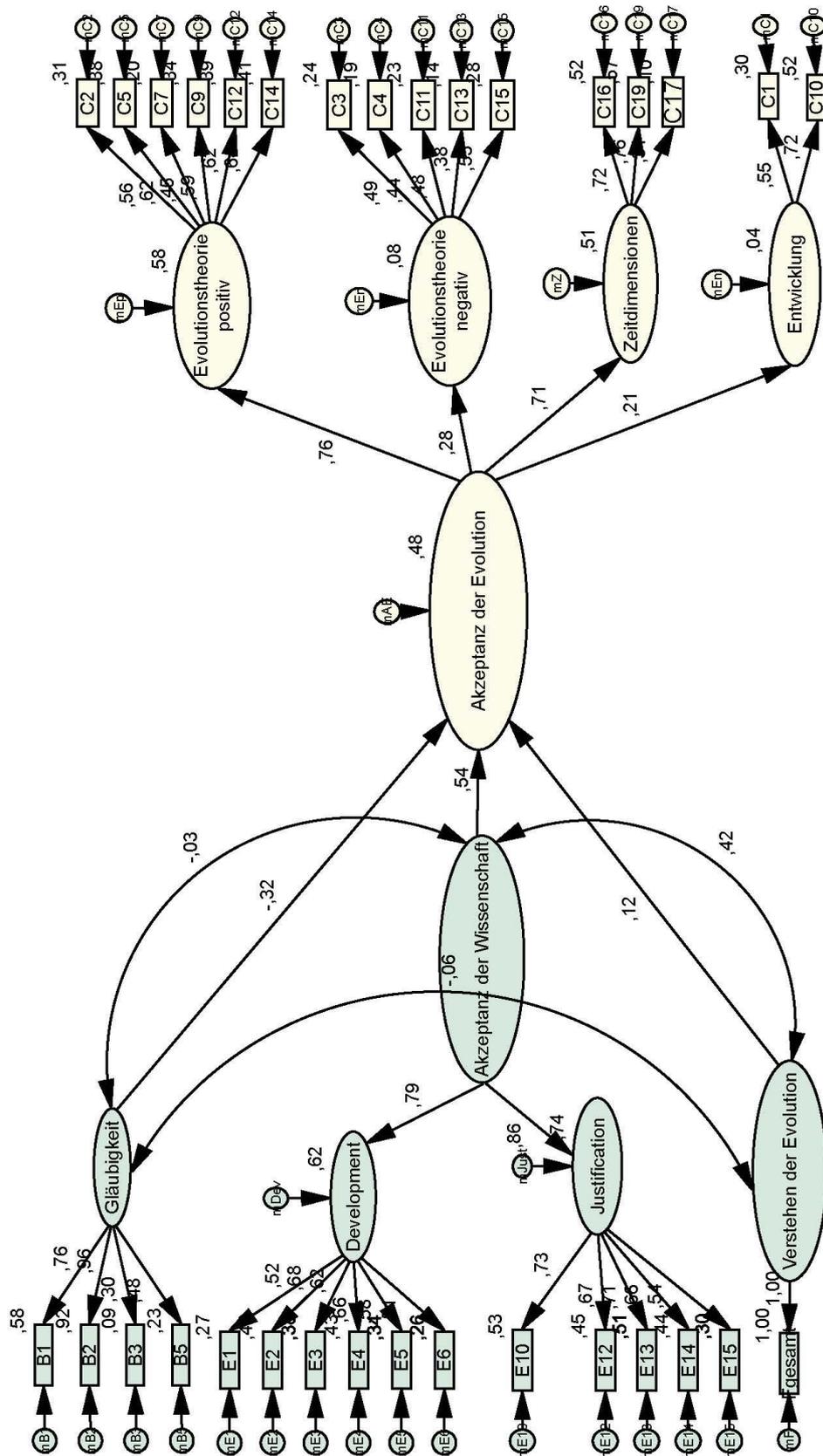
Anhang V: Strukturgleichungsmodell für katholische Probanden



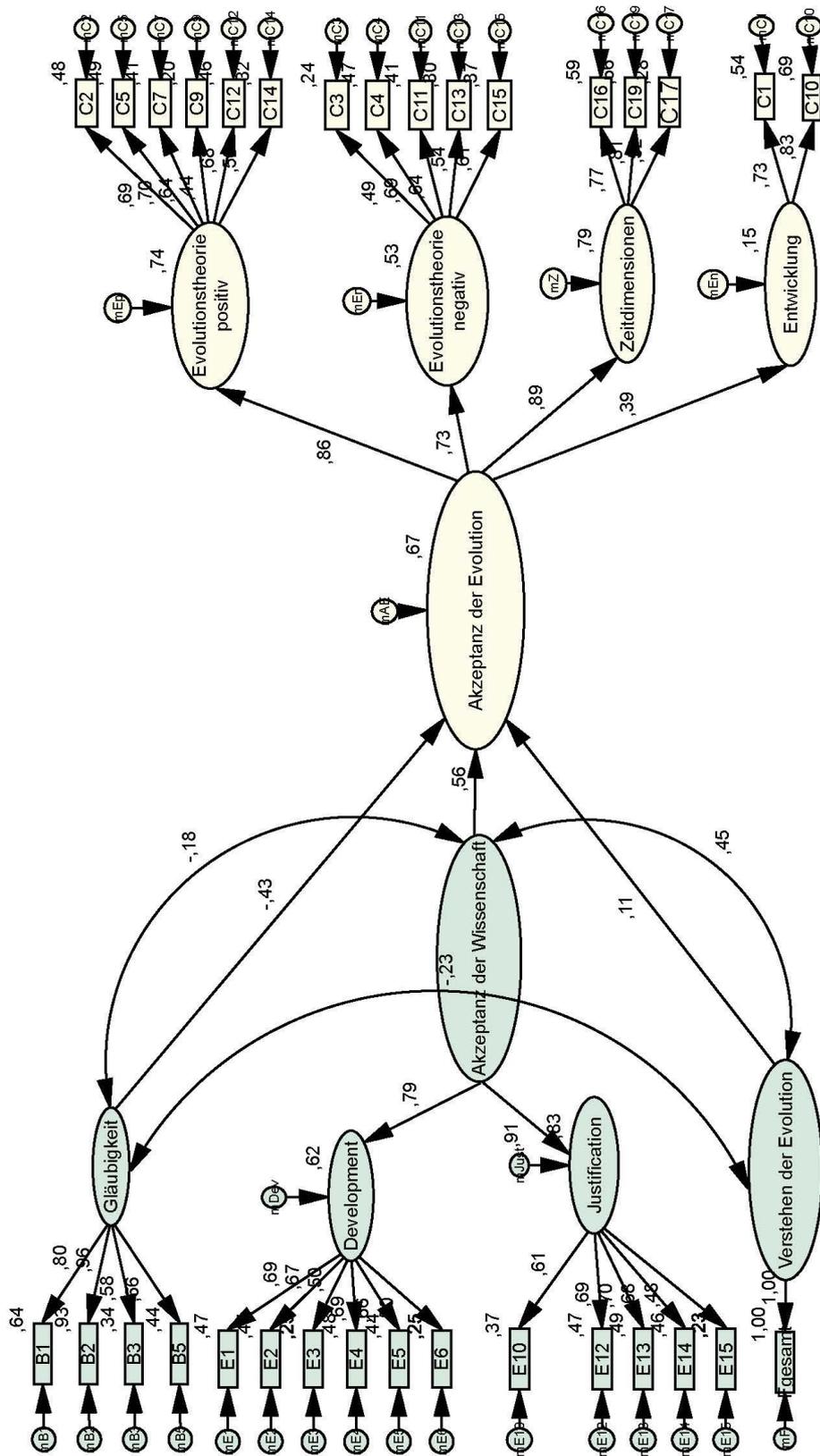
Anhang VI: Strukturgleichungsmodell für evangelische Probanden



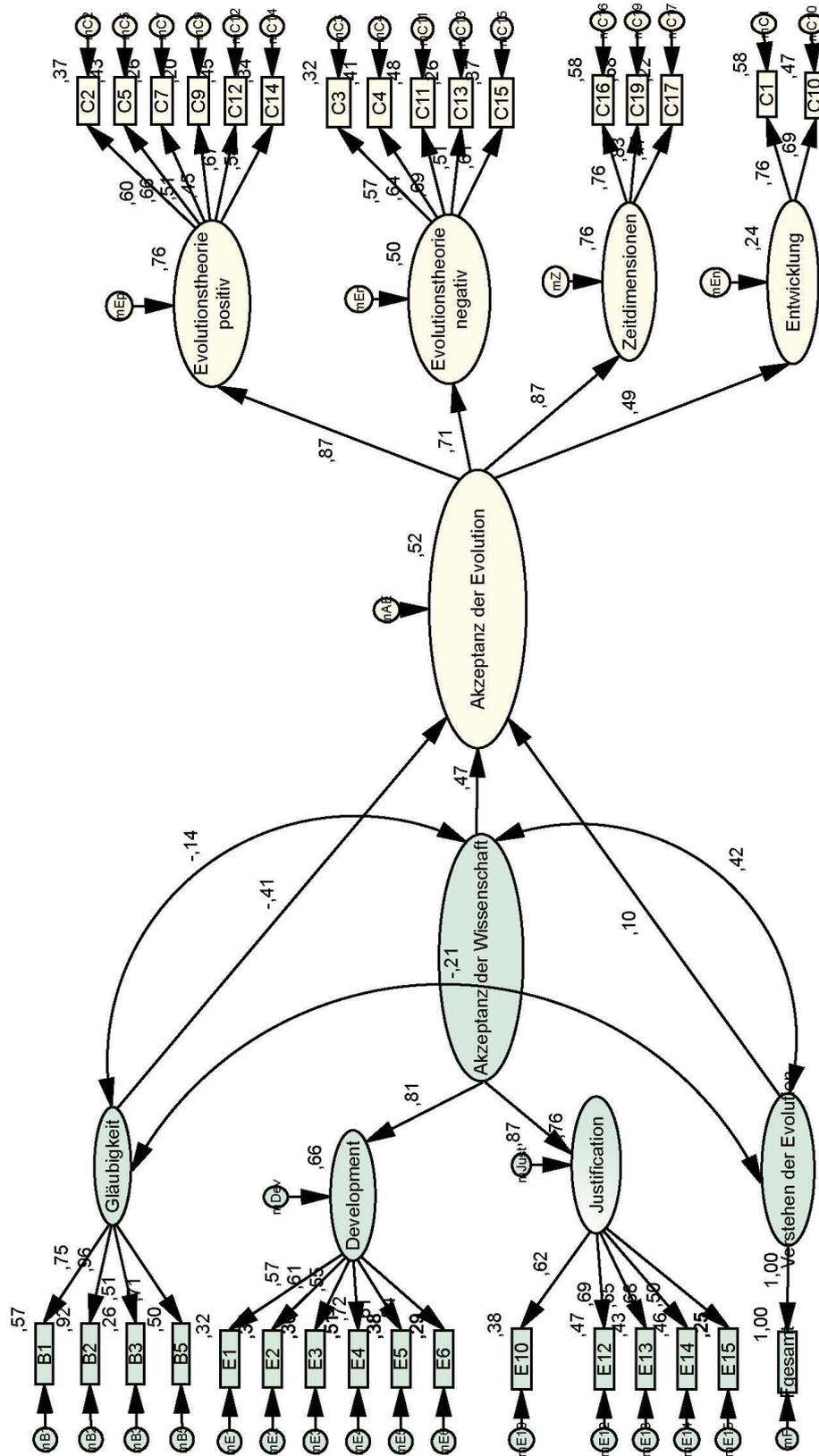
Anhang VII: Strukturgleichungsmodell für muslimische Probanden



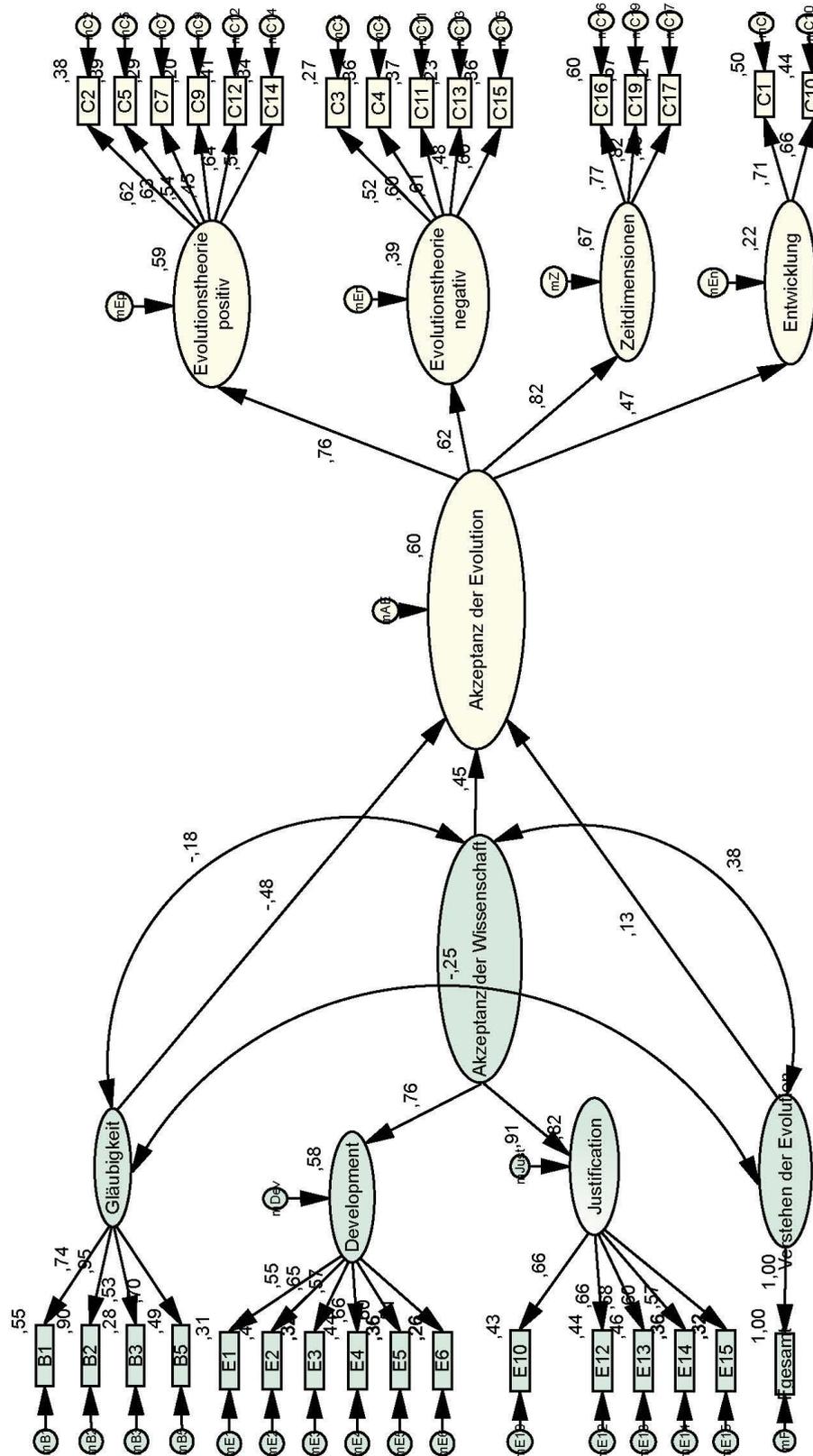
Anhang VIII: Strukturgleichungsmodell für konfessionslose Probanden



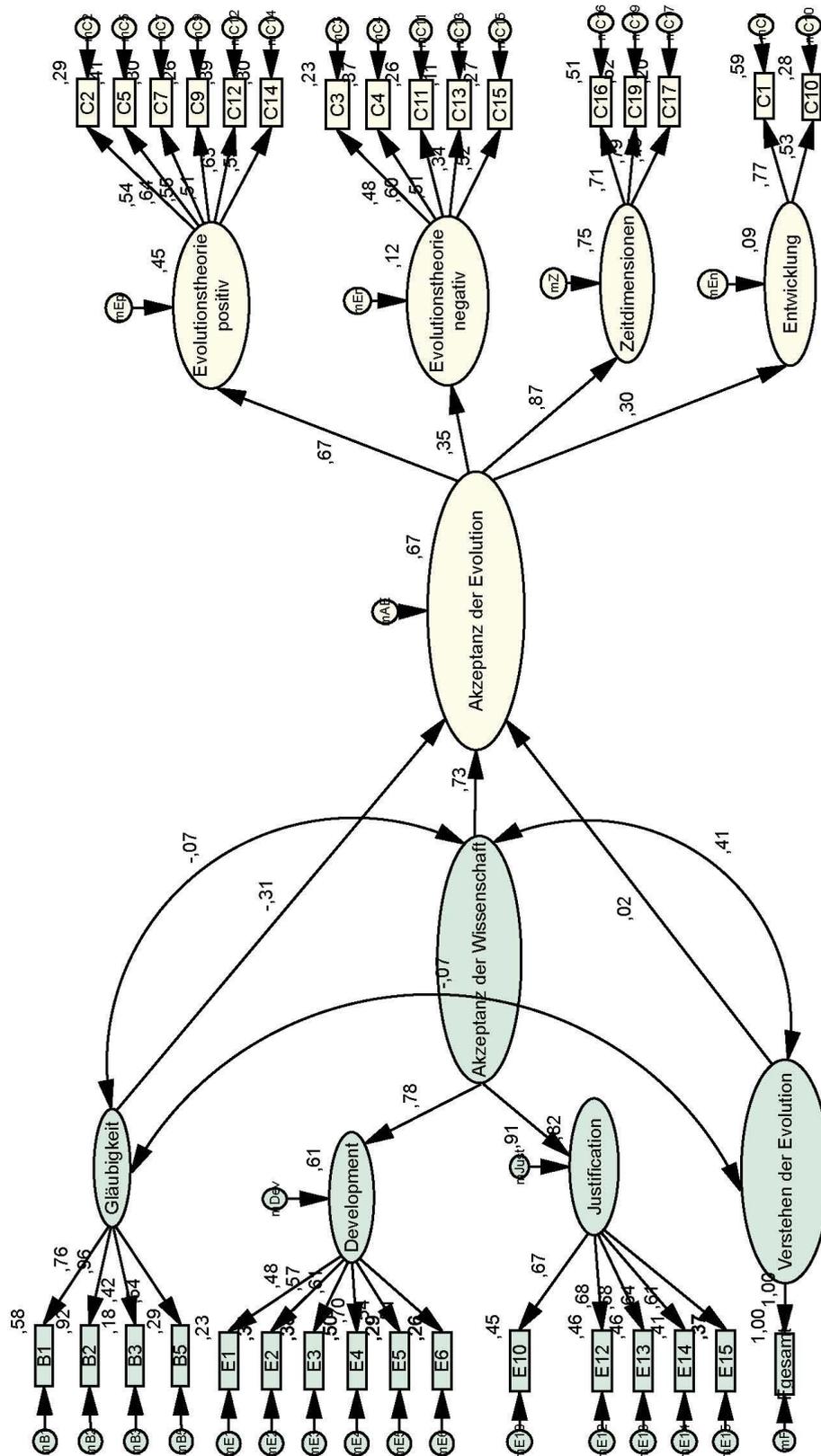
Anhang IX: Strukturgleichungsmodell für Probanden mit Evolutionsunterricht



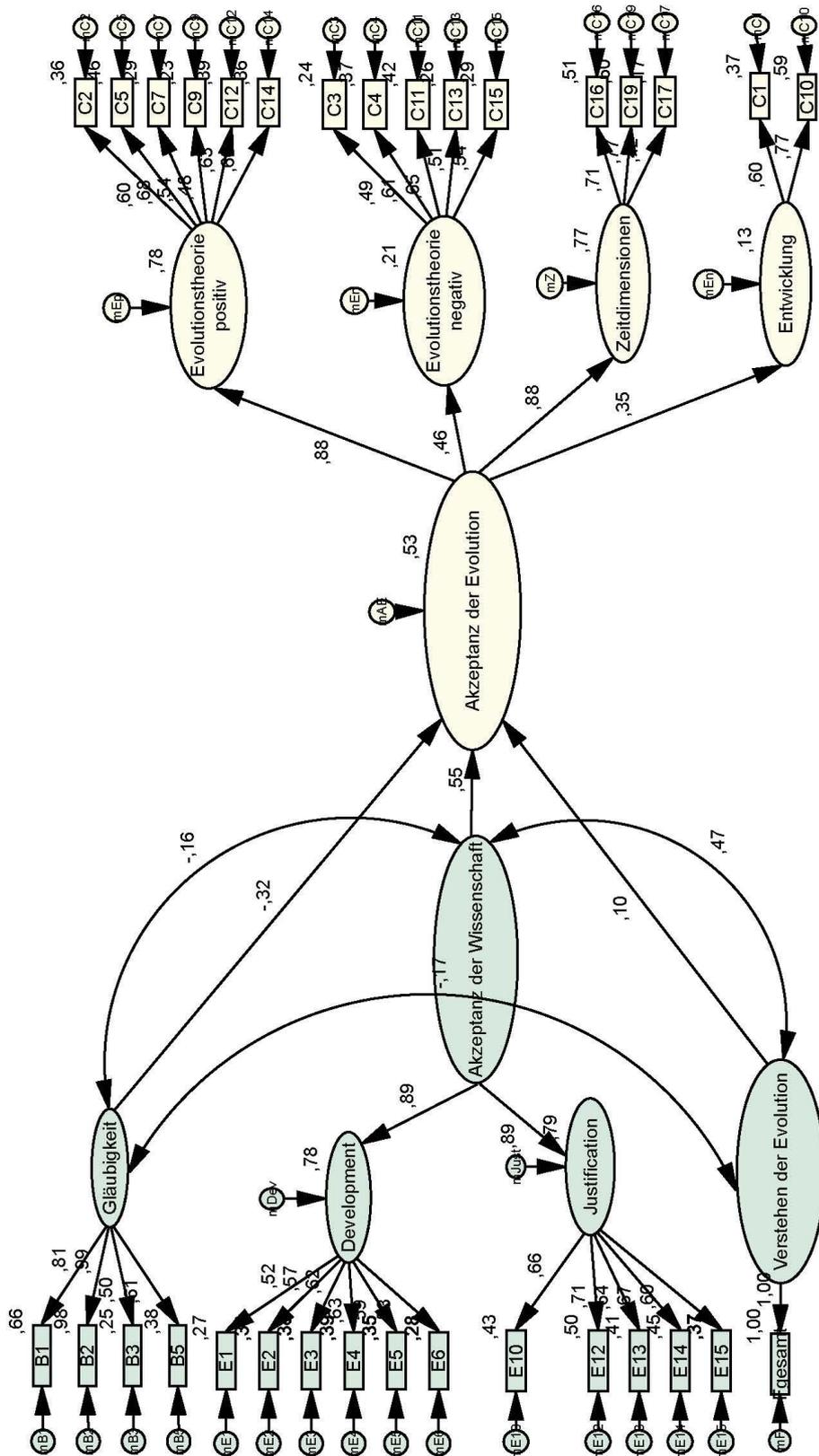
Anhang X: Strukturgleichungsmodell für Probanden ohne Evolutionsunterricht



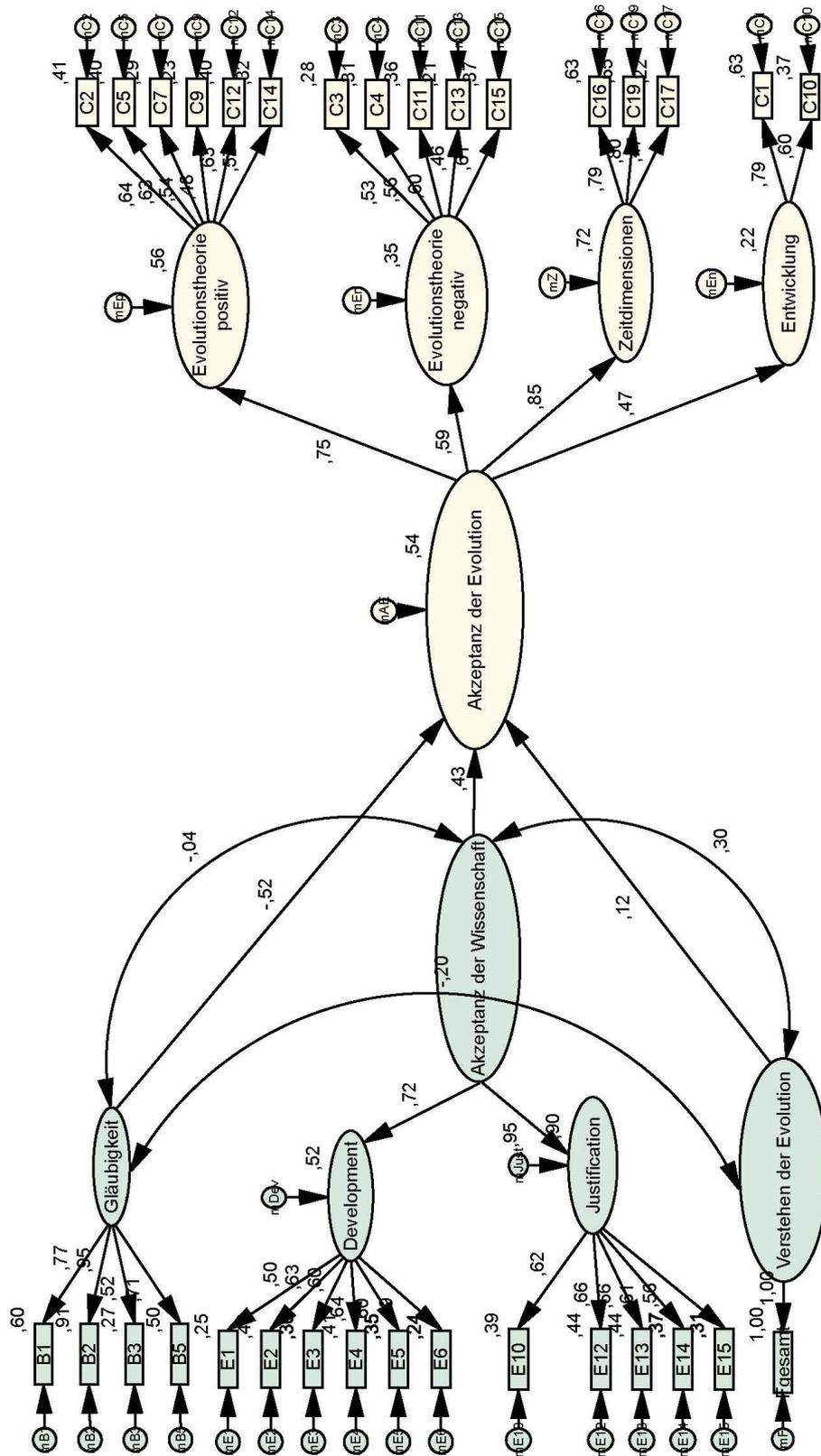
Anhang XI: Strukturgleichungsmodell für SuS der Hauptschule



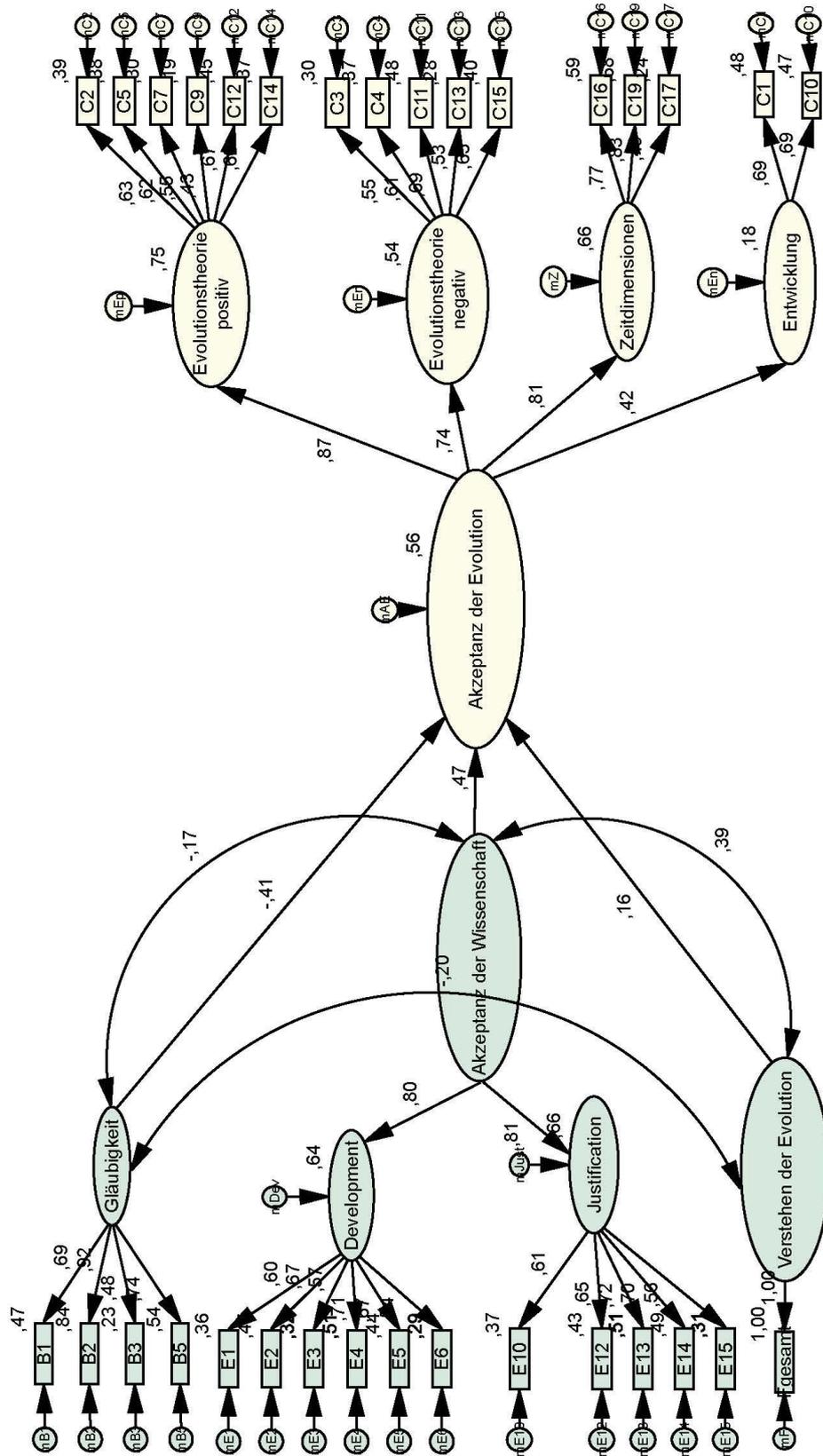
Anhang XII: Strukturgleichungsmodell für SuS der Gesamtschule



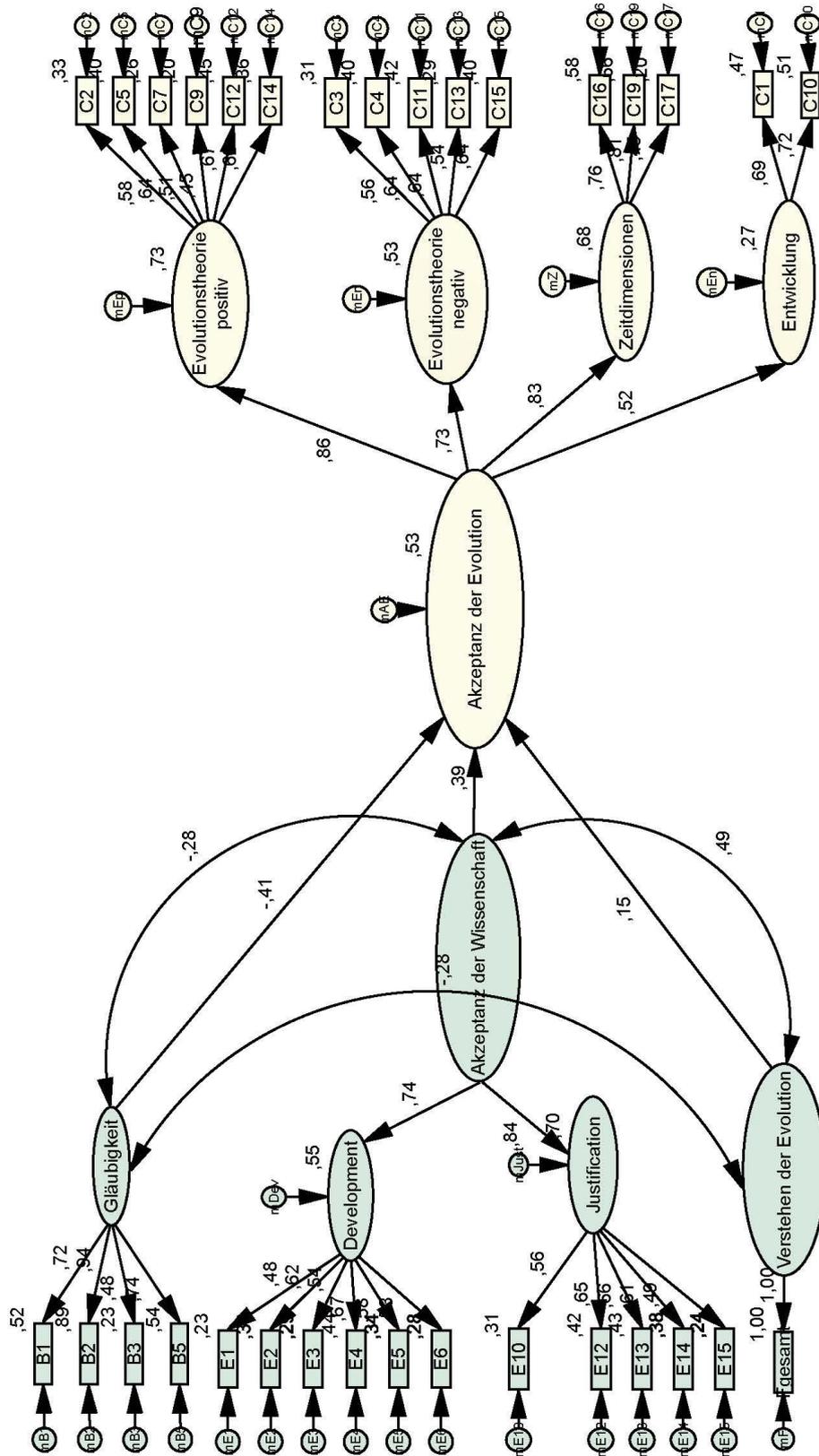
Anhang XIII: Strukturgleichungsmodell für SuS der Realschule



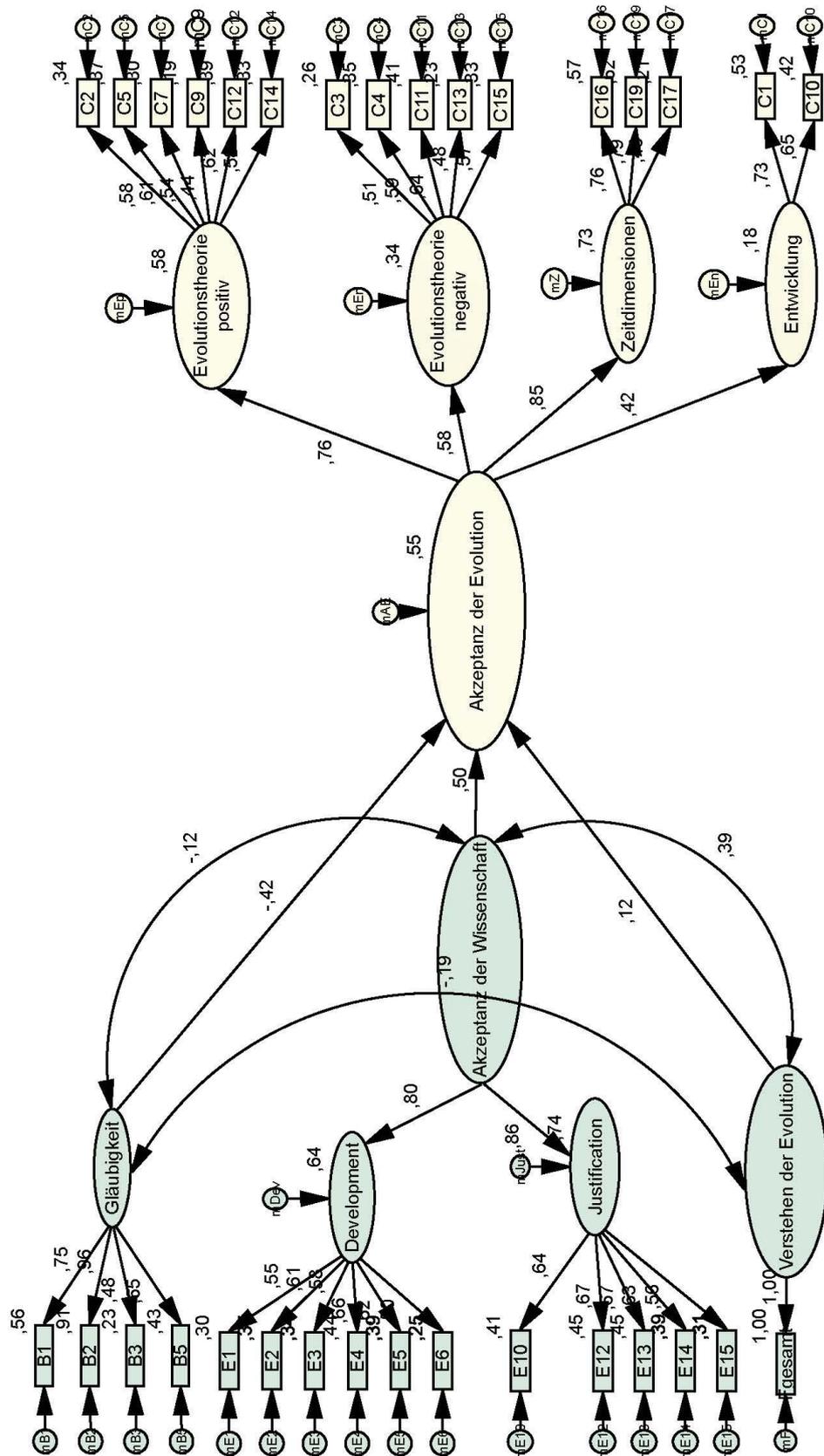
Anhang XIV: Strukturgleichungsmodell für SuS des Gymnasiums



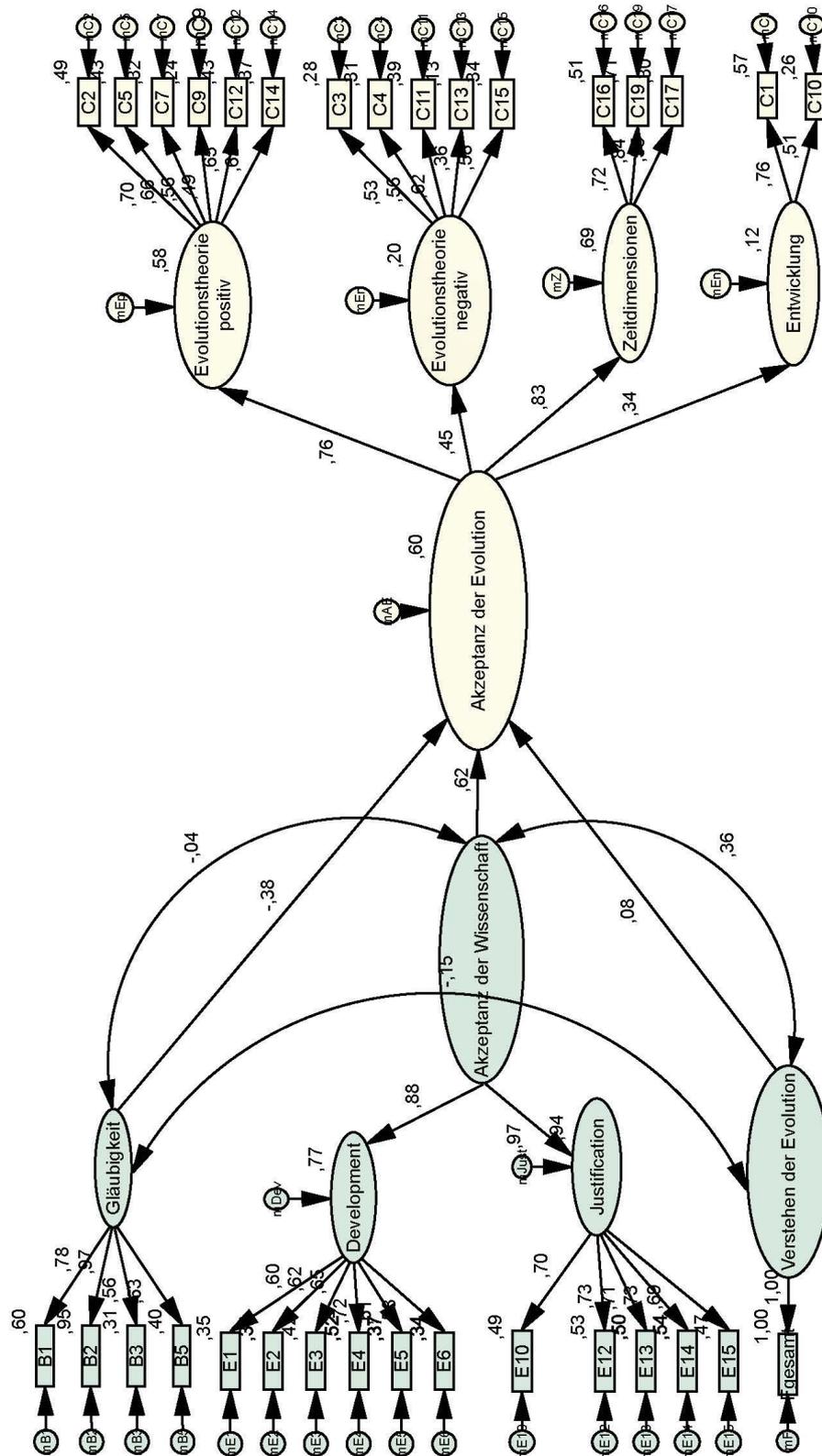
Anhang XV: Strukturgleichungsmodell für SuS mit hohem Interesse an Biologie



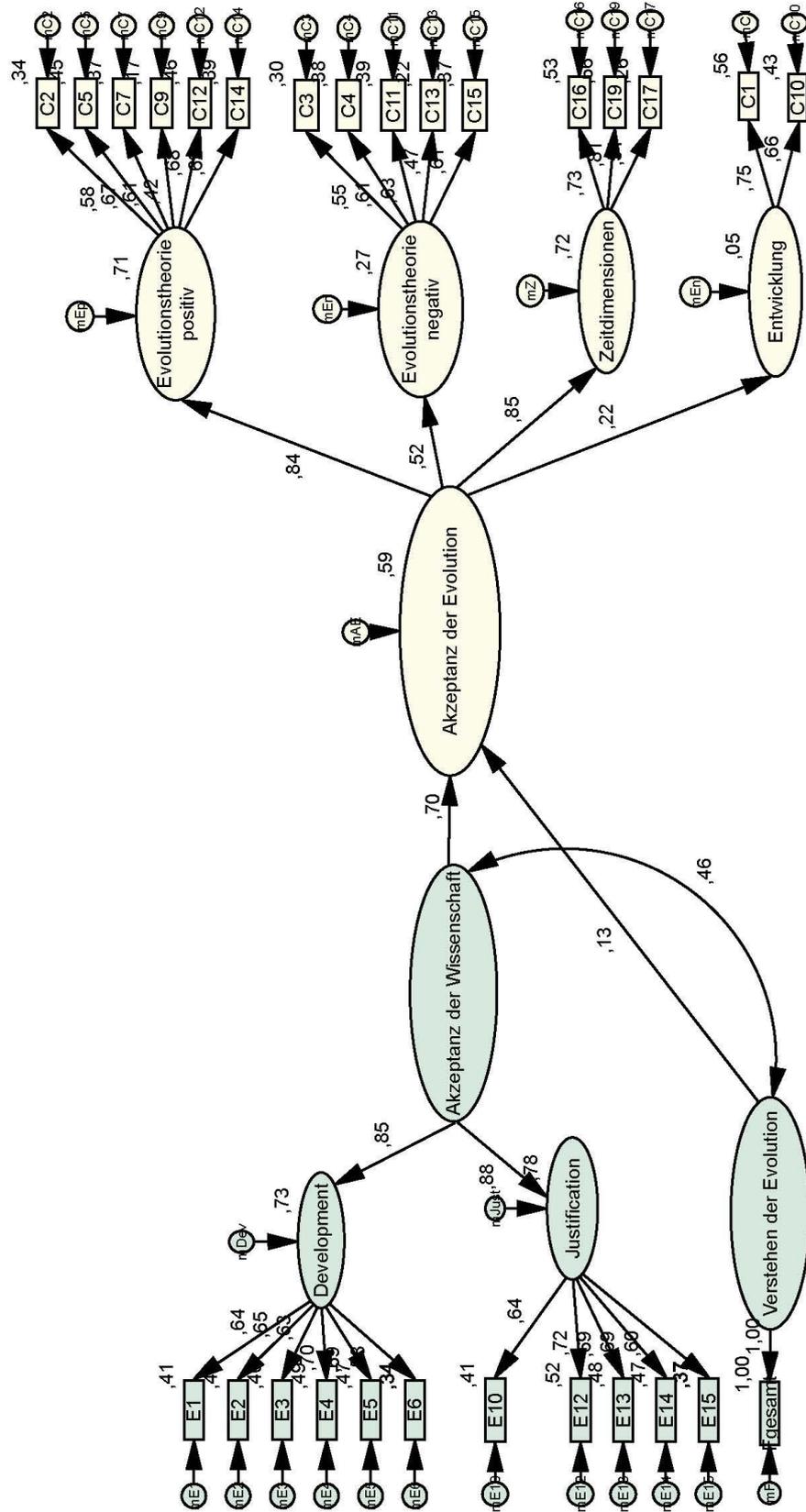
Anhang XVI: Strukturgleichungsmodell für SuS mit mittlerem Interesse an Biologie



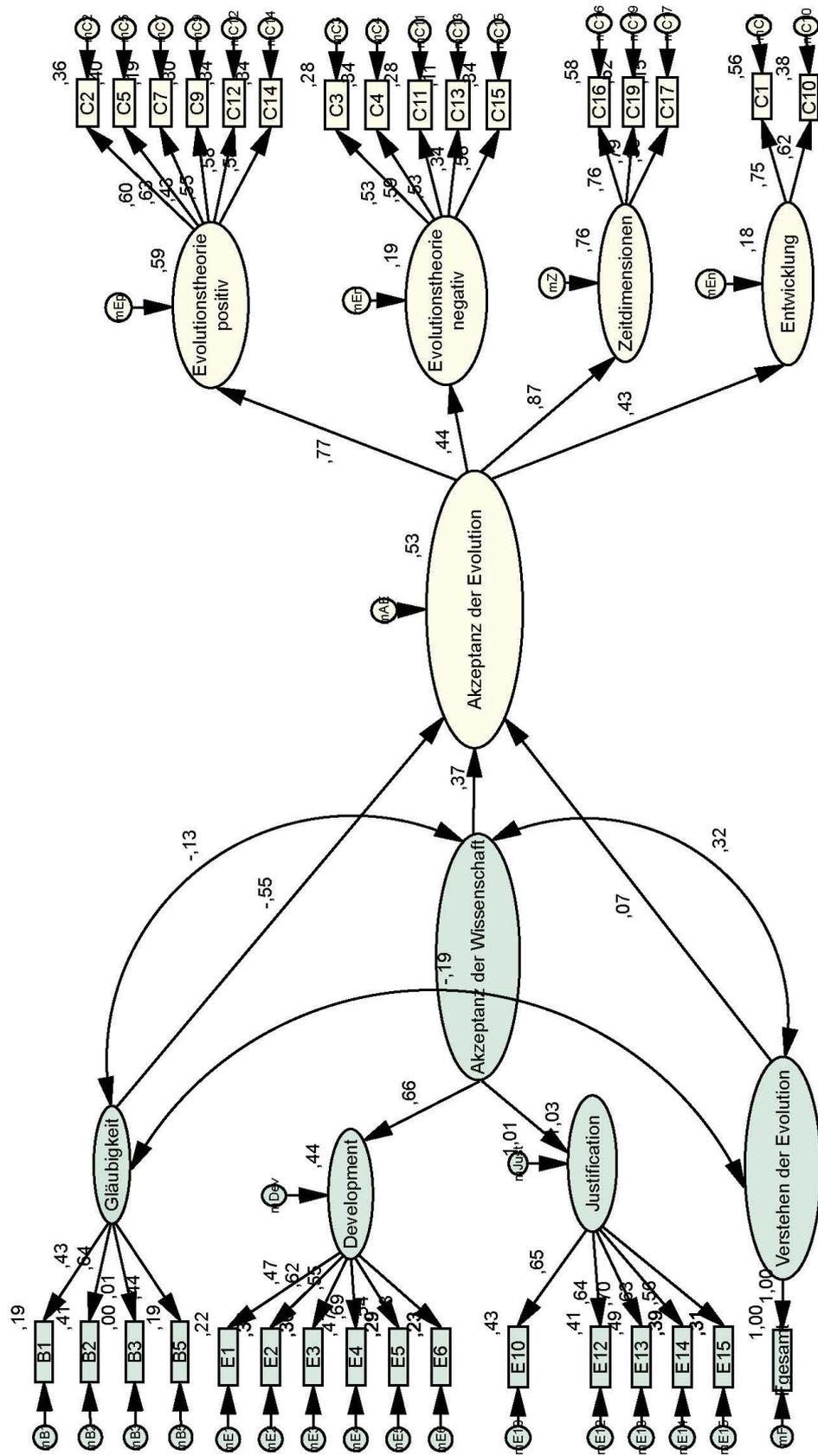
Anhang XVII: Strukturgleichungsmodell für SuS mit niedrigem Interesse an Biologie



Anhang XVIII: Strukturgleichungsmodell für glaubensfreie SuS



Anhang XIX: Strukturgleichungsmodell für stark gläubige Probanden



Erklärung

Hiermit erkläre ich, keine anderen Quellen und Hilfsmittel zur Anfertigung der vorliegenden Dissertation verwendet und der Literatur wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht zu haben. Ich habe die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst. Die vorliegende Dissertation wurde von mir an keiner anderen Einrichtung zur Bewerbung um einen Doktorgrad eingereicht. Ich selbst habe mich zuvor noch nicht um einen Doktorgrad beworben.

Dortmund, den 26. Januar 2012

Nicola Lammert