

# **Bilinguale biologische Schülerlaborkurse**

Konzeption und Durchführung sowie Evaluation der kognitiven  
und affektiven Wirksamkeit



## **Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Fakultät der Mathematik und Naturwissenschaften  
der Bergischen Universität Wuppertal

angefertigt am  
Lehrstuhl für Zoologie und Biologiedidaktik

vorgelegt von  
Dipl.-Gyml. **Annika Rodenhauser** (geb. Paul)

Dinklage, im April 2016

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20161108-105143-7

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3Ahbz%3A468-20161108-105143-7>]

**Erstgutachterin:** Frau Prof'in Dr. Angelika Preisfeld

**Zweitgutachter:** Herr Prof. Dr. Michael Ewig

Für Frida.

**ANMERKUNG:**

Für eine bessere Lesbarkeit wird die männliche Form der Darstellung gewählt, womit aber selbstverständlich immer die weiblichen Schülerinnen, Lehrerinnen und Wissenschaftlerinnen ebenso eingeschlossen sein sollen.

# INHALTSVERZEICHNIS

Abkürzungsverzeichnis.....	7
Zusammenfassung .....	10
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>11</b>
1.1 Fachdidaktischer Hintergrund .....	14
1.1.1 Praktisches Experimentieren im Schülerlabor.....	14
1.1.2 Bilingualer Unterricht / CLIL.....	26
1.1.3 Modelle des menschlichen Gedächtnisses .....	32
1.1.4 Interesse, Motivation & Fähigkeitsselbstkonzept .....	39
1.2 Fachwissenschaftlicher Hintergrund .....	56
1.2.1 Der Genetische Fingerabdruck .....	56
1.2.2 Eigenschaften von Schneckenschleim / Bionik.....	62
1.3 Forschungsfragen und Hypothesen .....	67
1.3.1 Forschungsfragen zur kognitiven Wirksamkeit.....	67
1.3.2 Forschungsfragen zur affektiven Wirksamkeit .....	70
1.3.3 Forschungsfragen zur Wirksamkeit auf fremdsprachlicher Ebene .....	75
1.3.4 Forschungsfrage zur Lehrerperspektive.....	77
<b>2 Material und Methoden</b> .....	<b>78</b>
2.1 Versuchsdesign der Evaluierungen.....	78
2.1.1 Design der Lehrerbefragung .....	80
2.2 Beschreibung der entwickelten Laborkurse .....	81
2.2.1 Crime Lab: Genetic Fingerprinting .....	81
2.2.2 Besonderheiten der bilingualen Kurse .....	91
2.2.3 A Glue from Snail Slime?! .....	94
2.3 Fachdidaktische Untersuchungen.....	105
2.3.1 Beschreibung der Stichprobenzusammensetzung.....	105
2.3.2 Angewendete statistische Verfahren .....	108
2.3.3 Im Rahmen der Studie eingesetzte Messinstrumente .....	116
2.3.4 Vorgehensweise bei Dateneingabe und -auswertung.....	141
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>149</b>
3.1 Ergebnisse (kognitiv) .....	150
3.2 Ergebnisse (affektiv).....	193
3.3 Ergebnisse (fremdsprachlich).....	228
3.4 Ergebnisse der Lehrerbefragung.....	235
<b>4 Diskussion</b> .....	<b>240</b>
4.1 Methodendiskussion.....	240
4.1.1 Operationalisierung der Fragestellungen .....	240
4.1.2 Planung und Umsetzung des Versuchsdesigns.....	245

4.1.3 Berücksichtigung von Störvariablen .....	246
4.2 Ergebnisdiskussion.....	249
4.2.1 Kognitive Wirksamkeit der bilingualen Schülerlaborkurse .....	249
4.2.2 Affektive Wirksamkeit der bilingualen Schülerlaborkurse .....	262
4.2.3 Wirksamkeit der bilingualen Schülerlaborkurse auf fremdsprachlicher Ebene .....	279
4.2.4 Diskussion der Lehrereinschätzungen zum bilingualen Biologieunterricht .....	283
4.3 Zusammenfassung & Ausblick .....	285
Literaturverzeichnis .....	288
Abbildungsverzeichnis.....	310
Tabellenverzeichnis .....	314
Danksagung.....	319
Anhang .....	320
Erklärung .....	328

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A	Ampere
$\alpha$	Cronbachs Alpha (Maß interner Konsistenz)
ANOVA	Analysis of Variance (Varianzanalyse)
BeLL Bio	Bergisches Lehr-Lern-Labor der Biologie
BICS	Basic Interpersonal Communicative Skills (= Alltagssprache)
bili	bilingual
bp	Basenpaar(e)
BU	Bilingualer Unterricht
CALP	Cognitive Academic Language Proficiency (= Fach- / Bildungssprache)
CLIL	Content and Language Integrated Learning
ddH <sub>2</sub> O	bidestilliertes Wasser
DNA	Desoxyribonucleic acid (Desoxyribonukleinsäure)
DNase	Desoxyribonuklease
dNTP	Desoxynukleotidtriphosphat
dt.	deutsch(sprachig)
$\eta_p^2$	partielles Eta-Quadrat (Maß der Effektstärke)
EC	European Commission (Europäische Kommission)
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
et al.	et alii/ae/a (lat.): und andere
<i>F</i>	<i>F</i> -Wert (aus Varianzanalyse)
Fa.	Firma
<i>g</i>	Erdbeschleunigung
G8	achtjähriges Gymnasium (verkürzter Bildungsgang)
h	Stunde (lat. hora)

H	Hypothese
HCl	Salzsäure
Hrsg.	Herausgeber
IMI	Intrinsic Motivation Inventory
KIM	Kurzskala Intrinsischer Motivation
KMK	Kultusministerkonferenz
M	molar (mol/L)
<i>M</i>	Mittelwert
mM	Einheit der Stoffmengenkonzentration; mmol/Liter
MINT	Sammelbegriff für die Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
MSW NRW	Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen
<i>N</i> bzw. <i>n</i>	Stichprobe / Teilstichprobe
NT	Nach-Test (bzw. Post-Test)
<i>p</i>	Irrtumswahrscheinlichkeit
p	piko
PCR	Polymerase Chain Reaction (engl.): Polymerasekettenreaktion
pH	negativer dekadischer Logarithmus der Protonenkonzentration
PISA	Programme for International Student Assessment
PPP	Power Point-Präsentation
<i>r</i>	Korrelationskoeffizient
<i>SD</i>	Standard Deviation (engl.); Standardabweichung
SDS	Natriumdodecylsulfat
SK	Selbstkonzept
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SuS	Schülerinnen und Schüler



STR	Short Tandem Repeat
<i>t</i>	<i>t</i> -Wert (aus <i>t</i> -Test)
TAE	Tris-Acetat-EDTA
Taq	Taq-Polymerase (von <i>Thermus aquaticus</i> )
TOEFL	Test of English as a Foreign Language
Tris	Tris(hydroxymethyl)-Aminomethan
μ	Mikro
UG	Unterrichtsgespräch
UV	Ultravioletter Wellenlängenbereich
V	Volt
VNTR	Variable Number of Tandem Repeats
W	Watt
zdi	Zukunft durch Innovation
ZPD	Zone der proximalen Entwicklung (engl. Zone of Proximal Development; Vygotsky (1978))

## ZUSAMMENFASSUNG

Sowohl naturwissenschaftliche als auch fremdsprachliche Fähigkeiten werden zur aktiven Teilhabe am gesellschaftlichen Leben in einer immer stärker globalisierten Wissensgesellschaft immer bedeutender. Als Antwort auf diese gesellschaftlichen Ansprüche und somit auch auf die Ergebnisse der PISA-Studien (besonders in Bezug auf Defizite in der naturwissenschaftlichen Grundbildung und Lesekompetenz) und die "Muttersprache+2-Forderung" der Europäischen Kommission wurden bilinguale biologische Schülerlaborkurse entwickelt, durchgeführt und hinsichtlich ihrer kognitiven und affektiven Wirksamkeit evaluiert.

Der Schülerlaborkurs 'Genetic Fingerprinting' wurde mit insgesamt 490 Schülern der Sekundarstufe II sowohl deutschsprachig als auch bilingual (Deutsch - Englisch) durchgeführt. Darüber hinaus wurde eine Kontrollgruppe eingesetzt, die an keinem der beiden Kurse teilnahm. Der Schülerlaborkurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurde mit 120 Schülern der Sekundarstufe I ausschließlich bilingual durchgeführt.

Zur Evaluation kam eine quasi-experimentelle Fragebogenstudie im Pre-, Post-, (Follow-up-)Test-Design zur Anwendung. Im Rahmen der Evaluation wurden jeweils ein Wissenstest, ein Lesefertigkeitstest, ein Lesestrategietest sowie ein Testteil zur Erfassung affektiver Faktoren (Fähigkeitsselbstkonzepte, intrinsische Motivation, aktuelles Interesse, Einstellung zum Fremdsprachengebrauch, Sach- und Fachinteresse Biologie) eingesetzt. Zum Einbezug der Lehrerperspektive wurde außerdem eine Lehrerbefragung zum bilingualen Biologieunterricht durchgeführt.

Insgesamt konnte sowohl die affektive als auch die kognitive Wirksamkeit der bilingualen biologischen Schülerlaborkurse bestätigt werden. Fremdsprachliche Kompetenzzuwächse konnten hingegen nicht ermittelt werden. Es wurde festgestellt, dass bilinguale Schülerlaborkurse einen nachhaltigen Wissenserwerb hervorrufen und auch im Vergleich zu deutschsprachigen Kursen keine negativen Auswirkungen auf das sachfachliche Lernen befürchtet werden müssen. Auf affektiver Ebene haben sich Hinweise darauf finden lassen, dass sich durch den Einbezug der Fremdsprache beim praktischen Experimentieren einerseits fremdsprachlich orientierte Lerner naturwissenschaftlich und andererseits naturwissenschaftlich orientierte Lerner fremdsprachlich besonders fördern lassen. Darüber hinaus war eine hohe intrinsische Motivation sowie eine hohe Akzeptanz der Schülerlaborkurse zu verzeichnen.

## 1 EINLEITUNG

In unserer heutigen Wissensgesellschaft, die eine immer weitere Globalisierung erfährt, werden sowohl naturwissenschaftlich-technische als auch fremdsprachliche Kompetenzen immer wichtiger, um am gesellschaftlichen Leben aktiv teilhaben zu können. Im Kontrast zu diesen gesellschaftlich existierenden Anforderungen an ihre Mitglieder zeigt sich auf verschiedenen Ebenen allerdings noch ein gravierender Mangel der notwendigen Kompetenzen. Die PISA-Studien der vergangenen Jahre bescheinigen den deutschen Schülern sowohl ein großes Defizit in ihrer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) als auch in ihrer Lesekompetenz (Klieme et al. 2010).

Aus diesen Gründen wurden in den letzten Jahren bereits verschiedene Projekte und Initiativen ins Leben gerufen, die sich zum Ziel gesetzt haben, Kompetenzen zu fördern, die in einer globalisierten Gesellschaft vonnöten sind. Zu diesen Initiativen gehören unter anderem die Schülerlabore, in denen sowohl die naturwissenschaftliche Grundbildung gefördert als auch ein generelles Interesse an Naturwissenschaften geweckt werden soll, um dem vorhandenen Fachkräftemangel in diesen Disziplinen entgegenzuwirken (Dähnhardt et al. 2009). Um den genannten Defiziten im naturwissenschaftlichen und sprachlichen Bereich gleichzeitig zu begegnen, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein bilinguales Schülerlaborprojekt entwickelt, durchgeführt und evaluiert. Hierbei wurde der Ansatz des selbständigen praktischen Experimentierens in einer Laborumgebung mit dem Konzept des bilingualen Lehrens und Lernens verbunden. Schaut man sich die Gegebenheiten sowohl auf fremdsprachlicher als auch auf naturwissenschaftlicher Seite genauer an, ergibt sich die folgende Ausgangslage, die der Idee der Verbindung beider methodischen Ansätze zugrunde liegt.

Bezüglich des Experimentierens stellt sich die Lage aus biologiedidaktischer Perspektive so dar, dass praktisches Arbeiten in deutschen Schulen kaum durchgeführt oder vermittelt wird und der Unterricht häufig wenig Anknüpfungspunkte zum Alltag der Schüler bietet (Euler 2004). Aufgrund dieser Umstände ist es somit auch nicht verwunderlich, dass in den PISA-Studien der vergangenen Jahre bei deutschen Schülern enorme Defizite in der naturwissenschaftlichen Grundbildung festgestellt wurden (Klieme et al. 2010). Darüber hinaus werden diese unterrichtlichen Gegebenheiten für einen generellen Mangel naturwissenschaftlicher Interessen bei deutschen Schülern und folglich auch für ein Ausbleiben qualifizierten naturwissenschaft-

lichen Nachwuchses verantwortlich gemacht (Euler 2005; Prenzel & Ringelband 2001). Ein Lösungsansatz zur Förderung des Verständnisses naturwissenschaftlicher Konzepte und Problemlösefähigkeiten bei Schülern ist der sogenannte Laborunterricht (Hofstein & Lunetta 2004). Die zugrunde liegende Methode findet teilweise auch unter dem Namen des forschenden Lernens bzw. im englischsprachigen Raum des ‚Inquiry-based Learning‘ Erwähnung. Über die Förderung kognitiver Aspekte hinaus wird dem Laborunterricht und den besonders im deutschsprachigen Raum aus dieser Strömung hervorgegangenen Schülerlaboren die Fähigkeit zur Förderung naturwissenschaftlicher Interessen zugeschrieben. Dieser positive Einfluss auf das Interesse und die Entstehung positiver Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften konnte bereits in verschiedenen Studien nachgewiesen werden. Für den deutschsprachigen Raum seien hier besonders die Arbeiten von Brandt (2005), Damerau (2013), Engeln (2004), Glowinski (2007), Itzek-Greulich (2015), Pawek (2009), Scharfenberg (2005) und Weßnigk (2013) genannt.

Auf der Seite des Fremdsprachenlernens steht die Sprachpolitik der Europäischen Union, deren Ziel es ist, dass jeder europäische Bürger neben seiner Muttersprache mindestens zwei weitere europäische Sprachen erlernen soll (European Commission 1995, 2012). Mehrsprachigkeit wird als Voraussetzung für eine gemeinsame Zukunft aller Bürger einer Union gesehen, in der verschiedene Nationen, Kulturen und Sprachgemeinschaften zusammenleben (European Commission 2004). Als bedeutendes Mittel zum Erreichen dieses Ziels nennt die Kommission CLIL (Content and Language Integrated Learning). Sie empfiehlt diese Methode als Möglichkeit, Schüler einer Fremdsprache auszusetzen, ohne dass dafür zusätzliche Zeit im Lehrplan aufgewendet werden muss (European Commission 2004). Tatsächlich konnte für den CLIL-Ansatz bzw. den bilingualen Sachfachunterricht bereits in mehreren Studien nachgewiesen werden, dass diese Art von Unterricht einen positiven Einfluss auf die fremdsprachlichen Fähigkeiten der Schüler hat (Admiraal et al. 2006; Baker 2002; Bredenbröker 2000; DESI-Konsortium 2008; Lasagabaster 2011; Piske 2006; Piske & Burmeister 2008). Dieser Effekt wird häufig damit erklärt, dass der Fokus bei dieser Methode nicht auf dem Erlernen der Sprache liegt, sondern auf der Erarbeitung der fachlichen Inhalte. Die Sprache wird als Mittel zur Kommunikation genutzt, was einen authentischeren Sprachgebrauch darstellt als im herkömmlichen Fremdsprachenunterricht (Müller-Hartmann & Schocker-von Ditfurth 2004).

Hinsichtlich des sachfachlichen Wissenserwerbs und affektiver Aspekte des Lernens stellt sich die Lage hingegen weniger eindeutig dar. Einerseits liegen sowohl im Hinblick auf sachfachliches Lernen (Buse & Preisfeld 2016; Duske & Ewig 2013; Hartmannsgruber 2014, Koch & Bündler 2006; Osterhage 2009) als auch im Hinblick auf affektive Aspekte des bilingualen Lernens (Lasagabaster 2011; Rumlich 2015; Scheersoi 2008; Seikkula-Leino 2007) nur vereinzelte Studien vor. Andererseits weisen die Ergebnisse der Studien zum Erwerb sachfachlichen Inhaltswissens eher uneinheitliche Ergebnisse auf. Auch wenn es Hinweise darauf gibt, dass der sachfachliche Wissenszuwachs im bilingualen (Biologie-)Unterricht zumindest nicht leidet (Bardtscher & Bieri 2009; Duske & Ewig 2013; Osterhage 2009), bestehen Zweifel daran, ob der bilinguale Unterricht nicht doch fachliche Defizite für die Schüler zur Folge haben könnte (Bohn & Doff 2010; Zydati 2007a).

Es stellt sich somit die Frage, ob sich die beiden methodischen Ansätze (des praktischen Experimentierens und bilingualen Lernens) sinnvoll und für Schüler gewinnbringend miteinander kombinieren lassen und welche Auswirkungen ein solches Lehr-Lern-Arrangement auf kognitiver und affektiver Ebene auf Schüler hat. Zur Beantwortung dieser übergeordneten Fragestellung soll in der vorliegenden Arbeit im Rahmen der Einleitung zunächst der theoretische Hintergrund auf fachdidaktischer sowie fachwissenschaftlicher Ebene dargelegt werden. Aufbauend auf den vorgestellten Theorien und Fakten werden dann Forschungsfragen und Hypothesen zur kognitiven und affektiven Wirksamkeit der Schülerlaborkurse formuliert. Im anschließenden Material-und-Methoden-Teil werden dann das Versuchsdesign, die entwickelten Schülerlaborkurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ sowie die verwendeten Messinstrumente und Untersuchungsmethoden vorgestellt. Im Ergebnisteil sollen die Forschungsfragen dann differenziert nach kognitiven, affektiven und fremdsprachlichen Aspekten beantwortet werden. Letztlich sollen die Ergebnisse vor dem Hintergrund der in der Einleitung formulierten Forschungsfragen und Hypothesen diskutiert und die übergeordnete Frage nach der kognitiven und affektiven Wirksamkeit beantwortet werden.

## 1.1 FACHDIDAKTISCHER HINTERGRUND

### 1.1.1 PRAKTISCHES EXPERIMENTIEREN IM SCHÜLERLABOR

#### 1.1.1.1 SCHÜLERLABORE

Schülerlabore sind im Rahmen dieser Arbeit als außerschulische Lernorte zu verstehen, an denen Schüler im Klassenverband in Begleitung ihrer Lehrer experimentelle Kurse zu Themen der modernen naturwissenschaftlichen Forschung in einem professionell ausgestatteten Laborraum besuchen können. Der Schwerpunkt liegt auf dem eigenständigen Experimentieren der Schüler in einer authentischen Lernumgebung.

In Deutschland existiert mittlerweile eine Vielzahl entsprechender Einrichtungen, deren Träger auf verschiedenen Ebenen zu finden sind. So kommen Schülerlabore in Universitäten, Fachhochschulen, Forschungseinrichtungen, Museen, Science Centern, Technologie- und Gründerzentren und der Industrie vor (Dähnhardt et al. 2009). Hierbei wird die Mehrzahl der Einrichtungen von Universitäten (50 %) und Forschungseinrichtungen (20 %) betrieben (Euler 2010). Aufgrund dieser unterschiedlichen Träger und Verortungen unterscheiden sich Schülerlabore hinsichtlich der Fächer, aus deren Bereich Experimente angeboten werden, der Kapazität, der Zielgruppen und der didaktischen Konzepte. Es lassen sich aber durchaus ein Leitbild und technische Voraussetzungen definieren, die den Lernort Schülerlabor im Allgemeinen charakterisieren. Dies ist an allererster Stelle die Förderung von Interesse an den modernen Naturwissenschaften und darüber hinaus die Förderung eines naturwissenschaftlichen Verständnisses (Euler 2009a). Im Hinblick darauf sollen sowohl motivationale als auch kognitive Effekte bei den Schülern erzielt werden. Durch einen authentischen Zugang zur jeweiligen Disziplin soll ein zeitgemäßes Bild des Faches vermittelt und somit auch seine Bedeutung für die Gesellschaft verdeutlicht werden. Darüber hinaus ist ein zentrales Anliegen, potenzielle Tätigkeitsfelder und Berufsbilder vorzustellen und Erfahrungen mit ihnen zu vermitteln, um letztlich auch naturwissenschaftlichen Nachwuchs zu gewinnen (Euler 2009a). Technisch sind Schülerlabore besser ausgestattet als dies normalerweise an Schulen der Fall ist und sie befinden sich an einem Ort außerhalb des regulären Schulbetriebes (Euler 2009a; Haupt et al. 2013).

Konzeptionell lassen sich Schülerlabore zwischen konventionellem Schulunterricht und Science Centern einordnen. Bezüglich ihres Formalitätsgrades sind sie deutlich informeller gestaltet als Unterricht in der Schule, aber dennoch formeller als ein Besuch in einem Museum oder Science Center (Guderian 2006). Das bevorzugte didaktische Konzept der Schülerlabore – vor allem der universitätsbasierten – ist das Forschende Lernen, auf Englisch ‚Inquiry-based Learning‘, auf das in Kapitel 1.1.1.4 noch näher eingegangen werden wird. Außerdem ist ein besonderes Merkmal, dass die Schüler von Fachpersonal – hauptsächlich Wissenschaftlern, Studierenden und Technikern – betreut werden und somit die Möglichkeit bekommen, mit diesen zu kommunizieren und etwas über deren Berufsalltag zu erfahren (Haupt et al. 2013).

Geschichtlich gesehen ist die Idee, Schüler im Labor zu unterrichten bzw. sie selbstständig experimentieren zu lassen, nicht neu. Bereits um die Wende vom achtzehnten zum neunzehnten Jahrhundert führte Justus von Liebig als erster den sogenannten Laboratoriumsunterricht ein. Liebig kann durchaus als Vorreiter der heutigen Schülerlaboridee verstanden werden, da er als erster auf die Idee kam, seine Arbeitsstätte auch zur Lehrstätte für seine Studenten zu machen (Conrad 1985). Aufgrund dieses Perspektivenwechsels werden die Studenten bzw. auch die Schüler im Schülerlabor zu Akteuren, die sich selbst aktiv mit authentischen Problemstellungen auseinandersetzen müssen (Conrad 1985). Diese Tatsache ist besonders vor dem Hintergrund der modernen Lehr-Lern-Theorien von Interesse, da durch diese Art der Auseinandersetzung mit Wissen viele Kriterien, die als lernförderlich gelten, erfüllt werden. Von besonderer Relevanz ist hier die sogenannte praxisrelevante Position zum Lehren und Lernen (Reinmann & Mandl 2006), auf die in Kapitel 1.1.1.5 noch näher eingegangen werden wird.

Im Folgenden soll nun zuerst das untersuchte Schülerlabor BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern-Labor der Biologie) an der Bergischen Universität Wuppertal beschrieben und konzeptionell eingeordnet werden. Im Anschluss werden mit dem Ansatz des forschenden Lernens und der gemäßigt konstruktivistischen Lerntheorie die auf biogiedidaktischer Seite für das Lernen im Schülerlabor zentralen Aspekte des Experimentierens vorgestellt.

### 1.1.1.2 DAS SCHÜLERLABOR BELL BIO

Das BeLL Bio ist ein dem Lehrstuhl für Zoologie und Biologiedidaktik der Bergischen Universität Wuppertal angegliedertes Schülerlabor, welches Schulklassen mit bis zu 30 Schülern Platz zum Experimentieren bietet. Es besteht aus einem modern eingerichteten Laborraum, in dem der experimentelle Teil der angebotenen Kurse stattfindet, einem Seminarraum und zwei Vorbereitungsräumen. Das BeLL Bio ist als Teillabor der Bergischen Science Labs sowie als Mitglied des Schülerlabornetzwerkes der Initiative ‚Zukunft durch Innovation‘ (zdi) ausgezeichnet in die deutsche Schülerlaborszene integriert. Das Kursangebot richtet sich vorwiegend an Biologiekurse bzw. -klassen der Sekundarstufe I und II. Neben den im Rahmen dieser Arbeit entwickelten und im weiteren Verlauf vorgestellten bilingualen Kursen finden sich auch die deutschsprachigen Kurse ‚Dem Täter auf der Spur – Der Genetische Fingerabdruck‘, ‚Außer Atem – Der Laktatdehydrogenase auf der Spur‘ und ‚Kleine Einzeller ganz groß‘ im Programm des BeLL Bio. Außerdem wird ein weiterer bilingualer Kurs zur Neurobiologie, ‚The Brain – A Living Network‘, angeboten.

Alle Kurse, unabhängig davon, ob sie bilingual oder deutschsprachig durchgeführt werden, werden jeweils von einem Kursleiter, weiteren wissenschaftlichen Mitarbeitern und teilweise von Lehramtsstudenten der Biologie betreut. So kann sichergestellt werden, dass die Kleingruppen, in denen die Schüler experimentieren, stets gut begleitet sind und einen Ansprechpartner bei eventuell auftauchenden Fragen und Problemen haben. Wie bereits von Brandt (2005) vorgeschlagen, sind alle angebotenen Kurse darüber hinaus so konzipiert, dass die Einbindung in den schulischen Unterricht obligatorisch ist. Die Lehrer erhalten vorab Materialien, mit denen sie die Schüler auf den Besuch im BeLL Bio vorbereiten sollen. Dies dient, insbesondere bei den bilingualen Kursen, der Vorentlastung von Inhalten und Fachvokabular, sowie der Einstimmung auf das Laborerlebnis und den damit verbundenen Umgang mit typischen Laborgeräten.

Laut der Kategorisierung für Schülerlabore, die von der Initiative ‚Lernort Labor‘ vorgeschlagen wurde (Haupt et al. 2013), ist das Schülerlabor BeLL Bio konzeptionell sowohl der Kategorie ‚Klassisches Schülerlabor‘ als auch der Kategorie ‚Lehr-Lern-Labor‘ zuzuordnen. Klassisch insofern, als dass die Kurse im Rahmen schulischer Veranstaltungen von ganzen Klassen oder Kursen besucht werden und fast ausschließlich ein- oder halbtägige Kurse angeboten werden. Der Kategorie Lehr-Lern-Labor ist es zuzuordnen, da Studierende im Rahmen ihrer Lehramtsausbildung in die



Betreuung der Schülerlaborkurse mit eingebunden werden. Auf diese Weise können sie sich bereits während ihrer universitären Ausbildung einerseits im Umgang mit Schülern üben und andererseits ihre zuvor im Seminar erworbenen Kompetenzen erproben. Lerntheoretisch basiert das BeLL Bio auf biologiedidaktischer Seite auf den in den nächsten Abschnitten dargestellten Methoden bzw. Theorien des Experimentierens, des Forschenden Lernens und des gemäßigten Konstruktivismus.

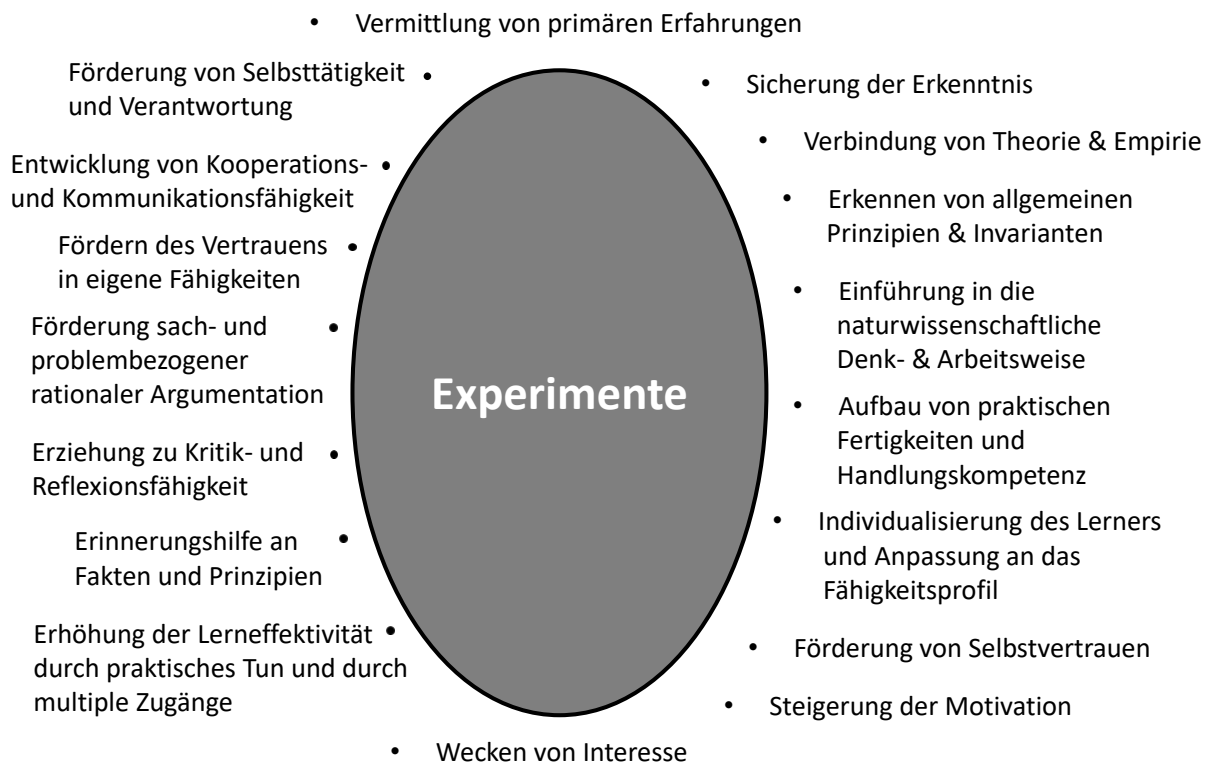
### 1.1.1.3 EXPERIMENTIEREN

Da der Schwerpunkt eines Schülerlaborbesuchs stets auf dem selbständigen Experimentieren der Schüler liegt, soll die Methode an dieser Stelle sowohl hinsichtlich ihrer Rolle in der Biologiedidaktik als auch in den Naturwissenschaften näher beleuchtet werden.

In den Naturwissenschaften dienen Experimente hauptsächlich der Erkenntnisgewinnung. Darüber hinaus sind sie ein Mittel zur Absicherung von Theorien. Sie sind immer im Zusammenhang mit der theoretischen Modellbildung zu sehen, da sich Theorie und Experiment stets gegenseitig bedingen (Engeln & Euler 2005; Schulz & Wirtz 2012). Engeln und Euler (2005) sehen die Kunst des Experimentierens darin, dass konkrete, theoriegeleitete Fragen an die Wirklichkeit gestellt werden, die im Experiment untersucht werden sollen. Hierbei ist es von besonderer Bedeutung, geeignete Werkzeuge zur Herstellung reproduzierbarer Bedingungen sowie zur Beobachtung und Auswertung heranzuziehen. Allerdings hat im Gegensatz dazu auch das explorative Experimentieren, welches zunächst ohne klaren Theoriebezug durchgeführt wird, (besonders in der Physikdidaktik) seine Berechtigung (Steinle 2004; Weber 2005). Das Experimentieren auf dieser spielerisch-erkundenden Ebene ermöglicht die Gewinnung wichtiger Primärerfahrungen und Orientierungen (Engeln & Euler 2005).

In der Biologiedidaktik werden mit Experimenten über die Erkenntnisgewinnung hinaus weitere Ziele verfolgt. Das unterrichtliche Experimentieren stellt eher ein Lernobjekt dar und legt den Schwerpunkt auf die Veranschaulichung bestimmter fachlicher Zusammenhänge und Phänomene. So sollen Schüler eigenständig Erfahrungen sammeln können, naturwissenschaftliche Zusammenhänge veranschaulicht bekommen oder mit typischen Laborgeräten vertraut gemacht werden (Engeln & Euler 2005). Wichtig im Zusammenhang mit Schülerexperimenten ist der Fokus auf Vor-

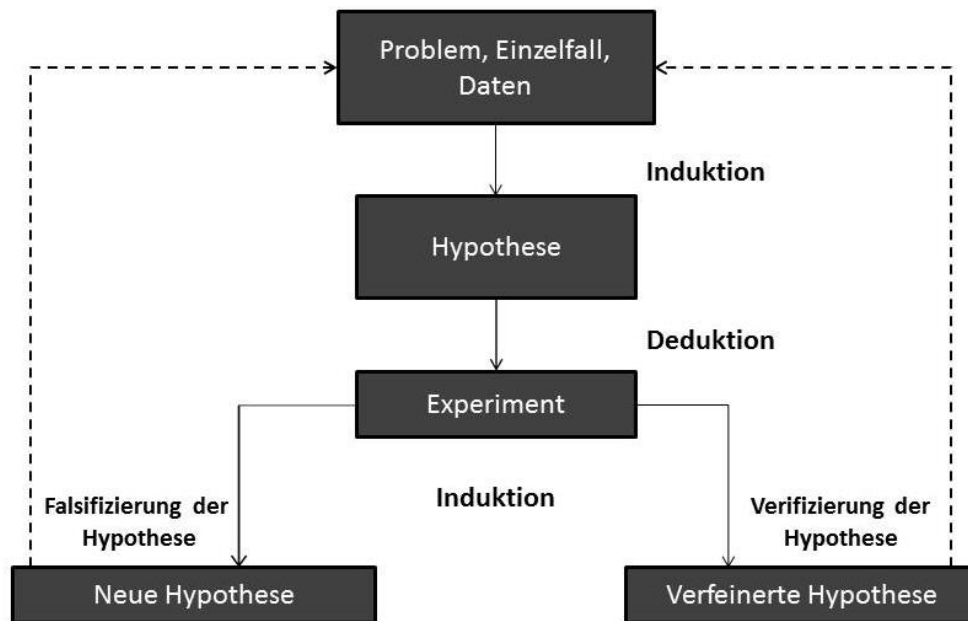
stellungen, Fragen und Vermutungen der Schüler (Engeln & Euler 2005), worauf auch im Rahmen des Modells der ‚Didaktischen Rekonstruktion‘ (Kattmann et al. 1997; Kattmann 2007) besonderer Wert gelegt wird. Wird der Schülerperspektive in unterrichtlichen Zusammenhängen kein Raum gegeben, können die mit dem Experimentieren verfolgten Ziele, wie beispielsweise die Entwicklung von Kompetenz im Gebrauch der naturwissenschaftlichen Methoden, nicht erreicht werden (Engeln & Euler 2005). Eine Übersicht der Vielzahl an Funktionen, die Experimente über diese Ziele hinaus im naturwissenschaftlichen Unterricht einnehmen können, zeigt **Abbildung 1**.



**Abbildung 1:** Funktionen von Experimenten im Unterricht (nach Engeln & Euler 2005)

Generell unterscheidet man bei der experimentellen Erkenntnisgewinnung die induktive und die deduktive Vorgehensweise. Hierbei stellt die Induktion den Schluss von einem Einzelfall auf das Allgemeingültige und die Deduktion den Schluss vom Allgemeinen auf den Einzelfall dar (Spörhase-Eichmann & Ruppert 2004).

Ein verbreitetes Modell der Herangehensweise beim Experimentieren stellt das hypothetisch-deduktive Vorgehen nach Popper (Abbildung 2) dar, in dem sich Induktion, Hypothesenbildung und Deduktion wechselseitig ergänzen (Spörhase-Eichmann & Ruppert 2004).



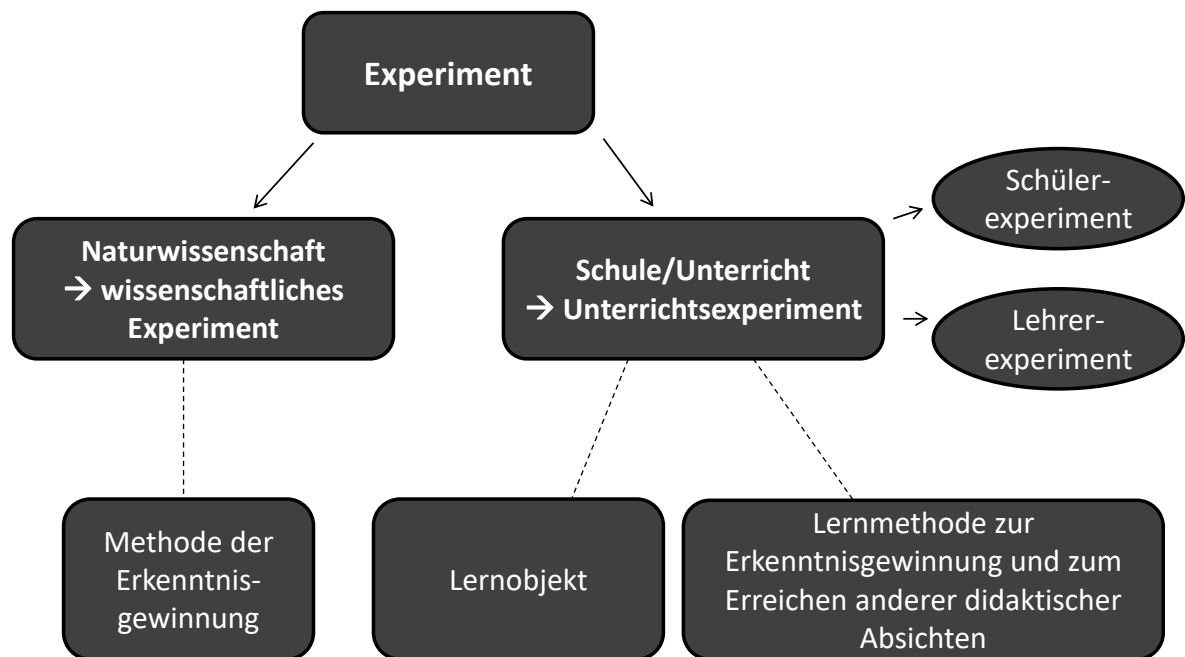
**Abbildung 2:** Hypothetisch-deduktives Vorgehen nach Popper (in Anlehnung an Klautke 1990)

Hier wird im ersten Schritt von einer auf Erfahrung basierenden Fragestellung ausgehend eine Hypothese aufgestellt. Danach wird deduktiv ein Experiment entwickelt, da erwartete Ergebnisse aus Hypothesen abgeleitet werden. Durch eine kontinuierliche Wechselwirkung von induktiven und deduktiven Schlussfolgerungen sowie eine Analyse und Synthese von Fakten und Beobachtungen schreitet somit die Erkenntnisgewinnung fort. Letztlich besteht die Logik der Forschung also darin, sich der „Wahrheit“ durch immer besser angepasste Hypothesen stetig weiter zu nähern (Spörhase-Eichmann & Ruppert 2004). In unterrichtlichen Zusammenhängen kann also auch nur durch Experimente, die in dieses hypothetisch-deduktive Vorgehen eingebettet sind, ein hoher erkenntnistheoretischer Stellenwert erreicht werden. Dies kann vorrangig durch entdeckendes Lernen realisiert werden (Klautke 1990).

Dass dem Experimentieren auch im aktuellen schulischen Kontext eine wichtige Rolle beigemessen wird, zeigt sich darin, dass es in den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss im Fach Biologie und im Kernlehrplan für das Fach Biologie der Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen im Rahmen des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung explizit genannt wird (KMK 2005; MSW NRW 2008). Angelehnt an das Vorgehen bei der Durchführung wissenschaftlicher Experimente wird das sogenannte hypothesengeleitete Experimentieren in den Bildungsstandards in drei Schritte gegliedert, die aus dem Aufstellen von Hypothesen, der Planung und Durchführung eines entsprechenden Experiments und letztlich der Auswertung und Inter-

pretation der Ergebnisse bestehen (KMK 2005). In gleichem Sinne äußert sich der Kernlehrplan für die Sekundarstufe II für das Fach Biologie in Nordrhein-Westfalen (MSW NRW 2013).

Eine allgemeine Übersicht der verschiedenen Formen und Funktionen von Experimenten findet sich in Abbildung 3. Hier wird außerdem deutlich, dass sich Unterrichtsexperimente, je nach ausführender Person, weiterhin nach Schüler- und Lehrerexperimenten, von denen letztere teilweise auch als Demonstrationsexperimente bezeichnet werden, unterscheiden lassen (Engeln 2004).



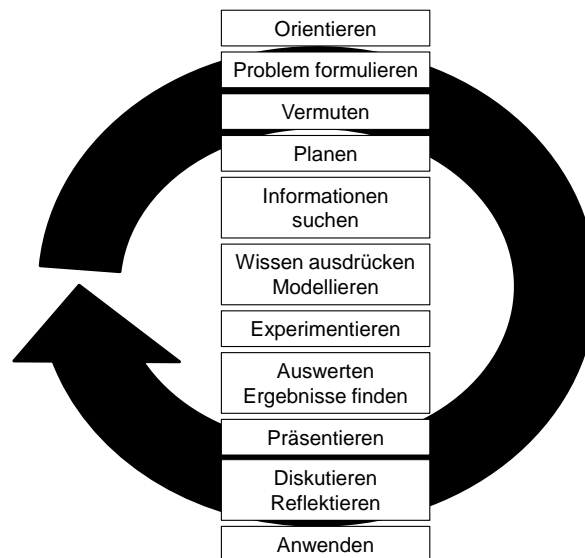
**Abbildung 3:** Formen von Experimenten und deren Funktion in Naturwissenschaft und Unterricht (in Anlehnung an Engeln 2004)

#### 1.1.1.4 FORSCHENDES LERNEN

Forschendes Lernen geht auf die Anfänge des 20. Jahrhunderts zurück, wo bereits Dewey (1910) darauf hinwies, dass nicht reines Memorieren von Fakten, sondern die Besinnung auf die Methode des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens naturwissenschaftliche Bildung ausmache. Aus dieser Tradition heraus setzen sich nach dem zweiten Weltkrieg Strömungen wie das entdeckende („Discovery Learning“; nach Bruner 1961) und das Forschende Lernen („Inquiry-based Learning“; nach Schwab 1966) durch. Besonders beim Forschenden Lernen steht die Betonung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen und des eigenständigen Forschens der Schüler im Vor-

dergrund. ‚Inquiry-based Learning‘ hat sich in den USA schon lange als Methode des naturwissenschaftlichen Unterrichts durchgesetzt, die Lernen in komplexe Aktionszusammenhänge stellt. Diese Aktivitäten beinhalten u.a. das Formulieren von Forschungsfragen und Hypothesen, das Sammeln und Analysieren von Daten und die Nutzung von neu erworbenem Wissen zur Formulierung neuer Fragestellungen (Hmelo-Silver et al. 2007).

Anknüpfend an diese Tradition wurden auch im deutschsprachigen Raum Modelle des Forschenden Lernens (z.B. Bell 2006) entwickelt, welche sowohl die Förderung naturwissenschaftlichen Arbeitens unterstreichen als sich auch an die Bildungsstandards der KMK (2005) anlehnen.



**Abbildung 4:** Mögliche Schüleraktivitäten beim Forschenden Lernen (nach Bell 2006)

Das in Abbildung 4 dargestellte Modell (Bell 2006) zeigt mögliche Aktivitäten des Forschenden Lernens, die von oben nach unten zu lesen sind, deren dargestellte Reihenfolge aber keine starre Abfolge darstellen soll. Es wird deutlich, dass dem eigentlichen Experimentieren noch einige Schritte vorausgehen. Dies unterstreicht die vielfach vertretene Position, dass Experimentieren, welches nur eine ‚hands-on‘-, aber keine ‚minds-on‘-Komponente beinhaltet, nicht zum Verständnis naturwissenschaftlichen Denkens und letztlich zur Aneignung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) führe (Abd-El-Khalick et al. 2004; Hodson 1990, 1993, 1996; Kirschner et al. 2006). Ebenso wird anhand des Modells (Abbildung 4) ersichtlich, dass auch dem Experimentieren folgende Diskussions- und Reflektions-schritte von entscheidender Bedeutung sind. Hierauf verweisen auch Abd-El-Khalik

et al. (2004), indem sie fordern, dass zum Verständnis produzierter Ergebnisse immer auch eine Reflektion dieser sowie der angewandten Methoden notwendig sei. Ebenso merkt Bell (2006) an, dass es lehrergeführte Unterrichtsphasen geben sollte, in denen Wissen zur Verfügung gestellt werden bzw. mit den Schülern gemeinsam systematisch aufbereitet werden sollte, um zu vermeiden, dass kein greifbarer Lerneffekt eintrete.

Das vorgestellte Modell des Forschenden Lernens weist zahlreiche Gemeinsamkeiten mit dem Konzept des ‚Guided Inquiry‘ (vgl. z.B. Hmelo-Silver et al. 2007) auf. Dieses betont die Bereitstellung von Hilfestellungen, die den Lerner zur aktiven Lösung von Aufgaben befähigen, die er sonst nicht bewältigen könnte.

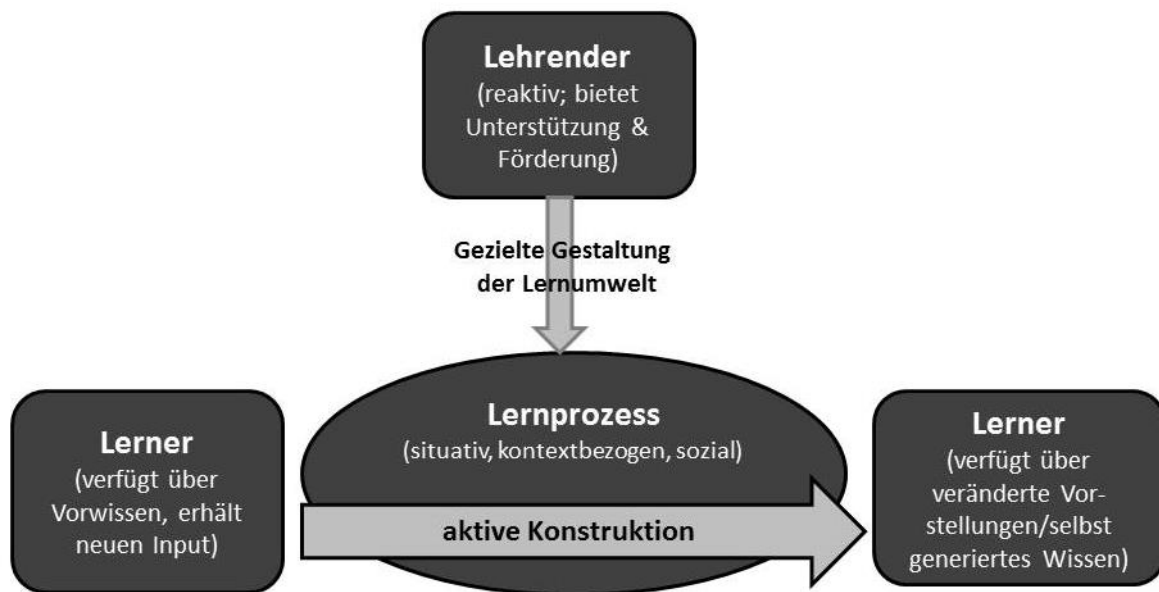
#### 1.1.1.5 KONSTRUKTIVISTISCHE LERNTHEORIEN

Im Bereich der Naturwissenschaftsdidaktik hat sich mittlerweile größtenteils die moderat bzw. pragmatisch konstruktivistische Sichtweise von Lernen durchgesetzt. Teilweise findet man auch den Begriff des ‚wissensbasierten Konstruktivismus‘ (Linn 1990; Resnick & Hall 1998). Diese Position steht im Gegensatz zur traditionellen instruktionalen Auffassung von Lernen, die besonders im ‚Instructional Design‘-Ansatz (Gagné 1962) zum Ausdruck kommt und dadurch gekennzeichnet ist, dass der Lehrende den aktiven und der Lernende den passiven Part des Unterrichts übernimmt. Lernen wird hier als rezeptiver Prozess verstanden, bei dem der Lehrende Inhalte an den Lerner übermittelt, die bei diesem dann „automatisch“ in ähnlicher Form vorliegen wie beim Lehrenden. Man geht im Rahmen dieser Theorie also davon aus, dass Wissen von einer Person zu einer anderen transportierbar ist.

Den Ursprung der konstruktivistischen Lerntheorie stellt die philosophische Erkenntnistheorie des radikalen Konstruktivismus (Glaserfeld 1998) dar. Diese geht davon aus, dass alle menschlichen Wahrnehmungen auf Konstruktion und Interpretation beruhen. Es bestehe folglich keine allgemeingültige Realität, die alle Menschen miteinander teilen. Vielmehr konstruiere sich jeder Mensch seine eigene Realität und somit sei ihm auch die Realitätskonstruktion anderer nicht unmittelbar zugänglich. Bezogen auf Wissen wird postuliert, dass dieses nicht von außen kommen könne, sondern immer auf eigenen Erfahrungen und eigener Konstruktion beruhe. Das menschliche Gehirn wird als abgeschlossenes System betrachtet, das zwar Reize über die Sinnesorgane geliefert bekommt, aber keine direkte Verbindung nach außen

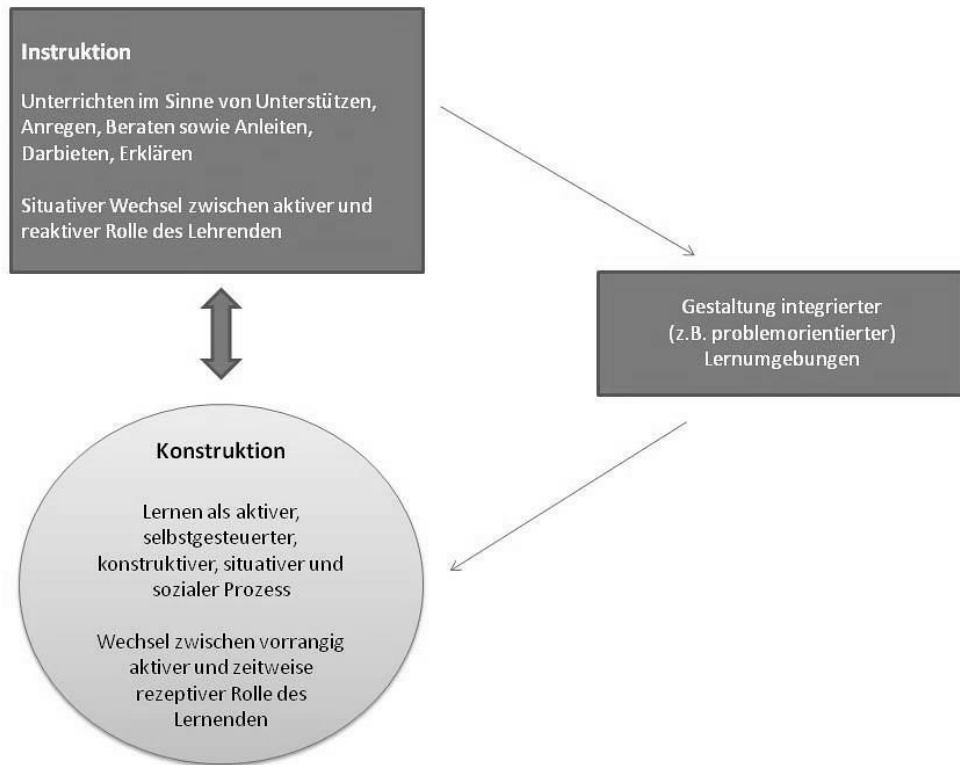
besitzt (Schmidt 1987). Aus diesem Grund wird der Schluss gezogen, dass Objektivität und ein subjektunabhängiges Denken und Verstehen nicht möglich sind. Somit ist Wirklichkeit, die immer kognitiv konstruiert ist, nur dann verbindlich, wenn sie von anderen Individuen geteilt wird (Gerstenmaier & Mandl 1995).

Im Rahmen von pädagogischer Psychologie und Didaktik wird allerdings in der Regel eine moderatere Form des Konstruktivismus vertreten, die sich weniger mit der menschlichen Erkenntnis als mit Denk- und Lernprozessen beschäftigt. Hier wird hauptsächlich die Position befürwortet, die den Lerner als aktives, selbstgesteuertes und selbstreflexives Subjekt in den Mittelpunkt des Lernprozesses stellt (Gerstenmaier & Mandl 1995). Man geht demnach davon aus, dass Wissen kein Gegenstand ist, der sich vom Lehrenden auf den Lernenden übertragen lässt, wie es in instruktionalen Lerntheorien angenommen wird. Dem Lehrenden kommt demnach eine eher passive und dem Lernenden eine aktive Rolle zu.



**Abbildung 5:** Darstellung der konstruktivistischen Sichtweise des Lernens

Wie in Abbildung 5 dargestellt, nimmt der Lehrende also nur reaktiv, als Bereitsteller von Lernangeboten, am Lerngeschehen teil. Der Lerner kann bei der aktiven Konstruktion seines Wissens auf diese Lernangebote und sein individuelles Vorwissen zurückgreifen (Riemeier 2007).



**Abbildung 6:** Praxisorientierte Position zum Lehren und Lernen (nach Reinmann & Mandl 2006)

Die dem Konzept des Schülerlabors BeLL Bio zugrunde liegende Lerntheorie ist die in Abbildung 6 dargestellte, praxisorientierte Position zum Lehren und Lernen nach Reinmann und Mandl (2006).

Diese Position betont die Vereinbarkeit von Instruktion und Konstruktion, die aus Sicht der Lehr-Lern-Forschung relevant für eine aktive Wissenskonstruktion ist und sich in der außerschulischen Lernumgebung eines Schülerlabors sehr gut realisieren lässt. Weder dem Lehrenden noch dem Lernenden kommt hier eine ausschließlich aktive oder passive Rolle zu, sondern der Lernprozess ist charakterisiert durch ein Wechselspiel dieser beiden Rollen. Im Sinne des wissensbasierten Konstruktivismus (Resnick & Hall 1998) bedarf es instruktionaler Phasen, um den Lerner mit einer Wissensbasis auszustatten, die ihn erst in die Lage versetzt, selbständig Probleme lösen und eigenes Wissen konstruieren zu können.

Das Leitprinzip einer nach dieser Position gestalteten Lernumgebung sollte laut Reinmann und Mandl (2006) die Problemorientierung sein, da dieser das Potential zugeschrieben wird, den Erwerb anwendbaren Wissens zu unterstützen. Im Umkehrschluss kann die Entstehung sogenannten trägen Wissens (Renkl 2010) – also Wis-



sens, das theoretisch zwar erworben wurde, aber aktiv nicht angewendet werden kann – vermieden werden. Für die Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen haben Reinmann und Mandl fünf Leitlinien formuliert (Tabelle 1). Auf die konkrete Umsetzung dieser Leitlinien in den bilingualen Schülerlaborkursen des BeLL Bio wird in Kapitel 2.2 noch näher eingegangen werden.

**Tabelle 1:** Leitlinien zur Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen  
(nach Reinmann & Mandl 2006)

<b>Leitlinie</b>	<b>Bedeutung</b>
<b>1) Situiert &amp; anhand authentischer Probleme lernen</b>	Authentische Probleme motivieren zum Wissenserwerb; Sichern eines hohen Anwendungsbezugs beim Lernen
<b>2) In multiplen Kontexten lernen</b>	Gelerntes soll auch auf andere Problemstellungen/ Situationen übertragen werden können
<b>3) Unter multiplen Perspektiven lernen</b>	Probleme werden aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet; sichert Flexibilität bei Anwendung des Gelernten
<b>4) In einem sozialen Kontext lernen</b>	Gemeinsames Lernen von Lernenden und Experten; sozialer Kontext sichert ‚Enkulturation‘ im Lernprozess
<b>5) Mit instruktionaler Unterstützung lernen</b>	Neben Möglichkeiten eigenständigen Lernens muss auch zur Bearbeitung von Problemen erforderliches Wissen bereitgestellt werden

In der Praxis sollten nach gemäßigt konstruktivistischen Gesichtspunkten die instruktionale und konstruktivistische Auffassung vom Lernen miteinander in Einklang gebracht werden (Reinmann & Mandl 2006). Lernumgebungen sind folglich so zu gestalten, dass aktiv-konstruktive, situative, selbstgesteuerte und soziale Lernprozesse aktiviert und begünstigt werden. Dabei könne darüber hinaus nicht auf instruktionale Methoden wie Anleiten, Darbieten und Erklären verzichtet werden. Ähnliche Erkenntnisse sind auch im Rahmen der Forschung zum Forschenden Lernen und zum Laborunterricht gewonnen worden (Hodson 1990, 1993, 1996; Kirschner et al. 2006; Lunetta et al. 2010; Wilkinson & Ward 1997). Auch laut diesen Studien ist es nicht ausreichend, Schüler praktisch im Labor arbeiten zu lassen und auf einen Lerneffekt zu hoffen. Vielmehr bedürfe es, wie auch in der praxisorientierten Position zum Lernen vorgeschlagen, zusätzlicher Anleitung, Bereitstellung von Hintergrundwissen und außerdem Möglichkeiten, gemachte Erfahrungen und Erkenntnisse auch zu rekapitulieren und diskutieren. Zusammenfassend lässt sich in den Worten Hodsons sagen: „[...] simply doing practical work is no longer good enough.“ (Hodson 1996, S. 756).

### 1.1.2 BILINGUALER UNTERRICHT / CLIL

Content and Language Integrated Learning (CLIL) ist ein Unterrichtskonzept mit zwei Schwerpunkten, die einerseits durch die (Fremd-)Sprache und andererseits durch die Inhalte des jeweiligen Sachfaches repräsentiert werden. Im Unterricht wird eine zusätzliche Sprache genutzt, die der Vermittlung und dem Lernen sowohl von Inhalten als auch von Sprache dient (Eurydice 2005; Marsh 2002). Ein wichtiger Unterschied zum regulären schulischen Fremdsprachenunterricht ist die Tatsache, dass das Vorgehen stets vom Inhalt des Faches ausgeht. CLIL wird als innovative Unterrichtsform angesehen, die entstanden ist, um den Anforderungen und Erwartungen der Moderne gerecht zu werden (Coyle 2007; Coyle et al. 2010). Hier sind Globalisierung und Wissensgesellschaft wichtige Faktoren, die veränderte Unterrichtskonzepte fordern. Darüber hinaus soll durch das Lernen eines oder mehrerer Fächer in einer Fremdsprache sowohl interkulturelle Kompetenz als auch die Mehrsprachigkeit der Schüler gefördert werden (Aguado & Hu 2000). Außerdem ist der Ansatz so konzipiert, dass sowohl die Schüler als auch die Inhalte des Sachfachs im Vordergrund stehen (Müller-Hartmann & Schocker-von Ditfurth 2004).

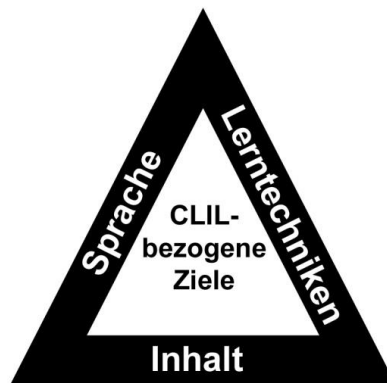
Im deutschsprachigen Raum wird häufig der Begriff ‚Bilingualer Sachfachunterricht‘ synonym für CLIL benutzt, da auch dieser den integrativen Charakter des Ansatzes, der die gleichzeitige Orientierung an Inhalten und Interaktion betont, zum Ausdruck bringt. Denn durch genau diese Integration bzw. durch die Instrumentalisierung der Fremdsprache durch das Sachfach wird auf einen Synergieeffekt gesetzt (Bach 2005).

Hieraus wird deutlich, dass CLIL nicht mit dem klassischen, in Kanada entwickelten Immersionsmodell, bei dem die Sprache ausschließlich als Medium zur Vermittlung von Unterrichtsinhalten genutzt wird (Wode 1995), gleichgesetzt werden kann. Denn bei CLIL ist die Fremdsprache sowohl Medium als auch Inhalt des Unterrichts (Müller-Hartmann & Schocker-von Ditfurth 2004). Allerdings wird hier der Fokus – im Gegensatz zum reinen Fremdsprachenunterricht – nur auf die Sprache gelegt, wenn es nötig und wichtig für das Verständnis der Inhalte des Sachfaches erscheint (Krechel 2008; Wolff 2007).

Diehr (2012) hat darüber hinaus einen drei Hauptkategorien umfassenden Systematisierungsvorschlag zum bilingualen Lehren und Lernen gemacht. Sie differenziert zwischen Konzepten, in denen die Fremdsprache als Medium des Lernens genutzt wird (Typ A), Konzepten, in denen die Fremdsprache die Leitsprache darstellt (Typ

B) und Konzepten, die Fremdsprache und Arbeitssprache als komplementäre Bestandteile des bilingualen Unterrichts verstehen (Typ C). Das der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Konzept ist Typ A zuzuordnen, welcher sich dadurch auszeichnet, dass im Idealfall nur die Fremdsprache zur Erarbeitung von Inhalten genutzt wird. Innerhalb dieses Konzepts ist der Gebrauch anderer Sprachen als der Zielsprache zwar erlaubt, wird aber nicht als zielführend erachtet. Richter (2004) schlägt hierzu vor, dass im Unterricht so viel Fremdsprache wie möglich und so wenig Muttersprache wie nötig verwendet werden sollte. Eine ähnliche Auffassung vertreten beispielsweise Bonnet (2007), Hallet (2002), Heine (2010a) und Thürmann (2010).

Nach Ansicht von Mehisto et al. (2008) setzt sich CLIL allerdings nicht nur aus den beschriebenen Dimensionen Sprache und Inhalt zusammen, sondern beinhaltet außerdem die Dimension der Lerntechniken. Aus diesen drei Dimensionen besteht auch die von ihnen vorgeschlagene Triade (Abbildung 7).



**Abbildung 7:** Die CLIL-Triade (in Anlehnung an Mehisto et al. 2008)

Hieran lässt sich außerdem erkennen, dass zum Erreichen der Ziele, auf die CLIL hinarbeitet – wie z.B. persönlichen und schulischen Erfolg sowohl in der Fremdsprache als auch im Sachfach – im Unterricht allen drei Dimensionen Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Eine Förderung und Entwicklung von Lerntechniken unterstützt hierbei unmittelbar das Erreichen von Lernzielen sowohl auf fremdsprachlicher als auch auf sachfachlicher Ebene (Mehisto et al. 2008).

Im Folgenden sollen die Begriffe CLIL und ‚Bilingualer Sachfachunterricht‘ synonym für das vorgestellte Konzept des bilingualen Lehrens und Lernens verwendet werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird unter diesen Begriffen eine Unterrichtsform verstanden, die sich einerseits an der CLIL-Triade (Mehisto et al. 2008) orientiert und andererseits Typ A des bilingualen Unterrichts (Diehr 2012) zuzuordnen ist.

Im Rahmen der entwickelten Schülerlaborkurse wird auf die vorgestellten Konzepte zurückgegriffen. Zur Umsetzung wird auf alle drei Dimensionen der Triade gesetzt, um die Kursziele auf inhaltlicher, praktischer und fremdsprachlicher Seite erreichen zu können. Für einen möglichst reibungslosen und für die Schüler, die zum Teil nur wenig bis keine Erfahrung mit bilingualem Unterricht haben, gewinnbringenden Ablauf der Schülerlaborkurse zu ermöglichen, wurde im Sinne eines integrativen Modells die Fremdsprache durch das Sachfach bzw. die biologischen Kursinhalte instrumentalisiert. Der Einbezug von Lerntechniken in das Konzept schien angesichts der kurzen Kursdauer und der zum Teil mit bilingualem Unterricht unerfahrenen Schüler unerlässlich. Besonders im Hinblick auf den Umgang mit englischsprachigen biologischen Fachtexten erschien es notwendig, einen Fokus auf die Vermittlung von Lerntechniken bzw. Lernstrategien hinsichtlich fremdsprachlichen Lesens zu legen (s. hierzu auch Kapitel 1.1.4.5 und Kapitel 1.1.4.6).

#### 1.1.2.1 CLIL IN BIOLOGIE

Bilingualer naturwissenschaftlicher Unterricht und somit auch bilingualer Biologieunterricht ist in Deutschland bisher noch relativ wenig verbreitet. 2004 betrug der Anteil der Naturwissenschaften am bilingualen Unterricht insgesamt nur 11 Prozent (Bonnet 2004). Laut einer Untersuchung von Kozianka & Ewig (2009) wurde 2009 an etwa 100 deutschen Schulen bilingualer Biologieunterricht erteilt. Zahlen der KMK (2006; 2013) besagen, dass Biologie 2006 in 9 Bundesländern bilingual angeboten wurde. Mittlerweile (2013) sind es sogar 14 von 16 Bundesländern, in denen Biologie bilingual unterrichtet wird.

Insgesamt ist der Anteil aber, besonders im Vergleich zu den traditionell bilingual unterrichteten Fächern wie Geschichte oder Geographie (KMK 2013), noch immer relativ gering. Dies hat Gründe, die auf verschiedenen Ebenen zu finden sind. Einerseits existiert ein Mangel an entsprechend qualifizierten Lehrkräften und geeigneten Unterrichtsmaterialien (Kozianka & Ewig 2009). Andererseits wurde lange Zeit argumentiert, dass sich Naturwissenschaften nicht für den bilingualen Unterricht eignen, da sie beispielsweise keinen Bezug zur Kultur des Partnerlandes hätten (Mäsch 1993). Im Gegensatz zu solchen Argumenten, die sich vielfach durch die Entstehungsgeschichte des bilingualen Unterrichts als Beitrag zur deutsch-französischen Völkerverständigung nach dem zweiten Weltkrieg (Mäsch 1993) erklären lassen, werden mitt-

lerweile aber auch berufliche und ökonomische Vorteile für die Lerner als Argumente für bilingualen Unterricht in den Naturwissenschaften angeführt. Das Englische spielt in den Naturwissenschaften als ‚Lingua Franca‘, also internationale Verkehrssprache von Sprechern unterschiedlicher Muttersprachen, eine herausragende Rolle. Dies gilt für die Biologie in besonderem Maße. Ohne entsprechende Englischkenntnisse ist eine Teilhabe am wissenschaftlichen Diskurs, bedingt durch fast ausschließlich englischsprachige wissenschaftliche Veröffentlichungen und Konferenzvorträge, kaum möglich. Aus diesen Gründen besteht ein erheblicher Bedarf an akademischen Sprachfertigkeiten im Bereich der Naturwissenschaften, welchem idealerweise bereits während der Schulzeit passend begegnet werden könnte. Auf den Aspekt der ‚Lingua Franca‘ im Kontext des bilingualen Unterrichts haben auch bereits Hemmelgarn & Ewig (2003) sowie Richter & Zimmermann (2003) hingewiesen.

Hinsichtlich der Sprache ist im bilingualen Unterricht und im Besonderen im bilingualen Biologieunterricht des Weiteren die Unterscheidung von Alltags- und Fachsprache von zentraler Bedeutung. Schulbezogene kognitive Sprachkenntnisse werden nach Cummins (1979; 2010) als CALP (Cognitive Academic Language Proficiency) und sprachliche Fähigkeiten in der Alltagskommunikation als BICS (Basic Interpersonal Communicative Skills) bezeichnet. CALP-Fähigkeiten sind für das Verständnis und die Ausdrucksfähigkeit hinsichtlich fachlicher Konzepte und Ideen unabdingbar. Im bilingualen Sachfachunterricht kommt CALP eine noch stärkere Bedeutung zu als im konventionellen Fremdsprachenunterricht, da hier für eine erfolgreiche fachliche Kommunikation zunächst die Konventionen des Sachfachs und der adressatengerechte Gebrauch der Fachsprache erlernt werden müssen (Preisfeld 2016). Im Allgemeinen zeichnet sich die biologische Fachsprache, die durch das Englische als ‚Lingua Franca‘ dominiert wird, durch drei zentrale Merkmale, die sie von der Alltagssprache unterscheiden, aus. Dies sind zum einen charakteristische Textsorten, die sich u.a. durch unpersönliche Passivkonstruktionen auszeichnen. Außerdem ist die Fachsprache durch spezifische Symbolschätze (z.B. in Form von Formeln, Zeichen und Abkürzungen) sowie einen eigenen fachspezifischen Wortschatz charakterisiert (Schmiemann 2011). Darüber hinaus nimmt mit der Komplexität der Thematik, wie beispielsweise im Bereich der Genetik, auch die Komplexität der zu erlernenden fachsprachlichen Komponenten – also der CALP-Anteile – zu und die Menge alltagssprachlicher bzw. BICS-Anteile ab. Bei der adressatengerechten Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für den bilingualen Biologieunterricht ebenso wie für bilinguale

biologische Schülerlaborkurse stellt der Aspekt der Unterscheidung von BICS und CALP, besonders vor dem Hintergrund etwaiger fremdsprachlicher Vorerfahrungen der Lernenden, eine zu berücksichtigende Einflussgröße dar.

Hinsichtlich des empirischen Interesses am bilingualen Lehren und Lernen stand lange die Erforschung des fremdsprachlichen Wissenszuwachses im Zentrum von Evaluationsstudien. Besonders im Bereich des bilingualen Unterrichts in den Naturwissenschaften und in Bezug auf den Erwerb sachfachlicher Kompetenzen liegen bisher generell nur vereinzelte Studien und Forschungsergebnisse vor. Dies gilt im Besonderen für den bilingualen Biologieunterricht. Insgesamt beziehen sich auch hier die meisten Studien auf die fremdsprachliche Seite des bilingualen Sachfachunterrichts (Baker 2002; Bonnet 2004; Bredenbröcker 2000; Caspari et al. 2009; DESI-Konsortium 2008; Piske 2006). Dieser Aspekt wurde außerdem in verschiedenen nationalen und internationalen Studien untersucht und stets eine höhere sprachliche Kompetenz der Schüler belegt (Admiraal et al. 2006; DESI-Konsortium 2008; Lasagabaster 2011; Piske 2006; Piske & Burmeister 2008; Zydatiß 2007b). Einige wenige Studien, von denen allerdings nicht alle aus dem Bereich des Biologieunterrichts stammen, beschäftigen sich auch mit affektiven Aspekten des bilingualen Lernens (Lasagabaster 2011; Rodenhauser & Preisfeld 2015; Rumlich 2015; Scheerso 2008; Seikkula-Leino 2007). Forschungsergebnisse zum Erwerb biologischen Inhaltswissens liegen bisher ebenfalls nur vereinzelt vor (Buse & Preisfeld 2016; Badertscher & Bieri 2009; Duske & Ewig 2013; Hartmannsgruber 2014, Koch & Bündler 2006; Osterhage 2009; Rodenhauser & Preisfeld 2015; 2016).

#### 1.1.2.2 LEHRERBEDINGUNGEN FÜR CLIL

Ein entscheidender Aspekt bei der Ein- bzw. Durchführung von CLIL sind die Lehrpersonen und ihre Qualifikationen. Sie müssen in der Lage sein, sowohl die Inhalte des Sachfachs als auch fremdsprachliche Faktoren an die Schüler zu vermitteln. Darüber hinaus sollten sie eine überdurchschnittliche fremdsprachliche Kompetenz in der jeweiligen Zielsprache besitzen (Eurydice 2005). In Deutschland erfolgt die Qualifikation für den bilingualen Unterricht grundsätzlich durch die Lehrbefähigung für ein Sachfach und eine moderne Fremdsprache (KMK 2013). Die Lehrbefähigung in der Fremdsprache kann allerdings auch durch eine nachgewiesene hohe fremdsprachliche Kompetenz in der Zielsprache ersetzt werden. Darüber hinaus können teilweise

Muttersprachler mit einer sachfachlichen Ausbildung für den bilingualen Unterricht eingesetzt werden (KMK 2013).

Da sich bilingualer Sachfachunterricht und somit auch bilingualer Biologieunterricht in Deutschland wachsender Beliebtheit erfreut, wird auch der Bedarf an qualifizierten Lehrkräften immer größer. Eine spezielle Ausbildung für den bilingualen Unterricht existiert in standardisierter Form in Deutschland bisher nicht. Allerdings gibt es in mehreren Bundesländern mittlerweile Angebote sowohl in der ersten als auch in der zweiten Phase der Lehramtsausbildung. In der ersten Phase existieren einerseits Qualifikationsmöglichkeiten im Rahmen von Zusatzstudiengängen, wie sie beispielsweise an den Universitäten Dortmund und Hamburg angeboten werden. Andererseits gibt es an der Universität Wuppertal einen Masterstudiengang ‚Bilingualer Unterricht‘, in dem die Studierenden im Rahmen des Master of Education sowohl in ihrem Sprachfach als auch in ihrem Sachfach für den bilingualen Unterricht ausgebildet werden. So sind in den letzten Jahren erste Angebote entstanden, die auf den wachsenden Bedarf an qualifizierten Lehrkräften für den bilingualen Unterricht reagieren.

Doch wo sehen Lehrkräfte selbst Schwierigkeiten bei der Umsetzung von CLIL im Unterricht? Buchinger und Bohn (2007) haben bereits eine Umfrage unter über 80 Lehrern durchgeführt, die Einschätzungen aus der Praxis des bilingualen Sachfachunterrichts an deutschen Schulen liefert. Hier wird deutlich, dass rund 80 Prozent der befragten Lehrer sich sowohl eine eigenständige Didaktik als auch eine eigenständige Methodik für den bilingualen Unterricht wünschen. An diesen Stellen scheint es also noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf zu geben. Interessant scheint darüber hinaus der Aspekt, dass 47 Prozent der Befragten glauben, bei den bilingualen Lernern könne es zu Defiziten in der Sachfachkompetenz kommen. Da diese Angaben hauptsächlich auf subjektiven Einschätzungen der Lehrer beruhen, gilt es auch an dieser Stelle noch entsprechend zu forschen. Über diese grundlegenden Gesichtspunkte hinaus hat sich im Rahmen dieser Lehrerbefragung gezeigt, dass Lehrer entscheidende Probleme in der Verfügbarkeit von für den bilingualen Unterricht geeigneten Materialien sehen. Mit diesem Thema haben sich auch Koziánka & Ewig (2009) auseinandergesetzt. In einer bundesweiten Befragung von Schulen mit bilingualem Angebot in der Biologie wurde festgestellt, dass Lehrer ( $N = 68$ ) insgesamt relativ unzufrieden mit dem Angebot an Materialien für den bilingualen Biologieunterricht sind. Viele der Lehrkräfte gaben an, fremdsprachige Schulbücher aus England

oder den USA zu nutzen, die vielfach von ihnen noch adaptiert werden müssen. Aufgrund des hohen Aufwands der Erstellung von Materialien bestehe somit ein großer Wunsch nach vorgefertigten Materialien für den bilingualen Biologieunterricht.

Um einen Eindruck der Sicht der das BeLL Bio besuchenden Lehrer auf verschiedene Aspekte des bilingualen Lernens zu gewinnen, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit zusätzlich zur Evaluation der Schülerlaborkurse eine Lehrerbefragung durchgeführt. So wurde in Form einer Nebenstudie auch die Perspektive der Lehrenden, die zum Teil bereits bilingual unterrichteten oder aber noch keinerlei Erfahrungen mit bilinguaem Unterricht gesammelt hatten, mit aufgenommen.

### 1.1.3 MODELLE DES MENSCHLICHEN GEDÄCHTNISSES

Da das Ziel der vorliegenden Arbeit unter anderem darin besteht, einen Eindruck davon zu gewinnen, inwiefern sich ein bilinguales im Vergleich zu einem monolingualen (deutschen) Treatment in einer Laborsituation auf Lern- bzw. Behaltensleistungen der Schüler auswirkt, soll an dieser Stelle auf relevante Aspekte des menschlichen Gedächtnisses eingegangen werden.

Laut Hoffmann & Engelkamp (2013) wird unter Gedächtnis die Fähigkeit verstanden, Informationen zu bewahren und nach einer Behaltensphase korrekt wiederzugeben. Lernen ist dagegen als eine Änderung in verhaltenssteuernden Strukturen, die aufgrund individueller Erfahrungen entstehen, definiert. Von außen kann Lernen dadurch erkannt werden, dass sich ein bestimmtes Verhalten aufgrund eigener Erfahrungen ändert (Hoffmann & Engelkamp 2013). Im Gehirn werden Informationen in Form von Aktivierungsmustern über viele Neuronen hinweg repräsentiert (Anderson 2013). Darüber hinaus bildet die neuronale Plastizität, also die Fähigkeit der Neuronen, auf veränderte Erfahrungen zu reagieren, die Grundlage für das Gedächtnis (Anderson 2013). Gedächtnisphänomene beruhen somit auf neuronaler Ebene auf Aktivierungen in bestimmten kortikalen Strukturen (Hoffmann & Engelkamp 2013). Demnach ist eine Erinnerung ein spezifisches Aktivierungsgeschehen in einer bestimmten Neuronenpopulation und Erinnern der Prozess, der zum Eintreten dieses Aktivierungsgeschehens führt (Hoffmann & Engelkamp 2013). Hierbei ist es von Bedeutung, dass sich Verbindungsmuster, die im Vorfeld schon aufgetreten sind, bevorzugt wieder einstellen (Hoffmann & Engelkamp 2013).



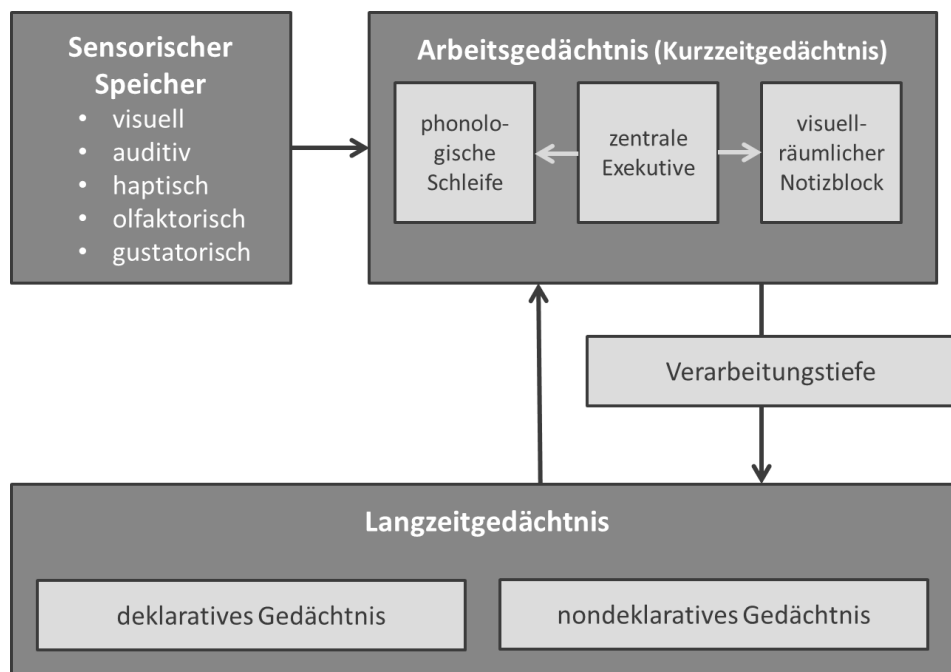
An den verschiedenen Gedächtnisfunktionen sind unterschiedliche Gehirnregionen beteiligt. So ist das limbische System (Hippocampus und Amygdala) im Wesentlichen an Enkodierung und Abruf von Informationen beteiligt (Winkel et al. 2006). Der Hippocampus spielt beim Speichern neuer Erinnerungen eine Schlüsselrolle (Anderson 2013). Präfrontale Bereiche des Gehirns sind außerdem in hohem Maße an der Enkodierung neuer Erinnerungen sowie am Abruf alter Erinnerungen beteiligt (Anderson 2013). Das Kleinhirn (Cerebellum) spielt hingegen eine zentrale Rolle beim Erlernen motorischer Fertigkeiten (Winkel et al. 2006). Der Kortex ist in der Lage, Informationen auch über sehr lange Zeiträume zu speichern (Winkel et al. 2006).

Nach dem klassischen Dreispeichermodell des Gedächtnisses (Atkinson & Shiffrin 1968), welches im Grundsatz zwar heute noch Bestand hat, aber als zu vereinfachend anzusehen ist, besteht das menschliche Gedächtnis aus drei Komponenten: dem sensorischen Gedächtnis, dem Kurz- und dem Langzeitgedächtnis (Winkel et al. 2006). Im sensorischen Gedächtnis sind sensorische Eindrücke (visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch, gustatorisch) repräsentiert, die dort nur für wenige Millisekunden gespeichert werden. Die Speicherkapazität ist generell gering und die Inhalte sind dem Bewusstsein häufig nicht zugänglich. Im Gegensatz dazu beinhaltet das Kurzzeitgedächtnis aktuelle Bewusstseinsinhalte. Die Verweildauer von Informationen ist ebenfalls kurz, aber etwas länger als im sensorischen Gedächtnis. Darüber hinaus wird auch hier von einer begrenzten Speicherkapazität ausgegangen. Durch Wiederholung ist es allerdings möglich, bestimmte Inhalte länger im Kurzzeitgedächtnis zu behalten (Buchner 2006). Auf neurophysiologischer Ebene kommt es hierdurch zu dauerhaften strukturellen Veränderungen, die das Langzeitgedächtnis darstellen. Dieses besitzt eine sehr lange Speicherdauer, eine nahezu unbegrenzte Speicherkapazität und setzt sich nach neueren Erkenntnissen aus einem deklarativen und einem nondeklarativen Anteil, d.h. einem bewussten und einem unbewussten Teil, zusammen (Winkel et al. 2006).

Aufbauend auf dem klassischen Dreispeichermodell schlug Baddeley (1986) ein modifiziertes und präzisiertes Modell des Kurzzeitgedächtnisses, welches im Rahmen dieses Modells als Arbeitsgedächtnis bezeichnet wird, vor. Dieses Arbeitsgedächtnis stellt ein System dar, welches für das Behalten von Informationen, die zur Ausführung einer Aufgabe benötigt werden, zuständig ist. Baddeley (1986) nimmt an, dass sich das System aus mehreren Untereinheiten zusammensetzt: der phonologischen

Schleife, die der Verarbeitung akustischer und verbaler Informationen dient, und dem visuell-räumlichen Notizblock, durch den räumliche und bildliche Informationen verarbeitet werden. Darüber hinaus wird eine zentrale Exekutive mit beschränkter Kapazität angenommen, die die Funktionen dieser beiden Speicher koordiniert (Baddeley 1986). Der Arbeitsspeicher stellt auch in diesem Modell die Durchgangsstation zum Langzeitgedächtnis dar.

Da sich die beiden vorgestellten Gedächtnismodelle letztlich in ihren Aussagen ergänzen, lassen sie sich zu einem übergreifenden, erweiterten Dreispeichermodell des Gedächtnisses (Buchner 2006; Winkel et al. 2006) kombinieren, welches in Abbildung 8 dargestellt ist.



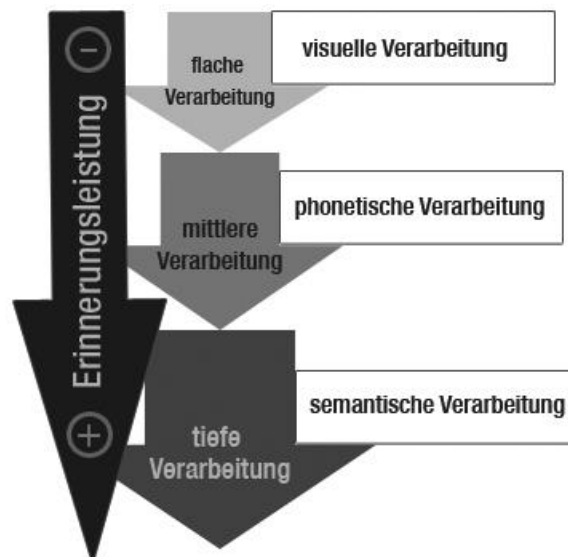
**Abbildung 8:** Erweitertes Dreispeichermodell des Gedächtnisses (basierend auf Buchner 2006 & Winkel et al. 2006)

Es beinhaltet alle vorgestellten Gedächtniskomponenten und berücksichtigt darüber hinaus den Aspekt der Verarbeitungstiefe zur Erklärung der Speicherdauer von Informationen. Dieses Modell der Verarbeitungstiefe (Levels of Processing) ( Craik & Lockhart 1972) sieht – im Gegensatz zu den zuvor vorgestellten Modellen – nicht allein die Dauer des Memorierens von Informationen, sondern die Tiefe, mit der Informationen verarbeitet werden, als entscheidenden Faktor für den Übergang vom Kurz- ins Langzeitgedächtnis an. Da dieser Ansatz im Zusammenhang des bilingualen Unterrichts bereits als „[...] Parameter [...], an welchem sich die Überlegenheit des bilingualen Sachfachunterrichts gegenüber dem herkömmlichen Fremdspra-

chenunterricht festmachen läßt [...]“ (Wolff 1997a, S. 48), beschrieben wurde und dies ebenfalls von Heine (2010b) sowie Lamsfuß-Schenk (2008) belegt werden konnte, scheint dieser Aspekt auch für das in dieser Arbeit entwickelte und evaluierte Unterrichtsmodell von entscheidender Bedeutung zu sein. Daher soll er im Folgenden noch näher erläutert werden.

### 1.1.3.1 THEORIE DER VERARBEITUNGSTIEFE

Durch die Theorie der Verarbeitungstiefe ( Craik & Lockhart 1972) sollte den zuvor beschriebenen Mehrspeichermodellen ein Prozessmodell gegenübergestellt werden, welches sich auf die Erklärung der Prozesse, die während der Lernphase ablaufen, und ihre Auswirkungen auf die Erinnerungsleistung konzentriert. Craik und Lockhart (1972) postulierten, dass bessere Erinnerungs- bzw. Gedächtnisleistungen dann eintreten, wenn Inhalte in einer tiefen und bedeutungshaltigen Art und Weise erinnert werden. Sie identifizierten drei verschiedene Verarbeitungsstufen, die sie für unterschiedlich behaltenswirksam halten. Eine strukturelle bzw. rein visuelle Verarbeitung eines Inhalts stellt eine nur flache Verarbeitung dar, eine phonetische eine mittlere Verarbeitung des Inhalts und eine semantische, also bedeutungshaltige Verarbeitung stellt die tiefste Verarbeitungsstufe dar (Craik & Lockhart 1972).



**Abbildung 9:** Zusammenhang zwischen Verarbeitungstiefe und Erinnerungsleistung (basierend auf Craik & Lockhart 1972)

Bezüglich der Erinnerungsleistung wird angenommen, dass die semantische Verarbeitung, d.h. bei einem Einbezug der Wortbedeutung bei der Verarbeitung, zu den

besten Erinnerungsleistungen führt. Diese Annahmen sind in Abbildung 9 zusammenfassend dargestellt.

Zur Überprüfung der Existenz dieses Effekts wurden in den folgenden Jahren verschiedene Studien (z.B. Craik & Tulving 1975) durchgeführt. Hier konnte auch gezeigt werden, dass tatsächlich die Verarbeitungstiefe und nicht etwa, wie von Kritikern angenommen, ein höherer Zeitaufwand bei der Verarbeitung für die Gedächtnisleistung verantwortlich ist. Die ursprüngliche Theorie der Verarbeitungstiefe hat in den folgenden Jahren verschiedene Erweiterungen und Änderungen erfahren (Craik & Simon 1980). Eine der wichtigsten war die Erkenntnis, dass die Informationsverarbeitung nicht ausschließlich hierarchisch stattfindet, sondern ein interaktives System darstellt, in dem auch vorausgegangene Lernerfahrungen mit einbezogen werden. Des Weiteren wurde das Konzept der Elaboration eingeführt, welches sich auf die Reichhaltigkeit der Verarbeitung bezieht, die sich auf jeder Ebene bzw. Tiefe vollzieht. Somit konnte erklärt werden, dass auch auf flacheren Ebenen gute Erinnerungsleistungen erreicht werden können, wenn das Maß der Elaboration auf dieser Ebene ausreichend ist. Der Transfer von Informationen vom Kurz- ins Langzeitgedächtnis hängt somit von der Tiefe ihrer Verarbeitung sowie ihrer Elaboration ab. Bei einer unangemessenen bzw. nicht ausreichend tiefen Verarbeitung würden die Informationen direkt aus dem Kurzzeitgedächtnis herausfallen bzw. vergessen und gar nicht erst ins Langzeitgedächtnis transferiert werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Mehrspeicher- und der Mehrebenenansatz nicht mehr, wie zur Entstehungszeit dieser Theorien, als konkurrierende Modelle angesehen werden. Mittlerweile nimmt man an, dass sich beide Theorien ergänzen (Abbildung 8), so dass in einem umfassenden Gedächtnismodell sowohl strukturelle (Differenzierung in verschiedene Speicher) als auch funktionale Merkmale (Differenzierung nach Verarbeitungsprozessen) berücksichtigt werden müssen (Schermer 2006).

Im Zusammenhang mit bilingualem Unterricht hat bereits Heine (2010a) festgestellt, dass Lerner durch die Verwendung der Zweitsprache häufiger an die Grenzen ihrer Ausdrucksfähigkeit geraten und daher mehr kognitiven Aufwand auf die Suche nach der adäquaten sprachlichen Formulierung verwenden müssen. Diesen Sachverhalt setzt auch sie in Beziehung zum Konzept der Verarbeitungstiefe und erklärt, dass fokussierte Inhalte durch die Suche nach der sprachlichen Form länger im Gedäch-

nis aktiv gehalten werden. Durch die Verknüpfung der aktuell fokussierten Information mit benachbarten Konzepten bzw. mit Bedeutung werde das jeweilige Konzept im Gedächtnis verankert. Je stärker diese Verknüpfung ist, desto wahrscheinlicher sei die zukünftige Rekonstruierbarkeit der Informationen (Heine 2010a). Sie schließt, dass sich die Erschwernis durch die Fremdsprache im bilingualen Sachfachunterricht positiv auf die semantische Tiefenverarbeitung auswirke und bilinguale Fächer somit einen sinnvollen Platz im Unterrichtskanon einnehmen. Da sich Heines Ergebnisse (2010a; 2010b) allerdings sowohl auf eine innerschulische als auch auf eine nicht-experimentelle Unterrichtssituation beziehen, sind die von ihr evaluierten Sachverhalte nicht unmittelbar auf bilinguale Laborsituationen übertragbar.

Darüber hinaus haben auch bereits Badertscher & Bieri (2009) sowie Lamsfuß-Schenk (2008; 2015) auf die erhöhte semantische Verarbeitung im bilingualen Unterricht hingewiesen. Badertscher & Bieri (2009) spezifizieren dies insofern, dass sie annehmen, dass der Wissensaufbau im bilingualen Unterricht sorgfältiger und sachlogischer erfolge. In Anlehnung an Wolff (1997b) gehen sie davon aus, dass im Unterricht eine Kleinschrittigkeit in kognitiver und sprachfunktionaler Hinsicht vorliege, welche zu einer erhöhten semantischen Verarbeitungstiefe führe.

Lamsfuß-Schenk (2015) nimmt an, dass die Inhalte im bilingualen Unterricht vielfältiger elaboriert werden, was zu mindestens gleichwertigen inhaltlichen Leistungen führe. Dieser höhere Grad der Elaboration sei durch einen charakteristischen Strategieinsatz und durch die Arbeit zur Konstruktion fachlicher Konzepte und Begriffe bedingt.

#### 1.1.3.2 DIE COGNITIVE LOAD THEORY

Die von Chandler und Sweller (1991) entwickelte ‚Cognitive Load Theory‘ beruht ebenfalls auf den Grundannahmen der Gedächtnisforschung hinsichtlich der Interaktion zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis. Es wird davon ausgegangen, dass die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist. Deshalb sollte in Lernsituationen darauf geachtet werden, dass Lernmaterialien oder -arrangements so konzipiert sind, dass ihre Verarbeitung nicht die komplette Kapazität des Arbeitsgedächtnisses in Anspruch nimmt.

Generell verstehen Chandler und Sweller (1991) unter ‚Cognitive Load‘ die Belastung des Arbeitsgedächtnisses, welche durch das Verarbeiten von Informationen entsteht.

Sie gehen hierbei von drei Formen des ‚Load‘ aus, die zusammen den gesamten ‚Cognitive Load‘ ausmachen: ‚Intrinsic‘, ‚Extraneous‘ und ‚Germane Load‘ (Chandler & Sweller 1991; Paas et al. 2004). ‚Intrinsic Load‘ ist abhängig von der Schwierigkeit des Materialinhalts und somit unabänderlich. Komplexe Lerninhalte erzeugen also einen höheren ‚Intrinsic Load‘ als weniger komplexe. Im Gegensatz dazu ist ‚Extraneous Load‘ abhängig von der Art der Informationspräsentation und in seiner Höhe somit durchaus beeinflussbar. Diese Art von Load ist in Lernprozessen nicht wünschenswert, da er nicht unmittelbar zur Aneignung von Wissen beiträgt. Im schlimmsten Fall, also beispielsweise durch überfrachtet präsentierte Materialien, bei denen verschiedene Informationen parallel verarbeitet werden müssen, kann es sogar zu einem ‚Cognitive Overload‘ kommen. Dies bedeutet, dass der Lerner nicht mehr in der Lage ist, die relevanten Lerninhalte zu verarbeiten, da die begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses außerdem mit der Verarbeitung irrelevanter Informationen belastet wird. Letztlich kann es somit nicht zur Aneignung von Wissen kommen. Der Load, der durch Lernanstrengungen hervorgerufen wird und zum Aufbau mentaler Schemata – also zum eigentlichen Aufbau von Wissensstrukturen – führt, ist der sogenannte ‚Germane Load‘. Demnach sollte ein Lernarrangement so konzipiert sein, dass möglichst wenig das Arbeitsgedächtnis belastender ‚Extraneous Load‘ hervorgerufen wird und ausreichend Kapazität für den durch eine optimale Informationspräsentation und Lernanstrengungen hervorzurufenden ‚Germane Load‘ zur Verfügung steht.

Gemessen werden kann ‚Cognitive Load‘ laut Brünken, Plass et al. (2003) und Brünken, Seufert et al. (2010) sowohl direkt als auch indirekt. Eine direkte, subjektive Messung kann beispielsweise durch Rating-Skalen erfolgen, mithilfe derer die Schwierigkeit eines Materials durch die Probanden beurteilt wird. Eine verbreitete indirekte und objektive Möglichkeit zur Messung von ‚Cognitive Load‘ ist das Heranziehen von Messungen der Leistungsfähigkeit der Probanden, beispielsweise durch erreichte Punkte in einem Wissenstest. Es wird davon ausgegangen, dass ein Lerner nur in der Lage ist, viele Punkte zu erreichen, wenn die Lernmaterialien und die Instruktion wenig „Extraneous Load“ verursachen. Eine relative neue, allerdings aufwändige und kostenintensive Methode zur Messung von ‚Cognitive Load‘ in direkter und objektiver Form stellen die bildgebenden Verfahren der Neurowissenschaften (Neuroimaging) dar.

#### 1.1.4 INTERESSE, MOTIVATION & FÄHIGKEITSELBSTKONZEPT

Da Motivation, Interesse und das Fähigkeitsselbstkonzept Variablen darstellen, die sowohl für das Lernen an sich als auch für das Lernen im Schülerlabor und die damit verbundenen Ziele von Bedeutung sind, sollen die Konzepte und ihr Zusammenhang im Folgenden näher vorgestellt werden.

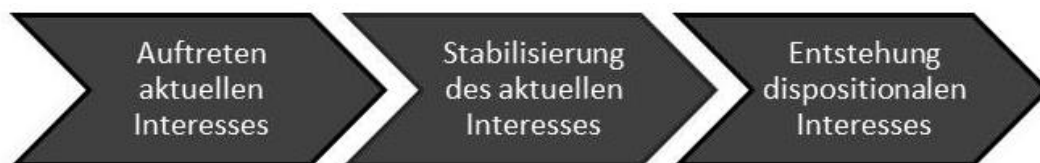
##### 1.1.4.1 INTERESSE

Nach der Person-Gegenstands-Theorie, die seit den späten 70er Jahren des letzten Jahrhunderts von der Münchner Gruppe um Schiefele, Krapp und Prenzel geprägt wurde, ist Interesse die besondere Relation zwischen einer Person und einem Gegenstand (Krapp 1992, 1998, 2002; Prenzel 1988). Grundlage dieser Theorie ist die Feststellung, dass menschliches Leben durch einen ständigen Austausch zwischen Individuum und Umwelt charakterisiert ist (Krapp 1992).

Laut Krapp (1992) stellt ein Interesse gegenüber einem bestimmten Gegenstandsreich ein motivationales Konstrukt dar, das sich durch wiederholte Auseinandersetzung mit diesem zunehmend ausdifferenziert. Ein Gegenstand kann in diesem Zusammenhang durch bestimmte Inhalte oder Lern- und Wissensgegenstände repräsentiert sein. Er kann also nicht nur in Form einer Sache definiert werden, sondern schließt alle Sachverhalte ein, über die Menschen Wissen erwerben und austauschen können (Krapp 1992, 2009). Die Person-Gegenstands-Beziehung ist im subjektiven Erleben charakterisiert durch positive emotionale Zustände während der Interessenhandlung (emotionale Valenz) und eine hohe subjektive Wertschätzung des Interessengegenstands (wertbezogene Valenz) (Krapp 2010). Unter Gesichtspunkten des Lernens ist außerdem die epistemische Orientierung von entscheidender Bedeutung. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass der Lerner mehr über den Interessengegenstand erfahren, sich kundig machen und sein Wissen erweitern möchte (Prenzel 1988). Ein weiteres wichtiges Charakteristikum der Person-Gegenstands-Beziehung ist die Selbstintentionalität. Diese sagt aus, dass sich die Person selbstbestimmt und gemäß eigener Wünsche und Ziele mit dem Gegenstand auseinandersetzt. Es besteht also kein Unterschied zwischen dem, was die Person in einer spezifischen Situation tun will und dem, was sie tun muss. Aus diesem Grund sieht Krapp (2002) interessenbasierte Handlungen auch als qualitativ gleichwertig mit intrinsisch motivierten Handlungen.

Bei einer näheren Spezifizierung des Interessenkonstrukts kann man weiterhin zwei verschiedene Arten von Interesse unterscheiden. Auf der einen Seite handelt es sich um das aktuelle Interesse<sup>1</sup>, das auf eine konkrete, vorübergehende Handlungssituation bezogen und von der Interessantheit der Situation abhängig ist (Krapp et al. 1992). Auf der anderen Seite steht das dispositionale Interesse<sup>2</sup>, welches eine nur langsam veränderliche motivationale Disposition darstellt, die mehr oder weniger stark im Selbstkonzept einer Person verankert ist (Krapp et al. 1992). Sie resultiert aus einer wiederholten Beschäftigung mit einem Interessengegenstand und den dabei erworbenen Erfahrungen und Erkenntnissen (Krapp et al. 1992; Krapp 1998).

In unterrichtlichen Zusammenhängen ist es von besonderer Bedeutung, dass sich unter bestimmten Voraussetzungen aus einem aktuellen ein dispositionales Interesse entwickeln kann. Als verantwortlich für diese Entwicklung sieht Krapp (1998; 2002) einen mehrstufigen Internalisierungsprozess, der allerdings nicht allein durch die beiden Begriffe aktuelles und dispositionales Interesse beschrieben werden kann. Wie in Abbildung 10 zu erkennen, besteht die Interessenentwicklung aus drei Stufen (Krapp 2002). Auf der ersten Stufe liegt ein aktuelles Interesse vor, das zum ersten Mal auftritt und von externen Faktoren der Lernumwelt ausgelöst wird. Auf der zweiten Stufe existiert ein stabilisiertes aktuelles Interesse, das zu einer weiteren Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand führt und eine längere Lernphase überdauert. Auf der dritten Stufe findet sich ein dispositionales Interesse, das als generelle Veranlagung, sich dauerhaft mit einem Interessengebiet auseinanderzusetzen, verstanden werden kann.



**Abbildung 10:** Drei Stufen der Interessengenese (nach Krapp 2002)

Eine ähnliche Spezifizierung der beiden Stufen des aktuellen Interesses hat Mitchell (1993) vorgeschlagen. Er unterscheidet zwischen ‚catch‘- und ‚hold‘-Faktoren des aktuellen Interesses, wobei erstere dazu dienen, die Aufmerksamkeit zu erregen und letztere dazu, die Aufmerksamkeit über eine gewisse Zeitspanne zu erhalten. Als Voraussetzung dafür, dass aus dem erzeugten Interesse ein stabilisiertes aktuelles

<sup>1</sup> Teilweise auch ‚situationales Interesse‘ genannt

<sup>2</sup> Teilweise auch ‚individuelles Interesse‘ genannt



Interesse wird, sieht er die Notwendigkeit, dass die Lerninhalte für den Lerner bedeutsam sind und seinen aktuellen Zielen, Motiven und Werten entsprechen. Dieser erste Schritt der Entwicklung des Interesses ist vergleichsweise leicht zu erreichen und findet somit auch relativ häufig statt. Der Schritt von einem stabilisierten aktuellen zu einem dispositionalen Interesse ist dagegen weitaus komplexer und kommt somit eher selten vor. Laut der Person-Gegenstands-Theorie (Krapp 1992; Prenzel 1988) ist ein dispositionales Interesse im individuellen Selbstkonzept verankert und verändert sich somit selten und nur unter bestimmten Voraussetzungen. Es muss hierzu eine Identifikation mit den mit dem Interessengegenstand verbundenen Zielen, Handlungen und Themen vorliegen (Krapp 2002). Die Theorie schlägt diesbezüglich eine Erklärung dazu vor, welche psychischen Mechanismen wirksam sein müssen, um eine dauerhafte Auseinandersetzung mit einem bestimmten Gegenstandsbereich hervorzurufen. Basierend auf der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (1993), auf die im nächsten Kapitel noch genauer eingegangen werden wird, geht die Person-Gegenstands-Theorie davon aus, dass für die Interessengenese die sogenannten ‚Basic Needs‘ erfüllt sein müssen. Diese setzen sich aus dem Wunsch nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit zusammen.

#### 1.1.4.2 MOTIVATION

Im Allgemeinen kann Motivation als das Ziel, etwas zu erreichen, beschrieben werden. Rheinberg (2004, S. 16) definiert sie als die „aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzugs auf einen positiv bewerteten Zielzustand“. Auch im Rahmen der bereits erwähnten Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan 1993) ist die Motivationsdefinition an das Konzept der Intentionalität gebunden. Hier gelten Menschen als motiviert, wenn sie mit ihrem Verhalten einen bestimmten Zweck verfolgen, also einen gewünschten Zustand herbeiführen wollen.

Um verschiedene Typen motivierten Handelns zu charakterisieren, hat sich die Unterscheidung zwischen extrinsischer und intrinsischer Motivation weitestgehend durchgesetzt. Erstere zeichnet sich dadurch aus, dass eine Person eine Handlung nicht wegen ihrer unmittelbaren Anreize ausführt, sondern wegen ihrer antizipierten Folgen. Es handelt sich um Handlungen, die mit instrumenteller Absicht durchgeführt werden. Bei der intrinsischen Motivation rührt die Handlungsbereitschaft von der positiven Erlebensqualität her, die unmittelbar mit der Handlung verknüpft wird. Es han-

delt sich um interessen geleitete Handlungen, die sich u.a. durch Neugier und Spontaneität auszeichnen. Darüber hinaus bedarf es keiner äußeren Anreizfaktoren wie Versprechungen oder Drohungen (Deci & Ryan 1993; Wild et al. 2006). Bezogen auf Lernsituationen wäre also eine Lernbereitschaft, die aufgrund antizipierter positiver oder negativer Folgen besteht – wie z.B. dem Erzielen einer guten oder schlechten Zensur – als extrinsisch motiviert einzuordnen. Eine Lernbereitschaft, z.B. einen Text zu lesen, weil der Vorgang des Lesens Spaß bereitet, wäre eine intrinsisch motivierte Handlung. Hier kann laut Schiefele und Schreyer (1994) außerdem zwischen einer tätigkeits- und einer gegenstandsorientierten Form der intrinsischen Motivation unterschieden werden. Bei ersterer würde dem Lerner die eigentliche Tätigkeit (z.B. des Lesens) Freude bereiten und bei letzterer wäre die Lernfreude durch den Gegenstand (also z.B. den Inhalt eines Textes) bedingt.

Auch Deci und Ryan (1993; 2002b) schlagen im Rahmen ihrer Selbstbestimmungstheorie der Motivation eine weitere qualitative Unterscheidung motivierten Handelns vor, indem sie insbesondere die intentionalen Handlungen weiter aufschlüsseln. Die Theorie beschäftigt sich mit dem Zustandekommen einer auf Selbstbestimmung beruhenden intrinsischen Motivation. Es wird postuliert, dass drei angeborene, grundlegende psychologische Bedürfnisse erfüllt sein müssen, damit eine Handlung als selbstbestimmt wahrgenommen werden kann. Es werden hier die drei sogenannten ‚Basic Needs‘ identifiziert, die auch in der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses aufgegriffen werden. Es handelt sich um das Bedürfnis nach Kompetenz, nach Autonomie und nach sozialer Eingebundenheit. Das Kompetenzbedürfnis zeichnet sich dadurch aus, dass die Person sich den gegebenen Anforderungen gewachsen fühlen möchte. Sie möchte handlungsfähig sein und relevante Ergebnisse erzielen. Somit ist es wichtig, dass sie weder unter- noch überfordert ist. In Lernsituationen ist also stets eine optimale Passung zwischen den eigenen Fähigkeiten und den gestellten Aufgaben anzustreben (Deci & Ryan 1985, 2000). Das Bedürfnis nach Autonomie ist durch den Wunsch charakterisiert, sich unabhängig von äußeren Zwängen zu fühlen und Handlungssituationen aus eigener Kraft bewältigen zu können. Soziale Eingebundenheit wird von einer Person dann erlebt, wenn sie sich mit anderen Personen in ihrem sozialen Umfeld verbunden und von diesen akzeptiert fühlt. Es wird davon ausgegangen, dass die Erfüllung dieser ‚Basic Needs‘ sowohl bei der Entstehung von Interessen als auch im Lernprozess allgemein von entscheidender Bedeutung ist. Allerdings wird darauf verwiesen, dass die Dimension der sozialen Eingebundenheit

bundenheit im Vergleich zu den beiden anderen Dimensionen bei der Entstehung intrinsischer Motivation eine eher untergeordnete Rolle spielt (Deci & Ryan 2002a). Aus diesem Grund wird ihr bei der Erfassung intrinsischer Motivation zum Teil (z.B. Wilde et al. 2009) keine Beachtung geschenkt und somit auf eine Erfassung des Konstruktes verzichtet.

Hinsichtlich des Kompetenzbedürfnisses sind deutliche Parallelen zur fremdsprachendidaktischen ‚Input Hypothesis‘ von Krashen (1982) sowie zur Theorie der ‚Zone der proximalen Entwicklung‘ (ZPD) von Vygotsky (1978) zu erkennen. Krashen (1982) nimmt an, dass zur Aneignung sprachlicher Fähigkeiten sogenannter ‚comprehensible input‘ nötig sei, der dadurch charakterisiert ist, dass er ein wenig über das aktuelle Fähigkeitslevel des Sprachenlerner hinausgehe. Dieses Prinzip beschreibt er als ‚ $i + 1$ ‘, wobei ‚ $i$ ‘ für die aktuelle Kompetenz steht. Vygotsky (1978) geht davon aus, dass es eine ZPD gibt, welche sich zwischen dem aktuellen Kompetenzniveau selbständigen Problemlösens und dem Niveau, das unter Anleitung durch eine kompetente Person erreicht werden könnte, befindet. Somit können auch herausfordernde Aufgaben durch ein ‚Scaffolding‘ bewältigt werden (Wood et al. 1976). In allen drei Theorien (Deci & Ryan 1985, 1993, 2000, 2002b; Krashen 1982; Vygotsky 1978) kommt zum Ausdruck, dass es beim Lernen sowohl auf affektiver als auch auf kognitiver Ebene darauf ankommt, dass eine Aufgabe als Herausforderung, allerdings nicht als Überforderung, wahrgenommen wird. Somit lassen diese Annahmen bzw. die Parallelen zwischen diesen Annahmen darauf schließen, dass das Kompetenzerleben sowohl eine entscheidende Bedeutung hinsichtlich motivationaler Aspekte im Lernprozess hat als auch eine entscheidende Rolle bei der Aneignung von Wissen spielt.

#### 1.1.4.3 MOTIVATION BEIM ZWEITSPRACHERWERB

Im Bereich der Motivation beim Fremdsprachenerwerb wird davon ausgegangen, dass die Zweitsprache einen entscheidenden Anteil der Identität des Lerners ausmacht. Forscher nehmen an, dass Sprache anders gelernt wird als andere Disziplinen und auch die Lernmotivation in diesem Bereich anders zu definieren ist, da eine Zweitsprache mehr darstellt als ein reines Mittel zur Kommunikation.

Ein Ansatz, der die Forschung über mehrere Jahrzehnte bestimmt hat, ist die sozialpsychologische Theorie von Gardner und Lambert (1959; Gardner 2010). Sie nehmen an, dass die Einstellung gegenüber der Sprachgemeinschaft der Zielsprache und die generelle ethnozentrische Orientierung des Lerners einen direkten Einfluss auf das Verhalten beim Zweitspracherwerb haben. Es werden demzufolge zwei verschiedene Ausrichtungen der Motivation beim Sprachenlernen postuliert. Auf der einen Seite findet sich die integrative Orientierung des Zweitsprachenlerner, die sich laut diesem Konzept in einem ernsthaften persönlichen Interesse an den Menschen und der Kultur der Zielsprache äußert. Auf der anderen Seite sehen die Forscher eine instrumentelle Orientierung, in der der praktische Nutzen und die persönlichen Vorteile, die das Lernen der neuen Sprache mit sich bringt, zum Ausdruck kommen (Gardner & Lambert 1972).

In den letzten Jahren erfuhr dieser Ansatz allerdings, besonders vor dem Hintergrund der zunehmenden Globalisierung, dem multimedialen Fortschritt und dem damit verbundenen Vormarsch des sogenannten ‚World English‘, vermehrt Kritik. Dörnyei und Ushioda (2009) argumentieren, dass das Konzept von Gardner insbesondere dann Schwächen aufweist, wenn es keine spezielle Gruppe von Sprechern der Zielsprache gibt. Gerade beim Englischen, das nicht nur von einer bestimmten Sprachgemeinschaft gesprochen wird, mit der sich ein Lerner identifizieren könnte, sei die Anwendung des Konzepts der integrativen Orientierung nicht sinnvoll. Darüber hinaus sieht Dörnyei (2009) bei der sozialpsychologischen Theorie keine Schnittpunkte mit modernen motivationalen Konzepten, wie beispielsweise der Selbstbestimmungstheorie. Aus diesem Grund schlägt er vor, dass die Integrativität eines Konzeptes zur Motivation beim Zweitspracherwerb sich auf den internen Bereich des Selbst beziehen müsse. Es müsse also eher darum gehen, dass ein Identifikationsprozess innerhalb des Selbstkonzeptes einer Person stattfindet, als dass die Person sich mit einer externen Bezugsgruppe identifiziert.

Der Ansatz des ‚L2 Motivational Self System‘, der auf diesen Überlegungen aufbauend von Dörnyei entwickelt wurde, geht von einem idealen Selbst aus, das alle Eigenschaften beinhaltet, die die Person idealerweise besitzen möchte. Insgesamt setzt sich das ‚L2 Motivational Self System‘ aus drei Komponenten zusammen:

- (1) Das ideale Zweitsprachen-Selbst (Ideal L2 Self), das sich dadurch auszeichnet, dass der Lerner die Diskrepanz zwischen dem aktuellen und dem idealen Selbst (das die Zweitsprache zu einem bestimmten Perfektionsniveau beherrscht) reduzieren möchte.
- (2) Das ‚Ought-to L2 Self‘, welches sich aus den Attributen zusammensetzt, von denen der Lerner glaubt, dass er sie besitzen muss um die Anforderungen zu erfüllen und negative Konsequenzen so zu vermeiden.
- (3) Die Zweitsprachen-Lernerfahrung (L2 Learning Experience), die durch situative Faktoren wie Lehrer, Erfolgserlebnisse oder die ‚Peers‘ dargestellt ist.

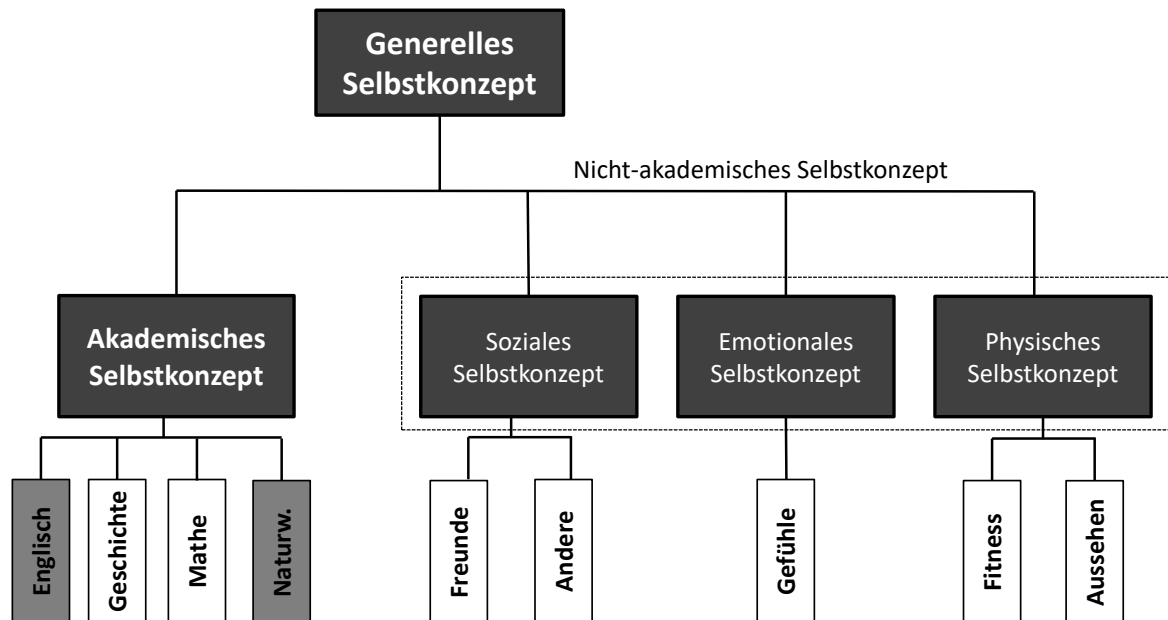
Im Zusammenhang mit bilingualem Lernen existieren bisher nur wenige Studien, die den Aspekt der Motivation in den Blick genommen haben. Abendroth-Timmer (2004; 2007) hat sich mit den Themen Motivation und Akzeptanz beschäftigt und Schüler konkret zu ihrer Einstellung gegenüber Sprachen und bilingualem Unterricht befragt. Darüber hinaus sind die Studien von Lasagabaster (2011), Rumlich (2015) und Seikkula-Leino (2007) als Beispiele der wenigen mit affektiven Aspekten befassten zu nennen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie sind im Hinblick auf Akzeptanz und Wirkung der Schülerlaborkurse motivationale Aspekte bezüglich der Fremdsprache ebenso von Interesse wie bezüglich des Experimentierens. Nur so kann ein umfassendes Bild der Wirkung auf die Schüler gewonnen werden.

#### 1.1.4.4 FÄHIGKEITSELBSTKONZEPT

Unter dem Fähigkeitsselbstkonzept versteht man die subjektive Selbstwahrnehmung einer Person, die die Gesamtheit der wahrgenommenen eigenen Begabungen und deren Struktur einschließt (Dickhäuser 2009). Diese Wahrnehmung wird durch Umwelterfahrungen erzeugt und darüber hinaus durch Verstärkungen von außen weiter beeinflusst und verändert (Shavelson et al. 1976). In Bezug auf Lernsituationen geht man davon aus, dass das Fähigkeitsselbstkonzept einerseits durch vorangegangene Leistungen determiniert wird, andererseits aber auch das nachfolgende Verhalten und Erleben einer Person beeinflusst (‚Self Enhancement‘) (Dickhäuser 2006). Demzufolge kann das Fähigkeitsselbstkonzept als eine wichtige Variable zur Vorhersage zukünftiger Leistungen oder sogar Berufswahlentscheidungen fungieren. Aus diesem Grunde ist es auch für die Lernumgebung Schülerlabor von Bedeutung. Es kann in

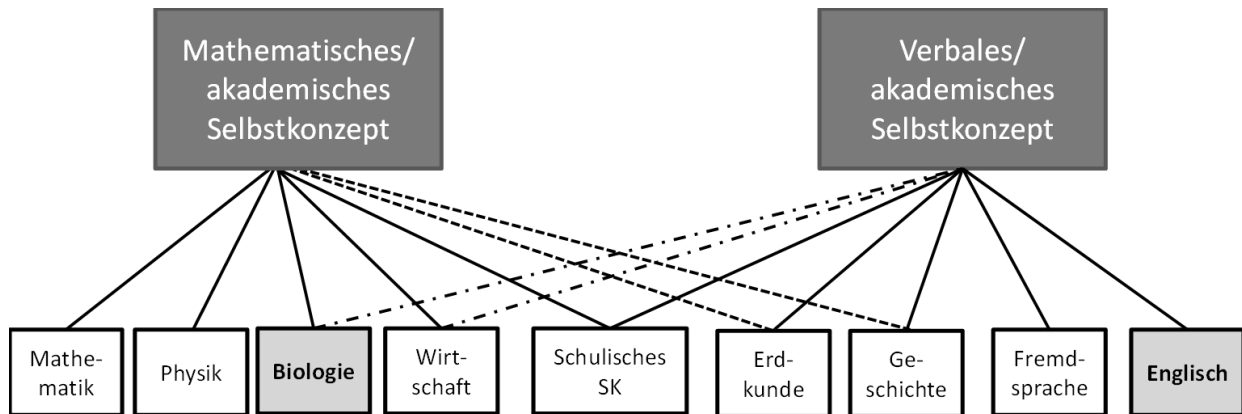
diesem Rahmen Auskunft darüber geben, inwiefern die Selbsteinschätzung der Schüler vor einem Laborbesuch die dort erbrachte Leistung und Motivation beeinflusst, aber auch darüber, ob die Schüler sich nach einem Besuch auf einem Gebiet mehr oder weniger zutrauen als zuvor.



**Abbildung 11:** Hierarchisches Selbstkonzeptmodell (in Anlehnung an Shavelson et al. 1976)

Es wird außerdem angenommen, dass das allgemeine Fähigkeitsselbstkonzept hierarchisch weiter untergliedert ist in ein akademisches und ein nicht-akademisches Fähigkeitsselbstkonzept (Shavelson et al. 1976). Wie in Abbildung 11 zu sehen, gliedert sich das akademische Fähigkeitsselbstkonzept darüber hinaus weiter in Teil-Selbstkonzepte der verschiedenen (Schul-)Fächer auf.

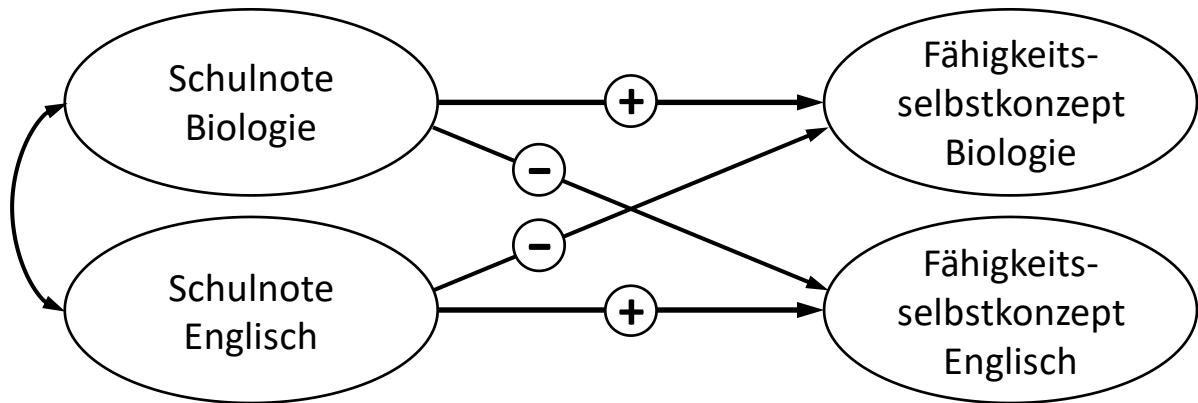
Als Überarbeitung dieses Modells haben Marsh & Shavelson (1985) vorgeschlagen, dass das allgemeine Fähigkeitsselbstkonzept auf der zweiten Ebene nicht in zwei, sondern drei Teilbereiche zu gliedern sei. Aufgrund dessen, dass das verbale und das mathematische Fähigkeitsselbstkonzept in ihren Untersuchungen so gut wie nicht miteinander korrelierten, schlossen sie das Vorliegen eines einzigen allgemeinen akademischen Fähigkeitsselbstkonzepts aus. Somit repräsentieren das verbal-akademische und das mathematisch-akademische Selbstkonzept in einem modifizierten Modell (Marsh et al. 1988), welches in Abbildung 12 dargestellt ist, zwei eigene Domänen. Aufgrund dessen, dass das Lernarrangement der vorliegenden Arbeit eine Kombination von Fremdsprache und Experimentieren aufweist, scheint diese Annahme von besonderer Bedeutung zu sein.



**Abbildung 12:** Modifiziertes Selbstkonzeptmodell nach Marsh et al. (1988)

Bezüglich der Entstehung und der Veränderung von Fähigkeitsselbstkonzepten besagt die Theorie der temporalen Vergleiche (Albert 1977), dass Personen ihre aktuellen Leistungen mit vorangegangenen Leistungen vergleichen und so Informationen über eventuelle Veränderungen erhalten. So führt eine Leistungssteigerung zu einem Anstieg des Selbstkonzepts und ein Leistungsabfall entsprechend zu einem verminderten Selbstkonzept. Bezieht man dies auf die Lernsituation im Schülerlabor, so ist davon auszugehen, dass Schüler die im Laborkurs erzielten Leistungen mit ihren vorherigen Schulleistungen vergleichen und es somit möglicherweise zu einer Veränderung in ihrem Fähigkeitsselbstkonzept kommt. Hierbei ist es so, dass tatsächlich nicht die Leistung an sich ausschlaggebend für eine eventuelle Veränderung ist, sondern lediglich das Ergebnis des Leistungsvergleichs. Dies kann, wie zuvor erwähnt, anhand eines individuell-temporalen Vergleichsmaßstabes geschehen, oder aber beispielsweise auch anhand eines sozialen Vergleichsmaßstabes.

Laut des Referenzrahmenmodells (engl. ‚Internal/External Frame of Reference Model‘) von Marsh (1986; Marsh et al. 1988; 1990) sind es sowohl interindividuelle (‚external frame of reference‘) als auch intraindividuelle Vergleiche (‚internal frame of reference‘), die den Bezugsrahmen bei der Genese von Fähigkeitsselbstkonzepten ausmachen. Ersterer stellt einen Vergleich mit dem Abschneiden anderer Schüler und somit einen sozialen Vergleich dar. Ein Schüler fühlt sich demnach kompetent, wenn er besser abschneidet als seine Mitschüler. Ein intraindividueller Vergleich besteht hingegen darin, dass eigene Leistungen und Fähigkeiten in einem Schulfach mit vorangegangenen Leistungen und Fähigkeiten (temporaler Vergleich) oder aber mit Leistungen und Fähigkeiten in einem anderen Fach (dimensionaler Vergleich) verglichen werden.



**Abbildung 13:** Bezugsrahmenmodell für Leistung und Fähigkeitsselbstkonzept (in Anlehnung an Marsh 1986 & Marsh et al. 1991)

Laut dem in Abbildung 13 dargestellten Bezugsrahmenmodell führen also höhere verbale Leistungen (z.B. in Form einer Englischnote) aufgrund interindividueller Vergleiche mit Mitschülern im selben Bereich zu einem höheren verbalen Fähigkeitsselbstkonzept. Andererseits führen höhere verbale Fähigkeiten durch den intraindividuellen Vergleich mit geringeren Fähigkeiten in Biologie zu einem geringeren biologischen Selbstkonzept. Für den naturwissenschaftlich-biologischen Bereich gilt das gleiche umgekehrt. In der Regel sind positive Effekte der Leistung auf das Fähigkeitsselbstkonzept stärker als negative auf Fähigkeitsselbstkonzepte im anderen Fach. Darüber hinaus stellt eine Schulklasse bzw. Lerngruppe eine bedeutende Bezugsgruppe für Selbstbewertungen hinsichtlich der Leistung dar (Marsh 1987). Soziale Vergleiche mit Mitschülern vermitteln zwischen erbrachter Leistung und Fähigkeitsselbstkonzept. So führt ein Vergleich mit schlechteren Mitschülern generell zu hohen Fähigkeitsselbstkonzepten und ein Vergleich mit besseren Mitschülern zu niedrigen Fähigkeitsselbstkonzepten. Somit können trotz konstanter Leistung unterschiedliche Fähigkeitsselbstkonzepte entstehen, abhängig von der jeweiligen Vergleichsgruppe. Dieses Phänomen wird auch als Fischteicheffekt (engl. ‚big-fish-little-pond effect‘) bezeichnet (Marsh 2005).

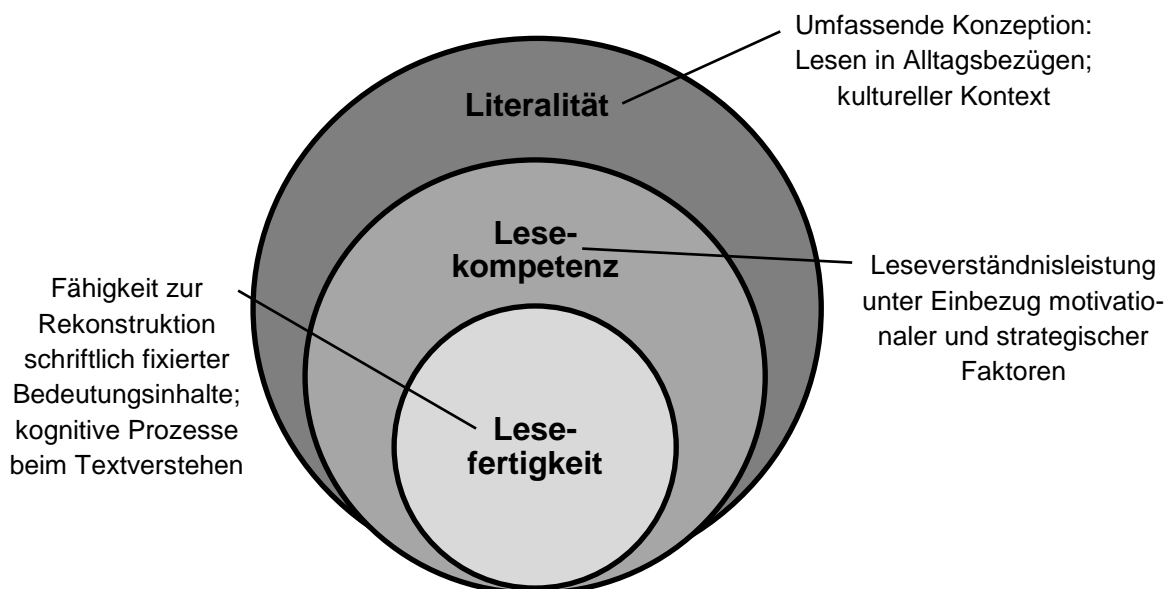


## 1.1.4.5 FREMDSPRACHLICHE LESEKOMPETENZ

Lesekompetenz ist im Allgemeinen als Prozess der Auseinandersetzung mit Texten und als komplexer Vorgang der Sinnkonstruktion zu verstehen. Darüber hinaus spielt sie eine entscheidende Rolle bei der Aneignung und Weiterentwicklung eigenen Wissens und eigener Fähigkeiten. Sie ist somit auch Voraussetzung für die Teilhabe am kulturellen und gesellschaftlichen Leben (Groeben & Hurrelmann 2009; OECD 2009).

In Bezug auf verstehendes Lesen finden sich häufig die drei Begriffe Leseverständnis bzw. Lesefertigkeit, Lesekompetenz und Literalität (in Anlehnung an das englische ‚Literacy‘-Konzept). Diese werden zum Teil synonym verwendet, sollen für die Konzeption der vorliegenden Arbeit in Anlehnung an Lenhard (2013) aber begrifflich voneinander abgegrenzt werden.

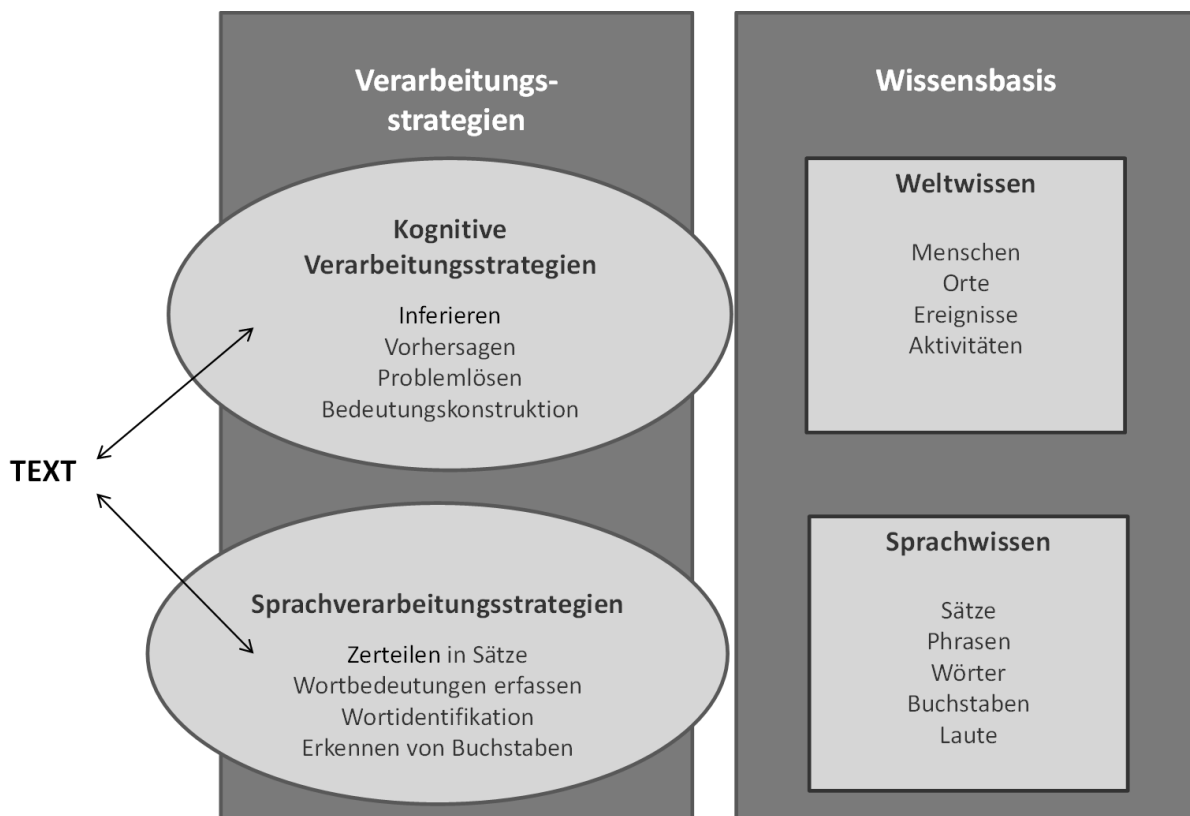
Abbildung 14 stellt das Verhältnis der drei Begriffe sowie deren Abgrenzung voneinander grafisch dar. So wird deutlich, dass der Begriff des Leseverständnisses am engsten und der Begriff der Literalität am weitesten gefasst definiert ist.



**Abbildung 14:** Abgrenzung der Begriffe Lesefertigkeit, Lesekompetenz und Literalität (verändert nach Lenhard 2013)

Mit Lesefertigkeit ist die Fähigkeit, schriftlich fixierte Textinhalte zu rekonstruieren, gemeint. Der Fokus liegt auf den beim Lesen eines Textes ablaufenden kognitiven Prozessen, die zu einem Textverständnis führen (Lenhard 2013). Im Rahmen des Leseprozesses kann zwischen sogenannten ‚bottom-up‘- und ‚top-down‘-

Verarbeitungsstrategien unterschieden werden. Als ‚bottom-up‘-Prozesse werden datengeleitete Verarbeitungsprozesse bezeichnet, die hauptsächlich eine schrittweise Verarbeitung visueller Informationen darstellen. Für diese Art von Verarbeitung ist lexikalisches und linguistisches Wissen notwendig, allerdings kein Hintergrundwissen zum Textinhalt. Es geht zunächst um ein Dechiffrieren auf Buchstaben- und Wortebene und im nächsten Schritt um Bedeutungserfassung auf Satz- und Absatzebene. Als ‚top-down‘-Prozesse werden hingegen Verarbeitungsvorgänge beschrieben, bei denen beim Leser im Vorhinein bereits ein komplexes Wissensgefüge vorhanden ist, welches zu den Sachverhalten des Textes aktiviert wird. Beim Lesevorgang wird somit ständig überprüft, ob die neuen Textinformationen zu bereits vorhandenen Informationen passen, sie ergänzen oder ihnen widersprechen (Mitterhuber 2008). Mittlerweile ist man sich einig, dass nur ein interaktives Modell, welches beide beschriebenen Prozesse beinhaltet, in Frage kommt. Da jede Wahrnehmung durch Vorwissen beeinflusst wird, ist Lesen somit immer sowohl ein daten- (bottom-up) als auch ein erwartungsgeleiteter (top-down) Prozess (Lutjeharms 2010). Wenn nicht beide Verarbeitungsschritte ablaufen, kann dem Text keine Bedeutung entnommen werden.



**Abbildung 15:** Hypothetisches Modell des Leseprozesses (in Anlehnung an Birch 2007)

Abbildung 15 zeigt ein hypothetisches Modell des Leseprozesses, welches sowohl beispielhafte Verarbeitungsstrategien als auch beispielhafte Bestandteile der zum Lesen notwendigen Wissensbasis beinhaltet. Hier wird deutlich, dass weder Verarbeitungsstrategien noch eine Wissensbasis allein ausreichen, um einem Text Informationen zu entnehmen, da das vorhandene Wissen ohne Verarbeitungsmechanismen nicht direkt mit dem Text interagieren kann (Birch 2007).

Die Interaktivität des Leseprozesses zeigt sich einerseits darin, dass die verschiedenen Verarbeitungsstrategien, sowohl ‚top-down‘- als auch ‚bottom-up‘-Strategien, miteinander interagieren. Andererseits interagiert der Verstand des Lesers selbst mit dem Text, um ihm Informationen entnehmen zu können. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass der Leser indirekt auch mit dem Verfasser des Textes interagiert, da der Leser verstehen muss, was der Autor des Textes vermitteln möchte (Birch 2007).

Der Begriff der Lesekompetenz beinhaltet über die Fertigkeit des Lesens hinaus auch motivationale und strategische Faktoren (OECD 2009). Es handelt sich um keine potenzielle, sondern um eine tatsächlich erbrachte Leseverständnisleistung, die sich aus verschiedenen Faktoren zusammensetzt (Lenhard 2013). So wurden im Rahmen der PISA-Studie 2009 bei der Erhebung der Lesekompetenz Zusammenhänge zwischen Lernstrategien, Lesemotivation und Lesekompetenz festgestellt (Artelt et al. 2010). Als entscheidende Faktoren, die Unterschiede in der Lesekompetenz bedingen, konnten schon in früheren PISA-Studien die intrinsische Motivation und das verbale Selbstkonzept der Schüler identifiziert werden (Artelt et al. 2002). In einigen theoretischen Konzeptionen wird Lesekompetenz sogar als untrennbar mit Lesemotivation verbunden beschrieben (s. z.B. Borkowski 1996; Hurrelmann 2004).

Der Begriff der Literalität beschreibt ein sehr umfassendes Konzept, welches das Lesen in einen kulturellen Kontext stellt. Im Sinne dieser Definition sind Lesen und Verstehen abhängig von den sozio-kulturellen Bezügen, in denen ein Individuum aufwächst. Somit sind zur Literalität alle schriftbezogenen Fähigkeiten und Tätigkeiten zu rechnen, die für die reale Lebensbewältigung und die Teilhabe am kulturellen Leben notwendig sind (Lenhard 2013).

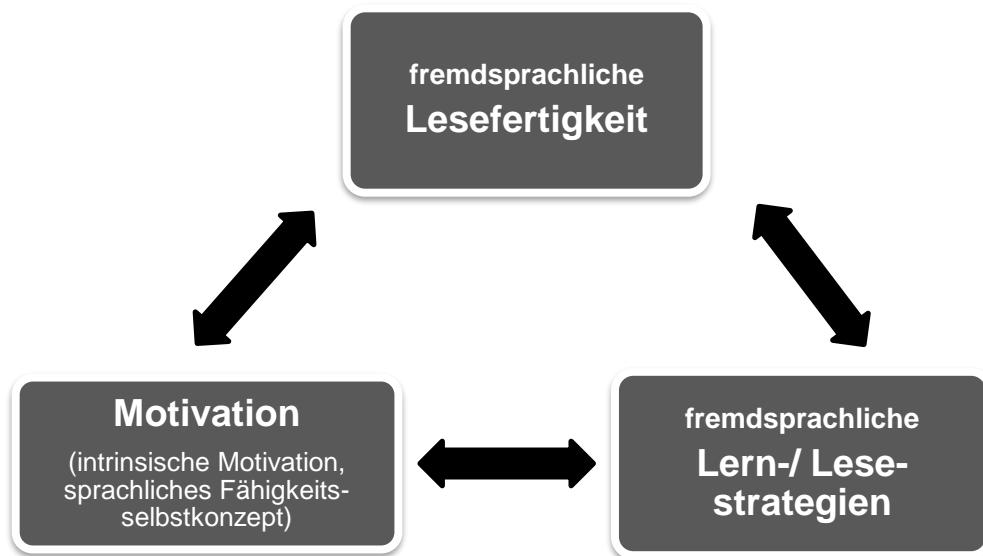
Da das Interesse der vorliegenden Studie bezüglich des Lesens hauptsächlich auf den bilingual durchgeführten Schülerlaborkursen liegt, findet demnach eine Konzent-

ration auf die fremdsprachliche Lesekompetenz statt, welche für Schule, Ausbildung und die Arbeitswelt im Allgemeinen heutzutage eine immer wichtigere Rolle einnimmt (Lutjeharms & Schmidt 2010). Zur Konzeption der fremdsprachlichen Lesekompetenz muss diese noch von der muttersprachlichen abgegrenzt werden. Der Leseprozess in der Fremdsprache unterscheidet sich vom muttersprachlichen zu großen Teilen dadurch, dass aufgrund des Fehlens bestimmter Sprachkenntnisse und Wortbedeutungen bewusst Kompensationsstrategien eingesetzt werden müssen, um beispielsweise Hypothesen zu Wortbedeutungen bilden zu können (Lutjeharms 2010). Ein entscheidender Faktor für erfolgreiches Lesen in der Fremdsprache ist das schnelle und fehlerfreie Dekodieren (Lutjeharms 2010). Für muttersprachlich geübte Leser ist der entscheidende Faktor zur gelungenen Sinnentnahme aus einem Text der Erwerb von Sprachkenntnissen. Zur Verbesserung der Lesekompetenz ist es somit notwendig, sowohl die fremdsprachliche Kompetenz als auch das Weltwissen zu erweitern (Lutjeharms 2010). Durch die Aneignung von Weltwissen werden Inferieren und semantische Verarbeitung vereinfacht. Darüber hinaus beschleunigt eine möglichst häufige Begegnung mit der Sprachform das Dekodieren und kann schließlich zur Automatisierung führen (Lutjeharms 2010).

Da unbestritten ist, dass Lesekompetenz Voraussetzung für Unterricht in verschiedensten Fächern ist, sollte ihre Förderung als gemeinsame Aufgabe verschiedener Fächer verstanden werden (z.B. Drechsel 2010). Auch im bilingualen Sachfachunterricht kommt der fremdsprachlichen Lesekompetenz somit ein besonderer Stellenwert zu. Aufgrund des Einbezugs der Fremdsprache in den Sachfachunterricht gilt dies sogar in besonderem Maße. Um aktiv am Unterrichtsgeschehen teilhaben und sich Sachfachwissen aneignen zu können, müssen die Schüler in der Lage sein, auch fremdsprachlichen Fachtexten Informationen entnehmen zu können. In der vorliegenden Studie ist dies besonders im Hinblick auf die Aneignung von Hintergrundwissen zu den Laborkursen sowie zum Verstehen der Experimentieranleitungen von entscheidender Bedeutung.

Aufbauend auf den vorgestellten Theorien soll in der vorliegenden Arbeit der Begriff bzw. das Konzept der fremdsprachlichen Lesekompetenz verwendet und erhoben werden. Es soll also neben der praktischen Lesefertigkeit in der Fremdsprache auch motivationalen und (lese-)strategischen Faktoren Aufmerksamkeit geschenkt werden. Somit wird fremdsprachliche Lesekompetenz, wie in Abbildung 16 dargestellt, hier als

ein Zusammenspiel von fremdsprachlicher Lesefertigkeit, Motivation und Lesestrategien definiert (in Anlehnung an Artelt et al. 2002, Artelt et al. 2010, Hurrelmann 2004, OECD 2009).



**Abbildung 16:** Modell der (fremdsprachlichen) Lesekompetenz der vorliegenden Studie

Die Abbildung veranschaulicht weiterhin mögliche Zusammenhänge zwischen den angenommenen Komponenten der fremdsprachlichen Lesekompetenz, welche im Rahmen der vorliegenden Studie untersucht und überprüft werden sollen. Hinsichtlich der Motivation sollen Aspekte der intrinsischen Motivation und das sprachliche Fähigkeitsselbstkonzept (in Anlehnung an Artelt et al. 2002) herangezogen werden (zu den entsprechenden Konzepten s. Kapitel 1.1.4.2 bis 1.1.4.4). Auf das Konzept der Lern- bzw. Lesestrategien soll im folgenden Kapitel (1.1.4.6) noch näher eingegangen werden.

#### 1.1.4.6 LERNSTRATEGIEN

Als Lernstrategien werden jene Verhaltensweisen und Gedanken bezeichnet, die Lernende aktivieren, um ihre Motivation und den Prozess des Wissenserwerbs zu beeinflussen und zu steuern (Friedrich & Mandl 2006). Sie stehen seit geraumer Zeit im Fokus des Interesses, wenn es um Determinanten des Lernens und insbesondere der Schulleistung geht (Looß 2007). Auch in Bezug auf den Anspruch der Schule, das lebenslange Lernen zu fördern bzw. darauf vorzubereiten, sind Strategien, die zur selbständigen Aneignung von Wissen befähigen, von zentraler Bedeutung.

Selbst in den Bildungsstandards der KMK für das Fach Biologie (2005) wird die Vermittlung von Lernstrategien gefordert. Hierbei soll ein Schwerpunkt auf die fachlich basierten Lese- und Verstehensstrategien gelegt werden (KMK 2005).

Zur Begriffsklärung müssen zunächst Lernstile und Lernstrategien voneinander abgegrenzt werden. Lernstrategien zeichnen sich dadurch aus, dass sie gelernt und modifiziert werden können, wohingegen Lernstile als relativ stabile kognitive und affektive Verhaltensweisen gelten (Looß 2007). Definitionen von Lernstrategien basieren in den meisten Fällen auf der Annahme, dass Lernende aktive, selbstreflexive und selbstgesteuerte Individuen sind. Somit kann auch davon ausgegangen werden, dass sie in der Lage sind, verschiedene Methoden (z.B. Sammeln, Organisieren, Speichern) beim Umgang mit neuen Informationen anzuwenden (Wild 2010).

Basierend auf Konzepten und Befunden der Kognitionspsychologie werden üblicherweise drei Grobkategorien von Lernstrategien unterschieden: kognitive Lernstrategien, metakognitive Strategien und Ressourcenmanagement (Weinstein & Mayer 1986). Die kognitiven Strategien lassen sich im Sinne eines oberflächlichen Herangehens an Unterrichtsinhalte oder eines Eindringens in deren Tiefenstruktur weiterhin nach Oberflächen- und Tiefenstrategien unterscheiden (Lompscher 1995). Diese Unterscheidung geht zurück auf das Konzept der Verarbeitungstiefe (Craig & Lockhart 1972), welches bereits in Kapitel 1.1.3.1 vorgestellt wurde. Diese genannten Dimensionen können weitestgehend mit der von Weinstein und Mayer (1986) vorgeschlagenen Unterscheidung zwischen Wiederholungs- und Elaborationsstrategien gleichgesetzt werden. Die Kategorie der metakognitiven Strategien beinhaltet Planung, Überwachung, Kontrolle und Bewertung des eigenen Vorgehens oder auch der Lernergebnisse. In den Bereich des Ressourcenmanagements, der teilweise auch Lerntechniken genannt wird, fällt hingegen die Nutzung von Hilfsmitteln zur Bewältigung von Lernanforderungen (Artelt 2000; Lompscher 1995).

In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass sich Lerner häufig vor allem in der Verwendung von Oberflächen- und Tiefenstrategien unterscheiden (Creß & Friedrich 2000; Marton & Säljö 1976). Andererseits wurden in quantitativen Feldstudien keine oder nur relativ schwache Zusammenhänge zwischen der Verwendung bestimmter Lernstrategien und dem Lernerfolg festgestellt (Artelt 2000; Schiefele et al. 2003).

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich im Rahmen der Lernstrategien auf Lesestrategien und hierbei im Besonderen auf den Anforderungsbereich des Textverstehens, welchem eine zentrale Bedeutung bei der Beschäftigung mit dem zur Verfügung gestellten Skript zukommt. Die Schüler müssen in der Lage sein, die englischen Texte und Arbeitsanweisungen zu verstehen, um die Versuchsschritte während eines Laborkurses weitestgehend selbständig durchführen und Sinn und Inhalt nachvollziehen zu können. Es sollen Lesestrategien der Schüler beim Umgang mit fremdsprachlichen fachlichen Texten erfasst werden, um einerseits einen Eindruck davon zu gewinnen, welche Strategien generell eingesetzt werden. Andererseits fungieren die Lesestrategien, wie in Kapitel 1.1.4.6 bzw. in Abbildung 16 dargestellt, als eine Determinante der fremdsprachlichen Lesekompetenz und sollen somit auch mit der Motivation bezüglich der Fremdsprache und der praktischen Lesefertigkeit in Beziehung gesetzt werden.

## 1.2 FACHWISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND

### 1.2.1 DER GENETISCHE FINGERABDRUCK

Durch große technische Fortschritte in der Molekularbiologie sind die Möglichkeiten der Analyse von DNA in den letzten dreißig Jahren stetig gewachsen. Neuheiten, die eine ökonomische Durchführung von Analysen wie dem genetischen Fingerabdruck erst möglich machen, sind die Sequenzierung des menschlichen Genoms (Venter et al. 2001) sowie die Entwicklung der Polymerasekettenreaktion (PCR) (Mullis et al. 1986; Mullis & Faloona 1987).

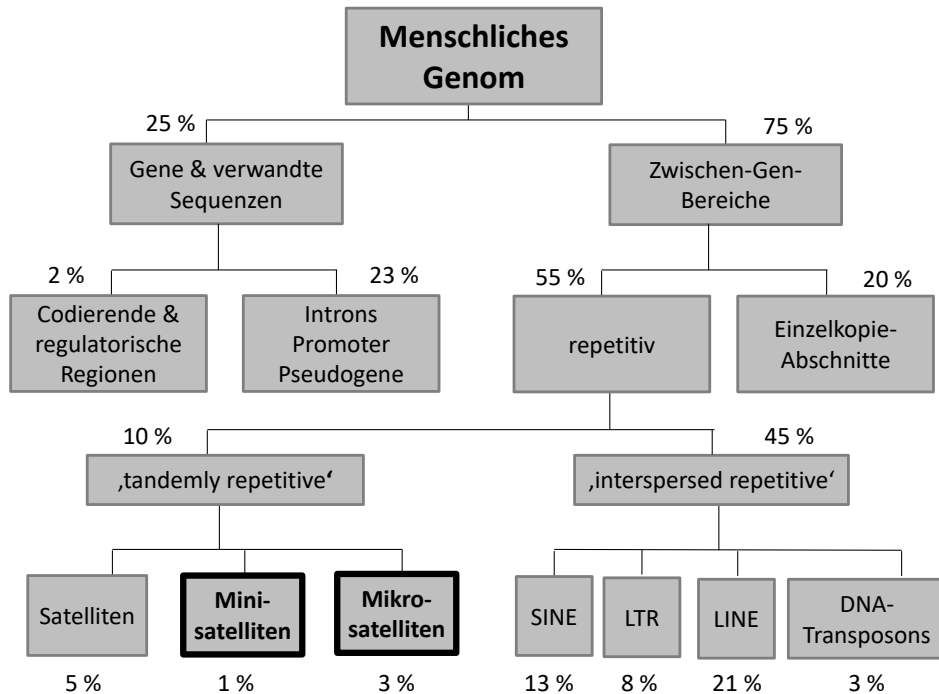
Eine erst durch diese Neuerungen in der aktuellen Form durchzuführende Methode ist die des genetischen Fingerabdrucks. Diese macht es möglich, Personen durch die Analyse polymorpher Regionen der DNA zu identifizieren bzw. voneinander zu unterscheiden. Anwendungsgebiete sind hauptsächlich im forensischen Bereich zu finden, wie beispielsweise zur Identifizierung Tatverdächtiger oder zur Klärung von Verwandtschaftsverhältnissen. Darüber hinaus findet die Methode aber auch in der Biodiversitätsforschung beim sogenannten DNA-Barcoding Anwendung (Lim et al. 2012).

#### 1.2.1.1 GENETISCHE GRUNDLAGEN DES GENETISCHEN FINGERABDRUCKS

Bei der Anwendung des genetischen Fingerabdrucks macht man sich die Tatsache zu Nutze, dass das menschliche Genom, auch wenn es bei allen Menschen zu etwa 99,9 Prozent identisch ist, zahlreiche Polymorphismen aufweist. Polymorphismen sind Abschnitte, an denen die Nukleotidsequenz der DNA nicht bei allen Individuen (außer bei eineiigen Zwillingen) genau gleich ist. Die zum Vergleich herangezogenen DNA-Abschnitte sind in der Regel Mikro- oder Minisatelliten (Goodwin et al. 2011). Diese hochrepetitiven Sequenzen der DNA werden zum Bereich der Intergen-DNA gezählt und machen zusammen nur etwa 4 Prozent des humanen Genoms aus (Jasinska & Krzyzosiak 2004; Watson 2011). In Abbildung 17 ist ersichtlich, dass das humane Genom zu 75 Prozent aus Intergen-DNA besteht und nur etwa 25 Prozent der 3,2 Milliarden Basenpaare (bp) Gene und mit Genen assoziierte Sequenzen darstellen. DNA-Abschnitte, die die Proteinsynthese codieren und regulieren, machen sogar insgesamt nur etwa 2 Prozent des menschlichen Genoms aus (Venter et al. 2001). Die in der Abbildung markierten Bereiche der DNA, die für die Methode des genetischen Fingerabdrucks herangezogen werden, sind bezüglich ihrer Funktion



noch weitgehend unerforscht. Eine aktuelle Annahme ist allerdings, dass sie regulatorische Funktionen bei Transkription und Genexpression übernehmen (Lim et al. 2012).



**Abbildung 17:** Zusammensetzung des menschlichen Genoms (nach Jasinska & Krzyzosiak 2004)

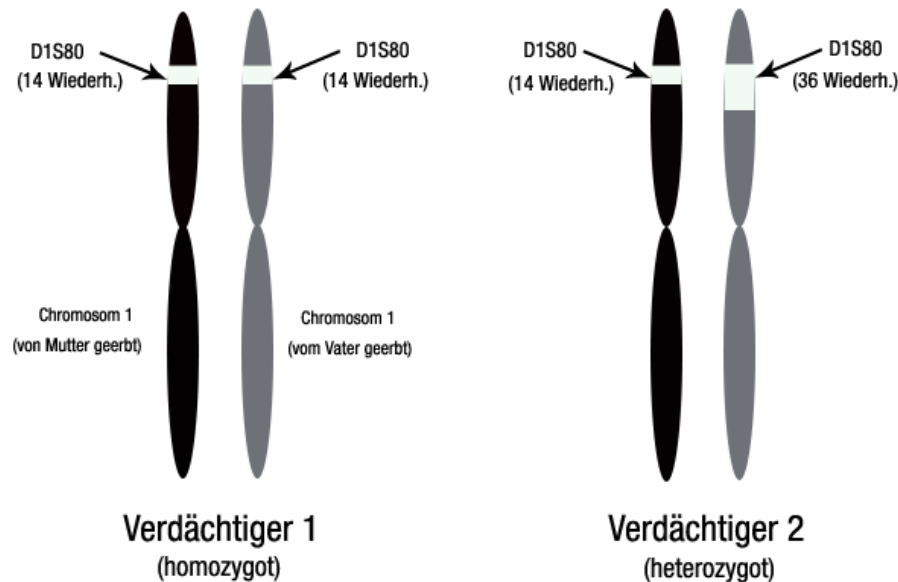
Bei Minisatelliten (VNTRs = variable number of tandem repeats) und Mikrosatelliten (STRs = short tandem repeats) kommt die Variation zwischen verschiedenen Allelen durch eine unterschiedliche Anzahl an Nukleotidsequenzen zu Stande, was somit zu unterschiedlich langen Allelen bei verschiedenen Individuen führt. Bei Minisatelliten bestehen die Wiederholungseinheiten in der Regel aus sechs bis hundert Nukleotiden und bei Mikrosatelliten aus maximal sechs (Goodwin et al. 2011).

Einer der in der forensischen Genetik verwendeten VNTR-Loci ist D1S80. Er befindet sich am distalen Ende des p-Arms des humanen Chromosoms 1 (Nakamura et al. 1988). Die Basensequenz, die bei unterschiedlichen Individuen zwischen 13- (GenBank: AB121699.1; 01.04.2016) und 44-mal (GenBank: AB121730.1; 01.04.2016) wiederholt wird, besteht aus 16 Nukleotiden und lautet wie folgt:

**GAGGACCACCGGAAAG** (Kasai et al. 1990)

Aus dieser Datenlage ergibt sich, dass D1S80 – soweit bisher bekannt – in 32 verschiedenen Längenvariationen bzw. Allelen vorliegt. Darüber hinaus kann eine Person für diesen Locus homo- oder heterozygot sein, da das humane Chromosom 1

und somit auch der Locus D1S80 zweifach, einmal von der Mutter und einmal vom Vater vererbt, vorliegt. Ist die Länge des Abschnitts auf beiden Chromosomen gleich, so ist die Person homozygot für den D1S80-Locus. Ist sie auf beiden Chromosomen unterschiedlich, so ist die Person heterozygot. Diese beiden Möglichkeiten sind in Abbildung 18 dargestellt.



**Abbildung 18:** Veranschaulichung von Homo- und Heterozygotie (für den Locus D1S80)

Der Locus besitzt eine Diskriminationskraft von 0,94 (Kloosterman et al. 1993). Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, dass zwei zufällig ausgewählte Individuen unterschiedliche Genotypen aufweisen, bei 94 Prozent liegt. Somit eignet er sich generell zur Unterscheidung verschiedener Personen. Da das Diskriminationsvermögen aber nicht groß genug ist, um ausschließen zu können, dass zwei Menschen auf beiden Chromosomen die gleiche Anzahl an Wiederholungen von D1S80 aufweisen, werden in der forensischen Genetik heute in der Regel 13 verschiedene Loci getestet (Jackson et al. 2006).

#### 1.2.1.2 METHODISCHES VORGEHEN BEIM GENETISCHEN FINGERABDRUCK

Bereits Mitte der Achtziger Jahre wurde eine Methode zur Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks entwickelt (Jeffreys et al. 1985). Diese war eine sogenannte Minisatelliten-Analyse und bestand aus der Extraktion von DNA, dem Schneiden mit einem Restriktionsenzym, einer Agarose-Gelelektrophorese, einem ‚Southern Blotting‘ und letztlich einer Proben-Hybridisierung zum Auffinden des polymorphen Locus. Dieses Verfahren wurde aber in den darauffolgenden Jahren durch die Ent-

wicklung des PCR-Verfahrens (Mullis et al. 1986; Mullis & Faloona 1987) abgelöst. Dieses neuere Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass deutlich weniger Zellmaterial benötigt wird, eine erhebliche Zeitersparnis bei der Probenbearbeitung erreicht wird und so gut wie jeder Polymorphismus im Genom analysiert werden kann. Somit besteht das aktuelle Vorgehen bei der Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks generell aus den folgenden Schritten: DNA-Extraktion aus Zellmaterial, Durchführung einer PCR, Auftrennung der amplifizierten DNA-Fragmente durch Agarose-Gelelektrophorese, Sichtbarmachen der angefärbten DNA-Fragmente unter kurzwelligem UV-Licht. Diese vier Schritte sollen im Folgenden jeweils kurz vorgestellt werden.

#### 1.2.1.3 DNA-EXTRAKTION

Bei der Extraktion von DNA aus Zellen hängt die Wahl der Methode von der jeweiligen Probenart, der zur Verfügung stehenden DNA-Menge, den vorhandenen finanziellen Mitteln und der gewünschten Geschwindigkeit bis zum Erhalten der Ergebnisse ab. Darüber hinaus spielt je nach Anwendern und deren Erfahrung im Labor eventuell die Vermeidung des Umgangs mit giftigen Substanzen eine wichtige Rolle. Doch auch wenn die Vorgehensweisen und die verwendeten Materialien sehr unterschiedlich sind, haben alle Methoden drei grundlegende Schritte gemeinsam. Zuerst müssen die Zellmembranen zerstört werden, um eine Lyse der Zelle hervorzurufen. Anschließend werden die Proteine denaturiert und schließlich die DNA von diesen und anderen Zellbestandteilen getrennt (Goodwin et al. 2011). Als Beispiele seien an dieser Stelle die Chelex-Extraktion und die Kaliumacetat-Isopropanol-Fällung genannt, die in Kapitel 2.2.1.3 noch genauer vorgestellt werden.

#### 1.2.1.4 PCR

Die PCR ist ein Verfahren (Mullis et al. 1986; Mullis & Faloona 1987), bei dem eine spezifische DNA-Region amplifiziert werden kann, indem der Locus exponentiell kopiert wird. Es bedient sich des enzymatischen Prozesses der DNA-Replikation. So können schon aus geringsten Mengen Zellmaterial, wie sie beispielsweise häufig in Kriminalfällen gefunden werden, spezifische DNA-Sequenzen in großen Mengen vervielfältigt werden. Die hierzu benötigten Materialien sind eine DNA-Vorlage ('template-DNA'), Primer, die auf jeder Seite der zu vervielfältigenden Sequenz bin-

den, eine hitzestabile Polymerase (*taq*-Polymerase), Magnesiumchlorid ( $MgCl_2$ ), Desoxyribonukleosidtriphosphate (dNTPs) und ein Puffer. Entscheidend für das Erreichen der Reife dieses Verfahrens war die Entdeckung der *taq*-Polymerase, die 1960 aus dem thermophilen Bakterium *Thermus aquaticus* aus heißen Quellen im Yellowstone National Park (USA) isoliert wurde (Chien et al. 1976). Diese Polymerase kann den hohen Temperaturen bei der PCR standhalten und hat ihr Temperaturoptimum zwischen 72 und 80 °C (Saiki et al. 1988).

Beim PCR-Prozess erfolgt eine Amplifizierung der DNA in drei Schritten. Im ersten Schritt kommt es zur Denaturierung der DNA, indem diese auf 95°C erhitzt wird und sich der Doppelstrang durch Aufbrechen der Wasserstoffbrückenbindungen in zwei Einzelstränge teilt. Im zweiten Schritt, dem sogenannten Annealing, erfolgt eine Abkühlung auf 50 bis 65 °C, wodurch die Primer an die komplementären Stellen des Einzelstrangs binden können. Im letzten Schritt findet die Polymerisation statt, bei der erneut auf ca. 70 °C erhitzt wird. Dies ist die optimale Temperatur für die *taq*-Polymerase. Diese setzt komplementäre Nukleotide an den Einzelstrang (zum 3'-Ende der Primer), sodass ein neuer DNA-Strang synthetisiert wird. Der benötigte schnelle Wechsel zwischen diesen verschiedenen Temperaturschritten wird durch einen ‚Thermocycler‘ sichergestellt. Dieses Gerät enthält einen Heizblock und ist in der Lage, die verschiedenen Schritte vollautomatisch durchzuführen. In der Regel besteht ein PCR-Programm aus etwa 20 bis 45 Zyklen, in denen die drei Schritte jeweils hintereinander ablaufen. Die genaue Anzahl ist abhängig vom jeweiligen Probenmaterial und der gewünschten Menge an DNA (Goodwin et al. 2011; Reinard 2010).

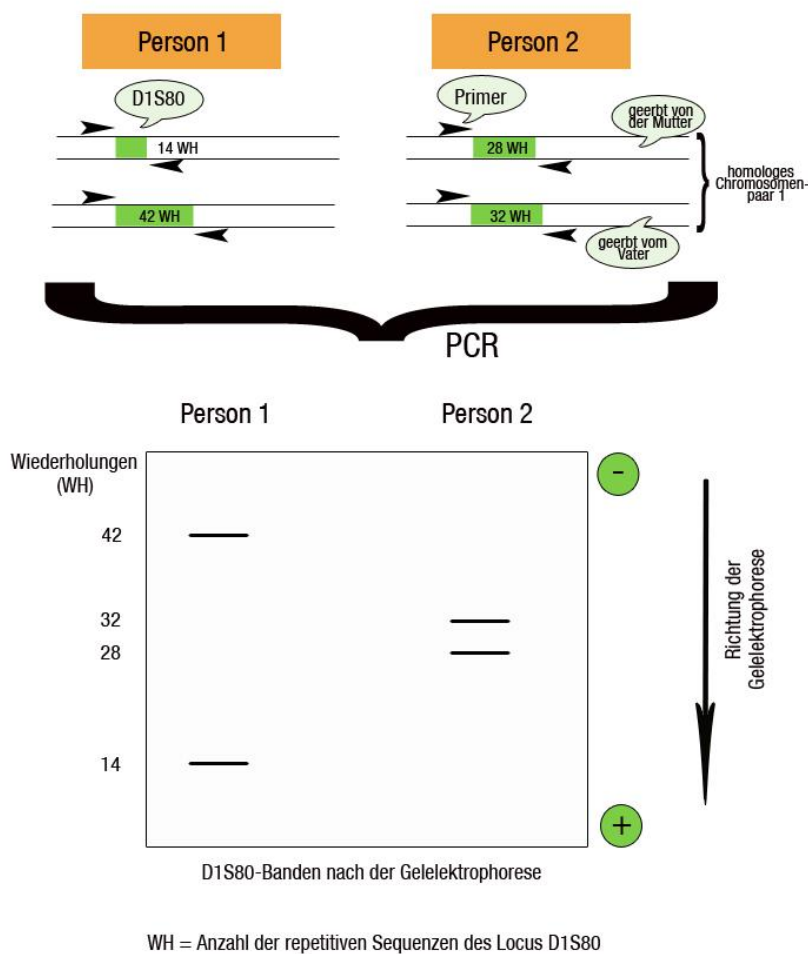
#### 1.2.1.5 GELELEKTROPHORESE

Mit der Methode der Agarose-Gelelektrophorese können die amplifizierten DNA-Abschnitte nach ihrer Größe aufgetrennt werden. Hierbei fungiert ein Agarosegel als molekulares Sieb, durch das die negativ geladene DNA im angelegten elektrischen Feld in Richtung der Anode wandert. Durch die Poren des Agarosegels wandern kleinere DNA-Fragmente schneller als größere, so dass sie nach der Größe getrennt im Gel zu liegen kommen. Durch Auftragen eines Größenmarkers, der DNA-Fragmente bekannter Länge enthält, kann im Vergleich die Länge der amplifizierten DNA-Fragmente bestimmt werden (Brown 2011; Reinard 2010). Zum Sichtbarma-

chen kann die DNA mit Farbstoffen angefärbt werden, die mit der Doppelhelix interkalieren. Entweder wird das Gel hierzu nach erfolgter Gelelektrophorese mit einem UV-Farbstoff wie z.B. Ethidiumbromid angefärbt oder man gibt einen UV-Farbstoff bereits vor dem Gießen des Gels in die noch flüssige Agaroselösung. Als UV-Farbstoffe, die nicht mutagene Alternativen zu Ethidiumbromid darstellen, kommen beispielsweise Stain G (Serva) oder GelRed (Biotium) in Frage. Im Anschluss an die Gelelektrophorese bzw. die Färbung des Gels kann die angefärbte DNA auf einem UV-Tisch bei UV-Licht von 260 nm Wellenlänge sichtbar gemacht werden (Brown 2011; Goodwin et al. 2011).

### 1.2.1.6 PRINZIP DES GENETISCHEN FINGERABDRUCKS

In Abbildung 19 ist das Prinzip des genetischen Fingerabdrucks sowie Erklärungen und Anhaltspunkte zu dessen Interpretation schematisch dargestellt.



**Abbildung 19:** Schematische Darstellung des Prinzips eines genetischen Fingerabdrucks (in Anlehnung an Damerau 2013; unveröffentlichtes Material)

Es ist zu erkennen, dass ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wiederholungen des untersuchten Locus, also der Länge des jeweiligen Fragments, und der Position der Banden im Gel besteht. Da die Fragmente bei der Gelelektrophorese nach ihrer Größe aufgetrennt werden und kleinere Fragmente schneller durch das Gelnetz wandern als größere, kommen kleinere DNA-Fragmente näher an der Anode und größere in der Nähe der Kathode zu liegen. In Abbildung 19 ist beispielhaft dargestellt, dass ein DNA-Fragment, welches 14 Wiederholungen des Locus D1S80 aufweist, deutlich weiter durch das Gel wandert und näher an der Anode zu liegen kommt als ein DNA-Fragment mit 44 Wiederholungen des Locus.

Generell sind stets zwei Banden pro DNA-Probe zu sehen, da jeweils ein Fragment des von der Mutter und eins des vom Vater geerbten Chromosoms vorliegt. Dies trifft allerdings nur bei für den Locus heterozygoten Personen zu. Bei einer homozygoten Person, bei der die Fragmente des Locus auf beiden Chromosomen gleich lang sind, würde nur eine einzige, allerdings etwas dickere Bande entstehen, da das gesamte DNA-Material an derselben Stelle im Gel lokalisiert ist.

## 1.2.2 EIGENSCHAFTEN VON SCHNECKENSCHLEIM / BIONIK

### 1.2.2.1 CHARAKTERISTIKA VON (ACHAT-)SCHNECKEN

Die im Schülerlaborkurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ (Kapitel 2.2.3) verwendeten Achat Schnecken (*Achatina fulica*; Bowdich, 1822) sind den Gastropoden (Schnecken) zuzuordnen, die zu den Mollusken (Weichtiere) gehören. Die Klasse der Gastropoda stellt mit über 100.000 rezenten Arten die größte Gruppierung innerhalb der Mollusken dar (Westheide & Rieger 2013).

Im Allgemeinen besitzen Schnecken einen spezifischen Körperbau, bei dem sich in den meisten Fällen Fuß, Kopf, Mantel und Eingeweidesack unterscheiden lassen (Hickman & Weber 2008). Ein besonderes, exklusiv bei den Gastropoda vorkommendes Merkmal ist die Raspelzunge (Radula), die dem Abraspeln der Nahrung dient. Diese kann vor- und zurückgezogen sowie aus der Mundöffnung herausgestreckt werden. Sie wird dann gegen eine Unterlage gepresst, von der Material abgeraspelt wird (Westheide & Rieger 2013). Die Fortbewegung erfolgt durch einen singulären Fuß. Seine notwendige Beweglichkeit erhält er bei den meisten Arten durch

flüssigkeitserfüllte Lakunen und eine dreidimensional verflochtene Muskulatur. Diese Muskulatur kann die adhäsive Wirkung des Schleims, auf dem die Schnecke außerdem gleiten kann, durch Bildung saugnapfartiger Hohlräume im Mittelteil der Fußsohle verstärken (Westheide & Rieger 2013). Auf die genauen Mechanismen der Fortbewegung wird im nächsten Kapitel (1.2.2.2) noch genauer eingegangen werden.

Innerhalb der Gastropoda wird die große Achatschnecke (*Achatina fulica*) zu den Achatinoida gezählt, die wiederum zur Gruppe der Stielaugenschnecken bzw. Landlungenschnecken (Stylommatophora) gehören. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie fast immer rein terrestrisch leben und ihre Augen an den vorderen der beiden einstülpbaren Kopffühlerpaare sitzen. Der Körper kann komplett in die Schale zurückgezogen werden und zur Überdauerung von Kälte- oder Trockenperioden kann ein Epiphragma zum Verschließen der Schale gebildet werden (Westheide & Rieger 2013). Achatschnecken können mehr als dreißig Zentimeter groß werden, wobei alleine das Gehäuse eine Länge von über zwanzig Zentimetern erreichen kann (bei *Achatina achatina*; Afrikanische Riesenschnecke) (Grzimek 1970). Sie sind vor allem in den tropischen Regenwäldern von Guinea bis Nigeria beheimatet. Die große Achatschnecke (*Achatina fulica*) ist hingegen etwas kleiner und kommt durch Verschleppung mittlerweile auch in Indien, Japan, Indonesien sowie in den USA vor. Aufgrund ihrer Größe kann sie als Pflanzenschädling erheblichen Schaden anrichten (Grzimek 1970). Ebenfalls aufgrund ihrer Größe stellt die Achatschnecke darüber hinaus ein beliebtes Anschauungsobjekt im Biologie- und auch im Sachunterricht der Grundschule dar.

#### 1.2.2.2 FORTBEWEGUNG VON SCHNECKEN

Da die Fortbewegung von Schnecken und die dabei entscheidende Rolle des Schneckenschleims (Mucus) von zentraler Bedeutung für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ sind, soll an dieser Stelle genauer auf diesen Bewegungsmechanismus eingegangen werden.

Die Besonderheit der Fortbewegung bei landlebenden Schnecken liegt darin, dass sie in der Lage sind, sich kriechend mit nur einem einzigen Organ, dem Kriechfuß, von der Stelle zu bewegen. Der Mechanismus dieser speziellen Fortbewegungsart ist schon seit langem von Interesse (Lissmann 1945), erhält aber momentan wieder verstärkte Aufmerksamkeit unter dem Gesichtspunkt biomimetischer Robotik.

Man ist sich einig darüber, dass die Fortbewegung durch eine Folge periodischer Muskelkontraktionen und -entspannungen, die vom hinteren Teil des Fußes in Richtung Kopf wandern, von statten geht (Denny 1980; Lai et al. 2010). Beobachtungen zeigen, dass durch diese Muskelbewegungen helle und dunkle Streifen auf der Unterseite des Fußes zu sehen sind (Abbildung 20), die als Wellen bezeichnet werden (,waves‘ und ,interwaves‘). Hierbei sind die ,interwaves‘ die Bereiche zwischen den aufeinanderfolgenden direkten Wellen, die sich nicht bewegen. Bereits durch erste Messungen des Abstandes zwischen markierten Punkten am Schneckenfuß ist bekannt und mittlerweile allgemein anerkannt, dass die direkten Kontraktionswellen, welche die Schnecke vorwärts bewegen, Regionen lateralen Drucks entsprechen (Lissmann 1945). Lissmann (1945) postulierte außerdem, dass unterschiedliche Reibung zwischen Fuß und Untergrund notwendig ist, um die Schnecke vorwärts zu bewegen. Diese Reibung entstehe durch das Anheben bestimmter Regionen des Fußes, welches eine dickere Schleimschicht in der Wellenregion nach sich ziehe.



**Abbildung 20:** Fuß einer Achatschnecke mit erkennbaren ,waves‘ und ,interwaves‘  
(Foto: Rodenhauser)

Später fand man allerdings heraus, dass für die nötigen Unterschiede zwischen den verschiedenen Wellenbereichen nicht ein aktives Anheben bestimmter Bereiche des Fußes, sondern die besonderen Eigenschaften des Mucus verantwortlich sind (Denny 1980, 1981). Einerseits fungiert der Mucus als Klebstoff, der es der Schnecke erlaubt, an einem Substrat haften zu bleiben und sich somit auch an vertikalen Flächen festzuhalten. Andererseits ist sie aber auch in der Lage, sich auf diesem Mucus gleitend fortzubewegen, so dass die entscheidende, von Denny (1980) gestellte Frage



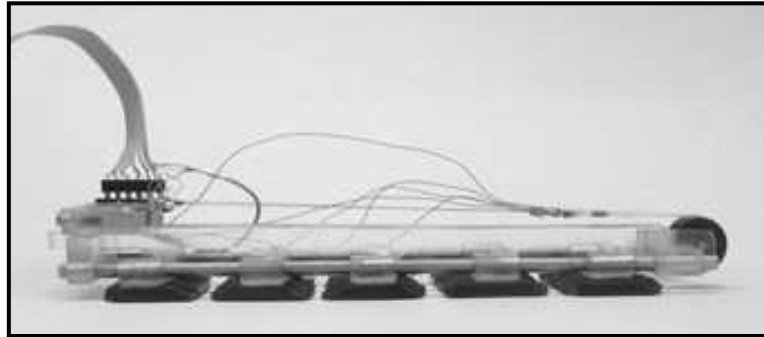
war, wie ein Tier mit nur einem Fuß in der Lage sein kann, sich auf Klebstoff fortzubewegen. Laut Denny (1980) besteht der Mucus zu 96 bis 97 Prozent aus Wasser und gelösten Salzen. Die übrigen 3 bis 4 Prozent bestehen aus einem hochmolekularen Glykoprotein, welches für die relevanten mechanischen Eigenschaften des Materials verantwortlich ist. Strukturell sind einzelne Moleküle miteinander quervernetzt, so dass sie ein Gelnetz bilden, welches die besondere Elastizität des Mucus bedingt. Denny (1981) maß außerdem eine bestimmte Fließspannung für den Mucus und fand heraus, dass die notwendige Reibung zwischen Fuß und Substrat nicht, wie von Lissmann (1945) angenommen, durch ein Anheben bestimmter Fußregionen, sondern durch von der Schnecke auf den Mucus ausgeübte Scherkräfte entstehe. Im Bereich einer direkten Welle staucht die Muskelkontraktion den Fuß parallel zum Substrat, so dass eine hohe Scherspannung hervorgerufen wird, die zum Brechen der Struktur des Gelnetzes im Mucus führt (Denny 1980). Dadurch ist die Schnecke innerhalb dieser Region in der Lage, über diese Flüssigkeitsschicht vorwärts zu gleiten. In den 'interwave'-Regionen, in denen eine geringe Scherspannung vorliegt, formt sich die Netzwerkstruktur in ein festes Material um, welches den Fuß mit dem Substrat verbindet.

Weitere Forschungsergebnisse (Lai et al. 2010) deuten allerdings darauf hin, dass der Fuß doch, wie bereits von Lissmann (1945) angenommen, angehoben wird. Außerdem legen die Ergebnisse nahe, dass die komplexen Muskelbewegungen des Schneckenfußes entscheidenderen Anteil an der Fortbewegung haben als die Eigenschaften des Schleims. Nichtsdestotrotz haben die von Denny (1980) getroffenen Annahmen bezüglich der Fließeigenschaften des Schneckenschleims und seines Verhaltens bei unterschiedlicher Spannung weiterhin Bestand. Auf diesen Annahmen baut sowohl die im Anschluss vorgestellte bionische Forschung als auch der in Kapitel 2.2.3 näher vorgestellte Schülerlaborkurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ auf.

#### 1.2.2.3 SCHNECKENSCHLEIM UND SEINE BEDEUTUNG IN DER BIONIK

Grundlagenforschung im Bereich der spezifischen Fortbewegungsweise von Schnecken und bezüglich ihrer Fähigkeit, vertikal und kopfüber zu kriechen und anzuhafte, dient über ihren Selbstzweck hinaus außerdem der bionischen Forschung und Entwicklung. Ein Anliegen ist hier die Entwicklung von biomimetischen Robotern, die die Schneckenfortbewegung und ihr Anhaftungsverhalten imitieren sollen (Chan

et al. 2005; Ewoldt et al. 2007). Die sogenannte ‚Robosnail‘ bewegt sich wie eine echte Schnecke fort, indem sie jeweils ein Segment des Schneckenfußes auf einer künstlichen Schleimschicht vorwärts bewegt (Abbildung 21)<sup>3</sup>.



**Abbildung 21:** Modell einer Roboterschnecke (Copyright: MIT/Brian Chan)<sup>4</sup>

Die Konstruktion solcher Roboter soll weiterhin z.B. Anwendung in der Medizintechnik finden. Japanische Forscher (Hosokawa et al. 2009a, 2009b) haben einen die Schneckenbewegung imitierenden Roboter mit einem Endoskop entwickelt, welcher sich durch den menschlichen Körper bewegen kann. Hierbei haben sie sich das Vorhandensein von Mucus in verschiedenen Bereichen des Körpers (z.B. im Verdauungstrakt) zunutze gemacht. Aufgrund der Eigenschaften des Mucus einerseits und der speziellen Fortbewegungsweise des Roboters andererseits kann dieser auf dem Mucus haften und gleiten. So kann er in Bereiche des menschlichen Körpers vordringen, die mit herkömmlichen Methoden und Geräten nicht erreichbar wären.

---

<sup>3</sup> für eine genauere Veranschaulichung des Bewegungsablaufes sei auf folgendes Video verwiesen:  
<http://www.pbs.org/wgbh/nova/nature/snail-slime.html> (17.10.2016)

<sup>4</sup> <http://phys.org/news/2005-12-robosnail-vertical-walls.html> (17.10.2016)

### 1.3 FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN

Aufgrund der Vielschichtigkeit des entwickelten und zu evaluierenden didaktischen Konzeptes ergeben sich Forschungsfragen und Hypothesen auf kognitiver, affektiver und auf fremdsprachlicher Ebene, die aufbauend auf den zuvor vorgestellten Grundlagen und Theorien im Folgenden einzeln vorgestellt werden sollen.

#### 1.3.1 FORSCHUNGSFRAGEN ZUR KOGNITIVEN WIRKSAMKEIT

Dass bilingualer naturwissenschaftlicher Sachfachunterricht zu einem langfristigen fremdsprachlichen Kompetenzgewinn führt, ist mittlerweile kaum mehr von der Hand zu weisen (s. z.B. Baker 2002; Bonnet 2004; Bredenbröker 2000). Ob er sich hingegen auch im Hinblick auf Wissen und Können im Sachfach positiv auswirkt, wird zum Teil bezweifelt. Es besteht vielmehr die Befürchtung, dass er zu einer Behinderung der Aneignung inhaltlichen Wissens führt (Zydatiś 2002). Auf kognitiver Ebene ergibt sich somit und aufbauend auf den in 1.1.3 vorgestellten Gedächtnismodellen die Frage, ob die Kombination praktischen Experimentierens mit dem gleichzeitigen Gebrauch einer Fremdsprache als Arbeitssprache dazu führt, dass die beiden Faktoren sich gegenseitig behindern. Es ist unklar, ob der Gebrauch der Fremdsprache ‚Extraneous Load‘ hervorruft und somit im Arbeitsgedächtnis nicht ausreichend Kapazität für die Aneignung von Inhaltswissen zur Verfügung steht.

Des Weiteren ist unklar, inwiefern die Verarbeitungstiefe (Craik & Lockhart 1972) bei der Aneignung der biologischen Inhalte im Rahmen der bilingualen Schülerlaborkurse eine Rolle spielt. An anderen Stellen wurde bereits angenommen (Wolff 1997a) und auch bewiesen (Badertscher & Bieri 2009; Heine 2010b; Lamsfuß-Schenk 2008), dass der ‚Mehrwert‘ des bilingualen Lernens in der tieferen (semantischen) Verarbeitung bzw. dem höheren Grad der Elaboration der Inhalte liegt. Heine (2010b) konstatiert, dass die Erschwernis, die der Einbezug der Fremdsprache im bilingualen Sachfachunterricht einerseits mit sich bringt, sich andererseits aber positiv auf die semantische Tiefenverarbeitung auswirke. Für die Kombination von bilingualem Lernen mit praktischem Experimentieren liegen bisher keine Ergebnisse vor. Diese theoretischen Überlegungen führen zu folgender Forschungsfrage und zwei zugehörigen Hypothesen. Diese wurden bereits in Rodenhauser & Preisfeld (2015) betrachtet, sollen hier aber noch ausführlichere Beachtung erfahren:

**1)** Führt die Verarbeitung biologischen Inhaltswissens in einer Fremdsprache, die von praktischem Experimentieren begleitet wird, zu kognitivem Overload und somit letztlich zu einem geringeren kognitiven Wissenserwerb?

**H1a<sup>5</sup>:** Das bilinguale Lernarrangement führt zu positiven Lerneffekten, weil die Inhalte einerseits semantisch tiefer verarbeitet werden und das Lernarrangement andererseits ‚Germane‘ statt ‚Extraneous Load‘ hervorruft.

**H1b:** Das Lernkonzept führt aufgrund der hohen Belastung des Arbeitsgedächtnisses (durch ‚Extraneous Load‘) generell zu schlechteren kognitiven Leistungen.

Dem Gesichtspunkt des kognitiven Wissenserwerbs kommt über den zuvor genannten Aspekt hinaus eine generell wichtige und interessante Rolle zu, da der Schülerlaborbesuch nicht nur ein affektiv, sondern auch ein kognitiv nachhaltiges Lernereignis darstellen soll. Generell wird dieser Blickrichtung in vielen Studien eher wenig bis keine Aufmerksamkeit geschenkt. In der vorliegenden Studie stellt sie aber, wie auch bereits in Damerau (2013), einen zentralen Gesichtspunkt dar. Dies liegt sowohl in den allgemeinen Zielen des BeLL Bio als auch in der Besonderheit des Lernarrangements begründet, welches durch den Einbezug der Fremdsprache ergänzt wird. Darüber hinaus weisen die Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ deutlich unterschiedliche thematische Schwerpunkte und auch Anforderungsniveaus auf. Ob dies dem jeweiligen Alter sowie (besonders dem fremdsprachlichen) Erfahrungsschatz der Schüler angemessen ist und ein Erwerb von Inhaltswissen in beiden Kursen erreicht werden kann, bleibt durch die Evaluation der Kurse zu überprüfen. Aufgrund des geringeren Alters und der damit verbundenen geringeren fremdsprachlichen Vorerfahrung der Schüler im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ stellen sich die folgenden Fragen für diesen Kurs im Besonderen:

**2)** Führen die durchgeführten Schülerlaborkurse generell zu einem inhaltlichen Wissenserwerb? Wird in beiden durchgeführten Schülerlaborkursen, trotz des unterschiedlichen Alters und Erfahrungsschatzes der teilnehmenden Schüler, ein kognitiver Wissenserwerb erzielt?

**H2:** Aufgrund der Anpassung des Themas und Anforderungsniveaus an das Alter und den Erfahrungsschatz der Schüler wird im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ebenso wie im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ein Wissenszuwachs erzielt.

---

<sup>5</sup> Hypothesen werden im Folgenden durch ‚H‘ abgekürzt.

Die vorhergehende Frage bezieht sich auf den Wissenserwerb aller Schüler, die an den jeweiligen Schülerlaborkursen teilgenommen haben. Es werden weder persönliche Dispositionen noch Faktoren wie beispielsweise das Geschlecht der Schüler berücksichtigt. Da diese aber von entscheidender Bedeutung für eine spätere Beurteilung von Fördermöglichkeiten bestimmter Schülergruppen sein und mögliche weitere Erkenntnisse liefern können, sollen die Ergebnisse zusätzlich für bestimmte Subgruppen betrachtet werden.

In anderen Schülerlaborstudien hat sich herausgestellt, dass die meisten Personenvariablen keinen Einfluss auf den Wissenserwerb in biologischen Schülerlaborkursen haben (Damerau 2013; Scharfenberg 2005). Daher ist anzunehmen, dass für die deutschsprachig durchgeführten Kurse der vorliegenden Studie ebenfalls Wissenszuwächse unabhängig von Personenvariablen, wie beispielsweise dem Geschlecht, erzielt werden können. Auf die bilingual durchgeführten Kurse kann diese Annahme allerdings nicht ohne Weiteres übertragen werden, da durch den Einbezug der Fremdsprache möglicherweise Schüler mit unterschiedlichen Dispositionen bezüglich Fremdsprachen und Naturwissenschaften auch unterschiedlich auf das Lernarrangement reagieren und somit unterschiedliche Leistungen erzielen. Hierbei ist weiterhin von Bedeutung, dass Naturwissenschaften und Englisch unterschiedliche Selbstkonzeptdimensionen darstellen und Leistungen und Noten einen Einfluss auf die fachlichen Selbstkonzepte haben (Marsh 1986; Marsh et al. 1991).

**3)** Haben die verschiedenen erhobenen Personenvariablen einen Einfluss auf den kognitiven Wissenserwerb? Lassen sich Aussagen darüber treffen, ob das bilinguale Lernarrangement von besonderem Nutzen für bestimmte Schülergruppen ist?

**H3a:** In den deutschsprachig durchgeführten Kursen können Schüler unabhängig von Einflüssen durch Personenvariablen (z.B. Geschlecht) einen Wissenszuwachs erzielen.

**H3b:** In den bilingualen Kursen haben Personenvariablen einen Einfluss auf den Wissenszuwachs, da aufgrund des Einbezugs der Fremdsprache mit unterschiedlichen Reaktionen von Schülern mit verschiedenen Dispositionen, Geschlechtern etc. zu rechnen ist.

### 1.3.2 FORSCHUNGSFRAGEN ZUR AFFEKTIVEN WIRKSAMKEIT

Auf affektiver Ebene stellt sich zunächst die Frage nach dem Einfluss der Schülerlaborkurse auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler. Da das fachspezifische Fähigkeitsselbstkonzept einer Person eine wichtige Einflussgröße für Leistungsmotivation und Leistung bzw. Lernerfolg darstellt (Dickhäuser et al. 2002; Krapp 1998; Marsh 1986), kann es Hinweise auf die Nachhaltigkeit des Laborerlebnisses auf affektiver Ebene geben. Im Bereich der Schülerlaborforschung konnte schon in anderen Studien nachgewiesen werden, dass bereits der Besuch eines eintägigen Laborkurses Auswirkungen auf fachspezifische Fähigkeitsselbstkonzepte haben kann (Brandt 2005; Damerau 2013; Pawek 2009). Inwiefern dies allerdings für bilinguale Schülerlaborkurse zutrifft, in denen das biologische Fähigkeitsselbstkonzept möglicherweise durch den Gebrauch der Fremdsprache zusätzlich beeinflusst wird, wurde bisher noch nicht untersucht. Da angenommen wird, dass Fremdsprachen bzw. Englisch und Naturwissenschaften unterschiedliche Dimensionen des Fähigkeitsselbstkonzepts darstellen (Marsh & Shavelson 1985), kann dementsprechend auch mit unterschiedlichen Reaktionen auf das bilinguale und das deutschsprachige Lernarrangement gerechnet werden. Entsprechende Annahmen werden vor allem vor dem Hintergrund des Referenzrahmenmodells (Marsh 1986, 1990) zu diskutieren sein. Aufgrund dessen sollen auch die in diesem Modell angenommenen Zusammenhänge und Effekte für die vorliegende Stichprobe überprüft werden. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen und Hypothesen:

**4)** Welchen Einfluss hat ein eintägiger Laborbesuch auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept? Liegen hinsichtlich des biologischen und fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzepts auch für die vorliegende Studie zwei Dimensionen vor? Welchen Einfluss hat in diesem Zusammenhang die Kurs- bzw. Arbeitssprache?

**H4a:** Aufgrund des selbständigen Experimentierens in der Laborsituation kommt es zu einer generellen Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts.

**H4b:** Aufgrund der nachgewiesenen Allgemeingültigkeit des Referenzrahmenmodells lassen sich hinsichtlich des fremdsprachlichen und biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts zwei unterschiedliche Dimensionen finden.

**H4c:** Das biologische Fähigkeitsselbstkonzept entwickelt sich in den bilingualen und deutschsprachigen Kursen aufgrund der Arbeitssprache jeweils unterschiedlich.

Aufgrund der Bilingualität der durchgeführten Kurse ist es allerdings nicht ausreichend, lediglich das biologische Fähigkeitsselbstkonzept für alle Schüler in gleicher Weise zu erheben. Darüber hinaus ist es in diesem Zusammenhang ebenfalls relevant, ob die Schüler eher naturwissenschaftliche oder eher fremdsprachliche Dispositionen aufweisen. Auch dass es sich beim verbalen und naturwissenschaftlichen Fähigkeitsselbstkonzept um zwei grundlegend unterschiedliche Domänen handelt (Marsh & Shavelson 1985), ist besonders im Kontext bilingualer Kurse ein relevanter Aspekt. Es soll untersucht werden, ob nicht gerade aufgrund der Kombination beider Fächer Effekte hinsichtlich der jeweiligen Dispositionen und Fähigkeitsselbstkonzepte zu beobachten sind. Auch Kattmann (2008) geht davon aus, dass durch bilingualen Biologieunterricht eine Motivationssteigerung bei Lernern mit hoher Fremdsprachenkompetenz, aber geringem naturwissenschaftlichen Interesse erzielt werden kann. Auch vor dem Hintergrund des Referenzrahmenmodells (Marsh 1986, 1990) scheinen diese Annahmen interessant und überprüfenswert.

In Rodenhauser & Preisfeld (2015) konnte bereits ein Hinweis auf eine Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts von eher fremdsprachlich orientierten Schülern festgestellt werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll dies weiterhin aufgegriffen und die folgende Frage bezüglich der besonderen Eignung der bilingualen Kurse zur Förderung des Interesses an Naturwissenschaften und des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts vor dem Hintergrund der aufgestellten Hypothese beantwortet werden.

**5)** Bieten bilinguale Schülerlaborkurse die Möglichkeit, besonders Schüler mit fremdsprachlicher Disposition für Naturwissenschaften zu begeistern? Lässt sich für diese Schüler eine Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts beobachten?

**H5:** Durch den Einbezug der Fremdsprache beim praktischen Experimentieren wird besonders bei Schülern mit fremdsprachlichen Dispositionen ein positiver Einfluss des Lernarrangements auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept erreicht.

Da außerschulischen Lernorten generell die Fähigkeit zugesprochen wird, das Erleben intrinsischer Motivation und das Herausbilden von Interessen hervorzurufen (vgl. z.B. Engeln 2004; Pawek 2009; Wilde et al. 2009), interessiert auf affektiver Ebene sowohl für die deutschsprachig als auch für die bilingual durchgeführten Kurse die

tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation. Im Hinblick auf zentrale motivationale Aspekte der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (Kapitel 1.1.4.2) soll betrachtet werden, ob und inwiefern die Schüler bei den in den Schülerlaborkursen durchgeführten Tätigkeiten intrinsisch motiviert waren. Aufgrund der Kombination von Fremdsprache und Naturwissenschaft ist es außerdem von Interesse, wodurch eine mögliche tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation bedingt ist. Da das Konzept der intrinsischen Motivation in engem Zusammenhang mit dem Konzept des Interesses und der motivationalen Theorie der Selbstbestimmung (Deci & Ryan 1993) steht (Krapp 1998), kann auch das Vorliegen bzw. Nicht-Vorliegen einer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation Hinweise auf die Förderung von Interessen geben.

Darüber hinaus sollen Eindrücke über die Zusammenhänge der verschiedenen Aspekte intrinsischer Motivation untereinander und mit weiteren Laborvariablen gewonnen werden. Da Engeln (2004) in diesem Kontext keinen direkten Zusammenhang zwischen der Offenheit der Lernumgebung und anderen Laborvariablen, wie z.B. der Herausforderung, feststellen konnte, wird angenommen, dass diesem Aspekt der intrinsischen Motivation auch im Rahmen der vorliegenden Studie keine große Bedeutung zukommt.

In diesem Zusammenhang gilt es, Folgendes zu untersuchen und zu beantworten.

**6)** Ist bei den Schülern im Zuge der Teilnahme am Schülerlaborkurs eine tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation festzustellen? Und falls ja, durch welche Komponente des bilingualen Lernarrangements ist diese bedingt?

**H6a:** Aufgrund des praktischen Experimentierens tritt in den Schülerlaborkursen generell eine tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation auf.

**H6b:** Es besteht kein Zusammenhang der Offenheit der Lernumgebung (bzw. der wahrgenommenen Wahlfreiheit) mit anderen Laborvariablen.

**H6c:** Das Auftreten einer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation durch das Experimentieren bzw. durch den Gebrauch der Fremdsprache ist abhängig von den generellen Dispositionen der Schüler.

Wie bereits in Kapitel 1.1.1.1 erwähnt, ist die Förderung des Interesses an modernen Naturwissenschaften ein Hauptanliegen von Schülerlaboren. Die Wirksamkeit von Schülerlaboren hinsichtlich dieses Anliegens wurde bereits in verschiedenen Studien untersucht und die Fähigkeit zur Förderung von Interesse an Naturwissenschaften



weitestgehend bestätigt (Engeln 2004; Glowinski 2007; Pawek 2009). Ob dies für bilinguale Schülerlaborkurse ebenfalls zutrifft, ist bisher ungeklärt.

Aus diesem Grund soll in Anlehnung an die zuvor erwähnten Studien das aktuelle Interesse der Schüler herangezogen werden, um Schlüsse auf generelle Möglichkeiten zur Förderung dispositionaler Interessen ziehen zu können. Wie bereits in Kapitel 1.1.4.1 erläutert, stellt das Auftreten eines aktuellen Interesses stets den Ausgangspunkt für die Herausbildung von Dispositionen dar. Der dreistufige Prozess der Interessenentwicklung bzw. zur Entstehung von dispositionalen Interessen wurde bereits in Abbildung 10 dargestellt. Inwiefern diese Prozesse im Rahmen der durchgeführten Schülerlaborkurse angestoßen werden können und welche Rolle die bereits vorliegenden Dispositionen der Schüler hierbei spielen, soll im Rahmen der Untersuchung folgender Forschungsfrage und der zugehörigen Hypothesen beantwortet werden.

**7)** Wird durch die Schülerlaborkurse ein aktuelles Interesse bezüglich der Kursinhalte geweckt, welches die Möglichkeit zur Herausbildung eines dispositionalen Interesses eröffnet?

**H7a:** In den deutschsprachigen Schülerlaborkursen wird durch den Besuch ein aktuelles Interesse ausgelöst und somit die Voraussetzung zur Herausbildung dispositionaler Interessen geschaffen.

**H7b:** Auch durch die bilingualen Kurse wird aufgrund der inhaltlich gleichen Themen entsprechend ein aktuelles Interesse ausgelöst.

Auf fremdsprachlicher Seite ist die generelle Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache von Interesse und darüber hinaus die Frage nach möglichen, durch den Schülerlaborbesuch ausgelösten, Langzeiteffekten bezüglich der Einstellung gegenüber Fremdsprachen. Laut des Ansatzes des ‚L2 Motivational Self System‘ (Dörnyei 2009) muss es zur Entstehung fremdsprachlich orientierter Motivation zu einem Identifikationsprozess innerhalb des Selbstkonzepts einer Person kommen. Abendroth-Timmer (2004; 2007) fand in diesem Zusammenhang heraus, dass sprachlernorientierte Schüler auch eine höhere Sprachlernmotivation (bezogen auf Neugier und das Interesse, weitere Sprachen zu lernen) aufweisen als sachfachorientierte Lerner.

Da die Teilnahme an einem bilingualen Schülerlaborkurs nur ein singuläres Ereignis darstellt, ist unklar, ob hierdurch bereits ein Einfluss auf generelle Einstellungen hin-

sichtlich des Gebrauchs der Fremdsprache zu erkennen ist und somit Möglichkeiten zur Förderung von Motivation und Interessen erschlossen werden können.

**8)** Ändert sich die Einstellung zum Lernen von Fremdsprachen durch den Schülerlaborbesuch langfristig (auch abhängig von Dispositionen der Schüler)? Besteht die Möglichkeit zur Förderung des Interesses an Fremdsprachen?

**H8:** Dadurch, dass der Schülerlaborkurs nur ein singuläres Ereignis und damit einen sehr kurzen Kontakt mit dem Konzept des bilingualen Lernens darstellt, werden keine tiefgreifenden Einstellungsänderungen hinsichtlich des Gebrauchs der Fremdsprache ausgelöst.

Neben den erhobenen kognitiven und affektiven Aspekten des Lernarrangements ist außerdem die generelle Akzeptanz der Schülerlaborkurse durch die teilnehmenden Schüler ein wichtiger Faktor zur Beurteilung der Eignung des Lernarrangements. In anderen Studien (Engeln 2004; Herzer & Toprak 2001; Scharfenberg 2005) konnte für Schülerlabore und somit für experimentell ausgerichteten Unterricht eine generell hohe Akzeptanz durch die Schüler festgestellt werden. Zu bilingualen Schülerlaborkursen, die um den Faktor der Fremdsprache ergänzt sind, liegen diesbezüglich allerdings bisher noch keine Ergebnisse vor. Da das verbale und das naturwissenschaftliche Fähigkeitsselbstkonzept, wie bereits mehrfach erwähnt, unterschiedliche Dimensionen des allgemeinen Selbstkonzepts darstellen (Marsh 1986; Shavelson et al. 1976), ist hier auch im Hinblick auf die Akzeptanz der bilingualen Kurse ein Einfluss anzunehmen. Aus dem Grund, dass sich die Schülerlaborkurse an Biologiekurse bzw. -klassen richten, wird davon ausgegangen, dass mehr naturwissenschaftlich orientierte Schüler an den Kursen teilnehmen und diese eine geringere Akzeptanz der bilingualen Kurse zeigen.

**9)** Wie ist die Akzeptanz der Schülerlaborkurse, besonders der bilingualen, durch die Schüler? Möchten sie das Schülerlabor erneut besuchen und lieber deutschsprachig oder bilingual experimentieren?

**H9a:** Generell wird eine hohe Akzeptanz der Schülerlaborkurse erwartet.

**H9b:** Die Akzeptanz der bilingualen Kurse fällt aufgrund der angenommenen Dispositionen der Kursteilnehmer geringer aus.

Häufig werden Schülerlaborveranstaltungen weder ausführlich vor- noch nachbereitet (Engeln 2004). Da bereits für muttersprachlichen experimentellen Unterricht an verschiedenen Stellen auf die entscheidende Bedeutung von Vorbereitung bzw. der Einbindung in den schulischen Unterricht hingewiesen wird (Brandt 2005; Bryce & Robertson 1985; Itzek-Greulich 2015; Scharfenberg 2005; Sunal et al. 2008), scheint dieser Aspekt in der vorliegenden Studie besonders vor dem Hintergrund der Bilingualität eines Teils der durchgeführten Kurse von zentraler Bedeutung zu sein. Aufgrund der Annahmen des wissensbasierten Konstruktivismus und der besonderen kognitiven Belastung durch die Kombination von Fremdsprachengebrauch und praktischem Experimentieren wird angenommen, dass der schulischen Vor- und Nachbereitung eine besondere Rolle zukommt.

**10)** Welche Rolle spielt die schulische Einbindung der Schülerlaborkurse, besonders im Hinblick auf die hohe kognitive Belastung bei bilingualen Kursen?

**H10:** Aufgrund der Annahmen des wissensbasierten Konstruktivismus und der besonderen kognitiven Belastung in den Schülerlaborkursen wirkt sich der Grad der schulischen Vorbereitung auf das Lernen in den Kursen aus.

### 1.3.3 FORSCHUNGSFRAGEN ZUR WIRKSAMKEIT AUF FREMDSPRACHLICHER EBENE

Dass bilingualer Unterricht einen positiven Einfluss auf die fremdsprachliche Kompetenz hat, ist in verschiedenen Studien (z.B. Baker 2002; Bredenbröcker 2000; DESI-Konsortium 2008; Piske 2006) untersucht und bestätigt worden. Solche Studien beziehen sich aber in der Regel auf einen längeren Zeitraum, in dem die Schüler bilingual unterrichtet wurden. Im Gegensatz dazu stellt ein bilinguales Schülerlaborerlebnis einen vergleichsweise kurzen Kontakt mit der Fremdsprache und dem zugrunde liegenden Konzept des bilingualen Lernens dar. Somit ist unklar, ob auch bereits ein solch kurzer Kontakt einen messbar positiven Einfluss auf die fremdsprachlichen Fähigkeiten haben kann. In der vorliegenden Studie soll als ein Aspekt dieser Fähigkeiten die fremdsprachliche Lesefertigkeit als Komponente der fremdsprachlichen Lesekompetenz (s. Abbildung 16) mittels eines ‚Cloze Tests‘ erhoben werden. Es wird angenommen, dass sich diese Methode zur Erfassung des Konstrukts und möglicher Veränderungen über die Messzeitpunkte eignet (s. auch Kapitel 2.3.3.4). Da sie im Rahmen eintägiger bilingualer Schülerlaborkurse aber bisher keine Verwendung gefunden hat, bleibt die Eignung zu überprüfen.

**11)** Hat bereits ein eintägiger bilingualer Schülerlaborkurs einen Einfluss auf die fremdsprachliche Lesefertigkeit?

**11.1)** Ist die Methode des ‚Cloze Tests‘ geeignet, um mögliche Veränderungen zu messen?

**H11:** Aufgrund des kurzen Kontakts mit der Fremdsprache bzw. dem Konzept des bilingualen Lernens treten hinsichtlich der fremdsprachlichen Lesefertigkeit eher geringe Auswirkungen auf.

**H11.1:** Die Methode des ‚Cloze Tests‘ stellt ein valides, reliables und ökonomisches Mittel zur Erfassung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit dar.

Über die Lesefertigkeit hinaus stellen, wie bereits in Kapitel 1.1.4.5 (Abbildung 16) erläutert, auch Lesestrategien eine wichtige Determinante beim Lesen und Verstehen fremdsprachiger Texte bzw. der Ausbildung von fremdsprachlicher Lesekompetenz dar. Im Fall der vorliegenden Studie dienen sie außerdem als subjektiv eingeschätzter Indikator für das Verstehen fremdsprachiger Fachtexte. Aufgrund des Umgangs mit einem englischsprachigen Skript vor und während des Schülerlaborkurses ist das Lesen und Verstehen eine wichtige Voraussetzung zur erfolgreichen Teilnahme am Kurs.

Da sich Schüler häufig in der Verwendung von Oberflächen- und Tiefenstrategien unterscheiden (Creß & Friedrich 2000; Marton & Säljö 1976), meistens aber nur schwache Zusammenhänge zwischen der Verwendung bestimmter Lernstrategien und dem Lernerfolg zu finden sind (Artelt 2000; Schiefele et al. 2003), gilt es, diese Effekte auch im Rahmen dieser Studie zu überprüfen.

**12)** Lassen sich die in Abbildung 16 angenommenen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und Lesestrategien bestätigen? Lassen sich darüber hinaus Zusammenhänge zwischen dem Gebrauch von Lesestrategien und der erzielten (biologischen und fremdsprachlichen) Leistung feststellen? Unterscheiden sich die Schüler in der Benutzung von Oberflächen- und Tiefenstrategien und hat dies wiederum Einfluss auf die Leistung?

**H12a:** Es bestehen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und dem Gebrauch von Lesestrategien (vgl. Abbildung 16).

**H12b:** Aufgrund der Erkenntnisse anderer Studien werden keine Zusammenhänge zwischen den verwendeten Lesestrategien und der Leistung erwartet.

**H12c:** Es treten Unterschiede in der Verwendung von Oberflächen- und Tiefenstrategien auf. Es sind aber keine Einflüsse auf die Leistung zu erkennen.

#### 1.3.4 FORSCHUNGSFRAGE ZUR LEHRERPERSPEKTIVE

Wie bereits in Kapitel 1.1.2.2 erwähnt, sollte neben der Sicht der Schüler auf das bilinguale Lehr- und Lernangebot auch die Perspektive der Lehrkräfte auf bilinguales Lehren und Lernen in der Biologie erfasst werden. Es sollte ein Eindruck darüber gewonnen werden, wie Lehrer das bilinguale Lernen in der Biologie generell einschätzen und auch, wie sie Rahmenbedingungen wie die Verfügbarkeit von Materialien und Lehrkräften bewerten. Andere Studien haben bereits Eindrücke von Lehrerseite zum bilingualen Biologieunterricht aufgenommen (Buchinger & Bohn 2007; Kozianka & Ewig 2009), im Rahmen der vorliegenden Studie soll aber zur Ergänzung der Schülersicht die folgende Forschungsfrage beantwortet werden.

**13)** Wie ist die Einschätzung der das BeLL Bio besuchenden Lehrer hinsichtlich des bilingualen Biologieunterrichts und seiner Rahmenbedingungen?

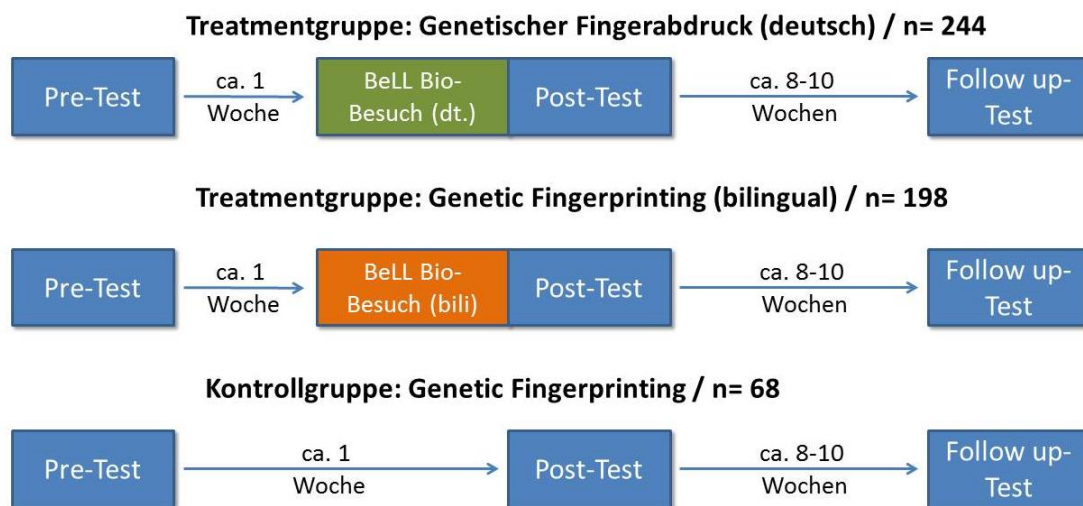
**H13a:** Die das BeLL Bio besuchenden Lehrer stehen dem Fach ‚Biologie bilingual‘ insgesamt positiv gegenüber.

**H13b:** Die Rahmenbedingungen für das Fach ‚Biologie bilingual‘ werden von den Lehrern weniger positiv eingeschätzt.

## 2 MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 VERSUCHSDESIGN DER EVALUIERUNGEN

Zur Evaluation kognitiver und affektiver Aspekte in den Kursen ‚Crime Lab – Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurde eine quasi-experimentelle Studie durchgeführt. Für ersteren Kurs gab es zwei Treatmentgruppen, von denen eine an deutschsprachigen und eine an bilingualen Kursen teilnahm. Außer den in Kapitel 2.2.2 vorgestellten ‚Support Sheets‘ und dem Englischen, das als Arbeitssprache verwendet wurde, unterschieden sich die bilingualen Kurse in zeitlichem Ablauf und Vorgehen nicht von den deutschsprachigen. Über diese Treatmentgruppen hinaus war eine Kontrollgruppe, die an keinem Schülerlaborkurs teilnahm und für die das Thema Genetik während des Untersuchungszeitraums nicht im Unterricht behandelt wurde, Bestandteil der Studie. Diese diente einerseits dazu, mögliche Pre-Test-Effekte (Bortz & Döring 2006), also einen allein durch das Ausfüllen des Pre-Tests bedingten Wissenszuwachs, auszuschließen und andererseits, um sicher zu stellen, dass beobachtete Effekte in den Treatmentgruppen tatsächlich auf den Schülerlaborbesuch zurückzuführen sind und nicht möglicherweise ohne Treatment ebenso aufgetreten wären.



**Abbildung 22:** Übersicht des Versuchsdesigns für die Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘

Wie in Abbildung 22 zu erkennen, wurden die Daten in einem Pre-, Post-, Follow-up-Test-Design erhoben. Der Pre-Test wurde jeweils etwa eine Woche vor dem Post-Test in der Schule im Rahmen des Unterrichts eingesetzt. Für die Treatmentgruppen war der Post-Test direkt im Anschluss an den Laborbesuch zu bearbeiten und für die

Kontrollgruppe wiederum in der Schule. Für alle drei Gruppen wurde im Abstand von etwa acht bis zehn Wochen, abhängig von Ferien, Klausuren oder ähnlichem, ein Follow-up-Test in der Schule durchgeführt.

Das Skript – und für die Treatmentgruppe ‚Genetic Fingerprinting‘ zusätzlich die ‚Support Sheets‘ – wurde den Lehrern vor dem Laborbesuch zur Verfügung gestellt. Es war den Schülern zwischen Pre-Test und Besuch des BeLL Bio auszuhändigen und mit ihnen im Rahmen des Unterrichts zu bearbeiten und besprechen.

Der Ablauf der Untersuchung für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘, der in Abbildung 23 dargestellt ist, war prinzipiell ähnlich. Auch hier wurde ein Pre-Test etwa eine Woche vor dem Laborbesuch in der Schule und ein Post-Test direkt im Anschluss an den Kurs im Schülerlabor durchgeführt.

**Treatmentgruppe: *A Glue from Snail Slime?! (bilingual)* / n= 120**



**Abbildung 23:** Übersicht des Versuchsdesigns für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘

Da es sich bei der Evaluation dieses Kurses um eine Studie mit explorativem Charakter handelt, wurde auf einen parallelen deutschsprachigen Kurs und eine Kontrollgruppe ohne Treatment verzichtet. Aus diesem Grund haben die Fragestellungen und Hypothesen hinsichtlich der Evaluation dieses Kurses ebenfalls explorativen Charakter und konzentrieren sich somit auf andere Aspekte als beim ‚Genetic Fingerprinting‘-Kurs. Für die Entscheidung gegen die Kontrollgruppe sprachen außerdem das deutlich geringere Alter der Schüler, der zeitlich sehr straffe Stundenplan der Sekundarstufe I (G8) und die damit eingeschränkte Bereitschaft der Lehrer, die Schüler an mehreren Testterminen im Rahmen des Unterrichts teilnehmen zu lassen.

Beim ‚Genetic Fingerprinting‘-Kurs handelt es sich im Gegensatz dazu um eine quasi-experimentelle Interventionsstudie, welche aufbauend auf den Vorerfahrungen von Damerau (2013) geplant und umgesetzt werden konnte. Aus diesem Grund ist die Evaluation des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ als Zusatzstudie mit explorativem Charakter zu verstehen, die vorrangig die Eignung und Wirksamkeit des Kurses auf kognitiver und affektiver Ebene überprüfen soll. Grundsätzlichere Aussagen über das Lehr-Lern-Arrangement und das bilinguale Lernen am außerschulischen Lernort La-

bor werden somit in erster Linie anhand der Interventionsstudie zum ‚Genetic Fingerprinting‘-Kurs getroffen werden können.

#### 2.1.1 DESIGN DER LEHRERBEFRAGUNG

Die Lehrerbefragung zu bilingualem Unterrichten in der Biologie wurde begleitend zur Evaluation der Schülerlaborkurse durchgeführt. Es wurden sowohl die Lehrer befragt, die ihre Klassen bzw. Kurse zu den jeweiligen Schülerlaborkursen begleitet haben, als auch solche, die an Informationsveranstaltungen des BeLL Bio teilgenommen haben. Die Befragung wurde nur zu einem Zeitpunkt durchgeführt. Bei Lehrern, die ihre Schüler begleiteten, wurde der Fragebogen in der Regel im Anschluss an den Schülerlaborkurs zeitgleich zum Ausfüllen des Post-Tests durch die Schüler von den Lehrern bearbeitet. Die anderen Befragungsteilnehmer füllten den Fragebogen im Anschluss an die Informationsveranstaltung im Seminarraum des BeLL Bio aus.



## 2.2 BESCHREIBUNG DER ENTWICKELTEN LABORKURSE

### 2.2.1 CRIME LAB: GENETIC FINGERPRINTING

Das Konzept des Schülerlaborkurses ‚Crime Lab: Genetic Fingerprinting‘ baut auf dem von Damerau (2013) im Rahmen seiner Dissertation entwickelten Kurs ‚Der genetische Fingerabdruck – Dem Täter auf der Spur‘ auf. Da der Ablauf, die allgemeine didaktische Strukturierung und die eingesetzten Methoden dieses deutschsprachigen Kurses identisch mit den Bedingungen des bilingualen Kurses sind, soll der Kurs zunächst allgemein vorgestellt werden. Im Anschluss wird auf die Besonderheiten des bilingualen Kurses eingegangen.

Auf der Kontextebene bestand das Ziel des Kurses darin, mithilfe der molekularbiologischen Methode des genetischen Fingerabdrucks einen (fiktiven) Tatverdächtigen eines Mordes zu überführen und damit andere Tatverdächtige zu entlasten. Zum Erreichen dieses Ziels wandten die Schüler die Methoden der DNA-Extraktion aus Mundschleimhautzellen, der PCR und der Agarose-Gelelektrophorese an. Weitere nach verschiedenen für den Kurs relevanten Dimensionen aufgeschlüsselte Feinziele sind in Tabelle 2 dargestellt. Die fremdsprachlichen Ziele beziehen sich ausschließlich auf die bilingual durchgeführten Kurse.

**Tabelle 2:** Lernziele des BeLL Bio-Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (in Anlehnung an Damerau 2013)

Grobziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler lernen die zentralen laborpraktischen Schritte kennen, die zur Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks notwendig sind.</li> </ul>
Feinziele kognitiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler können die Methoden der DNA-Extraktion, PCR und Gelelektrophorese erklären.</li> <li>Die Schüler können die zur Beschreibung der Labormethoden notwendigen biowissenschaftlichen Fachbegriffe korrekt anwenden.</li> </ul>
Feinziele affektiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch die aktive Auseinandersetzung mit den Fachinhalten generieren die Schüler ein anhaltend hohes aktuelles Interesse.</li> <li>Indem sich die Schüler im Laborkurs als naturwissenschaftlich kompetent erleben, steigern sie ihr biologisches Fähigkeitsselbstkonzept.</li> </ul>
Feinziele psychomotorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler können Mikroliterpipetten bedienen.</li> <li>Die Schüler können eine Gelelektrophorese durchführen.</li> </ul>
Feinziele fremdsprachlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Den Schülern wird die Bedeutung des Englischen als ‚Lingua franca‘ in den Naturwissenschaften bewusst.</li> <li>Die Schüler können kurze fremdsprachliche Fachtexte grundlegend verstehen.</li> <li>Indem sich die Schüler im Laborkurs als fremdsprachlich kompetent erleben, wird ihre Einstellung zum Fremdsprachenlernen positiver.</li> </ul>

Da bereits in verschiedenen Studien auf die Bedeutung der Vorbereitung auf elementare Labormethoden sowie auf die Vermittlung von Hintergrundwissen zum behandelten Thema hingewiesen wurde (Brandt 2005; Bryce & Robertson 1985; Scharfenberg 2005; Sunal et al. 2008), bekamen die Lehrer nach Durchführung des Pre-Tests ein Skript zur Verfügung gestellt. Dieses enthielt Hintergrundwissen zu den im Laborkurs durchgeführten Experimenten, Erläuterungen zu den angewandten Methoden und Laborgeräten sowie die Anleitungen zu den jeweiligen Experimenten, die später auch im Laborkurs benötigt wurden. Durch die Anmeldung zur Teilnahme am Laborkurs verpflichteten sich die Lehrer, ihre Schüler in den Schulstunden vor dem Laborbesuch mithilfe dieses Skripts vorzubereiten. Vor dem Hintergrund des gemäßigten bzw. wissensbasierten Konstruktivismus (s. Kapitel 1.1.1.5) wurden die Schüler so mit Bausteinen bzw. einer Wissensbasis ausgestattet, woraus sie während der Experimentierphasen im Laborkurs wiederum eigenes Wissen und eigene Erkenntnisse konstruieren konnten. In Tabelle 3 (Abkürzungen s. Abkürzungsverzeichnis) ist der Ablaufplan des gesamten Kurses mit Angabe von Zeiten und benötigten Materialien dargestellt.

**Tabelle 3:** Tabellarischer Ablaufplan des Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘

<b>Zeit</b>	<b>Phase / Ort</b>	<b>Aktivität</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Medien</b>
etwa 1 Woche vor BeLL Bio- Besuch	Pre-Test Schule	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS füllen Pre-Test aus</li> <li>• erste Fragen zum Kurs können beantwortet werden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragebögen</li> </ul>
1-2 Schul- std. vor BeLL Bio- Besuch	Vorbereitung Schule	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS erhalten das vom Kursleiter bereitgestellte Skript und bearbeiten und besprechen es unter Anleitung des Lehrers im Unterricht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in bilingualen Kursen werden zusätzlich ‚Support Sheets‘ bereitgestellt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> </ul>
<b>LABORTAG</b>				
9:00	Begrüßung (Hauptein- gang der Uni)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrüßung der SuS durch den Kursleiter</li> <li>• gemeinsamer Weg zum BeLL Bio</li> </ul>		
9:15	Vorbe- sprechung/ Einstieg (Seminar- raum BeLL Bio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konfrontation der SuS mit fiktivem Mordfall in Form eines Zeitungsartikels</li> <li>• UG über zu ergreifende Maßnahmen &amp; notwendige einzusetzende Labormethoden zur Überführung des Täters (gen. Fingerabdruck)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPP</li> <li>• Beamer</li> </ul>

9:45	Sicherheitsbelehrung/ Einweisung Mikroliterpipetten (Seminar- & Laborraum des BeLL Bio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kursleiter führt verpflichtende Sicherheitsbelehrung durch (von SuS zu unterschreiben)</li> <li>• Einweisung in Handhabung der Mikroliterpipetten</li> <li>• Verteilung der Laborkittel &amp; Arbeitsplätze im Laborraum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsbelehrung in allen Kursen auf Deutsch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPP</li> <li>• Beamer</li> <li>• Mikroliterpipette</li> <li>• Laborkittel</li> </ul>
10:00	Erarbeitung I (Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung einer Pipettierübung durch die SuS</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsskript</li> <li>• Mikroliterpipetten</li> <li>• Sicherheitsausstattung (Kittel, Schutzbrillen, Handschuhe)</li> </ul>
10:10	Erarbeitung II (Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS setzen PCR mit bereits extrahierter DNA (Proben A, B, T) an</li> <li>• SuS nutzen Zwischenzeit zur Extraktion eigener DNA aus Mundschleimhautzellen</li> <li>• Gießen der Gele durch schnellere Gruppen</li> <li>• Sobald PCR &amp; DNA-Extraktion beendet sind, können PCR-Produkte auf Gel aufgetragen werden</li> <li>• Gelelektrophorese wird gestartet</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsskript</li> <li>• Mikroliterpipetten,</li> <li>• Reaktionsgefäße</li> <li>• Zentrifugen</li> <li>• Thermocycler</li> <li>• Gelkammern</li> <li>• Netzgerät</li> <li>• Sicherheitsausstattung (Kittel, Schutzbrillen, Handschuhe)</li> </ul>
13:00	Mittagspause	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelelektrophorese läuft</li> <li>• SuS können z.B. Mensa besuchen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelkammern</li> <li>• Netzgerät</li> </ul>
14:00	Ergebnissicherung I (Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gele werden aus Kammer genommen</li> <li>• Banden werden unter UV-Transilluminator sichtbar gemacht</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agarosegele</li> <li>• UV-Transilluminator</li> </ul>
14:30	Ergebnissicherung II (Seminarraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besprechung eines Bandenmusters an exemplarischem Gelbild</li> <li>• Diskussion der Ergebnisse und eingesetzten Methoden</li> <li>• Diskussion von Anwendungsmöglichkeiten und zugehörigen Berufsfeldern</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPP</li> <li>• Beamer</li> </ul>
15:15	Post-Test	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS füllen Fragebögen aus</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragebögen</li> </ul>
6-8 Wo. nach BeLL Bio- Besuch	Follow-up- Test	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS füllen Fragebögen aus</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragebögen</li> </ul>

### 2.2.1.1 BEGRÜSSUNG & VORBESPRECHUNG

Am Tag des Schülerlaborbesuches wurden die Schüler mit ihrem Lehrer vom Kursleiter zunächst zur Begrüßung am Haupteingang der Bergischen Universität Wuppertal empfangen und anschließend zu den Räumen des BeLL Bio begleitet. Dort begann der Kurs mit einer PowerPoint-gestützten Vorb besprechung, in der die Kontextualisierung des Kurses betont wurde. Den Schülern wurde ein (fiktiver) Zeitungsartikel, der einen Mordfall mit einem Mordopfer, einer Zeugin und zwei Tatverdächtigen beschreibt, präsentiert. In Form eines Unterrichtsgesprächs wurden die Schüler vom Kursleiter dazu aufgefordert, über zu ergreifende Maßnahmen seitens der Polizei nachzudenken und diese zu äußern. Aufgrund des durch das Skript erworbenen Vorwissens sollten die Schüler in der Lage sein, zu erklären, dass Spuren – insbesondere biologische – am Tatort gesichert werden müssen und nach Verdächtigen gefahndet werden muss. Im weiteren Verlauf wurden die außerdem zur Lösung des Falles benötigten Informationen besprochen und diskutiert. Im durch die PowerPoint-Präsentation unterstützten Gespräch ergab sich, dass aus einer am Tatort gefundenen Speichelprobe DNA der Mundschleimhautzellen extrahiert werden kann und dass die Polizei von den beiden gefundenen Tatverdächtigen ebenfalls schon Speichelproben entnommen hat. Somit lagen den Schülern im Labor bereits drei vorbereitete DNA-Proben vor – jeweils eine der beiden Tatverdächtigen (Probe A und Probe B) sowie eine DNA-Probe, die aus dem am Tatort gefundenen Speichel extrahiert wurde (Probe T). Im weiteren Verlauf der Vorb besprechung wurden die Schritte, die im Folgenden im Labor durchzuführen waren, und ihr Zweck und Ziel diskutiert. Die Schüler nannten z.B. die Notwendigkeit, als nächstes eine PCR durchzuführen, um aus dem wenigen DNA-Material ausreichend Kopien des im Weiteren zu untersuchenden DNA-Abschnittes zu erhalten.

Im Anschluss an die Einführung ins Thema und die theoretische Diskussion der nachfolgend im Labor durchzuführenden Schritte bzw. Methoden folgten eine kurze Sicherheitsbelehrung und eine Einweisung in die Handhabung der im Labor benötigten Mikroliterpipetten. Die Schüler wurden auf die Notwendigkeit des Tragens von Handschuhen, Schutzbrillen und Kitteln hingewiesen und die sicherheitstechnischen Besonderheiten des Laborraumes wurden erklärt. Zum Tragen von Handschuhen wurde neben der Erwähnung des Eigenschutzes außerdem die Vermeidung des Einbringens von Fremd-DNA oder DNAsen angesprochen. Nach der Sicherheitsbelehrung erhielt jeder Schüler einen weißen Laborkittel. Alle anderen benötigten

Materialien befanden sich bereits an den Arbeitsplätzen im Labor. Sobald alle Zweier- bis Dreiergruppen einen Arbeitsplatz eingenommen hatten, wurde eine Pipettierübung durchgeführt. Hierzu wurden mit den bereitgelegten Mikroliterpipetten (10 - 100 µl, 20 - 200 µl und 100 - 1000 µl) verschiedene Volumina an Wasser pipettiert. So konnten die Schüler sich mit der Handhabung vertraut machen und selbst sicherstellen, dass sie die sehr geringen Flüssigkeitsmengen, die in den folgenden Schritten benötigt wurden, ausreichend präzise aufnehmen und wieder ablassen konnten. Sobald sie sich sicher im Umgang mit den Pipetten fühlten, begannen die Gruppen mit der Vorbereitung einer der DNA-Proben (A ,B oder T) für die PCR, die sie selbst auswählen durften.

Generell arbeiteten die Schüler im Labor weitestgehend selbständig. Es waren neben dem Laborkursleiter aber stets zwei bis drei (abhängig von der Anzahl der Schüler) weitere Kursbetreuer anwesend. Diese waren ständig ansprechbar und konnten bei auftretenden Fragen und Problemen helfen. Wo nötig, konnten die Schüler also durch die Betreuer angeleitet werden. Darüber hinaus hatten die Schüler die Möglichkeit, die Kursbetreuer, welche entweder wissenschaftliche Mitarbeiter oder wissenschaftliche bzw. studentische Hilfskräfte waren, jederzeit auch zu ihrer sonstigen Arbeit bzw. zum Biologiestudium zu befragen. Dies ist sowohl vor dem Hintergrund der Balance zwischen Instruktion und Konstruktion (vgl. Kapitel 1.1.1.5) als auch vor dem Hintergrund der Förderung beruflicher Interessen und somit der Berufsorientierung von Bedeutung (Dähnhardt et al. 2009; Euler 2009b).

### 2.2.1.2 PCR

Im ersten Schritt sollte in den bereitgestellten DNA-Proben jeweils der Locus D1S80 mithilfe der PCR amplifiziert werden, um am Ende ausreichend Kopien zu erhalten, die in der Gelelektrophorese sichtbar gemacht werden können. Hierzu mussten die Schüler zunächst eine der DNA-Proben auswählen und einen sogenannten PCR-Mix hinzupipettieren. Die DNA-Probe umfasste 5 µl und der PCR-Mix 19,5 µl, wozu von einem Betreuer (aufgrund der geringen Menge) 0,5 µl Taq-Polymerase pipettiert wurden. Der PCR-Mix bestand aus den in Tabelle 4 dargestellten Bestandteilen und wurde jeweils vor dem Kurs fertig angesetzt und den Schülern zur Verfügung gestellt.

**Tabelle 4:** Zusammensetzung des PCR-Mixes (Bestandteile und Mengenangaben)

<b>Gesamtmenge PCR-Mix (pro Gruppe): 19,5 µl</b>	
<b>Bestandteil</b>	<b>Menge</b>
Primer 1 (10 pmol/µl)	1 µl
Primer 2 (10pmol/µl)	1 µl
Puffer (10x)	2,5 µl
MgCl <sub>2</sub> (25 mM)	2,5 µl
dNTPs (20 pmol/µl)	0,5 µl
ddH <sub>2</sub> O	12 µl

Es wurden Primer der Firma MWG Eurofins verwendet. Die Sequenzen (Kasai et al. 1990) des Start- und des Stop-Primers für den Locus D1S80 sind in Tabelle 5 zu sehen.

**Tabelle 5:** PCR-Primersequenzen für den Locus D1S80 (Kasai et al. 1990)

5'	GAA ACT GGC CTC CAA ACA CTG CCC GCC G
3'	GTC TTG TTG GAG ATG CAC GTG CCC CTT GC

Die Reaktionsgefäße, die nun den PCR-Mix, die DNA und die Taq-Polymerase enthielten, wurden von den Schülern in den Thermocycler gestellt. Sobald sich die Gefäße aller Gruppen im Thermocycler befanden, wurde dieser gestartet. Das verwendete PCR-Programm (Tabelle 6) war ein an die Bedingungen des Schülerlabors angepasstes Programm (Damerou 2013), welches sich am PCR-Programm von Budowle et al. (1991) orientiert.

**Tabelle 6:** PCR-Programm für den Locus D1S80 (nach Budowle et al. 1991; Damerou 2013)

<b>PCR-Schritte</b>	<b>Temperatur [C°]</b>	<b>Zeit [min]</b>
Initialdenaturierung	95	5
Amplifizierung	30 Zyklen	
Denaturierung	94	1
Annealing	65	1
Elongation	72	2
Finale Elongation	72	10

### 2.2.1.3 EXTRAKTION VON DNA AUS MUNDSCHLEIMHAUTZELLEN

Die Schüler konnten nun die Zeit, in der die PCR im Thermocycler durchgeführt wurde, nutzen, um beispielhaft ihre eigene DNA aus Mundschleimhautzellen zu extrahieren. Hierzu nutzten sie die Methode der Kaliumacetat-Isopropanol-Fällung, die eine kostengünstige und ungefährliche Möglichkeit der DNA-Extraktion darstellt. Sie ist außerdem zur Anwendung durch die Schüler gut geeignet, da die einzelnen Schritte anschaulich und somit gut nachvollziehbar und verständlich sind. Hierzu wurde der Mund mit 25 ml Wasser ausgespült, so dass sich beim Gurgeln Zellen der Mundschleimhaut lösten. Man erhielt also eine Suspension aus Wasser und Mundschleimhautzellen, die im nächsten Schritt bei  $3.773 \times g$  fünf Minuten zentrifugiert (Zentrifugen der Fa. Eppendorf) wurde. Nach der Zentrifugation wurde der wässrige Überstand verworfen und das verbleibende Zellpellet mit 500  $\mu$ l Lysepuffer L (50 mM Tris, 10 mM EDTA, 2 % SDS, eingestellt auf pH8 mit HCl) lysiert. Dadurch, dass die Lösung milchig wurde, konnten die Schüler erkennen, dass die Zellmembranen aufgelöst und Zellkern und Zellorganellen freigesetzt wurden. Zur Abtrennung der in der Lösung befindlichen Proteine wurde dann mit 100  $\mu$ l Fällungspuffer (8 M Kaliumacetat) für 5 Minuten auf Eis gefällt, so dass die Schüler die ausgefallenen Proteine im Reaktionsgefäß erkennen konnten. Im Anschluss wurde bei  $9.391 \times g$  für fünf Minuten zentrifugiert und 500  $\mu$ l des Überstandes mit der enthaltenen DNA abpipettiert, um sie in ein neues Reaktionsgefäß zu überführen. Zur Fällung der DNA wurden dann 300  $\mu$ l Isopropanol hinzugefügt und anschließend für 10 Minuten bei  $9.391 \times g$  zentrifugiert. Der Überstand wurde verworfen und das Pellet mit 1 ml 70 % Ethanol versetzt und gemischt, um die Isopropanolrückstände abzuwaschen. Im nächsten Schritt wurde drei Minuten bei  $9.391 \times g$  zentrifugiert und der Überstand erneut verworfen. Das zurückbleibende, die DNA enthaltende Pellet wurde im offenen Reaktionsgefäß bei 50 °C im Heizblock 15 Minuten lang getrocknet. Letztlich wurde das Pellet in 100  $\mu$ l autoklaviertem (von DNasen befreitem), bidestilliertem Wasser gelöst und auf Eis gestellt.

Aus zeitökonomischen Gründen wurde mit der von den Schülern extrahierten DNA nicht weitergearbeitet, sondern mit den bereits im Thermocycler befindlichen Proben (‘Tatort- und Verdächtigen-DNA’). Diese den Schülern am Anfang des Kurses zur Verfügung gestellten DNA-Proben wurden aus ökonomischen Gründen im Zuge der Vorbereitung des Kurses stets mit der Chelex-Methode (in Anlehnung an Goodwin et al. 2011) extrahiert. Die zur Verfügung gestellten Mundschleimhautzellen stammten

von Mitarbeitern des Lehrstuhls Zoologie und Biologiedidaktik der Universität Wuppertal.

Im ersten Schritt wurde hier zur Gewinnung von Mundschleimhautzellen ebenfalls der Mund mit Wasser ausgespült und zur Bildung eines Zellpellets bei 3.771 x g für fünf Minuten zentrifugiert. Zur Freisetzung der DNA aus den Zellen wurde der Überstand verworfen und das Pellet mit einer 5-prozentigen Chelex®-100-Lösung (Fa. Biorad) versetzt. Chelex® 100<sup>6</sup> ist ein Granulat aus Kunstharzpartikeln, welches eine hohe Affinität für polyvalente Metallionen wie Ca<sup>2+</sup> oder Mg<sup>2+</sup> besitzt. So werden diese polyvalenten Kationen, die störend auf die nachfolgende PCR wirken würden, durch das Chelex® 100 gebunden. Außerdem wurden 5 µl einer Proteinase-K-Lösung zugegeben (20 mg/ml ddH<sub>2</sub>O), alles kurz gevortext und für drei Stunden bei 56 °C im Wärmeblock inkubiert. Durch die Zugabe der Proteinase K kommt es zum Verdau von unerwünschten Zellproteinen und so letztlich zur Freisetzung der DNA. Nach den drei Stunden Inkubationszeit wurden die Proben sehr kurz gevortext und zur Inaktivierung der Proteinase K zehn Minuten bei 100 °C im Wärmeblock erhitzt. Die Inaktivierung verhindert die Behinderung der folgenden Enzymreaktionen während der PCR durch die Proteinase K.

Im Anschluss wurden die Proben für 30 Sekunden gevortext und dann 5 Minuten bei 9.391 x g abzentrifugiert. Hierdurch wurden die Chelex®-100-Kügelchen und die denaturierten Proteine von der wässrigen Lösung, die die DNA enthält, getrennt. Vom wässrigen Überstand wurden 300 µl vorsichtig abpipettiert, aliquotiert und bis zur Verwendung im Kurs bei -20 °C gelagert. Beim Abpipettieren musste besonders vorsichtig vorgegangen werden, um keine Chelex®-100-Kügelchen mit abzunehmen.

#### 2.2.1.4 GELELEKTROPHORESE

Sobald die PCR der im Thermocycler befindlichen Proben (‘Tatort- und Verdächtigen-DNA’) beendet war, konnten die Schüler mit der Vorbereitung der nachfolgenden Agarose-Gelelektrophorese beginnen. Hierzu wurden zuerst die Gelgießstationen zusammengesetzt und anschließend die Gele gegossen. Die flüssige 1,8-prozentige Agarose, die zuvor im Wärmeschrank bei 56 °C gelagert wurde, wurde mithilfe von

---

<sup>6</sup> Granulat, das ein Styroldivinylbenzol-Kopolymer mit Paaren von Iminodiacetat-Ionen ist, die als Chelatgruppen für divalente Kationen funktionieren. Chelex 100 gehört aufgrund seiner Carboxylgruppen zur Klasse der schwachen, sauren Kationenaustauscher.



Hitzeschutzhandschuhen in die Gelgießstation (Fa. Roth) geschüttet. Im Vorfeld des Kurses wurden hierzu 1,8 g Agarose in 1x Tris-Acetat-EDTA-Puffer (TAE-Puffer) durch Aufkochen in der Mikrowelle gelöst. Nach dem Aufkochen wurde 1 µl des mit der DNA interkalierenden Farbstoffs Stain G (Fa. Serva) zur gelösten Agarose gegeben. Dieser eignet sich aufgrund seiner nicht karzinogenen Eigenschaften, gerade im Vergleich zum häufig noch verwendeten Ethidiumbromid, besonders für den Einsatz im Schülerlabor. Der hier und später zum Füllen der Gelkammern benötigte Puffer wurde zuvor in 50-facher Konzentration angesetzt. Der notwendige pH-Wert von 7,8 wurde mit Eisessig eingestellt und der Puffer anschließend autoklaviert. So konnte er bei Raumtemperatur gelagert werden. Die Zusammensetzung des TAE-Puffers kann Tabelle 7 entnommen werden.

**Tabelle 7:** Zusammensetzung des TAE-Puffers (Laufpuffer), 50-fach konzentriert

Bestandteil	Konzentration
Tris 40 mM	243,3 g/l
EDTA (Titriplex III) 1 mM	16,62 g/l

In den etwa 15 Minuten, die das Agarosegel bei Raumtemperatur zum Erstarren benötigte, bereiteten die Schüler ihre DNA-Probe, die sie nach beendetem PCR-Programm aus dem Thermocycler geholt hatten, für die Gelelektrophorese vor. Hierzu wurden 10 µl der DNA-Probe mit jeweils 2 µl eines Ladepuffers (6x Loading Dye der Fa. Fermentas) gemischt. Der Puffer enthielt sowohl zwei verschiedene Farbstoffe (Xylenxylanol und Bromphenolblau) zur visuellen Verfolgung der DNA-Migration während der Gelelektrophorese als auch Glycerol. Dieses stellt sicher, dass die Probe auf den Boden der Geltasche sinkt und erleichtert so auch das Pipettieren der Probe in die Tasche.

Sobald die Agarose zu einem Gel erstarrt war, wurden die Gelkämme entfernt, so dass die entstandenen Geltaschen, nachdem die Gele in die Kammern gesetzt und diese mit Laufpuffer (Tabelle 7) gefüllt worden waren, von den Schülern mit ihren DNA-Proben (A, B oder T) beladen werden konnten. Hierbei hatten sie darauf zu achten, dass auf jedem Gel alle drei Proben vorhanden waren. Nur so war ein späterer Bandenvergleich möglich. Neben den Proben wurden auf jedem Gel 5 µl eines DNA-Markers (100 bp DNA-Leiter äquimolar; Fa. Roth; 0,1 mg DNA/ml) aufgetragen, der es den Schülern später ermöglichte, die ungefähre Länge der von ihnen zu un-

tersuchenden DNA-Fragmente zu bestimmen. Sobald alle Gruppen ihre DNA-Proben aufgetragen hatten, wurden die Gelkammern geschlossen und die Kabel des Netzteils angeschlossen. Hierbei mussten die Schüler beachten, dass die Kathode aufgrund der negativen Ladung der DNA an der Seite des Gels angeschlossen werden muss, an der sich die Geltaschen bzw. DNA befinden. Anschließend wurde die DNA für ca. 60 Minuten bei 100 V, 150 W und variierender Stromstärke (A) aufgetrennt. In dieser Stunde konnten die Schüler eine Pause machen und hatten die Möglichkeit, die Mensa oder Cafeteria der Universität zu besuchen.

### 2.2.1.5 ERGEBNISSICHERUNG / INTERPRETATION DES GELBILDES

Nach der Mittagspause wurde die Elektrophorese gestoppt und die Gele aus den Kammern genommen. In kleinen Gruppen konnten die Schüler die in den von ihnen aufgetragenen DNA-Proben enthaltenen DNA-Fragmente unter UV-Licht (Wellenlänge 312 nm) am UV-Transilluminator betrachten. Durch den Vergleich der Gelbanden der Tatverdächtigen A und B mit den Banden der Tatort-DNA konnten sie einen der beiden Tatverdächtigen als Täter identifizieren. Darüber hinaus konnten sie erkennen und diskutieren, ob die jeweilige Person homo- oder heterozygot für den untersuchten Locus D1S80 war. Außerdem konnte durch einen Vergleich mit dem aufgetragenen Größenmarker die ungefähre Länge der sichtbaren DNA-Fragmente ermittelt werden.

### 2.2.1.6 NACHBESPRECHUNG

Die Nachbesprechung bzw. Diskussion fand nach abgeschlossener Laborarbeit wieder im Seminarraum des BeLL Bio statt. Hier wurden die Ergebnisse und auch die eingesetzten Methoden von den Schülern noch einmal diskutiert und reflektiert. Dies ist besonders vor dem Hintergrund des in Kapitel 1.1.1.5 dargestellten gemäßigten bzw. wissensbasierten Konstruktivismus von Bedeutung, da die Schüler hier die Gelegenheit erhalten haben, ihr im Labor konstruiertes Wissen noch einmal mit dem anderer zu vergleichen und eventuell zu überdenken. Auf die Bedeutung dieser Reflexion und darauf, dass es nicht ausreicht, Experimente nur durchzuführen, ohne eine sogenannte ‚minds-on‘-Komponente (Abd-El-Khalick et al. 2004) zu integrieren, wurde in der Literatur zum Thema ‚Labwork‘ bereits an verschiedenen Stellen hingewiesen.

wiesen (Engeln & Euler 2005; Hodson 1996; Lunetta et al. 2010; Wilkinson & Ward 1997).

Zusätzlich zur Diskussion der eigenen Laborergebnisse wurde zur Ergebnissicherung ein exemplarisches Gelbild eingesetzt, anhand dessen die Schüler ihr Verständnis noch einmal überprüfen und mit den Mitschülern diskutieren konnten. An dieser Stelle wurden in der Regel noch einmal die Unterscheidung zwischen homo- und heterozygot, die Möglichkeit des Vergleichs der untersuchten Fragmente mit dem Größenstandard zur Beurteilung ihrer Größe oder auch mögliche Fehlerquellen aufgegriffen. Außerdem wurden weitere Anwendungsmöglichkeiten der Methode des genetischen Fingerabdrucks und mögliche zugehörige Berufsfelder angesprochen. Als letzter Programmpunkt des Kurstages wurde von den Schülern der Post-Test ausgefüllt, der die in Kapitel 2.3.3 dargestellten Messinstrumente enthielt.

#### 2.2.2 BESONDERHEITEN DER BILINGUALEN KURSE

Bezüglich des zeitlichen, organisatorischen und methodischen Vorgehens bestand zwischen den deutschsprachig und den bilingual durchgeführten Kursen aus Gründen der späteren Vergleichbarkeit kein Unterschied.

Die wenigen bestehenden Unterschiede beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung der Sprache (zum Konzept des Einbezugs der Fremdsprache siehe auch Rodenhauser & Preisfeld 2016). Die Fremdsprache Englisch wurde in den bilingualen Kursen als Arbeitssprache eingesetzt, war aber, wie vielfach als Grundprinzip von CLIL bzw. bilingualem Sachfachunterricht definiert (Bredenbröker 2000; Krechel 2008; Mehisto et al. 2008; Müller-Hartmann & Schocker-von Ditzfurth 2004), nicht expliziter Gegenstand des Unterrichts. Nach der Systematisierung von Diehr (2012) ist das Konzept somit Typ A des bilingualen Lehrens und Lernens, welches auch sie als im Besonderen für kürzere, modulare Formen des bilingualen Lernens geeignet sieht, zuzuordnen. Diesem Konzept folgend wurde der Unterricht generell in englischer Sprache durchgeführt, wobei die deutsche Sprache nicht gänzlich ausgeschlossen wurde, sondern funktionalen Einsatz fand. Von besonderer Bedeutung war im Rahmen der bilingualen Kurse die Entwicklung rezeptiver Fähigkeiten im Umgang mit authentischen Arbeitsmaterialien (Krechel 2003). Im Sinne einer zu erwerbenden doppelten Sachfachliteratur (Vollmer 2005) wurden alle Fachbegriffe in beiden Sprachen eingeführt und auf Begriffsüberschneidungen und -unterschiede wurde explizit hingewiesen. Darüber hinaus wurde davon ausgegangen, dass in der Fremd-

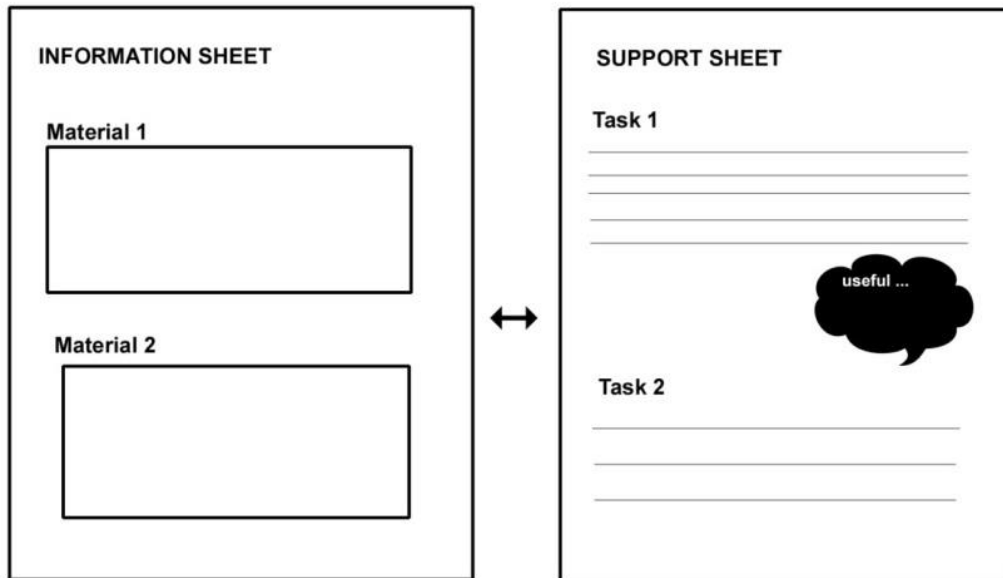
sprache erworbenes Wissen auch in der Muttersprache verbalisiert werden kann, ohne dass dies vorher explizit sprachlich transferiert werden muss (Badertscher & Bieri 2009; Krashen 1996). Bonnet (2015) nimmt in diesem Zusammenhang an, dass Konzepte in einer Sprache erworben werden, dann aber in nichtsprachlicher Repräsentationsform gespeichert werden. Von dort können sie dann später abgerufen und auch in anderen Sprachen verbalisiert werden. Dieser Aspekt spielt im Rahmen der vorliegenden Studie besonders vor dem Hintergrund der Evaluation eine bedeutende Rolle. Hierauf soll bei der späteren Vorstellung der Evaluation (Kapitel 2.3.3.2) allerdings noch genauer eingegangen werden.

Um die Schüler trotz der vielfach bestehenden Diskrepanz zwischen fremdsprachlichen und kognitiven Möglichkeiten (Thürmann 2005, 2010) in die Lage zu versetzen, aktiv am Unterrichts- bzw. Laborkursgeschehen teilhaben zu können, wurden gemäß dem ‚Scaffolding‘-Ansatz (Krechel 2003, 2010; Thürmann 2010) sprachliche Unterstützungsmaßnahmen bereitgestellt, deren Konzept im Folgenden noch näher vorgestellt werden soll. Basierend auf den Annahmen von Vygotsky (1978) werden die Schüler also in die Lage versetzt, aus ihrer Zone der proximalen Entwicklung heraus ein höheres Niveau zu erreichen, indem sie durch ein Scaffolding (bzw. die Anleitung einer kompetenten Person) dazu befähigt werden.

Da die Verwendung von Materialien oder Schulbüchern aus englischsprachigen Ländern nicht praktikabel war, mussten eigens Materialien für die bilingualen Schülerlaborkurse entwickelt werden, welche die besonderen Voraussetzungen nicht-muttersprachlicher Lerner berücksichtigen (Thürmann & Otten 1992). Aus diesem Grund wurden, einem klassischen CLIL-Lernarrangement (Otten & Wildhage 2003; Paul 2008) folgend, Arbeitsmaterialien entwickelt, die der erwähnten Diskrepanz zwischen fremdsprachlichen und kognitiven Möglichkeiten der Lernenden (Thürmann 2005, 2010) angemessen begegnen konnten. Das Konzept setzt sich aus ‚Information Sheets‘ mit Informationen in Form von fremdsprachlichen Texten, Abbildungen und Tabellen und sogenannten ‚Support Sheets‘, welche sprachliche Stützmaßnahmen zur Bewältigung der Informationen enthalten, zusammen. Abbildung 24 zeigt beispielhaft den Aufbau der Lernmaterialien.

Die ‚Information Sheets‘ entsprachen dem Skript, welches sowohl in den deutschsprachigen als auch in den bilingualen Kursen – dort allerdings in englischer Sprache – vorbereitend und begleitend zum Einsatz kam. Die ‚Support Sheets‘, welche

ausschließlich in den bilingualen Kursen eingesetzt wurden, enthielten sowohl sprachliche Hilfen als auch kleine Aufgaben, die zur Verarbeitung der sprachlichen Informationen beitragen. Beispiele für Support-Materialien finden sich in Abbildung 31 und 32.



**Abbildung 24:** Aufbau des aus ‚Information Sheets‘ und ‚Support Sheets‘ bestehenden Lernarrangements (aus Paul 2008; in Anlehnung an Otten & Wildhage 2003)

Bei den bilingualen Kursen war darüber hinaus die Kontextualisierung der Inhalte von besonderer Bedeutung. Durch diese wurde für die Lernenden einerseits die Realitätsnähe der durchzuführenden Experimente unterstrichen und andererseits das Benutzen der Fremdsprache einsichtig. Auch auf neuronaler Ebene kommt der Kontextualisierung eine besondere Bedeutung zu, da diese Art von Informationspräsentation nachgewiesenermaßen zu besseren Behaltensleistungen führt. So führen Lernmaterialien, bei denen Schüler eine Beziehung zu ihrer eigenen Erfahrungswelt sehen, zu höherer Gehirnzellaktivität bzw. zur Entstehung neuer neuronaler Verknüpfungen und somit letztlich zu erfolgreicherer Speicherung im Langzeitgedächtnis (Willis 2010). Im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ stellte der zu lösende Kriminalfall und im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ die Mitarbeit am Projekt des Baus einer Roboter-schnecke die Kontextualisierung dar.

### 2.2.3 A GLUE FROM SNAIL SLIME?!

Der Schülerlaborkurs 'A Glue from Snail Slime?!' (Rodenhauser & Preisfeld 2016) wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit neu entwickelt und mit Schülern der Jahrgangsstufen 7 und 8 durchgeführt. Dieser Kurs wurde ausschließlich bilingual umgesetzt.

Ziel des Kurses war es, im Kontext der Themen Bionik und wissenschaftliches Arbeiten die Klebeigenschaften von Schneckenschleim im Vergleich zu denen eines handelsüblichen Klebestiftes zu testen. Die Idee des Kurses basiert sowohl auf einem Forschungsprojekt des Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Chan et al. 2005; Ewoldt et al. 2007) als auch auf einer Unterrichtsidee zum Thema Schneckenschleim von Buttemer (2009).

**Tabelle 8:** Lernziele des BeLL-Bio-Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘

Grobziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler testen die Klebeigenschaften von Schneckenschleim und können das experimentelle Vorgehen im Kontext der Themen Bionik und wissenschaftliches Arbeiten erklären.</li> </ul>
Feinziele kognitiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler können die Methode des wissenschaftlichen Experimentierens erklären.</li> <li>• Die Schüler können die Fortbewegung und Nahrungsaufnahme der Schnecke grundlegend beschreiben.</li> <li>• Die Schüler können das grundlegende Konzept der Bionik erklären.</li> </ul>
Feinziele affektiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die aktive Auseinandersetzung mit den Fachinhalten generieren die Schüler ein anhaltendes hohes aktuelles Interesse.</li> <li>• Indem sich die Schüler im Laborkurs als kompetent erleben, steigern sie ihr biologisches Fähigkeitsselbstkonzept.</li> <li>• Die Schüler sind für das Arbeiten mit lebenden Tieren sensibilisiert.</li> </ul>
Feinziele psychomotorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler können angemessen mit lebenden Tieren umgehen.</li> <li>• Die Schüler können mit Waagen und Messwerten umgehen.</li> </ul>
Feinziele fremdsprachlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler können die Körperteile einer Schnecke sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch benennen.</li> <li>• Die Schüler können kurze fremdsprachliche Fachtexte sowie kurze fremdsprachliche Filmausschnitte grundlegend verstehen.</li> <li>• Indem sich die Schüler im Laborkurs als kompetent erleben, wird ihr fremdsprachliches Fähigkeitsselbstkonzept gesteigert.</li> </ul>

Ebenso wie im Rahmen des zuvor vorgestellten Kurses bekamen die Lehrer nach Durchführung des Pre-Tests ein Skript zur Verfügung gestellt, um die Schüler damit auf die im Labor angewandten Methoden vorzubereiten und ihnen Hintergrundwissen zum behandelten Thema zu vermitteln (Brandt 2005; Bryce & Robertson 1985; Scharfenberg 2005; Sunal et al. 2008).

**Tabelle 9:** Tabellarischer Ablaufplan des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘

<b>Zeit</b>	<b>Phase / Ort</b>	<b>Aktivität</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Medien</b>
etwa 1 Woche vor BeLL-Bio-Besuch	Pre-Test (Schule)	<ul style="list-style-type: none"> <li>SuS füllen Pre-Test aus</li> <li>erste Fragen zum Kurs können beantwortet werden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragebögen</li> </ul>
1-2 Schulstunden vor BeLL-Bio-Besuch	Vorbereitung mit Skript (Schule)	<ul style="list-style-type: none"> <li>SuS erhalten das vom Kursleiter bereitgestellte Skript &amp; bearbeiten &amp; besprechen es unter Anleitung des Lehrers im Unterricht</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versuchsskript</li> </ul>
<b>LABORTAG</b>				
10:00	Begrüßung (Haupteingang der Uni)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begrüßung der SuS durch den Kursleiter</li> <li>gemeinsamer Weg zum BeLL Bio</li> </ul>		
10:15	Vorbesprechung (Seminarraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in das Projekt /Vorstellen des Wissenschaftlers Randy</li> <li>Klärung / Diskussion wichtigen Hintergrundwissens (Aufbau &amp; Fortbewegung von Schnecken, wissenschaftliche Arbeitsweise etc.)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Beamer</li> <li>PPP</li> </ul>
10:45	Sicherheitsbelehrung (Seminarraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kursleiter führt verpflichtende Sicherheitsbelehrung durch (von SuS zu unterschreiben)</li> <li>Regeln zum Umgang mit lebenden Tieren/Schnecken; erste Begegnung mit lebender Schnecke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abbau von möglichen Ängsten/Ekelgefühlen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beamer</li> <li>PPP</li> <li>Schnecke</li> </ul>
11:00	Frühstückerpause	<ul style="list-style-type: none"> <li>SuS essen mitgebrachtes Frühstück oder gehen in Cafeteria</li> </ul>		
	(Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verteilung der Laborkittel &amp; Arbeitsplätze im Laborraum</li> </ul>		
11:30	Erarbeitung I (Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>SuS formulieren selbständig ihre Forschungsfragen &amp; Hypothesen</li> <li>SuS konstruieren das ‚sticky-o-meter‘ (Buttner 2009)</li> <li>SuS motivieren Schnecken zum Kriechen und sammeln Schleim</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versuchsskript</li> <li>Plastikbecher</li> <li>Schnur</li> <li>Glasscheiben</li> <li>Schnecken</li> <li>‚Kratzer‘</li> <li>Schneckenfutter</li> </ul>

12:00	Erarbeitung II (Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS kleben verschiedene Materialien mit Schneckenschleim/ Klebestift aneinander</li> <li>• Testen der Klebeverbindungen mit dem ‚sticky-o-meter‘</li> <li>• Ermitteln und Protokollieren des gehaltenen Gewichts</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsskript</li> <li>• ‚Sticky-o-meter‘</li> <li>• Sand</li> <li>• Waagen</li> <li>• Klebestift</li> <li>• verschiedene Materialien zum Testen der Klebeverbindungen</li> </ul>
12:45	Ergebnissicherung I (Laborraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS schreiben in Gruppen selbst-ändig Protokoll mithilfe vorbereiteter PPP</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laptops</li> <li>• PPPs</li> </ul>
13:15	Ergebnissicherung II (Seminarraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freiwillige Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse (PPP) der Klasse</li> <li>• Diskussion der Ergebnisse, Vergleich der Daten mit anderen Gruppen</li> <li>• Schauen des Kurzfilms ‚Snail Slime‘ zur Verdeutlichung der wissenschaftlichen Anwendung/Relevanz des Themas, Aufzeigen von Berufsfeldern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziel ist nicht, dass die SuS den Film in allen Details verstehen; es soll ein globales Verständnis hervorgehoben werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beamer</li> <li>• PPPs</li> <li>• Film ‚Snail Slime‘</li> </ul>
13:45-14:05	Post-Test (Seminarraum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS füllen Fragebögen aus</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragebögen</li> </ul>

### 2.2.3.1 BEGRÜSSUNG & VORBESPRECHUNG

Am Tag des Schülerlaborbesuches wurden die Schüler mit ihrem Lehrer auch bei diesem Kurs vom Kursleiter zunächst zur Begrüßung am Haupteingang der Bergischen Universität Wuppertal empfangen und anschließend zu den Räumen des BeLL Bio begleitet. Dort begann der Kurs mit einer PowerPoint-gestützten Vorbesprechung, in der die Schüler sowohl in den Kontext des Projektes als auch in die folgenden Experimente und die Abläufe im Labor eingeführt wurden.

Den Schülern wurde der US-amerikanische Wissenschaftler Randy Ewoldt und sein Forschungsprojekt zum Bau einer Roboterschnecke, die auf künstlichem Schneckenschleim kriecht, vorgestellt<sup>7</sup>. Außerdem wurde Hintergrundwissen zur Anatomie, Fortbewegung und Nahrungsaufnahme bei Schnecken sowie das typische Vorgehen

<sup>7</sup> <http://web.mechse.illinois.edu/research/ewoldt/> (17.10.2016)



bei der Durchführung eines wissenschaftlichen Experiments in Form eines Schüler-Lehrer/Kursleiter-Gesprächs kurz besprochen bzw. von den Schülern erläutert.

Im Anschluss an die Diskussion einiger nachfolgend im Labor durchzuführenden Schritte folgte eine kurze Sicherheitsbelehrung. Den Schülern wurden die sicherheitstechnischen Besonderheiten des Laborraumes und Verhaltensweisen für das Arbeiten im Labor erklärt. Außerdem wurde den Schülern bereits jetzt eine der nachfolgend im Labor zu verwendenden Achatschnecken (*Achatina fulica*; Abbildung 25) vorgestellt, um sie zum einen für den korrekten Umgang mit lebenden Tieren beim Experimentieren zu sensibilisieren und ihnen zum anderen eventuelle Scheu oder Ekelgefühle vorab nehmen zu können.

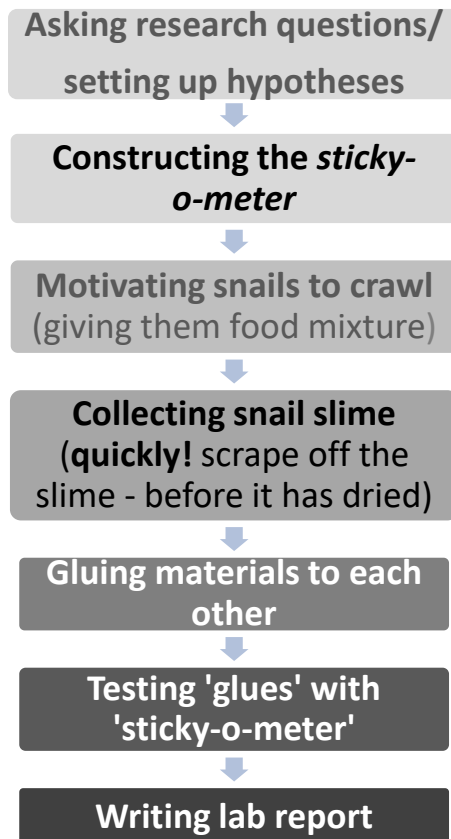


**Abbildung 25:** Exemplar der eingesetzten Achatschnecken (*Achatina fulica*) (Foto: Rodenhauser)

An dieser Stelle des Kurses, bevor die Schüler mit dem Experimentieren im Labor beginnen konnten, wurde eine kurze Frühstückspause eingelegt. Es konnte entweder selbst mitgebrachtes Frühstück gegessen oder Kleinigkeiten in der Cafeteria der Universität gekauft werden. Um den Kurstag insgesamt für die im Vergleich zum ‚Crime Lab‘-Kurs noch relativ jungen Schüler nicht zu lang werden zu lassen, wurde kein Mensabesuch, sondern nur diese halbstündige Frühstückspause eingeplant.

Nach der Pause erhielt jeder Schüler einen weißen Laborkittel. Schüler, die eine Abneigung gegen das Anfassen der Schnecken mit bloßen Händen hatten, konnten außerdem Laborhandschuhe bekommen. Alle anderen benötigten Materialien befanden sich bereits an den Arbeitsplätzen im Labor. Sobald alle Zweier- bis Dreiergruppen einen Arbeitsplatz eingenommen hatten, konnte mit den Experimenten begonnen werden.

In den nachfolgend beschriebenen Experimenten geht es darum, Schneckenschleim zu gewinnen, um diesen im Vergleich zu einem handelsüblichen Klebestift auf seine Klebeigenschaften zu testen. Ein Ablaufplan, welcher die Reihenfolge der durchzuführenden Experimentierschritte zeigt und den auch die Schüler im Labor an ihren Arbeitsplätzen vorfanden, ist in Abbildung 26 zu sehen. Die einzelnen Experimentierschritte werden im Folgenden noch jeweils näher erläutert.



**Abbildung 26:** Ablaufschema der im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchgeführten Experimentierschritte

#### 2.2.3.2 AUFSTELLEN VON HYPOTHESEN UND GEWINNEN DES SCHNECKENSCHLEIMS

Bevor sie mit dem eigentlichen praktischen Experimentieren beginnen konnten, sollten die Schüler selbständig Hypothesen dazu aufstellen, welche Materialien sich entweder mit Schneckenschleim oder herkömmlichem Klebestift besser miteinander verkleben lassen. Um ihre Ergebnisse später mit den Hypothesen vergleichen zu können, wurden diese im Skript festgehalten. Im Anschluss bereiteten die Schüler bereits das im weiteren Verlauf des Kurses zum Testen der Klebeigenschaften des Schneckenschleims benötigte ‚sticky-o-meter‘ (Buttemer 2009) vor. Hierbei handelt es sich um einen Plastikbecher, in den zwei Löcher gestochen wurden, durch die

wiederum eine Schnur gezogen und festgeknotet wurde, so dass eine Art Henkel entstand. Ein Bild eines beispielhaften ‚sticky-o-meters‘ findet sich in Abbildung 27. Sobald die Schüler mit der Konstruktion fertig waren, konnten sie es erst einmal zur Seite legen, bis sie es später zum Testen des Schleims im Vergleich zum Klebstoff benötigten.



**Abbildung 27:** Modell eines ‚sticky-o-meters‘ (Foto: Rodenhauser)

Im ersten praktischen Experimentierschritt ging es darum, den für die nachfolgenden Testungen benötigten Schneckenschleim in ausreichender Menge zu sammeln. Hierzu motivierten die Schüler die Schnecken dazu, über eine (Plexi-)Glasscheibe zu kriechen und dabei Schleim abzusondern. Dies geschah, indem sie eine Spur aus kleinen Tropfen einer Futtermischung (bestehend aus Malzbier, Speisestärke und Fischfutter) auf die Scheibe tropften und die Schnecken dieser folgten.



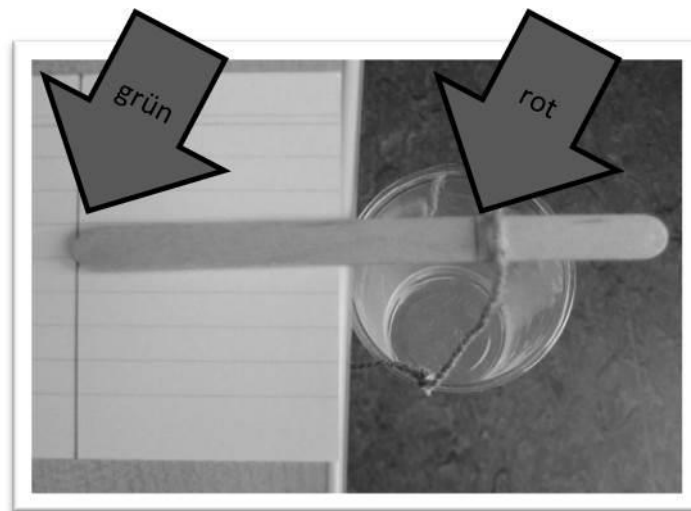
**Abbildung 28:** Achatschnecke mit ausgelegter Futterspur und nachfolgendes Abkratzen des Schneckenschleims (Fotos: Rodenhauser)

Durch die Fortbewegung auf der (Plexi-)Glasscheibe hinterließ die Schnecke einen Schleimfilm, der dann, sobald das Tier außer Reichweite gebracht war, mit einem

Kratzer, der eine Rasierklinge enthielt (Abbildung 28) von der Oberfläche abgekratzt werden konnte. Hierbei war darauf zu achten, dass ausschließlich der Schleim der Schnecke und nicht die Futtermischung abgekratzt wurde, da die Ergebnisse ansonsten verfälscht werden konnten. Über die Gewinnung des Schneckenschleims hinaus konnten die Schüler während dieses ersten Teils des Experiments noch zwei Beobachtungsaufgaben durchführen. Zum einen sollten sie die Fortbewegung der Schnecke durch die Plexiglasscheibe von unten beobachten und sollten in der Lage sein, die charakteristische Wellenbewegung zu erkennen. Zum anderen beobachteten sie die Nahrungsaufnahme und sollten die in der Mundöffnung sichtbar werdende Radula (Raspelzunge) von unten durch die Glasscheibe erkennen können.

#### 2.2.3.3 TESTEN DER KLEBEIGENSCHAFTEN DES SCHNECKENSCHLEIMS

Im nächsten Experimentierschritt ging es darum die Klebeeigenschaften des zuvor gesammelten Schneckenschleims mit denen eines handelsüblichen Klebestiftes zu vergleichen. Hierfür standen den Schülern verschiedene Materialien zur Verfügung (Holz, Papier, Baumwollstoff, Styropor), die mit den beiden Klebstoffen aneinandergeklebt werden sollten. Zur eigentlichen Messung der Stabilität der Verbindung wurde das zuvor konstruierte ‚sticky-o-meter‘ genutzt.



**Abbildung 29:** Rote und grüne Markierungen auf den zu testenden Materialien (Foto: Rodenhauser)

Die Schülergruppen suchten sich jeweils zwei Materialien aus, die sie aneinanderkleben wollten und bestrichen die Klebestelle je einmal mit Schneckenschleim und einmal mit dem Klebestift. Hierbei war aufgrund der Hebelwirkung darauf zu achten,

dass die Fläche der Klebeverbindung stets gleich lang war und das ‚sticky-o-meter‘ immer gleich weit von der Tischkante entfernt angehängt wurde.

Um den Schülern dies zu erleichtern, waren auf den Materialien, wie in Abbildung 29 zu erkennen, jeweils rote und grüne Markierungen angebracht. An der roten Markierung war jeweils das ‚sticky-o-meter‘ und an der grünen Markierung das zweite zu testende Material anzulegen. An dieser Stelle sollte den Schülern bereits bewusst werden, dass es beim Experimentieren notwendig ist, immer gleiche Versuchsbedingungen zu realisieren, wenn man Ergebnisse später miteinander vergleichen können möchte. Aus diesem Grund waren sie auch dazu aufgefordert, darüber nachzudenken, welche Faktoren die Ergebnisse darüber hinaus noch beeinflussen könnten, und diese entsprechend zu berücksichtigen. Hier wären als Beispiel die Intensität und Länge des ausgeübten Drucks auf die Klebeverbindung zu nennen. Sobald die beiden Materialien verbunden waren, wurden sie, wie in Abbildung 29 zu sehen, an die Tischkante gelegt und das ‚sticky-o-meter‘ an der roten Markierung angebracht. Nun wurde so lange Sand in den Plastikbecher geschüttet, bis die Klebeverbindung sich löste und das ‚sticky-o-meter‘ hinunterfiel. Mithilfe einer Waage wurde dann das durch die Klebeverbindung gehaltene Gewicht bestimmt, indem der Becher samt Inhalt gewogen wurde. Um einen Verlust von Sand bzw. Gewicht auszuschließen, wurde bei der Testung ein Eimer untergehalten, so dass eventuell aus dem Becher herausgefallener Sand zurückgeschüttet werden konnte. Die verwendeten Materialien und das jeweilige Ergebnis der Testung konnten die Schüler in die in Abbildung 30 dargestellte Datentabelle eintragen.

	material 1	material 2	weight (when glue bond breaks)	
			snail slime	glue stick
<b>DATA TABLE</b>				

**Abbildung 30:** Datentabelle zur Dokumentation der Ergebnisse (Testungen der Klebeverbindungen)

Im Anschluss wiederholten die Schüler den Versuch mit dem jeweils anderen Klebstoff. Im nächsten Schritt konnten neue zu klebende Materialien ausgesucht und das beschriebene Procedere erneut ausgeführt werden.

#### 2.2.3.4 ANFERTIGEN EINES VERSUCHSPROTOKOLLS (LAB REPORT)

Sobald die Schüler die beschriebenen Experimentierschritte durchgeführt hatten, sollten sie aus ihren Daten und Notizen ein Versuchsprotokoll in Form einer Power Point-Präsentation anfertigen. Die Präsentation war bereits für die Schüler vorbereitet, so dass sie ein Gerüst erhielten, welches sie nun noch mit Inhalten füllen mussten. So enthielten die vorbereiteten Folien bereits Überschriften und zum Teil Fotos zu den durchgeführten Versuchen. Zum Anfertigen der Versuchsprotokolle stand jeder Schülergruppe ein Laptop zur Verfügung, auf dem die erwähnte Rohversion der Präsentation bereits vorhanden war.

**How to write a lab report**

It is very important to write down

- your research question,
- the materials you used,
- how the experiment was carried out,
- the results of the experiments
- AND what you found out

in the form of a lab report.

**LAB REPORT**

- 1) Research question
- 2) Materials
- 3) Experimental set-up
- 4) Description of experiment
- 5) Results (Table)
- 6) Answer to research question

**Abbildung 31:** In den ‚Support Sheets‘ enthaltener Abschnitt zum Aufbau eines Versuchsprotokolls

In den in Kapitel 2.2.2 konzeptionell bereits vorgestellten ‚Support Sheets‘ waren darüber hinaus noch ein kurzer Abschnitt zum Schreiben eines Versuchsprotokolls sowie Tipps und nützliche englische Formulierungen zur Präsentation der Ergebnisse bzw. einer PowerPoint-Präsentation enthalten (Abbildung 31 und 32). So erhielten die Schüler eine strukturelle Hilfe, die ihnen das Protokollieren, womit sie vielfach noch wenig Erfahrung hatten, in Form eines ‚Scaffolding‘ erleichtern sollte. Die Hilfen wurden bereitgestellt, um die Schüler in die Lage zu versetzen, Sachverhalte, die sie kognitiv verarbeiten konnten auch fremdsprachlich, trotz teilweise nicht ausreichender fremdsprachlicher Kompetenzen, verbalisieren zu können. Außerdem wurde so

vermieden, dass für diese Phase unverhältnismäßig viel Zeit benötigt wurde. Sobald die Präsentationen der Schülergruppen fertiggestellt waren, wurden sie auf einem Stick gespeichert, um für die anschließende Nachbesprechung und Diskussion zur Verfügung zu stehen.

### **How to present your results in a PowerPoint-Presentation**

The aim of the presentation is to tell the others what you did and what you found out in your team.

#### **Useful phrases for the presentation:**

- Our research question was... / We wanted to find out...
- Our hypothesis was... / We expected...
- To find an answer to this question, we did...
- The materials ... were used to ....
- We observed that... / We could see that...
- The table shows that ... sticks better to ... than...
- The lines show... / The columns show... / You can see... in the columns / rows.
- There were big differences between ... and ... / We did not find any differences.
- The results of the experiment prove that... / do not prove that...
- The results show that snail slime / glue stick is better / worse for gluing ... to....
- Our hypothesis was wrong / correct.

**Abbildung 32:** In den 'Support Sheets' enthaltene englische Formulierungen zur Präsentation der Ergebnisse / des Protokolls

#### 2.2.3.5 NACHBESPRECHUNG

Die Nachbesprechung bzw. Diskussion fand nach abgeschlossener Laborarbeit wieder im Seminarraum des BeLL Bio statt. Hier wurden die Ergebnisse und auch die eingesetzten Methoden von den Schülern noch einmal diskutiert und reflektiert, was auch in diesem Kurs besonders vor dem Hintergrund des in Kapitel 1.1.1.5 dargestellten gemäßigten bzw. wissensbasierten Konstruktivismus von Bedeutung war. Hierzu stellten zwei bis drei freiwillige Gruppen ihre Ergebnisse mithilfe der zuvor ausgearbeiteten PowerPoint-Präsentation vor. Die Schüler erklärten auf Basis des zu Anfang mit ihnen besprochenen wissenschaftlichen Vorgehens, welcher Forschungsfrage sie nachgegangen sind und was ihre zugehörige aufgestellte Hypothese war. Sie beschrieben kurz den Versuchsablauf, ihre Ergebnisse und die von ihnen aufgestellten Hypothese. Im Anschluss wurden die Ergebnisse, die bei den verschiedenen

Gruppen möglicherweise sehr unterschiedlich ausgefallen sind, im Plenum diskutiert. Die Schüler waren dazu aufgefordert, zu überlegen, warum es eventuelle Unterschiede gegeben haben könnte. Hier sollten typischerweise unterschiedliche Versuchsbedingungen, wie beispielsweise der auf die Klebeverbindung ausgeübte Druck oder die Trockenzeit des Klebstoffes genannt werden. Zusätzlich zur Diskussion der eigenen Laborergebnisse wurde zur Ergebnissicherung ein kurzer Film zum Thema ‚Snail Slime‘<sup>8</sup> eingesetzt. In diesem wurden der schon in der Vorbesprechung vorgestellte Wissenschaftler Randy Ewoldt und sein Forschungsprojekt zum Thema Schneckenschleim bzw. zum Bau einer Roboterschnecke gezeigt. Der Film diente außerdem dazu, den Schülern anhand des Beispiels der Erforschung der Eigenschaften von Schneckenschleim bewusst zu machen, dass experimentelles Vorgehen in der naturwissenschaftlichen Forschung immer reproduzierbar sein muss und wie dies sichergestellt werden kann. Auf fremdsprachlicher Ebene sollte den Schülern darüber hinaus klar werden, dass sie in der Lage sind, die Kernaussagen eines kurzen wissenschaftlichen Beitrags zu verstehen, auch wenn sie nicht jedes einzelne Wort kennen. Anhand des Films wurden außerdem mögliche zugehörige Berufsfelder angesprochen.

Am Ende wurden den begleitenden Lehrern alle Präsentationen, auch die in der Nachbesprechung nicht vorgestellten, zur Verfügung gestellt, so dass diese auch im Rahmen der folgenden Unterrichtsstunden noch genutzt und an die jeweiligen Schüler weitergegeben werden konnten.

Zum Abschluss des Kurstages wurde von den Schülern der Post-Test, der die in Kapitel 2.3.3 dargestellten Messinstrumente enthielt, ausgefüllt.

---

<sup>8</sup> <http://www.pbs.org/wgbh/nova/nature/snail-slime.html> (17.10.2016)



## 2.3 FACHDIDAKTISCHE UNTERSUCHUNGEN

### 2.3.1 BESCHREIBUNG DER STICHPROBENZUSAMMENSETZUNG

Insgesamt nahmen an der quasi-experimentellen Studie 710 Schüler aus Biologieklassen bzw. -kursen nordrhein-westfälischer Schulen teil. Diese Stichprobe setzt sich aus 539 Datensätzen zusammen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erhoben wurden und 171 Datensätzen, die bereits im Rahmen einer vorhergehenden Studie (Damerau 2013) erfasst wurden. Aufgrund der Datenerhebung über drei Messzeitpunkte ergab sich eine Stichprobenmortalität von 14,1 Prozent, so dass 610 Datensätze in die finale Auswertung einbezogen werden konnten. Einen Überblick über die Zugehörigkeit der Schüler zu den verschiedenen Treatment- und Kontrollgruppen gibt Tabelle 10.

**Tabelle 10:** Anzahl der Schüler in den verschiedenen Treatment- und Kontrollgruppen

	Treatment: Gen. Fingerabdr.	Kontrollgruppe Gen. Fingerabdr.	Treatment: Snail Slime	Gesamt
Bilingual	198	68	120	386
Deutsch	224	-	-	224

In der finalen Auswertung lagen somit insgesamt 490 Datensätze zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und 120 zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ vor. Insgesamt lag das Durchschnittsalter der Schüler bei 16 Jahren ( $M = 16,5$ ;  $SD = 2,05$ ) und 58,5 Prozent der Studienteilnehmer waren weiblich ( $N_{weibl.} = 357$ ,  $N_{männl.} = 253$ ).

**Tabelle 11:** Verteilung der Geschlechter in den verschiedenen Gruppen

	Treatment: Gen. Finger- abdr. (dt.)	Treatment: Gen. Finger- printing (bi- li)	Kontrollgrup- pe	Treatment: Snail Slime	Gesamt
Weiblich	129	128	30	70	357
Männlich	95	70	38	50	253

Bezüglich der Schulform setzt sich die Stichprobe aus 520 Gymnasiasten, 43 Gesamtschülern, 17 Waldorfschülern und 30 Schülern eines Berufskollegs zusammen. Wie sich das durchschnittliche Alter und die Schulformen auf die verschiedenen Gruppen aufteilen, ist in Tabelle 11 und 12 dargestellt.

**Tabelle 12:** Verteilung der Schulformen in den verschiedenen Gruppen

	Treatment: Gen. Finger- abdr. (dt.)	Treatment: Gen. Finger- printing (bi- li)	Kontrollgr. Gen. Fin- gerabdr.	Treatment: Snail Slime	Gesamt
Gymnasium	174	188	38	120	520
Gesamtsch.	33	10	-	-	43
Waldorfsch.	17	-	-	-	17
Berufskolleg	-	-	30	-	30

Für den Großteil der Schüler, nämlich etwa 83 Prozent, war die Muttersprache Deutsch. Auf die Muttersprachen Englisch, Russisch und Türkisch entfielen jeweils nur um die 2 Prozent und etwa 8 Prozent der Schüler waren Muttersprachler anderer Sprachen, wie beispielsweise Arabisch oder Koreanisch. Die genaue Verteilung der Muttersprachen in den einzelnen Gruppen zeigt Tabelle 13.

**Tabelle 13:** Verteilung der Muttersprache in den verschiedenen Gruppen

	Treatment: Gen. Finger- abdr. (dt.) <sup>9</sup>	Treatment: Gen. Finger- printing (bi- li)	Kontrollgrup- pe	Treatment: Snail Slime	Gesamt
Deutsch	50	170	56	98	374
Englisch	-	4	1	5	10
Türkisch	-	10	-	1	11
Russisch	-	2	-	5	7
andere	2	12	11	11	36

Der Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ wurde ausschließlich mit Schülern der Sekundarstufe II durchgeführt. Bis auf 14 Schüler gehörten hiervon alle der Jahrgangsstufe 12 bzw. Q1 oder der Jahrgangsstufe 13 / Q2 an.

**Tabelle 14:** Anzahl der Leistungs- und Grundkursschüler in den Gruppen (‚Genetic Fingerprinting‘)

	Treatment: Gen. Finger- abdr. (dt.)	Treatment: Gen. Finger- printing (bili)	Kontrollgrup- pe	Gesamt
LK	99	135	68	302
GK	125	63	-	188

<sup>9</sup> Daten liegen für Stichprobe aus Damerau (2013) nicht vor.

Da zu diesem Zeitpunkt der Schullaufbahn bereits eine (auf Wahl der Schüler beruhende) Aufteilung in Grund- und Leistungskurse erfolgt ist, war die Zugehörigkeit zu diesen Kursen für die vorliegende Studie ebenfalls von Bedeutung. So waren ca. 61 Prozent der Kursteilnehmer Leistungs- und 39 Prozent Grundkursschüler. Die genaue Verteilung in den einzelnen Gruppen ist in Tabelle 14 dargestellt. Ob die Schüler bereits Erfahrungen mit bilingualem Unterricht in der Schule gemacht hatten oder nicht, war in den verschiedenen Gruppen sehr unterschiedlich (Tabelle 15). Die Anzahl der Schüler mit Erfahrungen in bilingualem Unterricht war in der Treatmentgruppe ‚A Glue from Snail Slime?!‘ mit 90 Prozent am größten. In den Gruppen zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ hatten hingegen nur etwa 45 Prozent bereits Erfahrungen mit bilingualem Unterricht gemacht. Die genaue Anzahl der Schüler mit oder ohne Erfahrung in bilingualem Unterricht in den unterschiedlichen Gruppen ist Tabelle 15 zu entnehmen.

**Tabelle 15:** Erfahrung der Schüler mit bilingualem Unterricht (BU) in den verschiedenen Gruppen

	Treatment: Gen. Finger- abdr. (dt.) <sup>10</sup>	Treatment: Gen. Finger- printing (bi- li)	Kontrollgrup- pe	Treatment: Snail Slime	Gesamt
Erfahrung mit BU	52	80	11	108	251
keine Erfah- rung mit BU	1	118	57	11	187

Insgesamt hatte mit etwa 66 Prozent die Mehrheit der Kursteilnehmer bisher noch keine Erfahrungen mit dem Experimentieren in einem Schülerlabor gesammelt. Für sie stellte der Besuch des jeweiligen Kurses den ersten Besuch in einem solchen Labor dar. Lediglich etwa 5 Prozent hatten vor dem Besuch im BeLL Bio bereits dreimal oder sogar häufiger ein Schülerlabor besucht. Die genaue Verteilung in den einzelnen Gruppen ist in Tabelle 16 dargestellt.

**Tabelle 16:** Erfahrung der Schüler mit Schülerlaboren in den verschiedenen Gruppen

	Treatment: Gen. Finger- abdr. (dt.)	Treatment: Gen. Finger- printing (bili)	Kontroll- gruppe	Treatment: Snail Slime	Gesamt
noch nie	143	130	49	78	400
1- bis 2-mal	66	59	14	38	177
3-mal oder häufiger	14	8	4	3	29

<sup>10</sup> Daten liegen für Stichprobe aus Damerau (2013) nicht vor

### 2.3.2 ANGEWENDETE STATISTISCHE VERFAHREN

Bei der im weiteren Verlauf dieser Dissertation dargestellten Datenauswertung sind übliche statistische Verfahren zur Anwendung gekommen. Diese sollen in den folgenden Abschnitten kurz dargestellt werden. Für eine ausführliche Erläuterung zur Durchführung und den jeweiligen Voraussetzungen der statistischen Verfahren sei auf die einschlägige Literatur zum Thema verwiesen (Backhaus et al. 2011; Bortz & Döring 2006; Bühner & Ziegler 2009; Field 2009; Lienert & Raatz 1998; Raab-Steiner & Benesch 2010). Zur Auswertung der Daten wurde das Programm IBM SPSS Statistics in den Versionen 22 und 23 verwendet.

#### 2.3.2.1 GÜTEKRITERIEN DER KLASSISCHEN TESTTHEORIE

Den Gütekriterien der klassischen Testtheorie zufolge ist ein gutes Messinstrument objektiv, reliabel und valide.

Die Objektivität eines Tests gibt Auskunft darüber, ob die Testergebnisse unabhängig vom Testanwender bzw. -auswerter sind. Ein Test kann also als objektiv angesehen werden, wenn verschiedene Testanwender alle letztlich zum gleichen Resultat gelangen (Bortz & Döring 2006). Methoden zur Sicherung der Objektivität eines Tests, die auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit zur Anwendung gekommen sind, sind der Einsatz von geschlossenen Antwort-Formaten wie Multiple-Choice-Aufgaben sowie von Likert- bzw. Einstellungsskalen. Auf diesen Skalen kann der Grad der Zustimmung des Probanden unabhängig vom Testanwender interpretationsfrei abgelesen werden (Häußler et al. 1998).

Unter der Reliabilität (oder Zuverlässigkeit) eines Tests versteht man den Grad der Genauigkeit, mit der ein bestimmtes Merkmal gemessen wird. Diese ist umso höher, je kleiner der zugehörige Messfehler ist. Der Reliabilitätskoeffizient, für den sehr häufig der Alphakoeffizient Cronbachs  $\alpha$  zur Verwendung kommt, gibt den Grad der Genauigkeit einer Messung an. In der Regel wird hier eine Reliabilität von  $\alpha \geq 0,7$  angestrebt (Wilde et al. 2009), in Einzelfällen kann aber auch eine Reliabilität von  $\alpha \geq 0,5$  als reliabel angesehen werden (Schön 2007). Diese Referenzwerte sollen auch bei der folgenden Vorstellung der Messinstrumente gelten. Außerdem kommt in diesem Zusammenhang das Verfahren der Reliabilitätsoptimierung zum Einsatz. Hierbei werden Items, die zu einer erheblichen Verschlechterung der Reliabilität einer Skala

führen, aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen (Häußler et al. 1998; Prüfer 2012).

Die Validität als drittes Gütekriterium gibt an, ob ein Test tatsächlich das misst, was er zu messen vorgibt. Des Weiteren werden grundsätzlich drei Hauptarten der Validität unterschieden: Inhaltsvalidität, Kriteriumsvalidität und Konstruktvalidität. Inhaltsvalidität wird als gegeben angesehen, wenn das zu messende Konstrukt durch den Inhalt der Testitems in Gänze erfasst wird. Sie ist kein numerisch zu bestimmender Wert, sondern beruht lediglich auf subjektiven Einschätzungen und ist deshalb auch eher als eine Zielvorgabe zu verstehen, die bei der Konstruktion eines Tests berücksichtigt werden sollte (Bortz & Döring 2006). Kriteriumsvalidität liegt vor, wenn das Ergebnis eines Tests, der ein Merkmal bzw. Konstrukt misst (z.B. Wissen im Wissenstest), mit Messungen eines entsprechenden relevanten Außenkriteriums übereinstimmt (z.B. Schulnote). Zur Überprüfung der Kriteriumsvalidität wird die Korrelation zwischen den im Test erreichten Werten und den Werten des Außenkriteriums einer Stichprobe berechnet. Die Konstruktvalidität gibt letztlich an, inwieweit ein Test ein bestimmtes Merkmal so misst, dass es mit aus Theorie und Empirie abgeleiteten Hypothesen übereinstimmt (Lienert & Raatz 1998). Mit Ausnahme der Inhaltsvalidität wird die Validität durch Korrelationskoeffizienten quantifiziert. Laut Weise (1975) gelten hierbei Koeffizienten zwischen 0,4 und 0,6 als mittelmäßig und solche über 0,6 als hoch.

### 2.3.2.2 DESKRIPTIVE STATISTIK

#### **Mittelwert**

Der Mittelwert, auch arithmetisches Mittel genannt, ist die Summe aller Messwerte geteilt durch ihre Anzahl  $n$ . Die allgemeine Formel zur Berechnung des Mittelwertes lautet:

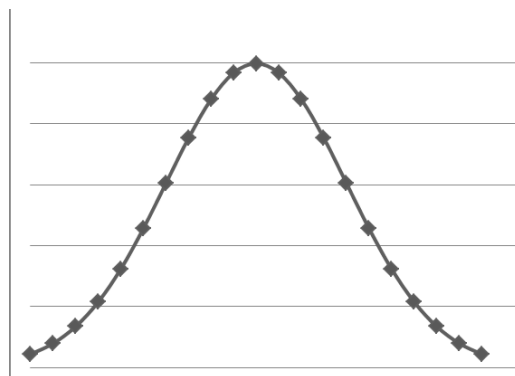
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Für eine sinnvolle Nutzung des Mittelwerts sind Daten, die mindestens Intervallskalenniveau aufweisen und normalverteilt sind, Voraussetzung. Bei Abweichungen von der Normalverteilung bzw. bei Ausreißerwerten wird der Mittelwert stark beeinflusst und stellt somit eine verzerrte zentrale Tendenz dar (Bühner & Ziegler 2009;

Raab-Steiner & Benesch 2010). Auf die Normalverteilung wird im nächsten Punkt noch genauer eingegangen.

### Normalverteilung

Die Annahme, dass viele psychologische Konstrukte bzw. Merkmale in der Population normalverteilt sind, ist sowohl in der deskriptiven als auch in der Inferenzstatistik von Bedeutung. Bei vielen inferenzstatistischen Verfahren stellt die Normalverteilung eine Voraussetzung für die Durchführung dar. Charakteristika der Normalverteilung sind ihre Symmetrie und das Besitzen nur eines Maximalpunktes, was in Abbildung 33 zu erkennen ist. Somit treten Messwerte um den Mittelwert häufiger auf. Das Auftreten eines Wertes ist generell umso unwahrscheinlicher, je weiter er vom Mittelwert entfernt liegt. Dies trifft aufgrund der Symmetrie der Normalverteilungskurve (s. Abbildung 33) auf kleine ebenso wie auf große Werte zu (Bühner & Ziegler 2009).



**Abbildung 33:** Darstellung einer typischen Normalverteilungskurve

Wie bereits erwähnt, stellt die Normalverteilung die Voraussetzung für die Durchführung verschiedener inferenzstatistischer Verfahren wie z.B. des  $t$ -Tests dar. Aus diesem Grunde sollten die Daten vor der Verwendung dieser Verfahren stets auf ihre Normalverteilung geprüft werden.

### Varianz

Die Varianz ( $s^2$ ) ist die durchschnittliche quadrierte Abweichung vom Mittelwert. Sie veranschaulicht also, wie unterschiedlich Personen in einem gemessenen Merkmal sind. Diese Unterschiedlichkeit drückt sich als Streuung um den Mittelwert aus. Je näher die Messwerte am Mittelwert liegen, desto geringer ist die Varianz und umgekehrt. Die allgemeine Formel zur Berechnung der Varianz lautet:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Ebenso wie der Mittelwert kann auch die Varianz nur sinnvoll für mindestens intervallskalierte und normalverteilte Daten berechnet werden (Rasch et al. 2014). Dieselben Voraussetzungen gelten deshalb auch für Varianzanalysen (ANOVA), auf die in Kapitel 2.3.2.4 noch genauer eingegangen werden wird.

### 2.3.2.3 VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG VON ZUSAMMENHANGSHYPOTHESEN

#### **Korrelationen**

Zur Überprüfung von Zusammenhangshypothesen wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit der Korrelationskoeffizient  $r$  nach Pearson, auch Produkt-Moment-Korrelation genannt, verwendet.

Generell spiegelt eine Korrelation einen Zusammenhang zwischen zwei Variablen wider. Sie kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Der Zusammenhang ist umso größer, je näher die Korrelation bei -1 oder +1 liegt. Je näher eine Korrelation bei 0 liegt, desto geringer ist der Zusammenhang der beiden Variablen. Eine Korrelation von -1 stellt einen perfekt negativen Zusammenhang dar. Je höher die Werte der einen Variablen sind, desto kleiner werden also die der anderen. Bei einer Korrelation von +1 liegt ein perfekt positiver Zusammenhang vor (Raab-Steiner & Benesch 2010). Zur Interpretation der Höhe von Korrelationskoeffizienten dient folgende Orientierungshilfe (Bühner & Ziegler 2009; Cohen 1988):

$r = 0,10 \rightarrow$  kleiner Effekt  
 $r = 0,30 \rightarrow$  mittlerer Effekt  
 $r = 0,50 \rightarrow$  starker Effekt

### 2.3.2.4 VERFAHREN ZUR PRÜFUNG VON UNTERSCHIEDSHYPOTHESEN

#### **t-Test**

Beim  $t$ -Test lassen sich im Allgemeinen drei verschiedene Formen unterscheiden: der  $t$ -Test für eine Stichprobe und jeweils ein  $t$ -Test für abhängige und unabhängige Stichproben. An dieser Stelle soll allerdings nur auf die beiden letzteren eingegangen

werden. Zur Durchführung eines  $t$ -Tests müssen die Daten mindestens intervallskaliert und normalverteilt sein. Allerdings gilt der  $t$ -Test als robust gegenüber Verletzungen der Normalverteilung. Dies ist insbesondere der Fall, wenn beide zu vergleichenden Gruppen ähnlich groß sind (Engeln 2004; Kubinger et al. 2009). Außerdem dürfen sich die Varianzen in beiden Stichproben nicht signifikant voneinander unterscheiden. Bei beiden Tests ist das Ziel die Überprüfung der Nullhypothese, die besagt, dass beide Stichproben aus einer Population mit denselben Mittelwerten stammen.

Der  $t$ -Test für unabhängige Stichproben wird verwendet, um die Mittelwerte zweier voneinander unabhängiger Stichproben zu vergleichen. Die Personen, die hinter der jeweiligen Stichprobe stecken, sind also unterschiedlich. Der  $t$ -Test für abhängige Stichproben kommt zum Einsatz, um die Mittelwerte von zwei Stichproben zu vergleichen, hinter denen sich dieselben Personen verbergen. Häufig ist dies der Fall, wenn an ein und derselben Gruppe mehrere Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt wurden (Raab-Steiner & Benesch 2010).

### **Varianzanalyse (ANOVA)**

Die Varianzanalyse (ANOVA = Analysis of Variance) dient generell der Prüfung des Einflusses einer oder mehrerer unabhängiger Variablen auf eine oder mehrere abhängige Variablen (Bortz & Schuster 2010). Im Vergleich zum  $t$ -Test können also mehr als zwei Mittelwerte miteinander verglichen werden. Die Verwendung der ANOVA ist der Verwendung mehrerer aufeinander folgender  $t$ -Tests in diesem Fall stets vorzuziehen, da mit der Durchführung jedes  $t$ -Tests die Irrtumswahrscheinlichkeit (Verwerfen der Nullhypothese, obwohl sie in der Population gilt) steigt (Rasch et al. 2014). Im Rahmen dieser Arbeit werden jeweils die zu untersuchenden Gruppen als Faktoren verwendet. In Fällen, in denen Variablen zu verschiedenen Messzeitpunkten erhoben wurden, wird als zweiter Faktor die Anzahl der Messwiederholungen in die Berechnung mit einbezogen.

Ein signifikantes Ergebnis einer ANOVA sagt allerdings nur aus, dass sich mindestens zwei der untersuchten Mittelwerte signifikant unterscheiden. Es gibt keine Auskunft darüber, zwischen welchen Gruppen die Unterschiede genau liegen. Um dies herauszufinden, können im Anschluss Post-hoc-Tests für nachträgliche Einzelver-



gleiche durchgeführt werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird hierzu auf den als robust und konservativ geltenden Scheffé-Test zurückgegriffen.

### **Kovarianzanalyse (ANCOVA)**

Kovariaten sind stetige Variablen, die nicht Bestandteil der eigentlichen experimentellen Manipulation sind, aber trotzdem einen Einfluss auf die abhängige Variable haben können. Ziel einer Kovarianzanalyse (ANCOVA), die eine Verbindung von ANOVA und linearer Regression darstellt, ist es (unter anderem), den Einfluss einer Kovariate auf eine abhängige Variable zu eliminieren, indem sie identifiziert, gemessen und als Kovariate in die weitere Analyse einbezogen wird (Field 2009). Da auch Pre-Test-Unterschiede die Veränderungsraten von abhängigen Variablen verändern können (Kaluza & Schulze 2000), ist beim Vorliegen von Unterschieden zwischen den Vergleichsgruppen zum Zeitpunkt des Pre-Tests die Durchführung einer ANOVA nicht die adäquate Methode. Aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit beim Vorliegen von Pre-Test-Unterschieden stets ANCOVAs durchgeführt, um eine Beeinflussung der abhängigen Variable durch die Kovariate auszuschließen.

#### 2.3.2.5 CLUSTERANALYSE

Die Clusteranalyse ist ein statistisches Verfahren, welches dazu genutzt wird, Objekte bzw. Personen in Gruppen (Clustern) zusammenzufassen. Hierbei sollen die Mitglieder eines Clusters alle möglichst ähnliche Variablenausprägungen aufweisen. Die gebildeten Cluster sollen sich hingegen möglichst stark voneinander unterscheiden.

Generell können in SPSS drei grundlegende Verfahren der Clusteranalyse verwendet werden: die Two-Step-Clusteranalyse, die Clusterzentrenanalyse (K-Means) und die hierarchische Clusteranalyse. Da im Rahmen dieser Arbeit nur die hierarchische Clusteranalyse Verwendung findet, soll an dieser Stelle auch nur auf diese genauer eingegangen werden. Als Distanzmaß wird der quadrierte euklidische Abstand und als Cluster-Methode ‚Complete Linkage‘ (Entferntester Nachbar) verwendet. Bei diesem Verfahren bildet jeder Fall (Schüler) zunächst ein eigenes Cluster. Im Anschluss wird für alle in die Berechnung einfließenden Fälle die paarweise Distanz der Fälle berechnet und anhand dessen die beiden Cluster mit der geringsten Distanz zueinander gesucht. Diese werden daraufhin zu einem neuen Cluster zusammengefasst. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis sich globalere Cluster identifizieren lassen. Die Fusionierung zu neuen Clustern sollte also an der Stelle abgebrochen

werden, an der relativ weit voneinander entfernte Cluster zusammengefasst werden würden, was anhand des Koeffizienten, also dem quadrierten euklidischen Abstand, beurteilt werden kann (Backhaus et al. 2011; Bühl 2010, 2012; Janssen & Laatz 2010).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Clusteranalyse verwendet, um Schüler bezüglich der Ausprägungen der im Pre-Test erhobenen Variablen bzw. ihrer globalen Dispositionen (vgl. Kapitel 2.3.3.3) zu Gruppen zusammenzufassen und weitergehende Analysen auch für diese unterschiedlichen Gruppen durchführen zu können.

#### 2.3.2.6 REGRESSIONSANALYSEN

Das Ziel einer linearen Regressionsanalyse besteht darin, Unterschiede in einer Variablen  $Y$  auf eine andere Variable  $X$  zurückzuführen (Bühner & Ziegler 2009). Darüber hinaus kann der Wert einer abhängigen Variable aus den Werten einer unabhängigen Variable vorhergesagt werden. Die lineare Beziehung zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variable wird durch eine Regressionsgleichung beschrieben. Diese kann als Gerade dargestellt werden, wobei die Neigung der Geraden das Maß für den Regressionskoeffizienten darstellt. Der Regressionskoeffizient ( $b$ ) gibt an, um wie viele Einheiten sich  $Y$  vermutlich ändert, wenn sich  $X$  um eine Einheit ändert. Er stellt somit ein Maß für die Wirkung von  $X$  auf  $Y$  dar (Backhaus et al. 2011).

Über die Schätzung der Regressionsfunktion hinaus bleibt zu prüfen, wie gut sie sich an die beobachteten Daten anpasst. Hierzu wird das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) verwendet, welches den Anteil der Varianz, der durch die Prädiktorvariable erklärt wird, beschreibt (Backhaus et al. 2011).  $R^2$  ergibt sich aus dem Verhältnis von erklärter Streuung zur Gesamtstreuung und liegt zwischen 0 und 1. In Anlehnung an Bögeholz (1999) wird zur Interpretation von  $R^2$  die Klassifikation der Effektgröße  $\varepsilon^2$  verwendet (Cohen 1988). Diese lässt sich anhand der folgenden Formel aus der Varianz  $R^2$  (Bestimmtheitsmaß) und somit auch aus  $R$  berechnen (Bortz 2005):

$$\varepsilon^2 = R^2 / (1 - R^2)$$

In Tabelle 17 ist die Klassifikation der Effektgröße  $\varepsilon^2$  bzw. des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$  inklusive der Interpretation der Werte nach Bortz (2005) dargestellt.

**Tabelle 17:** Klassifikation der Effektgröße  $\varepsilon^2$  bzw. des Bestimmtheitsmaßes  $R^2$  (nach Bortz 2005)

Effektgröße $\varepsilon^2$ / Bestimmtheits- maß $R^2$	Interpretation
$\varepsilon^2 > 0,02$ $R^2 > 0,0196$	schwacher Effekt
$\varepsilon^2 > 0,15$ $R^2 > 0,1304$	mittlerer Effekt
$\varepsilon^2 > 0,35$ $R^2 > 0,2593$	starker Effekt

### 2.3.2.7 FAKTORENANALYSEN

Die Faktorenanalyse ist ein Verfahren der multivariaten Statistik, welches in der Lage ist, von einer größeren Anzahl manifester, also beobachteter, Variablen auf eine kleinere Anzahl latenter, also nicht beobachtbarer Variablen (auch Faktoren genannt) zu schließen. Ziel ist es, Faktoren zu ermitteln, die beobachtete Zusammenhänge zwischen gegebenen Variablen möglichst gut erklären (Bühl 2012).

Es kann generell zwischen explorativer und konfirmatorischer Faktorenanalyse unterschieden werden. Die explorative Faktorenanalyse (EFA) dient dazu, Faktoren zu finden, wenn nicht eindeutig klar ist, welche Items Indikatoren bestimmter Fähigkeiten oder Konstrukte darstellen. Die konfirmatorische Faktorenanalyse prüft hingegen eine theoretisch angenommene Faktorenstruktur (Bühner 2011). Da in der vorliegenden Arbeit nur die EFA zum Einsatz kommt, soll im Folgenden nur auf diese eingegangen werden. Sie wird typischerweise bei der Neuerstellung von Fragebögen verwendet, um zu prüfen, inwiefern die beobachteten Variablen bzw. die formulierten Items mit den angenommen latenten Konstrukten im Zusammenhang stehen. Diese Zusammenhänge werden im Rahmen der Faktorenanalyse durch Faktorladungen repräsentiert (Byrne 2010). Im Idealfall weist also ein Item, welches formuliert wurde, um beispielsweise den empfundenen Druck zu erheben, eine hohe Ladung auf dem Faktor Druck und eine niedrige auf allen anderen Faktoren auf.

Zur Überprüfung der Eignung der in die Analyse einfließenden Variablen kommt der Bartlett-Test auf Sphärizität zum Einsatz. Dieser ermittelt, ob die Hypothese, dass alle Korrelationskoeffizienten zwischen den beobachteten Variablen in der Grundgesamtheit gleich Null sind, zutrifft. Nur wenn diese Hypothese zurückgewiesen werden kann, sollten die Daten für eine EFA verwendet werden (Backhaus et al. 2011; Brosius 2013).

Bei entsprechender Eignung der Daten wird im nächsten Schritt geprüft, ob die Items einer angenommenen Subskala tatsächlich ein angenommenes gemeinsames Konstrukt erfassen. Hierzu kommt in der vorliegenden Arbeit als Methode zur Faktorextraktion eine Hauptkomponentenanalyse zum Einsatz. Nach der Extraktion folgt dann die Faktorenrotation, die dazu dient, die Faktoren inhaltlich interpretierbar zu machen. In der vorliegenden Studie wird hierzu eine Varimax-Rotation verwendet. Letztlich sollen Items einer angenommenen Subskala möglichst hohe Ladungen auf einem gemeinsamen Faktor und möglichst niedrige auf allen anderen aufweisen.

### 2.3.3 IM RAHMEN DER STUDIE EINGESETZTE MESSINSTRUMENTE

Über drei bzw. zwei Messzeitpunkte wurde für die beiden in Kapitel 2.2 vorgestellten Schülerlaborkurse eine Evaluation durchgeführt. Hierbei wurden zum Teil für beide Kurse identische Variablen und zum Teil für beide Kurse unterschiedliche Variablen mittels eines Fragebogens erhoben. Einige dieser Variablen und Konstrukte wurden zu allen drei Messzeitpunkten erhoben, um Veränderungen über die Zeit feststellen zu können. Andere, die nur Aufschluss über einen Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt geben sollten, wurden nur zu einem oder zu zwei der Messzeitpunkte erhoben. Eine Übersicht darüber, was zu welchem Testzeitpunkt Bestandteil des Fragebogens war, gibt Tabelle 18.

**Tabelle 18:** Übersicht der zu den verschiedenen Messzeitpunkten eingesetzten Messinstrumente

Messzeitpunkt	Messinstrumente
<b>Pre-Test</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personenbezogene Daten (Geschlecht, Geburtsdatum, erste beide Buchstaben des Vornamens der Mutter)</li> <li>• Erfahrung mit bilinguaem Unterricht</li> <li>• Allgemeines Interesse an Biologie</li> <li>• Allgemeines Interesse an Fremdsprachen</li> <li>• Letzte Biologienote</li> <li>• Letzte Englischnote</li> <li>• Muttersprache</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslandserfahrung</li> <li>• Wissenstest (abhängig vom Kurs; Test identisch zu allen Messzeitpunkten)</li> <li>• Fremdsprachliche Lesefertigkeit (abhängig vom Kurs; Cloze Test identisch zu allen Messzeitpunkten)</li> <li>• Fremdsprachliche Lern-/Lesestrategien</li> <li>• Fähigkeitsselbstkonzept der Begabung in Biologie</li> <li>• Fähigkeitsselbstkonzept der Begabung in Englisch</li> <li>• Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache / zu Besonderheiten bilingualen Lernens</li> <li>• Generelle Meinung zum Sprachenlernen</li> <li>• Sachinteresse (Biologie)</li> <li>• Fachinteresse (Biologie)</li> </ul>
<b>Post-Test</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personenbezogene Daten (Geschlecht, Geburtsdatum, erste beide Buchstaben des Vornamens der Mutter)</li> <li>• Bewertung des Kurses</li> <li>• Vorbereitung auf den Laborkurs (schulisch)</li> <li>• Wissenstest (abhängig vom Kurs)</li> <li>• Fremdsprachliche Lesefertigkeit (abhängig vom Kurs)</li> <li>• Fremdsprachliche Lern-/Lesestrategien</li> <li>• Kurzsкала zur Erfassung der intrinsischen Motivation (KIM)</li> <li>• Fähigkeitsselbstkonzept der Begabung in Biologie</li> <li>• Fähigkeitsselbstkonzept der Begabung in Englisch</li> <li>• Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache / zu Besonderheiten bilingualen Lernens</li> </ul>
<b>Follow-up Test (nur für Kurs 'Genetic Fingerprinting')</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personenbezogene Daten (Geschlecht, Geburtsdatum, erste beide Buchstaben des Vornamens der Mutter)</li> <li>• Allgemeines Interesse an Biologie</li> <li>• Allgemeines Interesse an Fremdsprachen</li> <li>• Nachbesprechung (innerschulisch)</li> <li>• Wissenstest (abhängig vom Kurs)</li> <li>• Fremdsprachliche Lesefertigkeit (abhängig vom Kurs)</li> <li>• Fremdsprachliche Lern-/Lesestrategien</li> <li>• Aktuelles Interesse (Subskalen: wertbezogene, emotionale, epistemische Komponente des aktuellen Interesses)</li> <li>• Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache / zu Besonderheiten bilingualen Lernens</li> <li>• Fähigkeitsselbstkonzept der Begabung in Biologie</li> <li>• Fähigkeitsselbstkonzept der Begabung in Englisch</li> </ul>

In der vorliegenden Studie wurden sowohl bereits bewährte Testinstrumente aus anderen Studien als auch speziell neu entwickelte eingesetzt. Items aus Skalen anderer Studien und solche, die zur Anpassung an die Fragestellungen dieser Arbeit geringfügig umformuliert wurden, sind in der folgenden detaillierten Beschreibung der Testinstrumente mit Angabe der Quelle als solche gekennzeichnet. Gänzlich neu entwickelt wurden der Wissenstest zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘, der Lehrerfragebogen, die beiden Tests zur Erhebung der fremdsprachlichen Lesekompetenz und einige Items zur Erhebung der Einstellung zum bilingualen Lernen. Die den Test-

instrumenten zugrunde liegenden Theorien, Fragestellungen und Hypothesen sind bereits in der Einleitung dargestellt worden.

### 2.3.3.1 FRAGEBOGENLAYOUT UND ERFASSUNG VON PERSONENDATEN

Der Kopf der Fragebögen enthielt einen kurzen Einleitungstext, der den Schülern über die stets mündlich vom Testleiter gegebene Einführung hinaus den Sinn und Verwendungszweck der Daten erläutern sollte. Außerdem wurde ihnen versichert, dass die Daten anonym behandelt und von Lehrern nicht einzusehen sein würden.

Um einerseits die Anonymität der Schüler zu wahren, andererseits aber trotzdem in der Lage zu sein, die Fragebögen der zwei bis drei Messzeitpunkte einander eindeutig zuordnen zu können, wurden Geschlecht und Geburtsdatum der Schüler erhoben. Darüber hinaus wurde ein Namenskürzel, bestehend aus den beiden ersten Buchstaben des Vornamens der Mutter, erhoben, um die eindeutige Zuordnung auch bei zwei Personen mit gleichem Geburtsdatum sicherzustellen. Die Form der Erhebung der personenbezogenen Daten ist in Abbildung 34 dargestellt.

Ich bin <input type="checkbox"/> weiblich. <input type="checkbox"/> männlich.	Mein Geburtsdatum: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 10px; text-align: center;">.</td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 10px; text-align: center;">.</td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>			.			.				
		.			.						
Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens meiner Mutter: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>											

**Abbildung 34:** Messinstrument zur Erfassung personenbezogener Daten

Des Weiteren wurden im ersten Teil der Fragebögen weitere soziodemographische Daten wie die Muttersprache, längere Auslandsaufenthalte und Erfahrungen mit bilingualem Unterricht und Schülerlaboren erfasst.

**Tabelle 19:** Messinstrument zur Erfassung des allgemeinen Interesses an Naturwissenschaften und Fremdsprachen

Variante 1: Wie sehr interessiert Sie die Naturwissenschaft Biologie? <b>bzw.</b> Variante 2: Wie sehr sind Sie an Fremdsprachen und dem Umgang mit ihnen interessiert?
<input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> sehr

Außerdem wurde jeweils die letzte Biologie- und Englischnote sowie eine generelle Einschätzung der eigenen Interessen hinsichtlich der Naturwissenschaft Biologie (Variante 1) und des Umgangs mit Fremdsprachen (Variante 2) erhoben. Das hierzu verwendete Messinstrument ist in Tabelle 19 dargestellt.

#### 2.3.3.2 MESSINSTRUMENTE ZUR EVALUATION KOGNITIVER ASPEKTE: WISSENSTESTS

Der Wissenstest bzw. der kognitive Test zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ bzw. ‚Genetic Fingerprinting‘ wurde bereits im Rahmen einer vorhergehenden Studie (Damerau 2013) entwickelt. Um die Vergleichbarkeit der Daten der deutschsprachigen Kurse jener Studie mit denen der vorliegenden Studie sicherzustellen, wurde am Inhalt dieses Messinstrumentes nichts verändert. Schwierigkeitsindex und Reliabilitäten wurden allerdings anhand der im Rahmen der vorliegenden Studie erhobenen Daten neu bestimmt (s. Kapitel 2.3.4.1).

Der Wissenstest bestand aus 26 geschlossenen Fragen im Multiple-Choice-Format und beinhaltete insgesamt 106 Items. Inhaltlich bezogen sich die Fragen auf die Themenbereiche moderne Genetik und im Kurs angewandte Labormethoden (DNA-Extraktion, PCR, Gelelektrophorese). Jede Frage bestand aus vier bis acht Items, von denen ein bis vier korrekt waren. Aus Vergleichbarkeitsgründen waren die Fragen zu allen Messzeitpunkten die gleichen. Lediglich die Reihenfolge der Fragen wurde für die verschiedenen Messzeitpunkte verändert. Da die Intention der Messung darin bestand, zu testen, ob die Schüler in der Lage sind, die Fragen in einer angemessenen Zeit korrekt zu beantworten und nicht darin, zusätzlich Zeitdruck zu erzeugen, wurde der Test als ein sogenannter Power Test (Rost 2004) durchgeführt. Unabhängig von der Zugehörigkeit zu den verschiedenen Treatment- oder Kontrollgruppen waren von den Schülern generell deutschsprachige Fragebögen auszufüllen. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um mögliche, durch den Gebrauch der Fremdsprache verursachte Verständnisprobleme bei der Beantwortung der Fragen zu vermeiden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass in der Fremdsprache gelernte Begriffe und Konzepte auch in einer anderen Sprache, also auch im Deutschen, verbalisiert werden können, ohne dass sie vorher im Unterricht sprachlich transferiert worden wären (Badertscher & Bieri 2009).

Der Wissenstest zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurde im Rahmen dieser Arbeit neu entwickelt. Er bezieht sich auf im Kurs behandelte Inhalte wie Eigenschaften von Schnecken, Bionik und das Vorgehen beim wissenschaftlichen Experimentieren.

Der Test bestand aus 17 geschlossenen Fragen im Multiple-Choice-Format, die jeweils aus vier bis acht Items bestanden, von denen eins bis sechs korrekt waren. Darüber hinaus beinhaltete der Test eine 18 offene Items umfassende Aufgabe, in der die Schüler die Körperteile der Schnecke sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch benennen sollten (Abbildung 35).

**Wie heißen die verschiedenen Körperteile der Schnecke?**  
Schreibe jeweils den Begriff auf Deutsch und auf Englisch in die unten stehende Tabelle.

Nr. in Abb.	Deutscher Begriff	Englischer Begriff
(1)		
usw.		

**Abbildung 35:** Offenes Antwortformat im Wissenstest zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘

### 2.3.3.3 MESSINSTRUMENTE ZUR EVALUATION AFFEKTIVER ASPEKTE

Die eingesetzten affektiven Messinstrumente entstammen bis auf wenige Ausnahmen Skalen anderer Studien, die sich in der Praxis bereits bewährt haben. Die Formulierung der Items wurde in einigen Fällen geringfügig verändert, um sicherzustellen, dass sie an die Bedingungen des außerschulischen Lernortes Schülerlabor sowie des bilingualen Lernens angepasst sind. Aufgrund der Fülle der erhobenen Konstrukte konnten die Skalen in den meisten Fällen aus ökonomischen Gründen nicht komplett eingesetzt werden, sondern es wurden einzelne Items der Skalen ausgewählt. Hierdurch sollte ein zu langer Fragebogen und eine eventuell dadurch bedingte abnehmende Bereitschaft alle Items ordnungsgemäß zu beantworten, vermieden werden. Allen erhobenen affektiven Konstrukten ist gemein, dass sie mithilfe einer fünfstufigen Likert-Skala erhoben wurden. Hier konnten die Schüler auf einer Skala von ‚stimmt gar nicht‘ bis ‚stimmt völlig‘ ihre Zustimmung zu den jeweiligen Items äußern. Es wurden fünf Stufen sowie eine symmetrische Formulierung verwendet, um eine Annäherung an die Äquidistanzforderung (d.h. die Abbildung möglichst gleicher



Abstände zwischen den Antwortstufen) zu erreichen. Um alle Items gemeinsam auswerten zu können, wurde bei negativ formulierten Items eine Umcodierung der Be-punktung vorgenommen (Tabelle 20). In der folgenden Beschreibung der verschie-denen Messinstrumente sind umcodierte Items in den Tabellen mit einem Sternchen (\*) gekennzeichnet. Zur besseren Lesbarkeit und Interpretation der Ergebnisse wur-den alle Skalen darüber hinaus auf ein gemeinsames Skalenmaximum von 4 nor-miert.

**Tabelle 20:** Codierung der Likert-Skala vor und nach dem Umcodieren

Codierung der Likert-Skala	→	Codierung nach dem Umcodieren
<b>0 = stimmt gar nicht</b>	→	4 = stimmt völlig
<b>1 = stimmt wenig</b>	→	3 = stimmt ziemlich
<b>2 = stimmt teils teils</b>	→	2 = stimmt teils teils
<b>3 = stimmt ziemlich</b>	→	1 = stimmt wenig
<b>4 = stimmt völlig</b>	→	0 = stimmt gar nicht

Zur Überprüfung der Reliabilität der Skalen wurde jeweils Cronbachs  $\alpha$  (für die Post-Test-Items) berechnet (vgl. Kapitel 2.3.2.1). Dieser Wert ist in den im Folgenden dar-gestellten Tabellen jeweils mit angegeben. Items, die im Zuge der Reliabilitätsopti-mierung aus den Skalen entfernt wurden, sind in den Tabellen durchgestrichen dar-gestellt. Die Benennung der Items wurde nach folgendem Schema vorgenommen: v = Vortest (Pre-Test); n = Nachtest (Post-Test), b = Behaltenstest (Follow-up Test), m = motivationaler (affektiver) Aspekt, Lkt = Lesekompetenz.

### **Selbstkonzept der Begabung im Fach Biologie und im Fach Englisch**

Die Erfassung des Selbstkonzeptes im Fach Biologie und im Fach Englisch wurde in Anlehnung an die Theorie der hierarchischen Struktur des Selbstkonzeptes nach Shavelson et al. (1976) durchgeführt. Hier stellen diese beiden Teile des Selbstkon-zeptes einen Unteraspekt des akademischen Selbstkonzeptes dar (s. Kapitel 1.1.4.4). Die in den Tabellen 21 und 22 dargestellten Items wurden in leicht verän-derter Form bereits in anderen Schülerlaborstudien (Brandt 2005; Damerau 2013; Engeln 2004; Glowinski 2007) eingesetzt. Die Formulierungen wurden an die Selbst-konzepte der jeweiligen Fächer angepasst. Das Selbstkonzept im Fach Englisch wurde nur im Pre-Test mit einer aus zwei Items bestehenden Skala erfasst. Im Post- und Follow-up-Test wurde aus ökonomischen Gründen jeweils nur ein Einzelitem

eingesetzt. Mit Cronbachs- $\alpha$ -Werten zwischen 0,85 und 0,77 lag die Reliabilität der jeweiligen Subskalen im guten Bereich, so dass alle eingesetzten Items in die folgende Auswertung mit einfließen konnten.

**Tabelle 21:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts im Fach Biologie

Variablenname	Item	Pre-T. $\alpha$	Post-T. $\alpha$	F.-up-T. $\alpha$
vm1* nm12* bm2*	Bei manchen Sachen in der Biologie, die ich nicht verstanden habe, weiß ich von vornherein: „Das verstehe ich nie“.	0,85	0,77	0,77
vm8* nm29* bm9*	Biologie liegt mir nicht besonders.			

**Tabelle 22:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts im Fach Englisch

Variablenname	Item	Pre-T. $\alpha$	Post-T. $\alpha$	F.-up-T. $\alpha$
vm10* nm2* bm11*	Für Fremdsprachen habe ich einfach keine Begabung.	0,85	/	/
vm17*	Englischunterricht liegt mir nicht besonders.			
Messzeitpunkte: 2-Item-Skala im Pre-Test; Einzelitem in Post- & Follow-up-Test				

### Generelle Einstellung zum Sprachenlernen

Die zur Erfassung der generellen Einstellung zum Sprachenlernen verwendeten Items (s. Tabelle 23) entstammen dem Fragebogen zur Akzeptanz und Motivation beim Lernen in bilingualen (französischen) Modulen von Abendroth-Timmer (2004; 2007) und wurden hier im Pre-Test zur Erfassung der Sprachlernmotivation eingesetzt. Auch im Rahmen der vorliegenden Studie soll mit diesen Items erfasst werden, ob und inwieweit die Schüler dem Lernen von Sprachen generell eher positiv oder negativ gegenüberstehen. Laut Dörnyei (2009) zeigt sich Motivation zum Fremdsprachenlernen auch darin, die Diskrepanz zwischen dem idealen Fremdsprachen-Selbst (Ideal L2 Self) und der aktuellen Situation verringern zu wollen. Auch dieser Aspekt kommt in der Skala, besonders in Form des Items vm5 bzw. bm3, zum Tragen.

Die Skala wurde einmal im Pre-Test und noch einmal im Follow-up-Test eingesetzt, um sehen zu können, ob sich durch den Besuch des Kurses bzw. durch die gemach-

te Erfahrung mit bilingualem Lernen etwas an der generellen Einstellung gegenüber dem Sprachenlernen geändert hat.

**Tabelle 23:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung der generellen Einstellung zum Sprachenlernen

Variablen-name	Item	Pre-T. $\alpha$	F.-up-T. $\alpha$
vm2 bm12	Ich lerne gerne Sprachen aus Neugier an den Sprachen.	0,77	0,82
vm5 bm3	Ich möchte gerne noch mehr Sprachen lernen.		

Wie die zuvor beschriebenen Subskalen weist auch die Subskala zur Erfassung der generellen Einstellung zum Sprachenlernen mit Cronbachs  $\alpha$ -Werten von 0,77 und 0,82 sowohl im Pre- als auch im Follow-up-Test eine gute Reliabilität auf und kann für die Auswertung so übernommen werden.

### Sachinteresse

Die in Tabelle 24 dargestellten Items wurden im Pre-Test verwendet, um das Sachinteresse am Experimentieren zu erheben. Hierbei stammt vm12 aus der Schülerlaborstudie von Engeln (Engeln 2004) und vm16 wurde für die Studie von Damerau (2013) neu formuliert und für die vorliegende Studie übernommen. Mit diesem Messinstrument sollte im Vergleich zur Skala zur Erfassung des Fachinteresses (s.u.), die das Interesse am Schulfach Biologie erfassen soll, das Interesse an der Tätigkeit des Experimentierens messbar gemacht werden. Die Reliabilität dieser Skala erreicht für den Datensatz der vorliegenden Studie mit einem Cronbachs  $\alpha$ -Wert von 0,63 nur eine Reliabilität im zufriedenstellenden Bereich, soll im Weiteren aber trotzdem genutzt werden. Aufgrund der nur zufriedenstellenden Reliabilität können die Ergebnisse dieser Skala nur vorsichtig interpretiert werden.

**Tabelle 24:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Sachinteresses (Biologie)

Variablen-name	Item	Pre-T. $\alpha$
vm12	Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, auch Freizeit dafür zu verwenden.	0,63
vm16	Experimente durchzuführen finde ich wichtig.	

## Fachinteresse

Die Skala zur Erfassung des Fachinteresses am Biologieunterricht ist der Studie von Damerau (2013) entnommen und wurde ursprünglich der Skala zur Erfassung des Fachinteresses am Physikunterricht von Engeln (2004) entlehnt. Sie wurde auf den Biologieunterricht passend umformuliert. Inhaltlich soll hier das Interesse am Schulfach Biologie und seinen Inhalten, Themen und Fachspezifika abgebildet werden. Die zur Erfassung verwendeten Items und die gute Reliabilität von  $\alpha = 0,91$  sind Tabelle 25 zu entnehmen.

**Tabelle 25:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Fachinteresses (Biologie)

Variablenname	Item	Pre-T. $\alpha$
vm4	Biologieunterricht finde ich interessant.	0,91
vm18	Der Biologieunterricht macht mir Spaß.	

## Kurzskala zur Erfassung der intrinsischen Motivation (KIM)

Die Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM) (Wilde et al. 2009) ist eine Kurzversion des ‚Intrinsic Motivation Inventory‘ (IMI) (Deci & Ryan 2003), bei dem es sich um ein Messinstrument zur Erhebung der tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation handelt. Es werden zentrale motivationale Aspekte der Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (s. Kapitel 1.1.4.2) in Form der Subskalen Interesse/Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, wahrgenommene Wahlfreiheit und Druck/Anspannung erhoben. Hierbei gilt das Interesse/Vergnügen als Prädiktor für den Selbstberichtswert der intrinsischen Motivation, die wahrgenommene Kompetenz als Indikator des Kompetenzbedürfnisses und die wahrgenommene Wahlfreiheit als Indikator für das Autonomiebedürfnis einer Person. Als negativer Prädiktor der intrinsischen Motivation gilt Druck/Anspannung, da ein Auftreten bzw. Vorhandensein dieser Gefühle als Indiz dafür gilt, dass das Bedürfnis nach Selbstbestimmung nicht hinreichend befriedigt wird. Die aus zwölf Items bestehende Skala ist unterteilt in die vier erwähnten Subskalen, die jeweils drei Items umfassen. Die Formulierung der Items wurde an die Gegebenheiten des Lernarrangements der bilingualen Schülerlaborkurse angepasst. Auf biologischer Seite wurden die Items in ihrer Formulierung auf die Tätigkeit des

Experimentierens zugeschnitten. Die Subskalen Interesse/Vergnügen und Druck/Anspannung wurden darüber hinaus zusätzlich zur Erfassung der Konstrukte hinsichtlich des Gebrauchs der Fremdsprache eingesetzt und entsprechend umbenannt (Tabelle 27 und Tabelle 29). Hierdurch sollte ein Eindruck davon gewonnen werden, ob die entsprechenden Emotionen bei den Schülern eher durch den biologischen oder den fremdsprachlichen Aspekt des Lernarrangements ausgelöst wurden. Alle im Folgenden dargestellten Items der KIM wurden im Post-Test, also direkt nach dem Laborkurs, eingesetzt. So konnte die intrinsische Motivation unmittelbar im Anschluss an die zu evaluierende Tätigkeit erhoben werden.

### Interesse/Vergnügen (Biologie & Englisch)

Mit den in Tabelle 26 dargestellten Items wurde das durch die Tätigkeit des Experimentierens ausgelöste Interesse bzw. Vergnügen erhoben. Die Skala weist mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,84 eine hohe Reliabilität auf. Die in Tabelle 27 aufgeführten Items erfassen das gleiche Konstrukt in Bezug auf den Gebrauch der Fremdsprache während des Kurses. Auch diese Skala weist mit einem Cronbachs  $\alpha$ -Wert von 0,93 eine hohe Reliabilität auf.

**Tabelle 26:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Interesses/Vergnügens (Biologie)

Variablenname	Item	Post-T. $\alpha$
nm1	Das Experimentieren hat mir Spaß gemacht.	0,84
nm9	Ich fand die Tätigkeit des Experimentierens sehr interessant.	
nm15	Ich fand die Experimente unterhaltsam.	

**Tabelle 27:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Interesses/Vergnügens (Englisch)

Variablenname	Item	Post-T. $\alpha$
nm6	Das Benutzen des Englischen hat mir Spaß gemacht.	0,93
nm14	Ich fand den Umgang mit der Fremdsprache sehr interessant.	
nm23	Ich fand den Umgang mit der Fremdsprache unterhaltsam.	

### Druck/Anspannung (Biologie und Englisch)

Mit den in den Tabelle 28 und Tabelle 29 aufgeführten Items wurde der durch die Tätigkeit des Experimentierens bzw. den Gebrauch der Fremdsprache empfundene Druck bzw. die empfundene Anspannung als negativer Prädiktor der intrinsischen Motivation erhoben. Die Formulierung wurde hier ebenfalls an den jeweiligen Aspekt des Lernarrangements angepasst. Die Reliabilität der in Tabelle 29 dargestellten Subskala zur Erfassung des im Zusammenhang mit der Fremdsprachenanwendung empfundenen Drucks ist mit einem Cronbachs  $\alpha$ -Wert von 0,72 als gut zu bewerten. Die Subskala zur Erfassung des durch die Tätigkeit des Experimentierens empfundenen Drucks (Tabelle 28) hat sich bei Einbezug aller drei dargestellten Items als nicht hinreichend reliabel erwiesen. Aus diesem Grund wurde das Item nm21 (Tabelle 28) aus der Skala entfernt. Mit den zwei verbleibenden Items weist das Messinstrument eine zufriedenstellende Reliabilität mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,63 auf. Auf das Problem, dass die Subskala ‚Druck/Anspannung‘ sich als weniger reliabel erwiesen hat, wurde bereits bei Wilde et al. (2009) hingewiesen.

**Tabelle 28:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Drucks (Biologie)

Variablenname	Item	Post-T. $\alpha$
nm7	Während des Experimentierens fühlte ich mich unter Leistungsdruck gesetzt.	0,63
nm21	<del>Ich hatte Bedenken, ob ich die Experimente gut hinbekomme.</del>	
nm22	Beim Experimentieren fühlte ich mich nervlich angespannt.	
nm21 wurde aus der Skala entfernt, Cronbachs $\alpha$ bezieht sich auf nm7 & 22		

**Tabelle 29:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Drucks (Englisch)

Variablenname	Item	Post-T. $\alpha$
nm16	Durch die sprachlichen Elemente des Kurses fühlte ich mich unter Leistungsdruck gesetzt.	0,72
nm25	Ich hatte Bedenken, ob ich den Kurs sprachlich gut hinbekomme.	
nm27	Durch die bilingualen Elemente im Kurs fühlte ich mich nervlich angespannt.	

### Wahrgenommene Kompetenz

Als weiterer positiver Prädiktor der intrinsischen Motivation wurde mit den Items aus Tabelle 30 die wahrgenommene Kompetenz der Schüler erfasst, um die Erfüllung des Kompetenzbedürfnisses messbar zu machen. Dieses Konstrukt wurde nur in Bezug auf die Tätigkeit des Experimentierens erhoben. Die aus drei Items bestehende Skala weist mit einem Cronbachs  $\alpha$ -Wert von 0,80 eine hohe Reliabilität auf.

**Tabelle 30:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der wahrgenommenen Kompetenz

Variablenname	Item	Post-T. $\alpha$
nm3	Mit meiner Leistung beim Experimentieren bin ich zufrieden.	0,80
nm11	Ich habe mich beim Experimentieren geschickt angestellt.	
nm22	Ich glaube, ich war bei der Durchführung der Experimente ziemlich gut.	

### Wahrgenommene Wahlfreiheit

Die wahrgenommene Wahlfreiheit als Prädiktor des Autonomiebedürfnisses der Schüler wurde ebenfalls mit drei Items, die in Tabelle 31 aufgeführt sind, erfasst. Auch dieses Konstrukt wurde lediglich auf die Tätigkeit des Experimentierens passend formuliert und erhoben. Mit einem Cronbachs  $\alpha$ -Wert von 0,79 weist die Skala eine gute Reliabilität auf.

**Tabelle 31:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der wahrgenommenen Wahlfreiheit

Variablenname	Item	Post-T. $\alpha$
nm5	Beim Experimentieren hatte ich das Gefühl, selber bestimmen zu können.	0,79
nm13	Bei der Durchführung der Experimente konnte ich wählen, wie ich es mache.	
nm19	Beim Experimentieren konnte ich so vorgehen, wie ich es wollte.	

### Aktuelles Interesse

Zur Messung des aktuellen Interesses wurden für die Treatmentgruppen zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ im Follow-up-Test die Subskalen wertbezogene, emotionale und epistemische Komponente des aktuellen Interesses eingesetzt. Diese orientieren sich an den in den Studien von Engeln (2004) und Pawek (2009) eingesetzten Skalen zur Erhebung des aktuellen Interesses. Da das stabilisierte aktuelle Interesse als Voraussetzung für die Entwicklung eines langfristigen dispositionalen Interesses gilt (vgl. Kapitel 1.1.4.1), wurde es im Follow-up-Test mittels dreier Subskalen erhoben. So soll ein Eindruck über die Ausprägung des aktuellen Interesses mehrere Wochen nach dem Laborbesuch und somit über potentielle Möglichkeiten der Entwicklung dispositionaler Interessen gewonnen werden.

**Tabelle 32:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses

Variablenname	Item	F.-up-T. $\alpha$
<b>bm4</b>	Die im BeLL Bio durchgeführten Experimente erschienen mir wichtig.	0,83
<b>bm5</b>	Der Besuch des BeLL Bio war für mich persönlich von Bedeutung.	
<b>bm20</b>	Dass wir im BeLL Bio Experimente durchgeführt haben, erscheint mir sinnvoll.	

Die in Tabelle 32 dargestellte Subskala zur Erfassung der **wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses** wurde eingesetzt, um die dem Schülerlaborbesuch durch die Schüler beigemessene persönliche Relevanz messbar zu machen. Die Items sind so formuliert, dass sie den Aspekt des aktuellen Interesses bezogen auf den zurückliegenden Schülerlaborbesuch retrospektiv erfassen. Die Subskala weist einen Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,83 auf und ist somit als reliabel anzusehen.

Bei den Items zur Erfassung der **emotionalen Komponente des aktuellen Interesses** (s. Tabelle 33) ist die Formulierung ebenfalls so gewählt, dass sie das Konstrukt retrospektiv erheben. Die Subskala soll die emotionale Aktivierung bzw. die durch das Experimentieren erzeugten Emotionen bei den Schülern erfassen. Aufgrund der negativen Formulierung des Items bm18 wurde es vor der weiteren Auswertung umcodiert (s. Tabelle 20). Die Subskala weist mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,89 eine gute Reliabilität auf.



**Tabelle 33:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses

Variablenname	Item	F.-up-T. $\alpha$
<b>bm15</b>	Die Experimente am Tag des BeLL Bio-Besuches haben Spaß gemacht.	0,89
<b>bm18*</b>	Die Durchführung der Experimente im BeLL Bio war langweilig.	
<b>bm24</b>	Ich fand die Experimente im BeLL Bio spannend.	

In Tabelle 34 sind diejenigen Items dargestellt, die zur Erfassung der **epistemischen Komponente des aktuellen Interesses** verwendet wurden. Mit diesen wurde erhoben, ob die Schüler auch über den Schülerlaborbesuch hinaus bereit waren, sich mit dem dort behandelten Thema auseinanderzusetzen.

Die Items wurden so formuliert, dass sie sich auf den Zeitraum zwischen Post- und Follow-up-Test beziehen. Die Reliabilität dieser Subskala ist mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,69 als zufriedenstellend zu bewerten.

**Tabelle 34:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses

Variablenname	Item	F.-up-T. $\alpha$
<b>bm7</b>	Ich habe nach dem Besuch außerhalb des Unterrichts über Dinge nachgedacht, die wir im BeLL Bio gesehen oder angesprochen haben.	0,69
<b>bm21</b>	Ich habe nach dem BeLL Bio-Besuch in Büchern/im Internet nachgelesen, um mehr Informationen über das im BeLL Bio behandelte Thema zu erhalten.	
<b>bm23</b>	Ich habe nach dem BeLL Bio-Besuch mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge gesprochen, die ich im BeLL Bio erlebt habe.	

### **Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache / zu Besonderheiten bilingualen Lernens**

Mit den in Tabelle 35 aufgeführten Items wurde erfasst, welche Einstellung die Schüler zum Gebrauch der Fremdsprache und im Besonderen zum bilingualen Lernen aufweisen. Die beiden ersten Items lehnen sich an von Abendroth-Timmer (2004) verwendete Items an. Item bm27, welches nur im Follow-up-Test zur Erfassung der

Bewusstheit über die Rolle des Englischen in den Naturwissenschaften eingesetzt wurde, wurde für die vorliegende Studie neu formuliert. Hiermit sollte ein Eindruck davon gewonnen werden, ob das Ziel, den Schülern die Rolle des Englischen als ‚Lingua franca‘ in den Naturwissenschaften bewusst zu machen, erreicht werden konnte. Die beiden ersten Items wurden jeweils zu allen drei Messzeitpunkten erhoben, um eventuelle Veränderungen abbilden zu können. Alle Items wurden als Einzelitems ausgewertet.

**Tabelle 35:** Items zur Erfassung der Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache / zu Besonderheiten bilingualen Lernens

Variablenname	Item
<b>vm7</b> <b>nm24</b> <b>bm8</b>	Ich finde es gut, wenn nicht so viel Wert auf das ‚Lernen‘ einer Sprache gelegt wird, sondern die Sprache als ‚Mittel zum Zweck‘ gebraucht wird.
<b>vm9</b> <b>nm30</b> <b>bm14</b>	Durch den Gebrauch der Fremdsprache bin ich motivierter mich mit biologischen Themen zu beschäftigen.
<b>bm27</b>	Durch den BeLL Bio-Besuch ist mir bewusst geworden, dass die englische Sprache eine wichtige Rolle in den Naturwissenschaften spielt.
Erfassung als Einzelitems	

#### 2.3.3.4 ERFASSUNG DER GLOBALEN FREMDSPRACHLICHEN LESEFERTIGKEIT

Zur Erfassung der globalen fremdsprachlichen Lesefertigkeit sollte ein Test zur Anwendung kommen, der sich in Anbetracht der bereits beträchtlichen Länge des eingesetzten Fragebogens nicht negativ auf die Bearbeitungsbereitschaft der Schüler auswirken würde und darüber hinaus objektiv und ökonomisch auszuwerten wäre. Aus diesen Gründen wurde ein ‚Multiple-Choice-Cloze-Test‘ (Lückentexttest) verwendet, welcher von den Schülern zu allen drei Messzeitpunkten auszufüllen war.

Das ‚Cloze‘-Verfahren ist keine neue Methode, sondern wird bereits seit einigen Jahrzehnten (eingeführt von Taylor 1957) zu Testzwecken im Bereich der Sprachlehrforschung angewendet und untersucht. Es handelt sich um einen Lückentexttest, bei dem bestimmte Wörter aus dem Text entfernt werden, die dann wiederum vom Bearbeiter eingesetzt werden müssen. Am Anfang und am Ende des zu bearbeitenden Textes verbleibt typischerweise eine kurze Passage intakt, um eine ausreichende Einbettung in einen Kontext zu gewährleisten. Es kann eine grobe Einteilung in Tests, bei denen jedes n-te Wort entfernt wird (rational deletion method), und Tests, bei denen Wörter nach einem bestimmten, rationalen Schema (z.B. bestimmte Funktionswörter zum Testen des grammatikalischen Verständnisses) entfernt werden (fixed-ratio deletion method), getroffen werden. Darüber hinaus kann das Antwortformat variieren. Die Lücken können einerseits völlig offen gelassen werden, so dass der Bearbeiter in seiner Wahl des einzusetzenden Wortes vollkommen frei ist. Andererseits können Multiple-Choice-Antworten bereitgestellt werden, aus denen der Bearbeiter das passende Wort auswählen kann. (Alderson 2005)

Im der vorliegenden Studie wurden zwei ‚Cloze Tests‘ entwickelt, die jeweils in den bilingualen Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue From Snail Slime?!‘ eingesetzt wurden, um einen allgemeinen Eindruck der fremdsprachlichen Lesefertigkeit der Schüler zu gewinnen. Da der Fokus auf dem fremdsprachlichen Textverständnis liegen sollte, wurde für das Entfernen der Wörter aus dem Text eine Mischung aus der ‚Rational Deletion Method‘ und der ‚Fixed-Ratio Deletion Method‘ gewählt. Generell wurde jedes siebte Wort aus dem Text entfernt. Fiel die Wahl hierbei allerdings auf ein für das Verstehen des Kontexts nicht relevantes Wort, wurde das jeweils nächste sinntragende entfernt. Um einen angemessenen Schwierigkeitsgrad der Tests sicherzustellen, wurden kurze Textpassagen aus Lehrwerken für den bilingualen Unterricht im Fach Biologie der jeweiligen Jahrgangsstufe (Bächle & Bächle-

Knauer 2008; Mathews & Olmesdahl 2010) gewählt. Darüber hinaus wurde in Anbetracht des zum Teil begrenzten fremdsprachlichen Erfahrungsschatzes der Schüler ein Multiple-Choice-Antwortformat gewählt. Die beiden Textpassagen und die jeweiligen Multiple-Choice-Antworten, die für beide Treatmentgruppen und die Kontrollgruppe in gleicher Form eingesetzt wurden, sind im Anhang zu finden (Anhang A & B). Es wurden jeweils vier Antworten, von denen die richtige anzukreuzen war, in Tabellenform präsentiert. Zur Auswahl der falschen Antworten wurde der Test (ohne vorgegebene Multiple-Choice-Antworten) vorab verschiedenen Nicht-Muttersprachlern (Englisch) vorgelegt, um einen Eindruck von deren Antwortverhalten zu gewinnen und dementsprechend Antwortmöglichkeiten für den Multiple-Choice-Teil zu generieren.

#### 2.3.3.5 ERFASSUNG VERWENDETER LESESTRATEGIEN

Da aktuelle Vorstellungen zum Leseprozess bzw. zum Textverstehen die Verwendung von Lesestrategien als einen entscheidenden Faktor definieren (OECD 2009; Valencia & Pearson 1987), wurden über die Verwendung der ‚Cloze Tests‘ hinaus Lernstrategien hinsichtlich des Lesens fremdsprachlicher biologischer Fachtexte erhoben. Wie in Abbildung 16 dargestellt, werden Lesestrategien definitorisch als Bestandteil von Lesekompetenz gesehen. In jedem Fall stellen sie eine wichtige Einflussgröße für die Entwicklung von Lesekompetenz bzw. Textverständnis, besonders auch im Hinblick auf das lebenslange Lernen, dar (Klieme et al. 2010).

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden fremdsprachliche Lesestrategien zu allen drei Messzeitpunkten mit dem Teilbereich des Textverstehens des Lernstrategiefragebogens ‚Wie lernst du?‘ von Lompscher (1995; 1996; Schnaitmann 2004) erhoben. Die Schüler hatten die Aufgabe, anzugeben, wie sie vorgehen würden, wenn sie einen englischen Text in einem Lehrbuch so zu lesen hätten, dass sie den Inhalt gut wiedergeben könnten. Die verwendeten Items lassen sich den bereits in Kapitel 1.1.4.6 dargestellten Lernstrategiekategorien zuordnen. Es wurden Oberflächen- und Tiefenstrategien, Lerntechniken und metakognitive Strategien voneinander unterschieden und als einzelne Subskalen erhoben.

In Tabelle 36 sind die drei Items dargestellt, mit denen die Verwendung von Oberflächenstrategien erhoben wurde und in Tabelle 37 diejenigen, die zur Erfassung der Verwendung von Tiefenstrategien verwendet wurden. Die Items bzw. die verschiede-

nen Strategien unterscheiden sich hauptsächlich in der Qualität der kognitiven Auseinandersetzung mit der jeweiligen Leseaufgabe.

Die Subskala zur Erfassung des Einsatzes von **Oberflächenstrategien** (Tabelle 36) weist mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,51 – gemessen an den Konventionen von Schön (2007) – eine gerade noch zufriedenstellende Reliabilität auf.

**Tabelle 36:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von Oberflächenstrategien

Variablenname	Item	Post-Test $\alpha$
nLkt2	Ich übersetze zuerst Wort für Wort und lese dann die ganzen Sätze.	0,51
nLkt4	Ich schlage alle Wörter, die ich nicht kenne, im Wörterbuch nach.	
nLkt6	Ich lese den Text und merke mir, was ich nicht verstehe.	

Die Subskala zur Erfassung von **Tiefenstrategien** mit den in Tabelle 37 dargestellten Items hat sich bei Einbezug aller drei Items als nicht hinreichend reliabel erwiesen. Aus diesem Grund wurde das Item nLkt1 aus der Subskala entfernt und so eine Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,55$  erzielt, die nach den Konventionen von Schön (2007) ebenfalls als gerade noch hinreichend reliabel einzustufen ist. Da die Reliabilitäten der beiden beschriebenen Subskalen als noch hinreichend anzusehen sind, sollen die Subskalen in der weiteren Auswertung verbleiben, diese Subskalen betreffende Aussagen können aber später aufgrund dieser Reliabilitätswerte nur vorsichtig getroffen werden.

**Tabelle 37:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von Tiefenstrategien

Variablenname	Item	Post-Test $\alpha$
nLkt1	<del>Ich lese und versuche herauszufinden, was wichtig ist.</del>	0,55
nLkt4	Ich überlege mir ein Beispiel zu dem, was im Text dargestellt ist.	
nLkt6	Wenn ich etwas nicht verstehe, suche ich nach zusätzlichen Informationen.	
nLkt1 wurde aus der Skala entfernt, Cronbachs $\alpha$ bezieht sich auf nLkt4 & 6		

Tabelle 38 zeigt die Items, die zur Erfassung von **Lerntechniken** zum Einsatz gekommen sind. Es wurden hier beispielhaft Items zu den Strategien des Unterstreichens und des Notizenmachens verwendet. Mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von 0,69 kann von einer reliablen Subskala ausgegangen werden.

**Tabelle 38:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von Lerntechniken

Variablenname	Item	Post-Test $\alpha$
nLkt4	Ich unterstreiche, was ich für wichtig halte.	0,69
nLkt6	Ich mache mir Notizen.	

Zur Erfassung **metakognitiver Strategien** wurden die in Tabelle 39 aufgeführten Items verwendet. Es sollte so ein Eindruck über die Fähigkeit der Planung und Kontrolle des eigenen Vorgehens gewonnen werden. Die beiden verwendeten Items sollten konkret Aufschluss darüber geben, ob die Schüler die metakognitive Technik des Zusammenfassens verwenden. Die Reliabilität der Skala ist mit einem Cronbachs  $\alpha$ -Wert von 0,75 als gut zu bewerten.

**Tabelle 39:** Items und Reliabilitäten (Cronbachs  $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von metakognitiven Strategien

Variablenname	Item	Post-Test $\alpha$
nLkt4	Ich versuche, ob ich den Inhalt mit meinen eigenen Worten wiedergeben kann.	0,75
nLkt6	Ich versuche, das Wichtigste kurz zusammenzufassen.	

#### 2.3.3.6 IM RAHMEN DER LEHRERBEFRAGUNG EINGESETZTE MESSINSTRUMENTE

Die Lehrerbefragung wurde ebenfalls mit einem Fragebogen durchgeführt, dessen Kopf auch einen kurzen Einleitungstext enthielt, der den Sinn und Verwendungszweck der Datenerhebung erläutern sollte. Außerdem wurde den Lehrern versichert, dass die Daten anonym behandelt werden würden. Darüber hinaus wurden sie nach ihrem Geschlecht und Geburtsdatum gefragt (vgl. Abbildung 34). Da es nur einen Messzeitpunkt gab und somit kein mögliches Zuordnungsproblem, wurde auf ein weiteres Unterscheidungsmerkmal, wie die beiden ersten Buchstaben des Vornamens der Mutter, verzichtet.

Zusätzlich wurden die Lehrer zu verschiedenen Aspekten bezüglich ihres schulischen Hintergrundes befragt. So wurde die jeweilige Fächerkombination (beim zweiten Fach wurde lediglich zwischen Englisch, Chemie und anderen Fächern unterschieden), das Vorhandensein eines bilingualen Zweiges und das Angebot von Biologie bilingual an der jeweiligen Schule erhoben. Ferner wurde gefragt, ob die Lehrer bereits bilingual unterrichtet hatten und/oder ob sie dies in Zukunft tun wollen würden.

Im zweiten Teil des Fragebogens sollte die generelle Einstellung zum bilingualen Lernen in der Biologie bzw. die Einschätzung der zugehörigen Bedingungen durch die Lehrer erfasst werden. Theoriegeleitet wurden Items formuliert, die relevante Aspekte hinsichtlich der Einstellung zum bilingualen Lernen in der Biologie erfassen sollten. Die verschiedenen Konstrukte wurden mittels Likert-Skalen erhoben. Aufgrund der zum Teil negativen Formulierungen der Items musste hier zum Teil auch umcodiert werden (vgl. Tabelle 20).

Die Items wurden für den eingesetzten Fragebogen neu konzipiert und in Anlehnung an studienvorbereitende Argumente für den bilingualen Sachfachunterricht in der Biologie (vgl. Kapitel 1.1.2.1) formuliert. Hiermit sollte ein Eindruck davon gewonnen werden, welche Bedeutung Lehrer dem Fach, im Besonderen hinsichtlich der Vorbereitung auf ein naturwissenschaftliches Studium, beimessen. Nachfolgend sind in Tabelle 40 die verschiedenen angenommenen Subskalen, die alle für den Fragebogen der vorliegenden Studie neu entwickelt wurden und deren Dimensionalität somit im nächsten Schritt noch zu überprüfen ist, dargestellt. Umcodierte Items sind mit einem Sternchen (\*) gekennzeichnet.

**Tabelle 40:** Operationalisierung der Teilaspekte der zu erhebenden Einstellung zum bilingualen Lernen im Fach Biologie (\*= umcodierte Items)

Teilaspekt/ Subskala	Item	Variablen- name
<b>Vorbereitung auf Bio- Studium</b>	Bilingualer Sachfachunterricht ist wichtig, um die SchülerInnen auf ein naturwissenschaftliches Studium vorzubereiten.	<b>Im1</b>
	Für ein naturwissenschaftliches Studium sind Kompetenzen, die der bilinguale Sachfachunterricht vermittelt, notwendig.	<b>Im8</b>
	Durch die Verwendung der Fremdsprache leidet der Wissenszuwachs im Sachfach.	<b>Im6*</b>
<b>Verfügbarkeit von Materia- lien</b>	Für den bilingualen Unterricht im Fach Biologie stehen ausreichend geeignete Unterrichtsmaterialien zur Verfügung.	<b>Im2</b>
	Mittlerweile stehen ausreichend geeignete Unterrichtsmaterialien für das Fach Biologie bilingual zur Verfügung.	<b>Im7</b>
<b>Eignung des Faches Bio</b>	Das Fach Biologie eignet sich nicht dazu, bilingual unterrichtet zu werden.	<b>Im3*</b>
	Für den bilingualen Sachfachunterricht eignen sich eher gesellschaftswissenschaftliche Fächer (z.B. Geschichte, Politik).	<b>Im5*</b>
	Die Diskrepanz zwischen fremdsprachlichen und kognitiven (biologischen) Fähigkeiten der SchülerInnen spricht gegen bilingualen Unterricht in der Biologie.	<b>Im10*</b>
<b>Authentizität</b>	„Biologie bilingual“ bietet den SchülerInnen einen authentischen Einblick in den Arbeitsalltag von Naturwissenschaftlern.	<b>Im4</b>
	Durch die Verwendung der Fremdsprache als „Mittel zum Zweck“ ist der bilinguale Sachfachunterricht authentischer als der Fremdsprachenunterricht.	<b>Im9</b>
<b>Verfügbarkeit von Lehrkräf- ten</b>	Es stehen zu wenig Lehrkräfte zur Verfügung, die „Biologie bilingual“ unterrichten können.	<b>Im11*</b>
	Die Anzahl qualifizierter Lehrkräfte für das Fach „Biologie bilingual“ ist ausreichend.	<b>Im12</b>

Die Items Im1, Im6 und Im8 (s. Tabelle 40; auch für alle nachfolgend genannten Items) sollen die subjektive Einschätzung der Lehrer bezüglich der vorbereitenden Funktion des Faches Biologie bilingual für ein (naturwissenschaftliches) Studium abbilden. Die Subskala soll dies sowohl allgemein als auch im Hinblick auf Kompetenzen, die der bilinguale Biologieunterricht vermittelt, und im Besonderen im Hinblick auf inhaltliche biologische Kompetenzen erfassen.

Mit den Items Im2 und Im7 sollte erfasst werden, wie die Lehrer die Verfügbarkeit von Unterrichtsmaterialien für den bilingualen Biologieunterricht einschätzen. Sie wurden



für den Fragebogen neu formuliert und sind angelehnt an Untersuchungen zur Materialverfügbarkeit und zum Materialbedarf (Kozianka & Ewig 2009). Es sollte ein Eindruck davon gewonnen werden, wie Lehrkräfte die Materialsituation aus der Praxis einschätzen.

Die Einschätzung der Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Sachfachunterricht durch die Lehrer sollte mit den Items Im3, Im5 und Im10 erfasst werden. Hiermit sollte ein Eindruck davon gewonnen werden, inwieweit die Meinung, dass Naturwissenschaften nicht für den bilingualen Unterricht geeignet seien, da sie beispielsweise keinen Bezug zur Kultur des Partnerlandes aufweisen (Mäsch 1993), in den Köpfen der Lehrer noch präsent ist. Die Items der Subskala wurden für den vorliegenden Fragebogen in Anlehnung an Argumente gegen den bilingualen naturwissenschaftlichen Unterricht (z.B. Mäsch 1993) neu formuliert.

Vielfach wird mit der Authentizität des Lernarrangements argumentiert, wenn es um die Überlegenheit des bilingualen Sachfachunterricht gegenüber herkömmlichem Fremdsprachen- oder Sachfachunterricht geht. Doch trifft dieses Argument aus Sicht der Praktiker ebenfalls zu? Im4 und Im9 sind die Items, mit denen dieses Konstrukt, nämlich die subjektiv eingeschätzte Authentizität des Faches Biologie bilingual, erfasst werden sollte. Die für die Studie neu formulierten Items sind angelehnt an Argumente, die die Authentizität des bilingualen Sachfachunterrichts (in den Naturwissenschaften) stützen (Müller-Hartmann & Schocker-von Ditzfurth 2004).

Ein weiterer entscheidender Faktor bei der Umsetzung und Implementierung des Faches Biologie bilingual ist außerdem die Verfügbarkeit von entsprechend qualifizierten Lehrkräften (Eurydice 2005). Aus diesem Grund wurden auch die Lehrer, die an der Befragung teilnahmen, mithilfe der Items Im11 und Im12 um ihre persönliche Einschätzung der Verfügbarkeit von Lehrkräften, die in der Lage sind, das Fach Biologie bilingual zu unterrichten, gebeten.

Im nächsten Schritt wurde die Reliabilität des Messinstruments geprüft, indem für die dargestellten Subskalen die interne Konsistenz (Cronbachs  $\alpha$ ) berechnet wurde. Tabelle 41 zeigt die Reliabilität der jeweiligen Subskala in Form des Cronbachs  $\alpha$ -Wertes und gibt außerdem die Itemanzahl an.

**Tabelle 41:** Reliabilitäten der Subskalen des Lehrerfragebogens (Cronbachs  $\alpha$ )

<b>Subskala</b>	<b>Itemanzahl</b>	<b>Cronbachs <math>\alpha</math></b>
<b>Vorbereitung auf Bio-Studium</b>	3	0,65
<b>Verfügbarkeit von Materialien</b>	2	0,80
<b>Eignung des Faches Bio</b>	3	0,65
<b>Authentizität</b>	2	0,61
<b>Verfügbarkeit von Lehrkräften</b>	2	0,82

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Reliabilitäten der Subskalen zwischen  $\alpha = 0,61$  und  $\alpha = 0,82$  liegen, was von zufriedenstellend bis gut reicht (vgl. Schön 2007). Somit kann angenommen werden, dass der Fragebogen bzw. die fünf Subskalen hinreichend reliabel sind und in der weiteren Auswertung Verwendung finden können.

Aufgrund der Neukonzeption des Lehrerfragebogens wurde im nächsten Schritt mithilfe einer explorativen Faktorenanalyse (s. Kapitel 2.3.2.7) seine Dimensionalität geprüft. Es sollte festgestellt werden, ob die Items der vorgestellten Subskalen (s. Tabelle 40) tatsächlich jeweils das gleiche Konstrukt erfassen. Hierzu wurde die Faktorenanalyse genutzt, um zu untersuchen, ob die Items der jeweiligen Subskala eine hohe Faktorladung auf dieser latenten Variable aufweisen. Zur Überprüfung wurde eine Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt.

Es wurde eine Matrix der Korrelationskoeffizienten erstellt und mit dem Bartlett-Test die Nullhypothese geprüft, dass alle Korrelationen der Matrix gleich Null sind. Da das Ergebnis signifikant ausfällt ( $p \leq 0,001$ ), kann davon ausgegangen werden, dass die Korrelationen signifikant von Null abweichen und die Durchführung einer Faktorenanalyse gerechtfertigt ist. Aufgrund der theoretisch angenommenen Zuordnung der Items zu den jeweiligen Subskalen (s. Tabelle 40) wurden bei der Durchführung der Faktorenanalyse fünf zu extrahierende Faktoren vorgegeben. In Tabelle 42 sind die Ladungen der Items auf den jeweiligen Faktoren dargestellt. Items, die am höchsten auf einem gemeinsamen Faktor laden, sind jeweils in der gleichen Farbe markiert.

**Tabelle 42:** Durch Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) ermittelte Faktorladungen der Items zur Erfassung der Lehrermeinung zum bilingualen Biologieunterricht. Items, die am höchsten auf einem gemeinsamen Faktor laden, sind farblich gleich dargestellt (N = 51)<sup>11</sup>.

Item	Komponente				
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Im1	0,226	0,710		0,146	0,342
Im2	0,843	0,175			
Im3		-0,220		0,828	0,177
Im4		0,253		-0,137	0,794
Im5	0,174	0,180	0,174	0,670	
Im6	0,194	0,595	0,208		
Im7	0,887			0,146	0,159
Im8	-0,108	0,811	-0,200	0,142	0,146
Im9		0,131		0,319	0,611
Im10		0,449		0,692	-0,168
Im11			0,874		
Im12			0,880		

Es lässt sich erkennen, dass die angenommene Subskalenstruktur, die in Tabelle 40 dargestellt ist, durch die Faktorladungen der Items gut widerspiegelt wird.

Die Items Im2 und Im7 laden am höchsten auf dem gemeinsamen Faktor 1, so dass angenommen werden kann, dass diese, wie bereits im Rahmen der Operationalisierung des Konstruktes angenommen, eine Subskala bilden. Beide Items erfassen offensichtlich sehr gut die Einschätzung der Verfügbarkeit von Materialien für den bilingualen Biologieunterricht.

Die Items Im1, Im6 und Im8 weisen die höchsten Ladungen auf dem gemeinsamen Faktor 2 auf. Wie in Tabelle 40 zu sehen, waren diese Items auch theoretisch alle der Subskala ‚Vorbereitung auf Biostudium‘ zugeordnet, die erfassen sollte, wie die Lehrer die vorbereitende Funktion des bilingualen Biologieunterrichts im Hinblick auf ein Biologiestudium einschätzen. Die Faktorladungen deuten darauf hin, dass die der Subskala zugeordneten Items tatsächlich ein gemeinsames Konstrukt erfassen.

Auf Faktor 3 laden die Items Im11 und Im12 am höchsten, so dass auch hier davon ausgegangen werden kann, dass die beiden Items das angenommene Konstrukt, nämlich die Einschätzung der Verfügbarkeit von Lehrkräften für den bilingualen Biologieunterricht, erfassen.

<sup>11</sup> Kleine Faktorladungen unter einem Absolutwert von 0,1 sind nicht aufgeführt.

Die Items Im3, Im5 und Im10 laden alle hoch auf dem gemeinsamen Faktor 4. Zwar lädt das Item Im10 auch relativ hoch auf Faktor 2 (0,449), da die Ladung auf Faktor 4 aber deutlich höher ausfällt (0,692) und die Konvention zur Zuordnung eines Items zu einer Skala bei  $\geq 0,5$  liegt (Backhaus et al. 2011), soll es, wie auch bereits bei der Operationalisierung (s. Tabelle 40) angenommen, der Subskala „Eignung des Faches Bio“ zugeordnet werden.

Wie in Tabelle 40 dargestellt, laden die Items Im4 und Im9 am höchsten auf Faktor 5. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Items beide die Einschätzung der Authentizität des bilingualen Biologieunterrichts erfassen.

Insgesamt wurde die angenommene Subskalenstruktur des Lehrerfragebogens (Tabelle 40) durch die Faktorenanalyse bestätigt. Somit konnten die Items und Skalen in der angenommenen Form und Struktur eingesetzt und anschließend ausgewertet werden.

### 2.3.4 VORGEHENSWEISE BEI DATENEINGABE UND -AUSWERTUNG

#### 2.3.4.1 ITEMANALYSE DER WISSENSTESTS

Die Intention der Wissenstests war die Abbildung der kognitiven Leistungsfähigkeit der Probanden auf dem jeweiligen Wissensgebiet. Aus diesem Grunde sollte ein hoher erreichter Wert eine hohe und ein niedriger erreichter Wert eine geringe kognitive Leistungsfähigkeit widerspiegeln. Generell wurde stets ein Punkt für eine richtige und kein Punkt für eine falsche Antwort vergeben. Um die kognitive Leistungsfähigkeit eines Schülers tatsächlich abbilden zu können, dürfen Items weder zu leicht noch zu schwer sein. Unbrauchbar sind demzufolge Items, die von allen oder von keinem Schüler beantwortet werden können, weil sie den Schülern nicht die Möglichkeit bieten, ihre tatsächliche Leistungsfähigkeit zu zeigen (Lienert & Raatz 1998).

Aus diesem Grunde wurde als Maß für die Schwierigkeit der einzelnen Items der Schwierigkeitsindex berechnet, der den prozentualen Anteil der richtigen Itemantworten darstellt (Bühl 2012). In Anlehnung an vergleichbare Studien (Damerau 2013; Großschedl & Harms 2008; Leibold 1997) wurden nur Items, die im Post-Test einen Schwierigkeitsindex zwischen 10 und 90 Prozent aufwiesen, für die weitere statistische Auswertung berücksichtigt. Als zweites Kriterium zur Beurteilung der weiteren Brauchbarkeit der Items wurde der Trennschärfekoeffizient herangezogen. Hierzu wurde jeweils der Korrelationskoeffizient zwischen der Aufgabenantwort und dem Gesamt-Skalenwert berechnet (Bühl 2010) und Items mit zu geringer Trennschärfe von der weiteren Auswertung ausgeschlossen (Häußler et al. 1998; Prüfer 2012). Konkret wurden alle Items ausgeschlossen, die einen Trennschärfekoeffizienten von  $r \leq 0,09$  aufwiesen. Der Prozess der Itemreduktion ist für die Wissenstests zu den Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ in Tabelle 43 dargestellt.

**Tabelle 43:** Anzahl der in der Auswertung verbleibenden geschlossenen Wissenstestitems (inkl. Reliabilität) nach Bestimmung von Schwierigkeitsindex und Trennschärfekoeffizient

	Ursprüngliche Itemanzahl	Itemanzahl nach Bestimmung des Schwierigkeitsindex	Itemanzahl nach Bestimmung des Trennschärfekoeffizienten	Reliabilität (Cronbach's $\alpha$ )
<b>Test: Gen. Fingerabdr.</b>	106	78	51	0,89
<b>Test: Snail Slime</b>	75	22	16	0,61

Nach Durchführung dieser beiden Schritte ergab sich für den Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ somit eine verbleibende Itemanzahl von 51 mit einer Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,89$  und für den Wissenstest zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ eine Anzahl verbleibender geschlossener Items von 16 mit einer Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,61$ . Da dieser Test, wie in Kapitel 2.3.3.2 bereits erläutert, zusätzlich 18 offene Items enthielt, wurden diese der Skala der geschlossenen Items hinzugefügt. So ergab sich für den Wissenstest zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für die endgültige Auswertung insgesamt eine Itemanzahl von 40 mit einer Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,84$ . Generell wurde hier bei der Bepunktung ein 2-1-0-Punkte-Schlüssel verwendet, so dass stets zwei Punkte für eine komplett richtige Antwort, ein Punkt für eine zum Teil richtige Antwort und 0 Punkte für eine falsche Antwort vergeben wurden. Eine Tabelle mit der Bepunktung der offenen Items dieses Wissenstests findet sich im Anhang (Anhang E).

Die Kriteriumsvalidität der Tests wurde durch Berechnung der Korrelation zwischen den erreichten Testpunkten im Post-Test und der von den Schülern im Pre-Test angegebenen letzten Biologienote geprüft. Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ deutet eine höchst signifikante Korrelation ( $r(489) = -0,26, p \leq 0,001$ )<sup>12</sup> auf einen bedeutsamen Zusammenhang hin. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ konnte kein derartiger Zusammenhang festgestellt werden ( $r(120) = -0,14, p = 0,12$ )<sup>13</sup>, was aber im Zusammenhang damit betrachtet werden muss, dass die Themen Schnecken und Bionik keine thematische Anknüpfung zum Lehrplan der Sekundarstufe I bzw. Klasse 7 und 8 bieten.

#### 2.3.4.2 ITEMANALYSE DER CLOZE TESTS

Das Vorgehen bei der Itemanalyse der ‚Cloze Tests‘ war analog zum Vorgehen bei der Itemanalyse der Wissenstests. Es wurde zunächst der Schwierigkeitsindex berechnet und somit zu leichte und zu schwierige Items für die weitere Auswertung entfernt. Dies trägt, wie von Brown (2002) erwähnt, dazu bei, dass sich der Test an das jeweilige sprachliche Niveau der Schüler anpasst. Nicht trennscharfe Items, von denen in ‚Cloze Tests‘ bekanntermaßen viele vorliegen und die nicht zu weiteren Analysen beitragen können (Brown 2002, 2013), werden somit bereits vorher entfernt.

---

<sup>12</sup> Aufgrund des deutschen Notensystems (1 = beste Note; 6 = schlechteste Note) liegt eine negative Korrelation vor.

<sup>13</sup> s.o.

Eine Übersicht der in der Auswertung verbleibenden und der für die Auswertung entfernten Items, ihres Schwierigkeitsindex und ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Wortklassen befindet sich im Anhang (Anhang C & D).

Im nächsten Schritt wurde auch für die ‚Cloze Tests‘ der Korrelationskoeffizient zwischen der Aufgabenantwort und dem Gesamt-Skalenwert berechnet (Bühl 2012) und Items mit zu geringer Trennschärfe von der weiteren Auswertung ausgeschlossen (Häußler et al. 1998; Prüfer 2012; Zydariß 2007c). Auch hier wurden konkret alle Items ausgeschlossen, die einen Trennschärfekoeffizienten von  $r \leq 0,09$  aufwiesen. Der Prozess der Itemreduktion ist für die ‚Cloze Tests‘ zu den Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ in Tabelle 44 dargestellt.

**Tabelle 44:** Anzahl der in der Auswertung verbleibenden geschlossenen Cloze-Test-Items (inkl. Reliabilität) nach Bestimmung von Schwierigkeitsindex und Trennschärfekoeffizient

	Ursprüngliche Itemanzahl	Itemanzahl nach Bestimmung des Schwierigkeitsindex	Itemanzahl nach Bestimmung des Trennschärfekoeffizienten	Reliabilität (Cronbachs $\alpha$ )
<b>Cloze Test: Gen. Fingerabdr.</b>	56	36	28	0,7
<b>Cloze Test: Snail Slime</b>	56	30	26	0,83

Nach Durchführung dieser Schritte der Itemreduktion ergab sich für den ‚Cloze Test‘ zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ eine verbleibende Itemanzahl von 28 mit einer Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,7$  und für den ‚Cloze Test‘ zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ eine Anzahl verbleibender Items von 26 mit einer Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,83$ . Wie für die vorangehend beschriebenen Wissenstests wurde für die ‚Cloze Tests‘ ebenfalls die Kriteriumsvalidität durch Berechnung der Korrelation zwischen den erreichten Testpunkten im Post-Test und der von den Schülern im Pre-Test angegebenen letzten Englischnote geprüft. Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ deutet eine höchst signifikante Korrelation ( $r(302) = -0,22$ ,  $p \leq 0,001$ ) auf einen bedeutsamen Zusammenhang hin. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ konnte kein derartiger Zusammenhang festgestellt werden ( $r(113) = -0,10$ ,  $p = 0,29$ ). Dies könnte allerdings im Zusammenhang mit dem geringeren Alter und der somit geringeren Fremdsprachenvorerfahrung der Schüler gestanden haben.

#### 2.3.4.3 ITEMANALYSE DER MESSINSTRUMENTE (AFFEKTIVE DIMENSION)

Die Intention der affektiven Items liegt nicht in der Abbildung einer Leistungsfähigkeit, sondern in der Unterscheidung zwischen Personen mit starker oder geringer Ausprägung des erfassten Konstrukts. Aus diesem Grunde wurde für die Skalen der affektiven Messinstrumente kein Schwierigkeitsindex bestimmt. Auf Grundlage des Trennschärfekoeffizienten wurden hier lediglich gegebenenfalls Items aus der Skala entfernt, die einen Korrelationskoeffizienten von  $r \leq 0,09$  aufwiesen und somit nicht in der Lage waren, zwischen starken und geringen Merkmalsausprägungen zu unterscheiden. Wie in Kapitel 2.3.3.3 dargestellt, betraf dies das Item nm21, welches Bestandteil der Skala zur Erfassung des Drucks bzw. der Anspannung bezüglich der biologischen Komponenten des Lernarrangements war.

#### 2.3.4.4 PRÜFUNG DER DATEN AUF NORMALVERTEILUNG

Da die Normalverteilung der Daten eine Voraussetzung für die im weiteren Verlauf angewendeten inferenzstatistischen Verfahren darstellt, wurden alle Daten mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf ihre Normalverteilung geprüft. Allerdings sind viele statistische Prüfverfahren laut Rasch und Guiard (2004) robust gegenüber Abweichungen der tatsächlichen Verteilung von der Normalverteilung, sodass diese Verfahren auch bei moderaten Abweichungen von einer Normalverteilung angewendet werden können. Auf die Voraussetzung der Normalverteilung für die Durchführung von *t*-Tests wurde in Kapitel 2.3.2.2 bereits eingegangen (Kubinger et al. 2009).

Zur weiteren Beurteilung der Normalverteilung wurden in Anlehnung an vergleichbare Studien (z.B. Damerau 2013) die Schiefe (Skewness) und Wölbung (Kurtosis) herangezogen. Hierbei beschreibt die Schiefe, wie weit die Häufigkeitsverteilung von einer symmetrischen Verteilung abweicht. Sind die Daten normalverteilt, liegt die beobachtete Schiefe bei Null (Bühl 2012). Liegt das Maximum der Verteilung weiter links, liegt eine rechtsschiefe Verteilung vor. In diesem Fall ist die berechnete Schiefe positiv. Ist die Verteilung hingegen linksschief, liegt das Maximum weiter rechtsseitig und die Schiefe ist negativ. Nur wenn die Schiefe die Grenzwerte von +3 bzw. -3 über- oder unterschreitet, ist die Verteilung als nicht mehr hinreichend normalverteilt für die Anwendung parametrischer Verfahren anzusehen (vgl. Kline 2011).



Betrachtet man hingegen die Kurtosis, so ist eine Normalverteilung gegeben, wenn eine breitgipfelige (hoher Wert) oder schmalgipfelige Verteilung vorliegt (Bühl 2012). Sind die Daten normalverteilt, so liegt definitionsgemäß eine Kurtosis von 3 vor. Viele Statistikprogramme (auch SPSS) subtrahieren grundsätzlich den Wert 3 von der Wölbungsstatistik (Curran et al. 1996), was zu einer auf 0 zentrierten Kurtosis führt, welche auch als Fisher-Kurtosis<sup>14</sup> bezeichnet wird. Überschreitet diese einen Wert von 7 (vgl. Kline 2011), liegt eine massive Abweichung von der Normalverteilung vor. Da die Schiefe und Wölbung der in der vorliegenden Studie erhobenen Daten innerhalb der beschriebenen Grenzwerte liegen, können für die weitere Auswertung parametrische Verfahren angewendet werden.

Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass parametrische Verfahren an Teststärke verlieren, wenn die Voraussetzung der Normalverteilung verletzt wird. Eine bestätigte Hypothese würde daher erst recht bestätigt werden, wenn die sonstigen Voraussetzungen für die Durchführung eines parametrischen Verfahrens ideal wären (Bortz et al. 2008).

#### 2.3.4.5 PRÜFUNG DER HYPOTHESEN DURCH STATISTISCHE TESTS

Da nachfolgend sowohl Intergruppenvergleiche zwischen verschiedenen Gruppen für einen Messzeitpunkt als auch Intra- und Intergruppenvergleiche über mehrere Messzeitpunkte durchgeführt werden sollen, kommen verschiedene statistische Verfahren, die bereits in Kapitel 2.3.3.3 und 2.3.3.4 vorgestellt wurden, zum Einsatz.

Zum Vergleich von zwei Mittelwerten innerhalb eines Messzeitpunkts wurde jeweils ein *t*-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Sollten mehr als zwei Mittelwerte innerhalb eines Messzeitpunkts auf bedeutsame Unterschiede getestet werden, wurde stets eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt.

Zunächst sollten jeweils durch Verwendung von *t*-Tests für unabhängige Stichproben (bei zwei Vergleichsgruppen) oder einfaktorielle ANOVAs (bei mehr als zwei Vergleichsgruppen) eventuelle Pre-Test-Unterschiede festgestellt werden. Hierdurch sollte geklärt werden, ob bereits vor dem Laborbesuch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen vorlagen.

---

<sup>14</sup> Sämtliche Ausführungen bzgl. der Kurtosis beziehen sich in der vorliegenden Studie auf die Fisher-Kurtosis.

Konnten hierbei keine Unterschiede festgestellt werden, wurden anschließend zweifaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung verwendet, bei denen die Zeit den ersten Faktor darstellte und der zweite Faktor derjenige war, der die Vergleichsgruppe definierte (z.B. Treatment, Geschlecht). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist hier zwischen Haupt- und Wechselwirkungseffekten zu unterscheiden (s. z.B. Rasch et al. 2014). Als Haupteffekt wird der Einfluss eines Faktors auf eine abhängige Variable definiert. Liegt ein signifikanter Haupteffekt z.B. für den Faktor Zeit vor, bedeutet dies lediglich, dass eine zeitliche Veränderung über die Messzeitpunkte vorliegt, unabhängig von der jeweiligen Gruppenzugehörigkeit. Ein Haupteffekt des Treatments (z.B. bei einem Subgruppenvergleich für das Geschlecht) sagt hingegen nur aus, dass sich die Gruppen signifikant voneinander unterscheiden. Über die zeitliche Entwicklung der Gruppen sagt dieser Haupteffekt hingegen nichts aus.

Darüber, ob sich untersuchte Gruppen über verschiedene Messzeitpunkte signifikant unterschiedlich entwickeln, gibt nur die Wechselwirkung (bzw. der Interaktionseffekt) zwischen zwei Faktoren Auskunft. Letztlich geht es somit um den gemeinsamen Einfluss von zwei Faktoren auf eine abhängige Variable. Lagen signifikante Interaktionseffekte vor, wurde in der Regel weiterhin mit paarweisen ANOVAs (Pre-/Post-Test & Pre-/Follow-up-Test) geprüft, zwischen welchen Messzeitpunkten die Unterschiede genau lagen.

Wie bereits in Kapitel 2.3.2.4 erwähnt, wurden beim Vorliegen von Pre-Test-Unterschieden Kovarianzanalysen (ANCOVAs) mit der unabhängigen Vergleichsvariable (z.B. Geschlecht) als Faktor, den Pre-Test-Ergebnissen (z.B. dem Vorwissen) als Kovariate und den Post- beziehungsweise den Follow-up-Test-Resultaten als abhängige Variable durchgeführt.

Zur Überprüfung, zwischen welchen Gruppen die Unterschiede bei ANOVAs und ANCOVAs genau lagen, wurden bei Vergleichen von mehr als zwei Gruppen im Anschluss Post-hoc-Tests verwendet.

#### 2.3.4.6 FESTLEGUNG DER SIGNIFIKANZNIVEAUS

Statistische Tests geben in der Regel die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  an. Diese besagt, wie wahrscheinlich es ist, dass sich die erhaltenen Daten realisieren, obwohl in der Realität die Nullhypothese (Formulierung der Gleichheit; kein Effekt) gilt. Ist die

Wahrscheinlichkeit klein, spricht dies gegen die Annahme der Null- und für die Annahme der Alternativhypothese (vorliegender Unterschied bzw. Effekt). In den meisten Fällen wird ab einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq 0,05$  von einem signifikanten, ab  $p \leq 0,01$  von einem sehr und ab  $p \leq 0,001$  von einem höchst signifikanten Ergebnis gesprochen (vgl. Tabelle 45).

**Tabelle 45:** Festlegung der Signifikanzniveaus (s. z.B. Bühl 2010)

Signifikanzniveau	Interpretation
$p \leq 0,05$	signifikant
$p \leq 0,01$	sehr signifikant
$p \leq 0,001$	höchst signifikant

#### 2.3.4.7 EFFEKTSTÄRKEN

Zur Beurteilung der Bedeutsamkeit von Ergebnissen sind statistische Signifikanztests nicht ausreichend. Zur Quantifizierung der Größe von Auswirkungen werden zusätzliche Effektstärkemaße herangezogen. Für unabhängige t-Tests wird im Folgenden die Effektgrößen Omega-Quadrat ( $\omega^2$ ) und für abhängige t-Tests sowie ANOVAs und ANCOVAs das partielle Eta-Quadrat ( $\eta_p^2$ ) verwendet. Für die Beurteilung von Omega-Quadrat ( $\omega^2$ ) werden die in Tabelle 46 dargestellten Richtwerte herangezogen.

**Tabelle 46:** Richtwerte zur Beurteilung von  $\omega^2$  (nach Albert & Koster 2002)

Wert	Interpretation
$\omega^2 < 0,01$	kein Effekt
$0,01 \leq \omega^2 < 0,06$	geringer Effekt
$0,06 \leq \omega^2 < 0,15$	mittlerer Effekt
$\omega^2 \geq 0,15$	erheblicher Effekt

Zur Beurteilung des partiellen Eta-Quadrats ( $\eta_p^2$ ) wurden die Richtlinien nach Cohen (1988; zitiert nach Bühner & Ziegler 2009), die in Tabelle 47 dargestellt sind, verwendet.

**Tabelle 47:** Richtwerte zur Beurteilung von  $\eta_p^2$  (nach Cohen 1988)

Wert	Interpretation
$\eta_p^2 = 0,01$	kleiner Effekt
$\eta_p^2 = 0,06$	mittlerer Effekt
$\eta_p^2 = 0,14$	großer Effekt

Wenn der Betrag einer Effektstärke im Bereich zwischen zwei der in Tabelle 47 dargestellten Grenzen liegt, wird der Effekt als klein bis mittel (moderat) oder mittel (moderat) bis groß (Bühner & Ziegler 2009) bezeichnet.

### 3 ERGEBNISSE

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der kognitiven, affektiven und fremdsprachlichen Evaluation der Laborkurse ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ vorgestellt werden. Die Darstellung der Ergebnisse orientiert sich an den in Kapitel 1.3 formulierten Fragestellungen und ihrer Reihenfolge. Wie auch bereits die Forschungsfragen werden die Ergebnisse nach kognitiven, affektiven und fremdsprachlichen Aspekten gegliedert.

Unter dem Punkt der kognitiven Ergebnisse sollen die Ergebnisse der Wissenstests beider Kurse unter dem Aspekt der Forschungsfrage nach dem kognitiven Wissenserwerb bilingualer und deutschsprachiger Kurse und möglicher Unterschiede zwischen beiden dargestellt werden. Darüber hinaus wird den Fragen nach Einflüssen der Personenvariablen und der Nachhaltigkeit des möglichen erzielten Wissenszuwachses nachgegangen. Die Ergebnisse der affektiven Evaluation werden dann ebenfalls in Bezug auf die gestellten Forschungsfragen mit Schwerpunkten auf Interesse, intrinsischer Motivation und fachlichen Fähigkeitsselbstkonzepten vorgestellt. Außerdem soll hier im Besonderen auf Einflüsse durch die Kombination beider Fächer eingegangen werden. Generell werden die Auswertungen für alle Kurse gemeinsam vorgenommen. Nur an Stellen, wo die Unterscheidung zwischen älteren und jüngeren Schülern oder das Thema des jeweiligen Kurses einen Einfluss haben könnte, werden die Ergebnisse für die Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ getrennt voneinander betrachtet. Unter dem Punkt der fremdsprachlichen Ergebnisse werden schließlich die Ergebnisse der ‚Cloze Tests‘ und der erhobenen Lernstrategien in Bezug auf das Lesen fremdsprachlicher Texte vorgestellt. Außerdem soll das in Abbildung 16 dargestellte Modell der Lesekompetenz bzw. die angenommenen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Lesestrategien und (fremdsprachenbedingter) Motivation überprüft werden.

Zuletzt sollen die Ergebnisse der Lehrerbefragung dargestellt werden und so eine weitere Perspektive auf den bilingualen Biologieunterricht und seine Rahmenbedingungen beleuchtet werden.

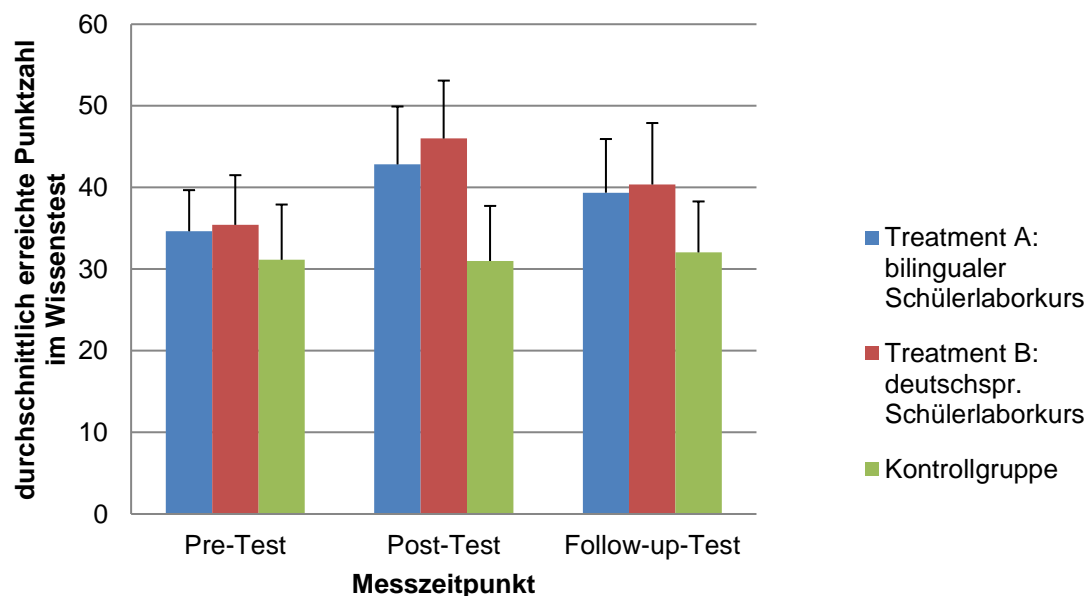
### 3.1 ERGEBNISSE (KOGNITIV)

**1)** Führt die Verarbeitung biologischen Inhaltswissens in einer Fremdsprache, die von praktischem Experimentieren begleitet wird, zu kognitivem Overload und somit letztlich zu einem geringeren kognitiven Wissenserwerb?

**H1a:** Das bilinguale Lernarrangement führt zu positiven Lerneffekten, weil die Inhalte einerseits semantisch tiefer verarbeitet werden und das Lernarrangement andererseits ‚Germane‘ statt ‚Extraneous Load‘ hervorruft.

**H1b:** Das Lernkonzept führt aufgrund der hohen Belastung des Arbeitsgedächtnisses (durch ‚Extraneous Load‘) generell zu schlechteren kognitiven Leistungen.

Wie in Abbildung 36 und Tabelle 48 zu sehen, konnte bei den Schülern, die den Laborkurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ besucht haben, ein Wissenszuwachs vom Pre- zum Post-Test und eine Wissensabnahme vom Post- zum Follow-up-Test beobachtet werden. Der Wissensstand der Kontrollgruppe, die an keinem der beiden Kurse teilnahm, hat sich der Abbildung nach zu urteilen über die drei Messzeitpunkte nicht wesentlich verändert.



**Abbildung 36:** Ergebnisse des Wissenstests für die Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ für die Versuchsgruppen (bilingual und deutschsprachig) und die Kontrollgruppe (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Ein  $t$ -Test für abhängige Stichproben wurde für die Kontrollgruppen-Daten des Pre- und Post-Tests durchgeführt und ergab kein signifikantes Ergebnis ( $t(67) = 0,26$ ;  $p = 0,79$ ). Hieraus kann geschlossen werden, dass ein sogenannter Pre-Test-Effekt,

dem zufolge es durch das alleinige Ausfüllen des Tests zu einem Wissenszuwachs käme, auszuschließen ist.

**Tabelle 48:** Von den Versuchsgruppen (Treatment A = bilingualer Schülerlaborkurs, Treatment B = deutschsprachiger Schülerlaborkurs) und der Kontrollgruppe im Wissenstest ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

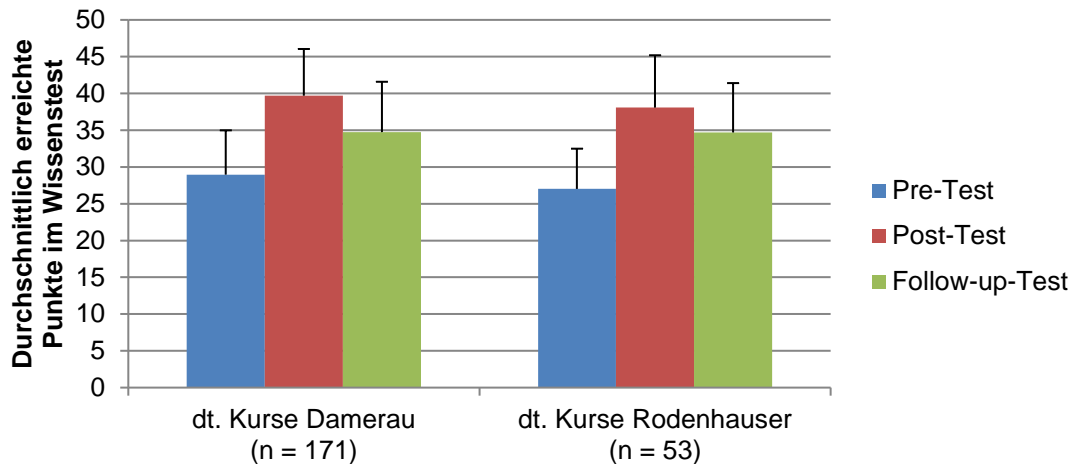
Testzeitpunkt	Treatment	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Treatment A	28,42	4,90	198
	Treatment B	28,50	5,95	224
	Kontrollgruppe	22,13	3,20	68
Post-Test	Treatment A	36,57	6,65	198
	Treatment B	39,31	6,56	224
	Kontrollgruppe	22,01	3,10	68
Follow-up-Test	Treatment A	33,70	6,29	198
	Treatment B	34,74	6,79	224
	Kontrollgruppe	24,26	3,99	68

Da die Daten der deutschsprachig durchgeführten Kurse (s. Tabelle 49 und Abbildung 37) zum Teil aus einer vorhergehenden Studie (Damerou 2013) mit anderem Kursleiter stammen, wurde mittels ANOVA mit Messwiederholung überprüft, ob ein sogenannter Kursleitereffekt vorliegt. Diese ergab keine signifikante Interaktion zwischen den deutschsprachig durchgeführten Kursen der vorhergehenden und der vorliegenden Studie ( $F(1,88; 418,24) = 2,19, p = 0,116; \eta_p^2 = 0,01$ ). Da der Mauchly-Test auf Sphärizität ein signifikantes Ergebnis lieferte, wurde in diesem Falle eine Greenhouse-Geisser-Anpassung der Freiheitsgrade vorgenommen.

**Tabelle 49:** Von den beiden deutschsprachig unterrichteten Versuchsgruppen (Damerou 2013 & Rodenhauer) im Wissenstest ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Studie	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Studie Damerou	28,96	6,03	171
	Studie Rodenhauer	27,02	5,47	53
Post-Test	Studie Damerou	39,70	6,35	171
	Studie Rodenhauer	38,08	7,11	53
Follow-up-Test	Studie Damerou	34,75	6,84	171
	Studie Rodenhauer	34,70	6,71	53

Da anhand dieses Ergebnisses ein durch den jeweils anderen Kursleiter bedingter Einfluss auf die erreichten Testpunkte ausgeschlossen werden kann, erschien es gerechtfertigt, die Daten aller deutschsprachigen Kurse im weiteren Verlauf zusammen auszuwerten.



**Abbildung 37:** Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ für die deutschsprachig unterrichteten Versuchsgruppen der Studie von Damerau (2013) und der vorliegenden Studie (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Die in Abbildung 36 zu erkennenden Wissenszu- und abnahmen wurden durch drei zweifaktorielle ANOVAs mit Messwiederholung auf ihre statistische Bedeutsamkeit getestet. So konnten statistisch signifikante Interaktionen zwischen den drei Messzeitpunkten (Pre-, Post-, Follow-up-Test) und den drei Gruppen (bilinguale Kurse, deutschsprachige Kurse, Kontrollgruppe) festgestellt werden. Auch hier wurde jeweils eine Greenhouse-Geisser-Korrektur der Freiheitsgrade vorgenommen. Es wurden höchst signifikante Interaktionen zwischen den Messzeitpunkten und Gruppen gefunden. Es konnte jeweils ein Haupteffekt für den Faktor Messzeitpunkt zwischen Pre- und Post-Test ( $F(1, 487) = 404,07; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,45$ ), zwischen Post- und Follow-up-Test ( $F(1, 487) = 41,21; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,08$ ) und auch zwischen Pre- und Follow-up-Test ( $F(1, 487) = 222,15; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,31$ ) festgestellt werden. Es lässt sich also, wie bereits anhand von Abbildung 36 anzunehmen, belegen, dass die Kursteilnehmer zwischen Pre- und Post-Test Wissen erworben und einen Teil ihres erworbenen Wissens zum Follow-up-Test hin wieder vergessen haben. Der Vergleich zwischen Pre- und Follow-up-Test zeigt, dass es darüber hinaus zu einer nachhaltigen Speicherung des im Kurs erworbenen Wissens kommt, da die Schüler auch etwa acht Wochen nach dem Besuch des Schülerlaborkurses noch signifikant mehr Punk-



te im Wissenstest erreicht haben, als sie zum Zeitpunkt des Pre-Tests aufgewiesen hatten.

Unter Verwendung dreier zweifaktorieller ANOVAs mit Messwiederholung konnte außerdem eine statistisch signifikante Interaktion Gruppe x Messzeitpunkt zwischen Pre- und Post-Test ( $F(2, 487) = 85,98; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,26$ ), zwischen Post- und Follow-up-Test ( $F(2, 487) = 45,07; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,16$ ) sowie zwischen Pre- und Follow-up-Test ( $F(2, 487) = 12,69; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,05$ ) für alle drei Gruppen festgestellt werden (s. Tabelle 50).

**Tabelle 50:** Ergebnisse der drei zweifaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung für die beiden Treatmentgruppen und die Kontrollgruppe, jeweils mit Angabe der verglichenen Testzeitpunkte, des  $F$ -Werts, der Signifikanz ( $p$ ) und der Effektstärke ( $part. \eta^2$ )

Testzeitpunkte	F-Wert	Signifikanz ( $p$ )	Effektstärke ( $part. \eta^2$ )
Pre-Test → Post-Test	$F(2,487) = 85.98$	0,001	0,261
Post-Test → Follow-up-Test	$F(2,487) = 45.07$	0,001	0,156
Pre-Test → Follow-up-Test	$F(2,487) = 12.69$	0,001	0,05

Um festzustellen, zwischen welchen Gruppen die Unterschiede genau bestehen, wurden im Anschluss Post-hoc-Tests (Scheffé) durchgeführt.

**Tabelle 51:** Ergebnisse der Post-hoc-Tests (Scheffé) für die Vergleiche zwischen den Messzeitpunkten und Treatmentgruppen / der Kontrollgruppe

Testzeitpunkte	Kontrolle vs. bilingual	Kontrolle vs. deutschsprachig	bilingual vs. deutschsprachig
Pre-Test → Post-Test	0,001	0,001	0,01
Post-Test → Follow-up-Test	0,001	0,001	0,001
Pre-Test → Follow-up-Test	0,001	0,001	0,52

Die in Tabelle 51 dargestellten Ergebnisse deuten darauf hin, dass es einen signifikanten Unterschied im Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test zwischen Kontrollgruppe und bilingual unterrichteter Gruppe ( $p \leq 0,001$ ), zwischen Kontrollgruppe und deutschsprachig unterrichteter Gruppe ( $p \leq 0,001$ ) sowie zwischen der bilingual und der deutschsprachig unterrichteten Gruppe ( $p \leq 0,01$ ) gibt. Dasselbe trifft auf das Vergessen von Kursinhalten vom Post- zum Follow-up-Test zu ( $p \leq 0,001$  zwischen

allen Gruppen). Betrachtet man die Veränderung zwischen Pre- und Follow-up-Test, so ergibt sich jeweils ein statistisch signifikanter Unterschied für den Vergleich zwischen der Kontrollgruppe und den beiden Versuchsgruppen ( $p \leq 0,001$ ). Für den Vergleich zwischen der deutschsprachig und der bilingual unterrichteten Versuchsgruppe zeigt sich hingegen kein statistisch bedeutsamer Unterschied ( $p = 0,52$ ).

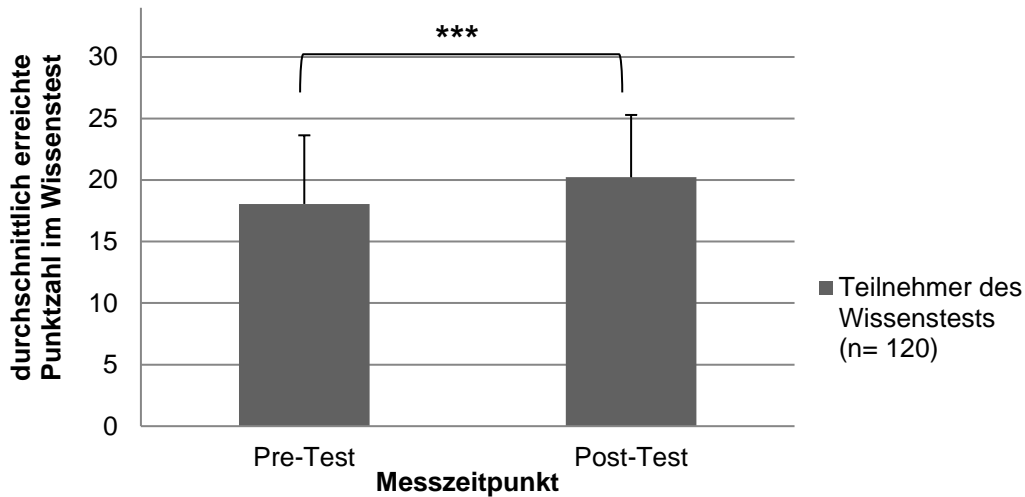
Es scheint also keinen Unterschied im langfristigen Behalten der Kursinhalte zu geben, unabhängig davon, ob sie deutschsprachig oder bilingual vermittelt wurden. Dies deutet darauf hin, dass es zu keinem kognitiven Overload gekommen ist und im Arbeitsgedächtnis sowohl biologische als auch fremdsprachliche Komponenten des Lernarrangements verarbeitet werden können. Dieser Aspekt bedarf aber noch weiterer Betrachtung und Interpretation im nachfolgenden Diskussionsteil.

**2)** Führen die durchgeführten Schülerlaborkurse generell zu einem inhaltlichen Wissenserwerb? Wird in beiden durchgeführten Schülerlaborkursen, trotz des unterschiedlichen Alters und Erfahrungsschatzes der teilnehmenden Schüler, ein kognitiver Wissenserwerb erzielt?

**H2:** Aufgrund der Anpassung des Themas und Anforderungsniveaus an das Alter und den Erfahrungsschatz der Schüler wird im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ebenso wie im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ein Wissenszuwachs erzielt.

Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ wurde die Frage nach dem nachhaltigen kognitiven Wissenserwerb bereits im vorhergehenden Abschnitt beantwortet. Wie bereits ausführlich dargestellt (s. auch Abbildung 36), erfolgte eine Wissenszunahme vom Pre- zum Post-Test sowie eine Wissensabnahme vom Post- zum Follow-up-Test und es zeigte sich letztlich, dass die Schüler im Follow-up-Test noch mehr Punkte im Wissenstest erzielten als im Pre-Test. Sowohl für den bilingualen Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ als auch für den deutschsprachigen Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ lässt sich also ein nachhaltiger kognitiver Wissenserwerb belegen.

Auch für die Schüler, die den Schülerlaborkurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ besucht haben, lässt sich bereits anhand von Abbildung 38 ein Wissenszuwachs vom Pre- zum Post-Test erahnen.



**Abbildung 38:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für die Versuchsgruppe (Skalenmaximum = 34 Punkte; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*\*\*:  $p \leq 0,001$ )

Dieser Eindruck lässt sich auch anhand eines für beide Messzeitpunkte durchgeführten  $t$ -Tests für abhängige Stichproben bestätigen ( $t(119) = -8,91$ ;  $p \leq 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,40$ ). Es besteht also ein statistisch höchst signifikanter Unterschied zwischen den von den Schülern im Pre-Test und im Post-Test erreichten Punkten im Wissenstest (Tabelle 52), was auf einen durch den Besuch des bilingualen Kurses bedingten signifikanten Wissenszuwachs hindeutet. Aufgrund der Effektstärke von 0,4 kann hinsichtlich des Wissenszuwachses von einem großen Effekt gesprochen werden.

**Tabelle 52:** Von der Versuchsgruppe im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	18,06	5,58	120
Post-Test	22,23	5,07	120

Zusammenfassend lässt sich also für beide durchgeführten und evaluierten Schülerlaborkurse sagen, dass sie zu einem kognitiven Wissenszuwachs führen. Im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ kann durch den Einsatz des Follow-up-Tests acht bis zehn Wochen nach dem Laborbesuch sogar ein nachhaltiger Wissenszuwachs belegt werden. Da in beiden bilingualen Kursen eine Zunahme biologischen Wissens belegbar ist, kann also davon ausgegangen werden, dass die bilingualen Kurse sowohl für Schüler der Sekundarstufe I, die mit geringeren fremdsprachlichen Kompetenzen in den Kurs kommen, als auch für Oberstufenschüler kognitiv wirksam sind.

Auch diese Aspekte sollen vor dem Hintergrund von Studien zur bilingualen Bildungsgängen und der Bedeutung fremdsprachlicher Vorkenntnisse im Diskussions- teil noch näher betrachtet werden.

**3)** Haben die verschiedenen erhobenen Personenvariablen einen Einfluss auf den kognitiven Wissenserwerb? Lassen sich Aussagen darüber treffen, ob das bilinguale Lernarrangement von besonderem Nutzen für bestimmte Schüler- gruppen ist?

**H3a:** In den deutschsprachig durchgeführten Kursen können Schüler unabhängig von Einflüssen durch Personenvariablen (z.B. Geschlecht) einen Wissenszu- wachs erzielen.

**H3b:** In den bilingualen Kursen haben Personenvariablen einen Einfluss auf den Wissenszuwachs, da aufgrund des Einbezugs der Fremdsprache mit unter- schiedlichen Reaktionen von Schülern mit verschiedenen Dispositionen, Ge- schlechtern etc. zu rechnen ist.

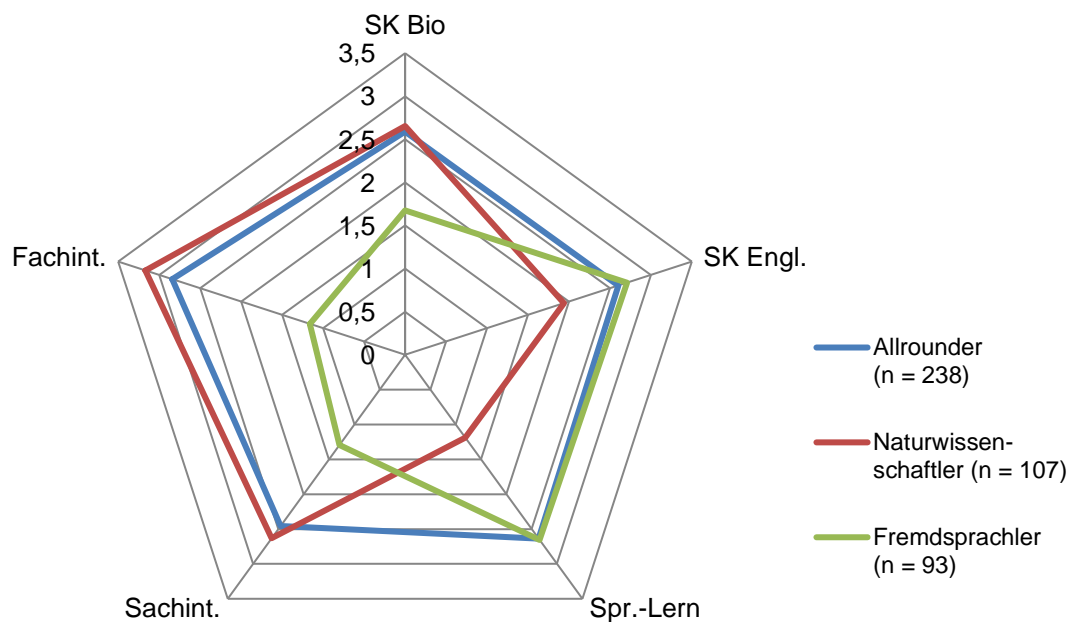
Zur Klärung der Frage, ob die erhobenen Personenvariablen einen Einfluss auf den kognitiven Wissenserwerb haben, wurden verschiedene Subgruppenvergleiche durchgeführt. Um eventuelle Unterschiede zwischen den Kursen feststellen zu kön- nen, wurden die Daten für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ und den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ bei allen Subgruppenvergleichen getrennt voneinander ausge- wertet. Hierzu wurde zunächst stets geprüft, ob es bereits zum Zeitpunkt des Pre- Tests signifikante Unterschiede zwischen den zu vergleichenden Subgruppen gab. Bei bestehenden Unterschieden wurde anschließend jeweils eine ANCOVA mit den Pre-Test-Ergebnissen als Kovariate durchgeführt. Konnten keine Pre-Test- Unterschiede festgestellt werden, wurde eine ANOVA gewählt.

### **Clusteranalyse zur Identifikation globaler Schülertypen**

Vor Durchführung der genannten Subgruppenvergleiche wurde eine Clusteranalyse genutzt, um anhand der im Pre-Test eingesetzten Items zur Erfassung affektiver Per- sonenvariablen Schülertypen identifizieren zu können, die bestimmte Ausprägungen der erhobenen Variablen vereinen. Hierzu wurde für alle Schüler unter Berücksichti- gung der Variablen Fähigkeitsselbstkonzept Biologie (s. S. 122), Fähigkeitsselbst- konzept Englisch (s. S. 122), generelle Einstellung zum Sprachenlernen (s. S. 123),

Sachinteresse Biologie (s. S. 123) und Fachinteresse Biologie (s. S. 124) eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt. Als Clustermethode wurde ‚Complete Linkage‘ (Entferntester Nachbar) und als Distanzmaß die quadrierte euklidische Distanz verwendet (s. Kapitel 2.3.2.5).

Hierbei konnten drei unterschiedliche Schülertypen identifiziert werden, die in Abbildung 39 und Tabelle 53 anhand ihrer Mittelwerte für die verschiedenen affektiven Personenvariablen dargestellt sind. Aufgrund der Art der jeweiligen Ausprägung der Variablen werden die gefundenen Schülergruppen im Folgenden als ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ bezeichnet.



**Abbildung 39:** Darstellung der Mittelwerte der Items zur Erfassung affektiver Personenvariablen für die aus der Clusteranalyse hervorgegangenen Gruppen ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ (Skalenmaximum = 4)

Die Gruppe der ‚Allrounder‘ setzt sich aus Schülern zusammen, die in allen in die Analyse einbezogenen Personenvariablen relativ hohe Ausprägungen besitzen. Sie haben sowohl im Bereich der Naturwissenschaften als auch im Bereich der Fremdsprachen ein vergleichsweise hohes Fähigkeitsselbstkonzept sowie Interesse am Fach und den fachlichen Inhalten. Mit 238 Mitgliedern stellen sie die größte Gruppe dar. Auch hinsichtlich ihrer Durchschnittsnote in den Fächern Englisch ( $\bar{x} = 2,27$ ) und Biologie ( $\bar{x} = 2,23$ ) weisen sie kaum einen Unterschied auf.

Die Gruppe der ‚Naturwissenschaftler‘ unterscheidet sich von der der ‚Allrounder‘ hauptsächlich in einem stärker ausgeprägten biologischen Sach- und Fachinteresse und einem deutlich geringeren Selbstkonzept im Bereich der Fremdsprachen sowie einem deutlich geringeren Interesse an Fremdsprachen allgemein. Ihr biologisches Fähigkeitsselbstkonzept schätzen sie hingegen nur geringfügig höher ein als die Allrounder. Im Durchschnitt wiesen die 107 Schüler dieses Clusters eine Biologienote von 2,21 und eine Englischnote von 2,91 auf.

Die Gruppe der ‚Fremdsprachler‘ weist im Vergleich zu den ‚Naturwissenschaftlern‘ hohe Werte für die Variablen zum Selbstkonzept Englisch und zum Interesse am Sprachenlernen auf, hat dafür aber ein geringeres biologisches Fähigkeitsselbstkonzept und ein nur gering ausgeprägtes Fach- und Sachinteresse im biologischen Bereich. Ebenso weisen die Schüler der Gruppe im Durchschnitt eine bessere Englisch- ( $\bar{X} = 2,23$ ) und eine schlechtere Biologienote ( $\bar{X} = 2,81$ ) auf als die ‚Naturwissenschaftler‘.

**Tabelle 53:** Mittelwerte ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ) der dispositionalen Personenvariablen für die drei Cluster ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘

Skala	Cluster	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Fähigkeitsselbstkonzept Biologie	Allrounder	2,59	0,49	238
	Naturwissensch.	2,65	0,55	107
	Fremdsprachler	1,68	0,52	93
Fähigkeitsselbstkonzept Englisch	Allrounder	2,60	0,47	238
	Naturwissensch.	1,94	0,67	107
	Fremdsprachler	2,71	0,51	93
generelle Einstellung Sprachenlernen	Allrounder	2,64	0,73	238
	Naturwissensch.	1,19	0,66	107
	Fremdsprachler	2,66	0,89	93
Sachinteresse (Biologie)	Allrounder	2,46	0,67	238
	Naturwissensch.	2,63	0,98	107
	Fremdsprachler	1,29	0,78	93
Fachinteresse (Biologie)	Allrounder	2,84	0,80	238
	Naturwissensch.	3,17	0,89	107
	Fremdsprachler	1,16	0,68	93

Zur Prüfung statistisch bedeutsamer Unterschiede zwischen den drei beschriebenen Gruppen wurden einfaktorielles ANOVAs für die jeweiligen Personenvariablen durch-

geführt. Es konnten höchst signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen für die Variablen des Fähigkeitsselbstkonzepts Biologie ( $F(2, 435) = 121,87; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,36$ ) und Englisch ( $F(1, 435) = 69,42; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,24$ ) belegt werden. Auch für die generelle Einstellung zum Sprachenlernen ( $F(1, 435) = 152,57; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,41$ ) und das Sach- ( $F(1, 435) = 91,61; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,30$ ) und Fachinteresse ( $F(1, 435) = 186,95; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,46$ ) bezüglich der Biologie ließen sich höchst signifikante Unterschiede zwischen den drei Clustern feststellen.

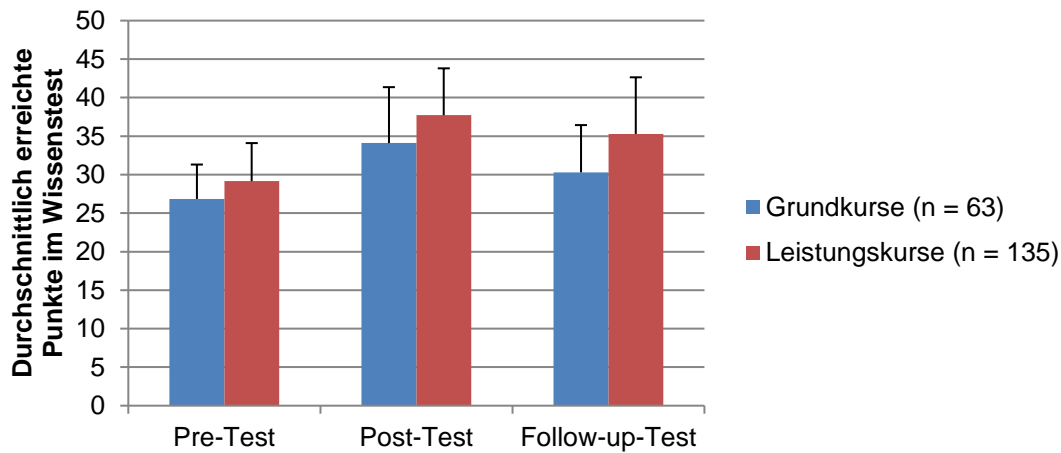
Mithilfe von Post-hoc-Tests (Scheffé) wurde anschließend geprüft, welche Cluster sich hinsichtlich der Ausprägung der verschiedenen dispositionalen Personenvariablen unterscheiden. Wie anhand von Tabelle 53 und Abbildung 39 bereits anzunehmen, unterscheiden sich bis auf einzelne Überschneidungen der ‚Allrounder‘ mit den ‚Naturwissenschaftlern‘ und ‚Fremdsprachlern‘ die Cluster für jede Variable jeweils signifikant voneinander ( $p \leq 0,01$ ). Für das Fähigkeitsselbstkonzept Biologie unterscheiden sich ‚Allrounder‘ und ‚Naturwissenschaftler‘ nicht signifikant voneinander ( $p = 0,561$ ) und für das Fähigkeitsselbstkonzept Englisch ‚Allrounder‘ und ‚Fremdsprachler‘ ebenfalls nicht ( $p = 0,267$ ). Bei der generellen Einstellung zum Sprachenlernen ist kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,979$ ) zwischen den ‚Allroundern‘ und den ‚Fremdsprachlern‘ zu finden. Beim Sachinteresse unterscheiden sich wiederum ‚Allrounder‘ und ‚Naturwissenschaftler‘ nicht signifikant ( $p = 0,162$ ).

Insgesamt lässt sich also sagen, dass sich die Cluster der ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ in allen Personenvariablen signifikant voneinander unterscheiden. Die Gruppe der ‚Allrounder‘ zeichnet sich hingegen dadurch aus, dass sie die Merkmalsausprägungen, die die anderen beiden Gruppen voneinander unterscheiden, vereint. Sie umfasst also Personen, die in allen Bereichen vergleichsweise hohe Ausprägungen der verschiedenen dispositionalen Personenvariablen aufweisen.

### **Einfluss der Zugehörigkeit zu Grund- oder Leistungskursen auf den Wissenserwerb im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘**

Von allen Schülern, die im Rahmen der Studie am Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilingual) teilgenommen haben, gehörten 63 Grundkursen und 135 Leistungskursen an. Zwischen diesen beiden Gruppen bestand, wie mithilfe eines  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben festgestellt wurde, bereits zum Zeitpunkt des Pre-Tests ein sig-

nifikanter Unterschied im Wissen ( $t(196) = 3,2; p = 0,002, \omega^2 = 0,04$ ) (s. Abbildung 40 & Tabelle 54).



**Abbildung 40:** Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für die Grund- und Leistungskurse (Skalenmaximum = 51 Punkte)

**Tabelle 54:** Von den Grund- und Leistungskursen im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Kurs	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Grundkurse	26,84	4,47	63
	Leistungskurse	29,16	4,93	135
Post-Test	Grundkurse	34,72	7,16	63
	Leistungskurse	37,72	6,08	135
Follow-up-Test	Grundkurse	30,30	6,13	63
	Leistungskurse	35,29	5,73	135

Aufgrund dieser Pre-Test-Unterschiede wurden anschließend ANCOVAs mit der Kurszugehörigkeit als Faktor, den Pre-Test-Ergebnissen als Kovariate und den Post- und Follow-up-Test-Ergebnissen als abhängige Variable durchgeführt.

Es zeigte sich einerseits, dass das Pre-Test-Wissen einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der im Post-Test erreichten Punkte hatte ( $F(1, 195) = 59,18; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,23$ ). Andererseits unterschieden sich die Grund- und Leistungskurse unter Berücksichtigung der Unterschiede im Vortestwissen signifikant im Lernzuwachs vom Pre- zum Post-Test (Haupteffekt Grund- / Leistungskurs:  $F(1,195) = 5,71; p = 0,02; \eta_p^2 = 0,03$ ). Aufgrund der geringen Effektstärke ist dieser Unterschied allerdings als wenig bedeutsam zu bewerten. Auch auf die Höhe der im Follow-up-Test erreichten



Punkte haben die Pre-Test-Ergebnisse einen signifikanten Einfluss ( $F(1,195) = 54,25$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,22$ ). Unter Berücksichtigung der Pre-Test-Unterschiede als Kovariate ließ sich außerdem ein signifikanter Haupteffekt für die Zugehörigkeit zu einem Grund- oder Leistungskurs auf den langfristigen Wissenszuwachs feststellen (Haupteffekt Grund- / Leistungskurs:  $F(1,195) = 20,32$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,09$ ). Insgesamt scheint also im Wissenszuwachs vom Pre- zum Post-Test ein geringer Unterschied zwischen den Grund- und Leistungskursen zu bestehen. Bezüglich des langfristigen Wissenszuwachses gibt es sogar einen noch deutlicheren Unterschied zwischen den Grund- und Leistungskursen, der zugunsten der Leistungskurse ausfällt.

In den deutschsprachig durchgeführten Kursen (‚Genetischer Fingerabdruck‘) wurden mittels  $t$ -Test für unabhängige Stichproben bereits höchst signifikante Unterschiede im Pre-Test zwischen den Leistungs- und Grundkursschülern festgestellt ( $t(199,71) = 5,03$ ;  $p \leq 0,001$ ,  $\omega^2 = 0,10$ ). Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Stichprobengrößen können in Tabelle 55 abgelesen werden.

**Tabelle 55:** Von den Grund- und Leistungskursen im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Kurs	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Grundkurse	26,79	5,38	125
	Leistungskurse	30,66	5,95	99
Post-Test	Grundkurse	34,72	7,16	125
	Leistungskurse	37,72	6,08	99
Follow-up-Test	Grundkurse	30,30	6,13	125
	Leistungskurse	35,29	5,73	99

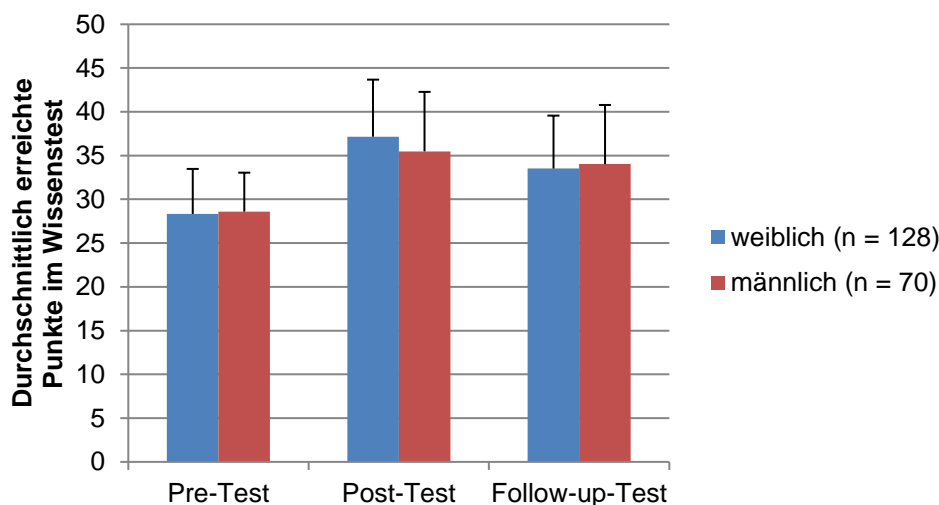
Aufgrund dieser Pre-Test-Unterschiede wurden im Anschluss zwei ANCOVAs durchgeführt. Hier konnte festgestellt werden, dass sich die Grund- und Leistungskurse unter Berücksichtigung der Unterschiede im Pre-Test nicht signifikant im Lernzuwachs vom Pre- zum Post-Test unterscheiden haben (Haupteffekt Grund- / Leistungskurs:  $F(1,221) = 1,88$ ;  $p = 0,17$ ). Auch auf die im Follow-up-Test erreichten Ergebnisse im Wissenstest konnte für die Zugehörigkeit zu einem Grund- oder Leistungskurs kein signifikanter Einfluss festgestellt werden (Haupteffekt Grund- / Leistungskurs:  $F(1,221) = 0,71$ ;  $p = 0,40$ ).

Insgesamt ist für die deutschsprachigen Kurse – im Gegensatz zu den bilingualen, für die ein geringer Einfluss festgestellt wurde – also kein Einfluss der Zugehörigkeit zu einem Grund- oder Leistungskurs zu belegen.

Da der Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ausschließlich von Schülern der Mittelstufe (7. bis 9. Klasse) besucht wurde, in der noch keine Einteilung der Schüler in Grund- und Leistungskurse vorliegt, wurde diese Variable für die betreffenden Schüler nicht erhoben und wird somit an dieser Stelle auch nicht vorgestellt.

### Einfluss des Geschlechts auf den Wissenserwerb

Am Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) haben insgesamt 128 Schülerinnen und 70 Schüler teilgenommen, zwischen denen zum Zeitpunkt des Pre-Tests keine signifikanten Wissensunterschiede vorlagen ( $t(196) = 0,37$ ;  $p = 0,71$ ) (s. Abbildung 41 & Tabelle 56). Durch drei ANOVAs wurden die Veränderungen zwischen den drei Messzeitpunkten für die männlichen und weiblichen Kursteilnehmer auf ihre statistische Bedeutsamkeit getestet.



**Abbildung 41:** Ergebnisse des Wissenstests im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für die weiblichen und männlichen Kursteilnehmer (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Eine zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung zwischen Pre- und Post-Test ergab eine signifikante Interaktion zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht ( $F(1,196) = 4,99$ ;  $p = 0,03$ ;  $\eta_p^2 = 0,03$ ). Eine weitere ANOVA zwischen Post- und Follow-up-Test ergab ebenfalls eine signifikante Interaktion der beiden Faktoren ( $F(1,196) = 7,99$ ;  $p \leq 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,04$ ). Der Unterschied zwischen Pre- und Follow-up-Test stellte sich hingegen als nicht signifikant heraus ( $F(1,196) = 0,08$ ;  $p = 0,79$ ). Es

liegen also signifikante Unterschiede im Wissenszuwachs zwischen männlichen und weiblichen Kursteilnehmern vom Pre- zum Post- und vom Post- zum Follow-up-Test vor. Aufgrund der niedrigen Effektstärken sind diese Unterschiede aber als eher gering zu bewerten.

**Tabelle 56:** Von den weiblichen und männlichen Kursteilnehmern im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Geschlecht	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	weiblich	28,32	5,15	128
	männlich	28,60	4,45	70
Post-Test	weiblich	37,16	6,52	128
	männlich	35,49	6,79	70
Follow-up-Test	weiblich	33,52	6,04	128
	männlich	34,03	6,75	70

Darüber hinaus lässt sich aber anhand von Abbildung 41 und Tabelle 56 erkennen, dass die Mädchen vom Pre- zum Post-Test mehr dazu gelernt haben als die Jungen, die Jungen dafür aber im Follow-up-Test wieder besser abgeschnitten haben. Die Mädchen haben also zunächst mehr dazugelernt, haben aber offensichtlich langfristig mehr des Gelernten wieder vergessen. Statistisch lässt sich für das langfristige Behalten der Kursinhalte allerdings kein signifikanter Unterschied feststellen, so dass insgesamt davon auszugehen ist, dass der nachhaltige Wissenserwerb für männliche und weibliche Kursteilnehmer gleich zu bewerten ist.

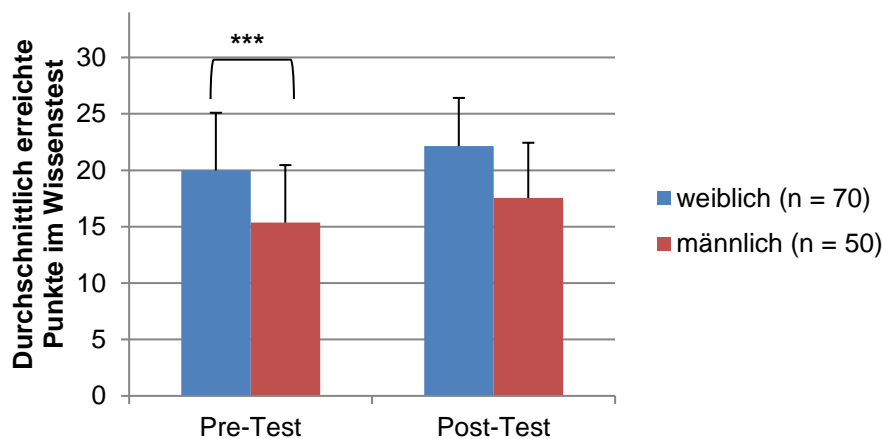
In den deutschsprachigen Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ war weder für den Vergleich der männlichen ( $n = 95$ ) und weiblichen ( $n = 129$ ) Kursteilnehmer zum Zeitpunkt des Pre-Tests ( $t(221,35) = -1,17$ ;  $p = 0,24$ ) noch für die durchgeführten ANOVAs (Pre-  $\rightarrow$  Post-Test:  $F(1,222) = 1,17$  ;  $p = 0,28$ ; Post-  $\rightarrow$  Follow-up-Test /  $F(1,222) = 0,42$  ;  $p = 0,52$  / Pre-  $\rightarrow$  Follow-up Test:  $F(1,222) = 0,34$ ;  $p = 0,56$ ) ein signifikantes Ergebnis festzustellen.

Wie anhand dieser Ergebnisse und anhand der Daten in Tabelle 57 zu erkennen, kann demnach in den deutschsprachig durchgeführten Schülerlaborkursen noch eindeutiger festgestellt werden, dass keine Geschlechtsunterschiede in Bezug auf den Wissenszuwachs zu konstatieren sind.

**Tabelle 57:** Von den weiblichen und männlichen Kursteilnehmern im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Geschlecht	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	weiblich	28,12	6,52	129
	männlich	29,02	5,06	95
Post-Test	weiblich	39,34	6,21	129
	männlich	39,27	7,03	95
Follow-up-Test	weiblich	34,57	6,50	129
	männlich	34,97	7,21	95

Für den Kurs ‚A Glue From Snail Slime?!‘ wurde, wie sich schon anhand von Abbildung 42 und Tabelle 58 vermuten lässt, zum Zeitpunkt des Pre-Tests mittels eines  $t$ -Tests ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den 70 weiblichen und den 50 männlichen Kursteilnehmern ( $t(118) = 4,89; p \leq 0,001, \omega^2 = 0,16$ ) bestätigt.



**Abbildung 42:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für die weiblichen und männlichen Kursteilnehmer (Skalenmaximum = 34 Punkte; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*\*\*:  $p \leq 0,001$  )

Aufgrund der bestehenden Pre-Test-Unterschiede wurde im Anschluss eine ANCOVA mit den Ergebnissen des Pre-Tests als Kovariate durchgeführt. Es ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht (Haupteffekt Geschlecht:  $F(1, 117) = 5,11; p = 0,03; \eta_p^2 = 0,04$ ). Es besteht also ein signifikanter Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Kursteilnehmern in Bezug auf den Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test. Da die Effektstärke allerdings nur gering ist, ist auch für diesen Schülerlaborkurs und das damit verbundene geringere Alter der Schüler

der Einfluss des Geschlechts auf den Wissenserwerb als wenig bedeutsam einzustufen.

**Tabelle 58:** Von den weiblichen und männlichen Kursteilnehmern im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Geschlecht	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	weiblich	19,99	5,11	70
	männlich	15,36	5,10	50
Post-Test	weiblich	22,14	4,27	70
	männlich	17,54	4,89	50

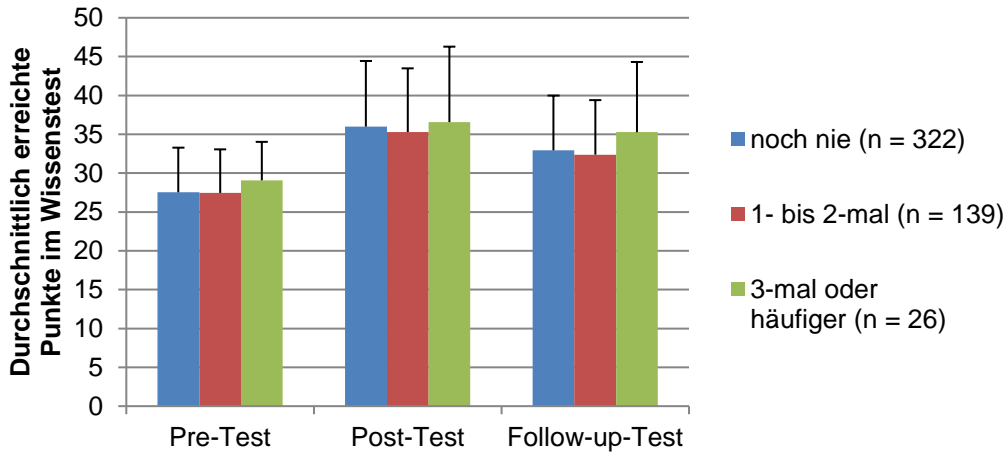
Im Vergleich der beiden Schülerlaborkurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ lässt sich also jeweils ein sehr geringer Einfluss des Geschlechts auf den Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test feststellen. Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ lässt sich unter Berücksichtigung der Follow-up-Test-Daten allerdings kein nachhaltiger Effekt ermitteln. Im deutschsprachigen Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ ließen sich sogar keinerlei signifikante Einflüsse des Geschlechts auf den Wissenserwerb feststellen. Insgesamt kann darüber hinaus festgehalten werden, dass die weiblichen Schüler bezüglich des unmittelbaren Wissenserwerbs (vom Pre- zum Post-Test) den männlichen Schülern zum Teil überlegen waren.

Interessanter erscheint in diesem Zusammenhang der bereits im Pre-Test höchst signifikante Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Kursteilnehmern des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und der nicht signifikante Unterschied zwischen Kursteilnehmerinnen und -teilnehmern der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘, der möglicherweise durch das Alter bzw. den jeweiligen Punkt in der Schullaufbahn der Schüler bedingt ist. Auch dieser Aspekt soll in der folgenden Diskussion noch näher beleuchtet werden.

### **Einfluss vorheriger Schülerlaborerfahrungen auf den Wissenserwerb**

Von den Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ (beide Treatments werden hier zusammen ausgewertet) hatten 322 zuvor noch nie, 139 ein- bis zweimal und 26 bereits dreimal oder häufiger ein Schülerlabor besucht. Mithilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse wurde festgestellt, dass zwi-

schen diesen drei Gruppen zum Zeitpunkt des Pre-Tests keine signifikanten Wissensunterschiede vorlagen ( $F(2,484) = 0,95$ ;  $p = 0,39$ ) (s. Abbildung 43 & Tabelle 59).



**Abbildung 43:** Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ für Kursteilnehmer beider Treatments, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht hatten (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Aufgrund dieses Ergebnisses wurden im Anschluss drei ANOVAs mit Messwiederholung durchgeführt. Hier zeigte sich weder für den Wissenszuwachs vom Pre- zum Post-Test ( $F(2,484) = 0,52$ ;  $p = 0,59$ ) noch für die Wissensabnahme vom Post- zum Follow-up-Test ( $F(2,484) = 1,15$ ;  $p = 0,32$ ) ein signifikantes Ergebnis für den Faktor der vorherigen Schülerlaborbesuche. Und auch für den langfristigen Wissenszuwachs, also die Veränderung im Wissen vom Pre- zum Follow-up-Test, konnte kein signifikantes Ergebnis für den Faktor der vorherigen Schülerlaborerfahrung festgestellt werden ( $F(2,484) = 0,59$ ;  $p = 0,55$ ).

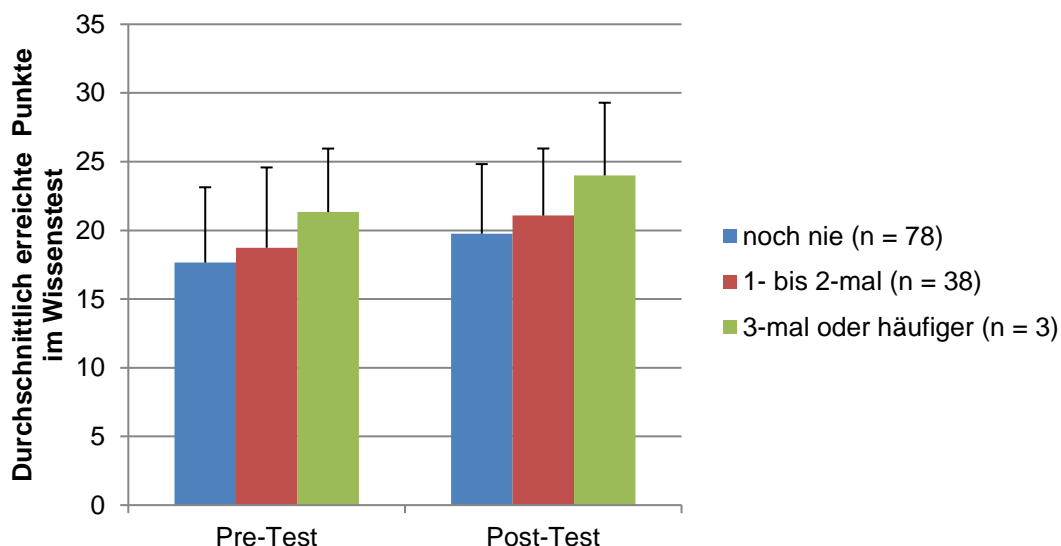
**Tabelle 59:** Von den Kursteilnehmern, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht hatten, im Wissenstest ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	vorherige Schülerlaborbesuche	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	noch nie	27,54	5,74	322
	1- bis 2-mal	27,45	5,61	139
	3-mal o. häufiger	29,08	4,95	26
Post-Test	noch nie	35,99	8,45	322
	1- bis 2-mal	35,29	8,19	139
	3-mal o. häufiger	36,58	9,70	26
Follow-up-Test	noch nie	32,94	7,05	322
	1- bis 2-mal	32,38	7,02	139
	3-mal o. häufiger	35,27	9,04	26

Es lässt sich also festhalten, dass es weder für den unmittelbaren Wissenszuwachs (vom Pre- zum Post-Test), noch für den Wissensverlust zum Follow-up-Test hin einen entscheidenden Einfluss hatte, ob die Kursteilnehmer zuvor bereits ein- oder sogar mehrmals ein Schülerlabor besucht hatten. Im Hinblick auf den langfristigen Wissenserwerb der Kursteilnehmer haben sich vorherige Schülerlaborbesuche ebenso wenig bemerkbar gemacht.

Im Kurs 'A Glue from Snail Slime?!' hatten 78 Schüler zuvor noch nie, 38 Schüler bereits ein- bis zweimal und nur drei Schüler schon dreimal oder öfter ein Schülerlabor besucht. Zwar könnte man anhand von Abbildung 44 vermuten, dass sich diese Gruppen in ihrem Vorwissen voneinander unterscheiden, doch eine univariate ANOVA bestätigt diesen Eindruck nicht. Sie liefert kein signifikantes Ergebnis ( $F(2,116) = 0,99$ ;  $p = 0,37$ ) (s. Abbildung 44 & Tabelle 60), so dass nicht von signifikanten Pre-Test-Unterschieden zwischen den Schülern mit unterschiedlicher vorheriger Schülerlaborerfahrung gesprochen werden kann.

Aufgrund der nicht vorhandenen Pre-Test-Unterschiede wurde im Anschluss eine ANOVA mit Messwiederholung vom Pre- zum Post-Test durchgeführt. Für den Faktor der vorherigen Schülerlaborbesuche ergab sich hier ebenso wie für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ kein signifikantes Ergebnis ( $F(2,116) = 0,15$ ;  $p = 0,86$ ).



**Abbildung 44:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue From Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht hatten (Skalenmaximum = 34 Punkte)

**Tabelle 60:** Von den Kursteilnehmern, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht hatten, im Wissenstest ‚A Glue From Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	vorherige Schülerlaborbesuche	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	noch nie	17,65	5,48	78
	1- bis 2-mal	18,74	5,84	38
	3-mal o. häufiger	21,33	4,62	3
Post-Test	noch nie	19,76	5,07	78
	1- bis 2-mal	21,08	4,88	38
	3-mal o. häufiger	24,00	5,29	3

Es lässt sich also zusammenfassend für beide Kurse sagen, dass die Anzahl vorheriger Schülerlaborbesuche keinen Einfluss auf den Wissenserwerb in den jeweiligen Schülerlaborkursen zu haben scheint. Dies scheint auch unabhängig von der Klassenstufe bzw. vom Alter der Schüler zu sein, da in keinem der beiden untersuchten Kurse ein Effekt zu beobachten ist.

### **Einfluss vorheriger Erfahrungen mit bilingualem Unterricht auf den Wissenserwerb**

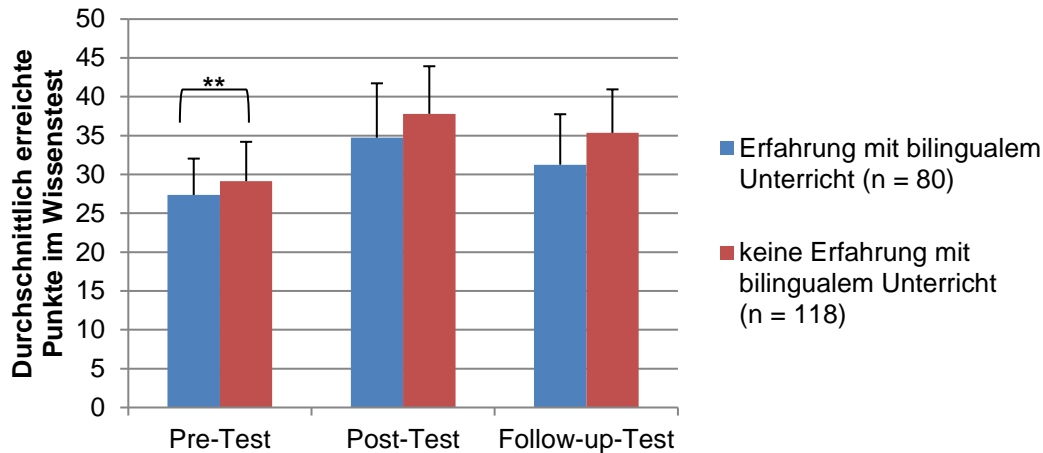
Da am Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) sowohl Schüler mit als auch ohne vorherige Erfahrung in bilingualem Lernen bzw. Unterricht teilgenommen haben, soll nun betrachtet werden, ob diese Erfahrung einen Einfluss auf die im Wissenstest erreichten Ergebnisse hat. Insgesamt nahmen 80 Schüler mit und 118 ohne vorherige Erfahrung mit bilingualem Lernen am Kurs teil.

Zunächst wurde mithilfe eines  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben überprüft, ob es bereits zum Zeitpunkt des Pre-Tests Wissensunterschiede zwischen diesen beiden Gruppen gab. Wie bereits anhand von Abbildung 45 und Tabelle 61 zu vermuten ist, bestätigt der  $t$ -Test signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $t(196) = 2,54$ ;  $p = 0,01$ ).

Aus diesem Grund wurden im Anschluss ANCOVAs durchgeführt, bei denen die Pre-Test-Ergebnisse als Kovariate berücksichtigt wurden. Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Vorerfahrung mit bilingualem Unterricht auf die im Post-Test erreichten Punkte ( $F(1,195) = 5,14$ ;  $p = 0,02$ ;  $\eta_p^2 = 0,03$ ). Auf die im Follow-up-Test erreichten



Punkte hatte die Vorerfahrung sogar einen noch größeren Einfluss ( $F(1,195) = 15,42$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,07$ ). Wie anhand von Abbildung 45 und Tabelle 61 zu erkennen, waren es allerdings zu allen drei Messzeitpunkten die Schüler, die noch keine Erfahrungen mit bilingualem Lernen hatten, die am besten abgeschnitten und sich somit in positiver Weise von den Schülern mit Vorerfahrungen unterschieden haben.



**Abbildung 45:** Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Kursteilnehmer mit bzw. ohne Erfahrung mit bilingualem Unterricht (Skalenmaximum= 51 Punkte; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*\*:  $p \leq 0,01$ )

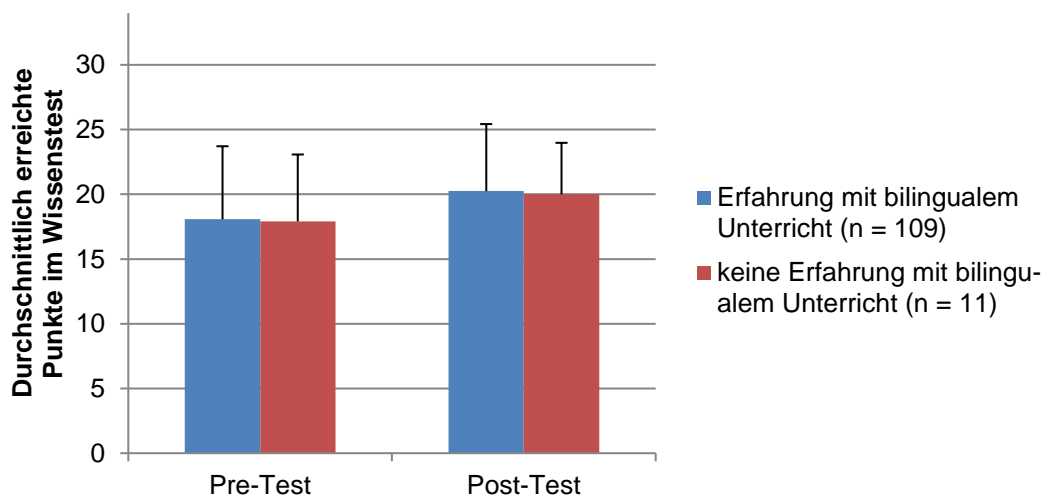
**Tabelle 61:** Von den Kursteilnehmern mit bzw. ohne Erfahrung mit bilingualem Unterricht im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Erfahrung mit biling. Unterricht	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	mit Erfahrung	27,36	5,05	80
	ohne Erfahrung	29,14	4,68	118
Post-Test	mit Erfahrung	34,74	6,99	80
	ohne Erfahrung	37,81	6,13	118
Follow-up-Test	mit Erfahrung	31,26	6,49	80
	ohne Erfahrung	35,36	5,60	118

Im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ließ sich also beobachten, dass sich vorherige Erfahrungen mit bilingualem Lernen sowohl auf den unmittelbaren Wissenserwerb als auch auf das langfristige Behalten der Inhalte auswirken. Ersteres allerdings, wie die sehr niedrige Effektstärke andeutet, nur in sehr geringem Maße. Betrachtet man den langfristigen Wissenszuwachs, ist sogar ein mittlerer bis großer Effekt festzustellen. Diese Ergebnisse und im Besonderen die Tatsache, dass die Schüler ohne Vorerfah-

rungen mit bilingualem Unterricht stets besser abgeschnitten haben, bedürfen noch näherer Betrachtung in der Diskussion.

Von den Kursteilnehmern des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ hatten 109 Schüler bereits Erfahrungen mit bilingualem Unterricht und lediglich 11 noch keine. Für diese Daten lässt sich bereits anhand von Abbildung 46 und Tabelle 62 annehmen, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen Schülern mit und ohne Erfahrungen mit bilingualem Unterricht zum Zeitpunkt des Pre-Tests bestehen. Dies wird durch eine einfaktorielle ANOVA bestätigt ( $F(1,118) = 0,01$ ;  $p = 0,93$ ), die kein signifikantes Ergebnis für den Faktor der vorherigen Erfahrungen mit bilingualem Unterricht liefert. Da somit von keinen signifikanten Pre-Test-Unterschieden zwischen den Gruppen auszugehen ist, müssen diese auch in der weiteren Betrachtung nicht berücksichtigt werden. Folglich wird im nächsten Analyseschritt eine ANOVA mit Messwiederholung ohne Berücksichtigung einer Kovariate angewandt, um die Veränderungen vom Pre- zum Post-Test zwischen den beiden Gruppen zu vergleichen.



**Abbildung 46:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer mit bzw. ohne Erfahrung mit bilingualem Unterricht (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Es zeigt sich anhand der ANOVA mit Messwiederholung für den Vergleich vom Pre- zum Post-Test, dass im Gegensatz zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ kein signifikanter Einfluss der vorherigen Erfahrung mit bilingualem Unterricht auf den Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test ( $F(1,118) = 0,01$ ;  $p = 0,92$ ) festzustellen ist. Aufgrund der allerdings nur sehr geringen Anzahl von Schülern ohne Erfahrungen mit bilingualem Unterricht ist dieses Ergebnis jedoch nur bedingt interpretierbar.

**Tabelle 62:** Von den Kursteilnehmern mit bzw. ohne Erfahrung mit bilingualem Unterricht im Wissens-test ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

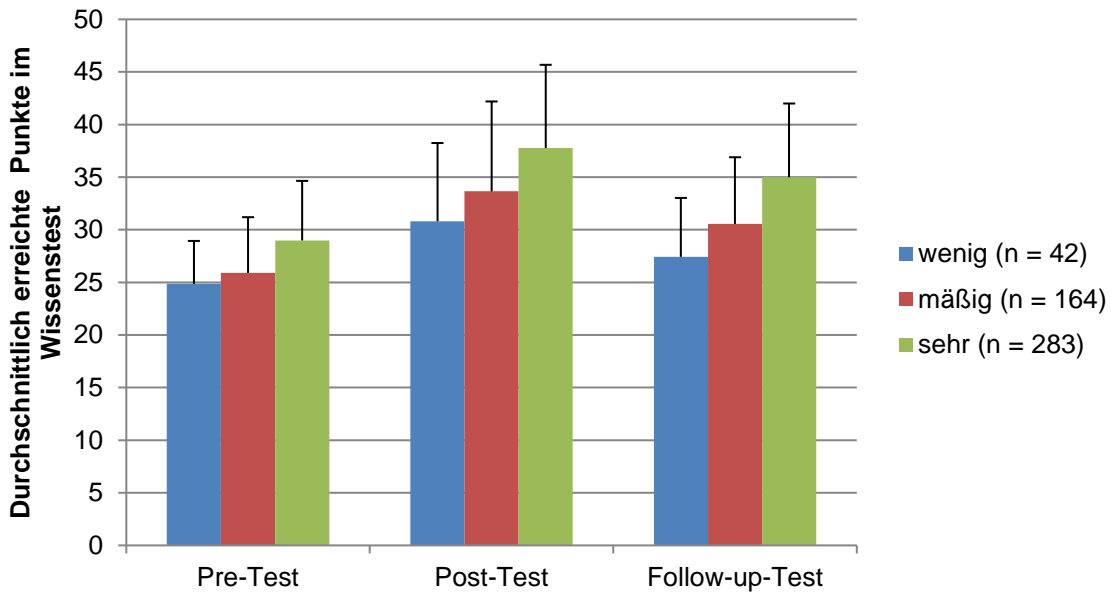
Testzeitpunkt	Erfahrung mit biling. Unterricht	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	mit Erfahrung	18,07	5,64	109
	ohne Erfahrung	17,91	5,17	11
Post-Test	mit Erfahrung	20,25	5,18	109
	ohne Erfahrung	20,00	3,97	11

Zusammenfassend lässt sich für beide Kurse sagen, dass es nur einen geringen bis gar keinen Einfluss auf den Wissenserwerb im Schülerlabor zu haben scheint, ob die Teilnehmer bereits Erfahrung mit bilingualem Unterricht hatten oder nicht. Aufgrund der geringen Effektstärken für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ und der nur geringen Anzahl von Schülern ohne Erfahrung mit bilingualem Unterricht im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ muss dieses Ergebnis allerdings differenziert betrachtet werden und soll somit im Diskussionsteil noch einmal genauer analysiert und interpretiert werden.

### **Einfluss unterschiedlichen Interesses an der Naturwissenschaft Biologie auf den Wissenserwerb**

Wie bereits in Kapitel 2.3.3 beschrieben, wurden die Schüler im Rahmen des Pre-Tests zu einer Selbsteinschätzung ihres Interesses an der Naturwissenschaft Biologie aufgefordert (s. Tabelle 19). Hierbei haben sich im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) 137 Schüler als sehr, 39 als mäßig und 21 als nur wenig interessiert eingeschätzt. Anhand dieser Gruppierung sollte überprüft werden, ob diese Selbsteinschätzung bezüglich des naturwissenschaftlichen Interesses eine Auswirkung auf den Wissenserwerb hat.

Hierzu wurde zunächst eine einfaktorielle ANOVA zur Feststellung möglicher Pre-Test-Unterschiede durchgeführt. Wie Abbildung 47 und Tabelle 63 bereits vermuten lassen, lieferte diese ANOVA ein signifikantes Ergebnis ( $F(2, 194) = 6,91$ ;  $p = 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,07$ ). Es bestehen also tatsächlich signifikante Unterschiede im Vorwissen zwischen den unterschiedlich interessierten Schülern, weshalb im Anschluss ANCOVAs mit den Pre-Test-Ergebnissen als Kovariate durchgeführt wurden.



**Abbildung 47:** Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Naturwissenschaft Biologie eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 51 Punkte)

**Tabelle 63:** Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Naturwissenschaften eingeschätzt hatten, im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Interesse an Naturwissensch.	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	wenig	26,05	3,26	21
	mäßig	26,87	4,43	39
	sehr	29,28	5,01	137
Post-Test	wenig	29,43	5,52	21
	mäßig	34,82	5,67	39
	sehr	38,12	6,26	137
Follow-up-Test	wenig	26,24	3,69	21
	mäßig	30,85	5,53	39
	sehr	35,63	5,65	137

Durch die ANCOVA war ein höchst signifikanter Einfluss des Interesses an der Naturwissenschaft Biologie auf die im Post-Test erreichten Punkte festzustellen ( $F(2, 193) = 14,06$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,13$ ). Auch auf die im Follow-up-Test erreichten Punkte im Wissenstest hatte das von den Schülern selbst eingeschätzte Interesse einen höchst signifikanten Einfluss ( $F(2, 193) = 25,22$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,21$ ).

Ob ein Schüler sich selbst als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Naturwissenschaft Biologie eingeschätzt hat, hatte also sowohl einen Einfluss auf den unmittel-

telbaren als auch auf den langfristigen Wissenszuwachs. Die Effektstärken weisen außerdem darauf hin, dass hier von einem erheblichen Effekt auszugehen ist.

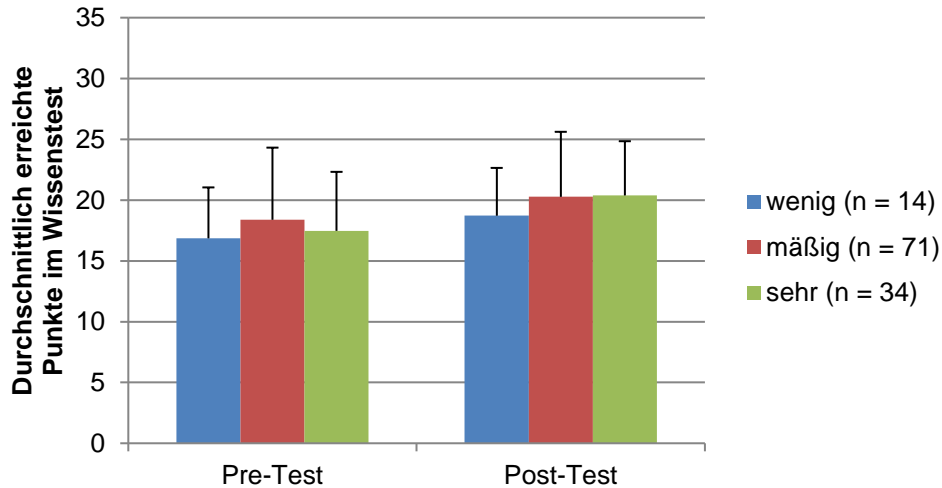
In den deutschsprachig durchgeführten Kursen („Genetischer Fingerabdruck“) schätzte sich ebenfalls die Mehrheit der Teilnehmer ( $n = 115$ ) als sehr interessiert an Naturwissenschaften ein. 92 Schüler gaben an, mäßig und 17 wenig interessiert zu sein. Hier ließen sich ebenfalls schon im Pre-Test höchst signifikante Unterschiede zwischen diesen Gruppen feststellen (einfaktorielle ANOVA:  $F(2, 221) = 12,60$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,10$ ). Durch die aufgrund der vorhandenen Pre-Test-Unterschiede durchgeführten ANCOVAs ließ sich sowohl ein höchst signifikanter Einfluss des Interesses an Naturwissenschaften auf die Ergebnisse des Post-Tests  $F(2, 220) = 7,35$ ;  $p = 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,06$ ) als auch auf die des Follow-up-Tests  $F(2, 220) = 8,98$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,08$ ) erkennen.

Insgesamt kann hier also ebenso wie bei den bilingualen Kursen von einem erheblichen Einfluss des Interesses an Naturwissenschaften auf den Wissenserwerb ausgegangen werden (s. auch Tabelle 64). Die Effektstärken deuten zwar auf keinen so erheblichen Effekt wie bei den bilingualen Kursen, sind aber trotzdem als bedeutsam einzustufen.

**Tabelle 64:** Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Naturwissenschaften eingeschätzt hatten, im Wissenstest zum Kurs „Genetischer Fingerabdruck“ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Interesse an Naturwissensch.	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	wenig	24,41	4,64	17
	mäßig	27,10	5,49	92
	sehr	30,23	5,92	115
Post-Test	wenig	34,88	7,43	17
	mäßig	37,43	6,90	92
	sehr	41,47	5,28	115
Follow-up-Test	wenig	30,18	6,76	17
	mäßig	32,49	6,06	92
	sehr	37,21	6,42	115

Von den Teilnehmern des Kurses ‚A Glue From Snail Slime?!‘ schätzte sich die Mehrheit als mäßig interessiert an Naturwissenschaften ein ( $n = 71$ ). 34 Schüler schätzten sich hingegen als sehr und 14 als nur wenig interessiert ein (s. Tabelle 65).



**Abbildung 48:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Naturwissenschaft Biologie eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Mithilfe einer einfaktoriellen ANOVA wurde geprüft, ob Pre-Test-Unterschiede zwischen den drei Gruppen bestehen. Da kein signifikantes Ergebnis vorlag ( $F(2,116) = 0,63$ ;  $p = 0,53$ ), konnte davon ausgegangen werden, dass zum Zeitpunkt des Pre-Tests keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen vorhanden waren. Somit wurde im nächsten Schritt ohne Berücksichtigung des Vorwissens als Kovariate weiter verfahren.

Die durchgeführte ANOVA mit Messwiederholung ( $F(2,116) = 1,83$ ;  $p = 0,17$ ) lieferte ebenfalls kein signifikantes Ergebnis für den Vergleich der drei Gruppen bezüglich der Veränderung des Wissens vom Pre- zum Post-Test. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das Interesse an Naturwissenschaften bei den Teilnehmern des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ keinen Einfluss auf den unmittelbaren Wissenserwerb hat. Wie anhand von Abbildung 48 und Tabelle 65 zu erkennen, zeigen die ‚sehr interessierten‘ Schüler insgesamt den größten Wissenszuwachs, auch wenn die ‚mäßig interessierten‘ Schüler im Pre-Test eine höhere Punktzahl im Wissenstest erreichten.

**Tabelle 65:** Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Naturwissenschaften eingeschätzt hatten, im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

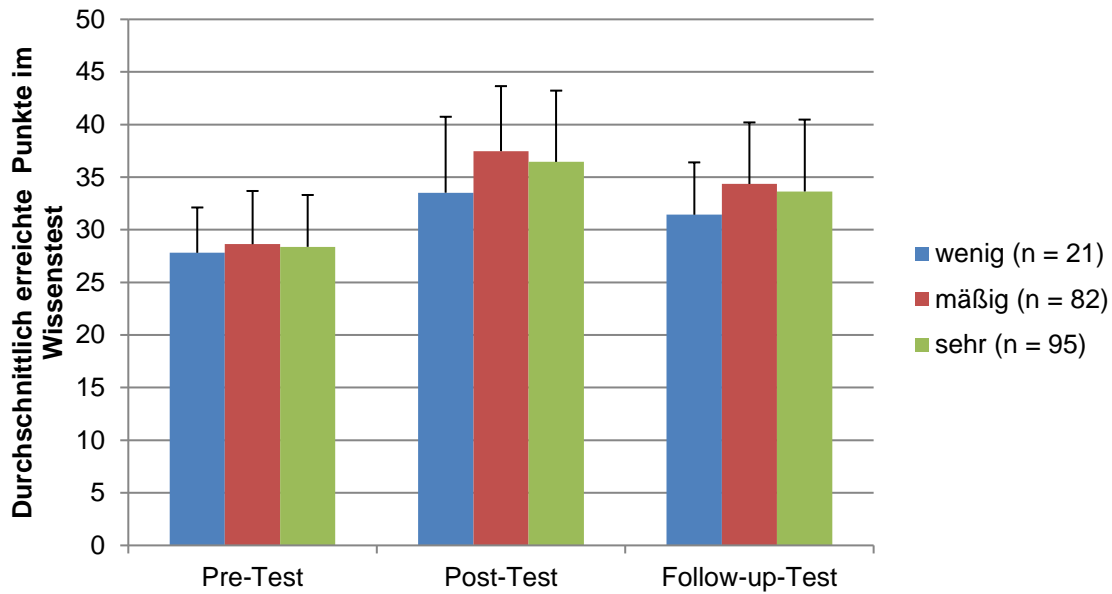
Testzeitpunkt	Interesse an Naturwissensch.	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	wenig	16,86	4,18	14
	mäßig	18,38	5,93	71
	sehr	17,47	4,85	34
Post-Test	wenig	18,71	3,93	14
	mäßig	20,27	5,35	71
	sehr	20,38	4,46	34

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das im Pre-Test erhobene Interesse an Naturwissenschaften besonders im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘, also bei den älteren Schülern, einen signifikanten Einfluss auf den Wissenserwerb hat. Wie anhand von Abbildung 47 und Tabelle 63 zu erkennen, haben die ‚sehr interessierten‘ Schüler zu allen Testzeitpunkten am besten abgeschnitten und zeigen somit insgesamt auch den größten Wissenszuwachs. Bei den jüngeren Schülern, die am Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ teilnahmen, war dieser Einfluss allerdings nicht zu beobachten. Diese Ergebnisse sollen im Diskussionsteil unter Berücksichtigung von Studien zur Entwicklung von Interessen im Laufe der Schullaufbahn noch näher analysiert werden.

### **Einfluss des Interesses an Fremdsprachen auf den Wissenserwerb**

Ebenso wie die Schüler im Pre-Test zu ihrer Selbsteinschätzung zum Interesse an der Naturwissenschaft Biologie befragt wurden, wurden sie nach ihrem Interesse an Fremdsprachen gefragt (s. Kapitel 2.3.3; Tabelle 19). Hierbei haben sich im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) 95 Schüler als sehr, 82 als mäßig und 21 als nur wenig interessiert eingeschätzt. Anhand dieser Gruppierung soll nun überprüft werden, ob diese Selbsteinschätzung bezüglich des fremdsprachlichen Interesses eine Auswirkung auf den Wissenserwerb hatte.

Wie Abbildung 49 und Tabelle 66 bereits vermuten lassen, konnten auch mithilfe einer einfaktoriellen ANOVA keine signifikanten Pre-Test-Unterschiede zwischen den drei Gruppen festgestellt werden ( $F(2, 195) = 0,24; p = 0,79$ ).



**Abbildung 49:** Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Fremdsprachen eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Demnach wurden anschließend drei ANOVAs mit Messwiederholung durchgeführt, von denen die ANOVA, die den Wissenszuwachs zwischen Pre- und Post-Test untersuchte, kein signifikantes Ergebnis ergab ( $F(2, 195) = 2,39$ ;  $p = 0,09$ ). Für die Wissensabnahme zwischen Post- und Follow-up-Test ( $F(2,195) = 0,33$ ;  $p = 0,72$ ) und den langfristigen Wissenserwerb (vom Pre- zum Follow-up-Test) ( $F(2, 195) = 1,14$ ;  $p = 0,32$ ) ließ sich ebenfalls kein signifikantes Ergebnis feststellen.

**Tabelle 66:** Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Fremdsprachen eingeschätzt hatten, im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

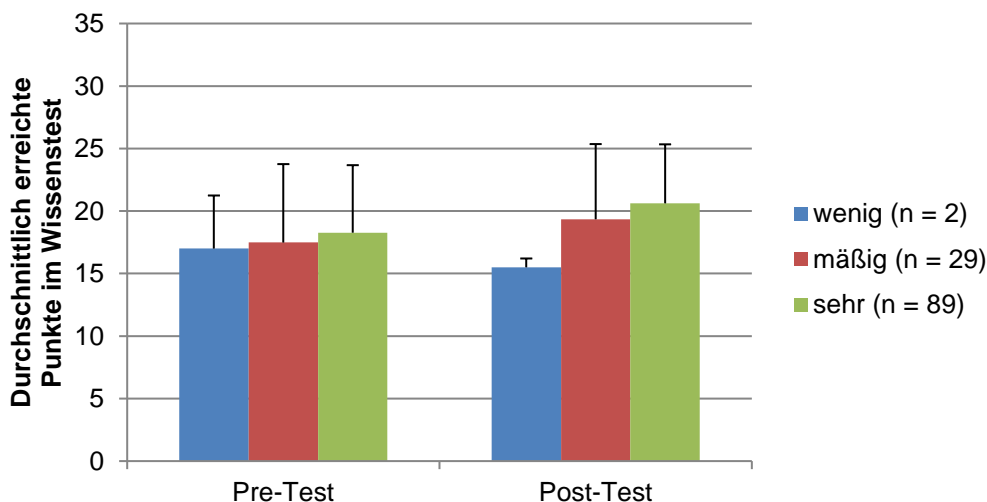
Testzeitpunkt	Interesse an Fremdsprachen	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	wenig	27,81	4,31	21
	mäßig	28,63	5,05	82
	sehr	28,38	4,93	95
Post-Test	wenig	33,52	7,22	21
	mäßig	37,48	6,18	82
	sehr	36,45	6,77	95
Follow-up-Test	wenig	31,43	4,98	21
	mäßig	34,35	5,85	82
	sehr	33,64	6,83	95



Weder für den unmittelbaren Wissenszuwachs noch für den Wissensverlust sowie für die langfristige Wissensspeicherung konnte ein Einfluss der Selbsteinschätzung des eigenen Interesses an Fremdsprachen belegt werden. Es ließ sich somit also insgesamt kein Einfluss des Interesses an Fremdsprachen auf den Wissenserwerb feststellen. Bemerkenswert und diskussionswürdig erscheint darüber hinaus das Ergebnis, dass die Schüler, die sich mäßig interessiert an Fremdsprachen einschätzen, zu allen drei Messzeitpunkten die höchsten Punktzahlen erreicht haben (s. Abbildung 49 und Tabelle 66).

Im Kurs 'A Glue from Snail Slime?!' gab die Mehrheit der Schüler ( $n = 89$ ) an, sehr interessiert an Fremdsprachen zu sein, 29 schätzten sich als mäßig interessiert und lediglich 2 als nur wenig interessiert ein. Insgesamt besteht also unter den Teilnehmern dieses Kurses ein vergleichsweise hohes Interesse an Fremdsprachen.

Anhand von Abbildung 50 und Tabelle 67 lässt sich erkennen, dass die stärker interessierten Schüler offensichtlich auch eine höhere Punktzahl im Wissenstest im Pre- und im Post-Test erreichen. Somit wurde zunächst mittels einer einfaktoriellen ANOVA geprüft, ob zwischen den drei Gruppen zum Zeitpunkt des Pre-Tests signifikante Unterschiede im Wissen vorlagen. Das Ergebnis der ANOVA ( $F(2,117) = 0,25$ ;  $p = 0,78$ ) ließ aber auf keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen schließen.



**Abbildung 50:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Fremdsprachen eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Da keine signifikanten Pre-Test-Unterschiede festgestellt wurden, wurde im Anschluss eine ANOVA mit Messwiederholung verwendet, um eventuelle Unterschiede im Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test zwischen den Gruppen feststellen zu können. Das Ergebnis zeigt, dass auch hier keine signifikanten Unterschiede zu finden waren ( $F(2,117) = 2,34$ ;  $p = 0,10$ ). Im Gegensatz zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ konnte also für den Kurs ‚A Glue From Snail Slime?!‘ selbst an dieser Stelle kein signifikanter Unterschied gefunden werden, so dass davon auszugehen ist, dass das Interesse an Fremdsprachen für die jüngeren Kursteilnehmer dieses Kurses keinerlei Einfluss auf den unmittelbaren Wissenserwerb hatte.

**Tabelle 67:** Von den Kursteilnehmern, die sich im Pre-Test als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Fremdsprachen eingeschätzt hatten, im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

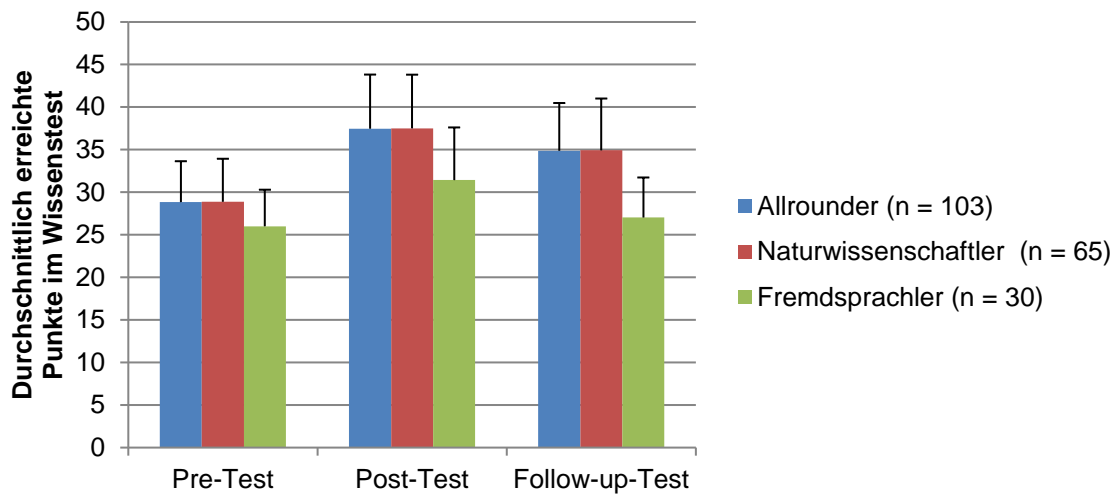
Testzeitpunkt	Interesse an Fremdsprachen	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	wenig	17,00	4,24	2
	mäßig	17,48	6,27	29
	sehr	18,27	5,40	89
Post-Test	wenig	15,50	0,71	2
	mäßig	19,34	6,01	29
	sehr	20,62	4,72	89

Insgesamt lässt sich für beide Kurse festhalten, dass das Interesse an Fremdsprachen keinen entscheidenden Einfluss auf den Wissenserwerb hatte. Für die jüngeren Schüler schien dies sogar völlig ohne Bedeutung zu sein. Dieses Ergebnis sowie das Ergebnis bezüglich des Interesses an Naturwissenschaften bleibt jedoch noch vor dem Hintergrund der Interessentheorie und Ergebnissen anderer Studien zum Einfluss des Interesses auf den Wissenserwerb zu diskutieren.

### **Einfluss des globalen Schülertyps (Clusteranalyse) auf den Wissenserwerb**

Neben den zuvor thematisierten Selbsteinschätzungen des Interesses an der Naturwissenschaft Biologie und an Fremdsprachen wurden die Schüler darüber hinaus mithilfe einer Clusteranalyse in die drei Gruppen ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ eingeteilt (s. Abbildung 39 und Tabelle 53). Hieraus ergaben sich für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) 103 ‚Allrounder‘, 65 ‚Naturwissenschaftler‘ und 30 ‚Fremdsprachler‘ (die Ergebnisse dieser Gruppen im

Wissenstest finden sich in Abbildung 51 und Tabelle 68). Auch für die Zugehörigkeit zu diesen globalen Schülertypkategorien sollte der Einfluss auf den Wissenserwerb untersucht werden.



**Abbildung 51:** Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für die globalen Schülertypkategorien ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Mittels einer einfaktoriellen Varianzanalyse wurde festgestellt, dass zwischen den unterschiedlichen Schülertypen auch Unterschiede im Vorwissen bestanden ( $F(2, 195) = 4,48$ ;  $p = 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,04$ ). Aufgrund dessen flossen die Ergebnisse des Pre-Tests als Kovariate mit in die anschließend durchgeführten ANCOVAs ein. Bei diesen konnte für den Post-Test ein höchst signifikanter Einfluss der Zugehörigkeit zu einem der Schülertypen auf die Testergebnisse gefunden werden ( $F(2, 194) = 7,13$ ;  $p = 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,07$ ). Für den Follow-up-Test wurde unter Berücksichtigung der Pre-Test-Unterschiede ebenfalls ein höchst signifikanter Einfluss der Zugehörigkeit auf den Wissenserwerb festgestellt ( $F(2, 194) = 19,24$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,17$ ).

Demnach hatte es sowohl für die erreichten Punkte im Post-Test als auch im Follow-up-Test eine Relevanz, ob ein Schüler dem Cluster der ‚Allrounder‘, der ‚Fremdsprachler‘ oder der ‚Naturwissenschaftler‘ angehörte. In den bilingual durchgeführten Kursen haben die ‚Allrounder‘ hinsichtlich des Wissenserwerbs insgesamt am besten abgeschnitten. Anhand von Abbildung 51 und Tabelle 68 lässt sich allerdings erkennen, dass der Unterschied zu den ‚Naturwissenschaftlern‘ nur minimal ausfällt. Die ‚Fremdsprachler‘ haben im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen zu allen Testzeitpunkten hingegen im Mittel deutlich schlechtere Ergebnisse im Wissenstest erzielt.

**Tabelle 68:** Von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	globaler Schülertyp	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Allrounder	28,84	4,80	103
	Naturwissenschaftler	28,88	5,06	65
	Fremdsprachler	26,00	4,30	30
Post-Test	Allrounder	37,47	6,36	103
	Naturwissenschaftler	37,51	6,30	65
	Fremdsprachler	31,43	6,18	30
Follow-up-Test	Allrounder	34,87	5,61	103
	Naturwissenschaftler	34,92	6,09	65
	Fremdsprachler	27,03	4,70	30

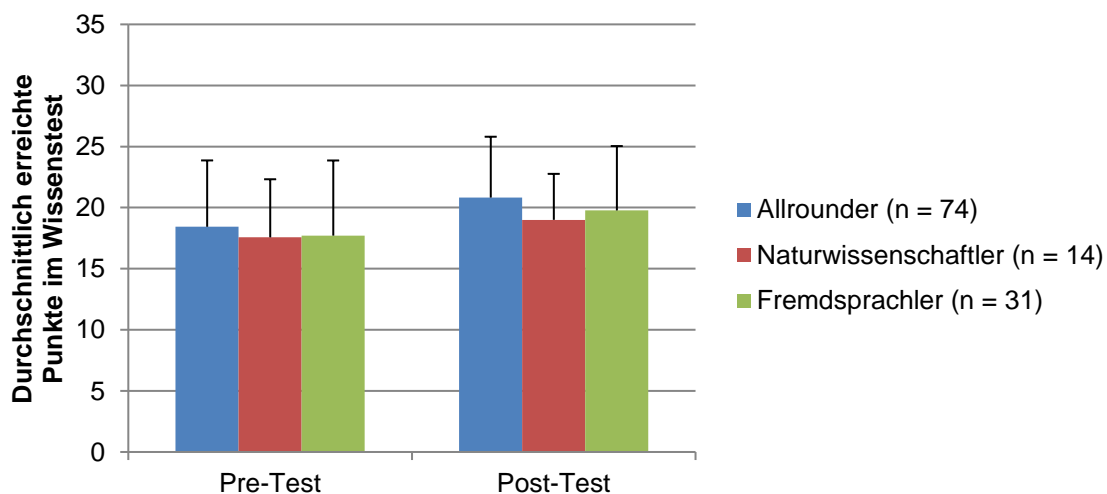
Für die im Rahmen der vorliegenden Studie deutschsprachig durchgeführten Kurse (für die Fälle aus Damerau 2013 lagen keine entsprechenden Daten vor) zum ‚Genetischen Fingerabdruck‘ konnten 28 ‚Allrounder‘, 8 ‚Naturwissenschaftler‘ und 17 ‚Fremdsprachler‘ gefunden werden. Hier konnten im Gegensatz zum ‚Genetic Fingerprinting‘-Kurs bereits im Pre-Test keine Unterschiede zwischen den drei Clustern gefunden werden ( $F(2, 50) = 0,02$ ;  $p = 0,98$ ). Auch die im Folgenden durchgeführten ANOVAs mit Messwiederholung lieferten keine signifikanten Ergebnisse (Pre- → Post-Test:  $F(2, 50) = 0,30$  ;  $p = 0,77$  / Post- → Follow-up-Test:  $F(2, 50) = 0,30$ ;  $p = 0,75$  / Pre- → Follow-up-Test:  $F(2, 50) = 0,41$ ;  $p = 0,67$ ).

Auch im Vergleich von Tabelle 68 und Tabelle 69 lässt sich feststellen, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen in den deutschsprachig durchgeführten Kursen deutlich geringer ausfallen als in den bilingualen Kursen. Insgesamt haben die Fremdsprachler in den deutschsprachigen Kursen außerdem deutlich besser abgeschnitten als in den bilingualen. Dieses Ergebnis ist allerdings noch vor dem Hintergrund der deutlich kleineren Stichprobe für die deutschsprachigen Kurse und der Tatsache, dass die Verteilung der Schüler auf die unterschiedlichen Cluster deutlich anders ausfiel, zu diskutieren.

**Tabelle 69:** Von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	globaler Schülertyp	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Allrounder	26,96	5,69	28
	Naturwissenschaftler	27,38	5,76	8
	Fremdsprachler	26,94	5,30	17
Post-Test	Allrounder	38,75	7,12	28
	Naturwissenschaftler	37,00	9,52	8
	Fremdsprachler	37,47	6,14	17
Follow-up-Test	Allrounder	35,50	6,02	28
	Naturwissenschaftler	34,75	7,67	8
	Fremdsprachler	33,35	7,52	17

Im Kurs ‚A Glue From Snail Slime?!‘ ließen sich mithilfe der Clusteranalyse (s. Abbildung 39 und Tabelle 53) 74 ‚Allrounder‘, 14 ‚Naturwissenschaftler‘ und 31 ‚Fremdsprachler‘ identifizieren. Mittels einer einfaktoriellen ANOVA wurde geprüft, ob es bereits zum Zeitpunkt des Pre-Tests Unterschiede zwischen diesen drei globalen Schülertypen gab. Das Ergebnis ( $F(2, 116) = 0,27$ ;  $p = 0,77$ ) ließ aber, wie auch schon anhand von Abbildung 52 zu erahnen, auf keine signifikanten Pre-Test-Unterschiede schließen.



**Abbildung 52:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für die globalen Schülertypkategorien ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Aufgrund dessen, dass keine signifikanten Pre-Test-Unterschiede zwischen den drei Schülertypen zu finden waren, wurde zur Überprüfung des Einflusses der Zugehörigkeit zu einer der drei Gruppen auf den Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test im Weiteren mit einer ANOVA mit Messwiederholung gearbeitet. Das Ergebnis zeigt, dass keine signifikanten Unterschiede zu finden waren ( $F(2,116) = 0,82$ ;  $p = 0,44$ ).

Für die Kursteilnehmer des Kurses ‚A Glue From Snail Slime?!‘ scheint die Zugehörigkeit zu einem der drei Schülertypen somit für den Wissenserwerb im Kurs nicht von Bedeutung gewesen zu sein.

**Tabelle 70:** Von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

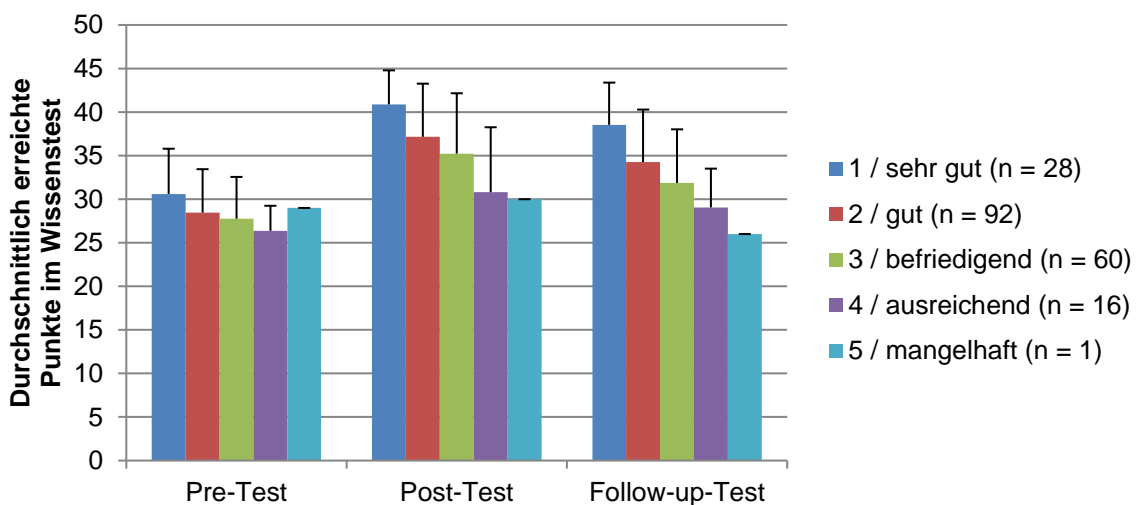
Testzeitpunkt	globaler Schülertyp	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	Allrounder	18,43	5,43	74
	Naturw.-schaftler	17,57	4,75	14
	Fremdsprachler	17,71	5,52	31
Post-Test	Allrounder	20,82	4,98	74
	Naturw.-schaftler	19,00	3,76	14
	Fremdsprachler	19,77	5,26	31

Insgesamt scheint es für den Wissenserwerb in den Schülerlaborkursen ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘ von untergeordneter Bedeutung gewesen zu sein, ob die Schüler eher ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ oder ‚Fremdsprachler‘ waren. Basierend hierauf kann also angenommen werden, dass das Lehr-Lern-Arrangement alle Schülertypen gleichermaßen anspricht und ihren Wissenszuwachs fördert. Im Gegensatz dazu lag im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ allerdings ein höchst signifikanter Einfluss des Schülertyps auf den Wissenserwerb vor.

Es ist zusammenfassend eine leichte Tendenz dahingehend festzustellen, dass die ‚Allrounder‘ inhaltlich im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen am meisten und die ‚Fremdsprachler‘ am wenigsten profitiert haben. Auch diese Aspekte sollen aber im Diskussionsteil noch näher erläutert werden.

### Einfluss der Biologienote auf den Wissenserwerb

Im Rahmen des Pre-Tests wurden die Schüler außerdem dazu aufgefordert, ihre letzte Schulnote im Fach Biologie anzugeben. Hier war im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) bei 28 Schülern die letzte Biologienote eine 1 (sehr gut), bei 92 eine 2 (gut), bei 60 eine 3 (befriedigend), bei 16 eine 4 (ausreichend) und bei einem Schüler eine 5 (mangelhaft). Die Note 6 (ungenügend) wurde von keinem der Schüler angegeben. Ob die vorherigen Schulnoten im Fach Biologie einen Einfluss auf den Wissenserwerb im Schülerlaborkurs haben, sollte durch weitere statistische Tests untersucht werden.



**Abbildung 53:** Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Schüler mit unterschiedlichen Biologienoten (Skalenmaximum= 51 Punkte)

Eine einfaktorielle ANOVA belegt, wie Abbildung 53 und Tabelle 71 bereits annehmen lassen, dass bereits zum Zeitpunkt des Pre-Tests signifikante Unterschiede zwischen den unterschiedlich benoteten Schülern vorlagen ( $F(4, 192) = 2,44$ ;  $p \leq 0,05$ ;  $\eta_p^2 = 0,05$ ). Aufgrund der vorliegenden Unterschiede wurden anschließend ANCOVAs für den Post- und den Follow-up-Test durchgeführt, bei denen die Pre-Test-Ergebnisse jeweils als Kovariate berücksichtigt wurden.

Für den Post-Test ergab sich ein signifikanter Einfluss der Biologienote auf den Wissenserwerb ( $F(4, 191) = 5,57$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,10$ ). Ein ebenso deutlicher, höchst signifikanter Einfluss der Biologienote ergab sich für die im Follow-up-Test erreichten Ergebnisse ( $F(4, 191) = 7,03$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,13$ ).

**Tabelle 71:** Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Biologienoten im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Biologienote	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	1	30,61	4,85	28
	2	28,47	6,03	92
	3	27,77	6,15	60
	4	26,38	4,45	16
	5	29		1
Post-Test	1	40,89	3,90	28
	2	37,16	6,10	92
	3	35,23	6,93	60
	4	30,81	7,45	16
	5	30		1
Follow-up-Test	1	38,54	4,85	28
	2	34,26	6,03	92
	3	31,87	6,15	60
	4	29,06	4,45	16
	5	26		1

Die vorherige Benotung der Schüler im Fach Biologie hatte also einen signifikanten Einfluss darauf, wie viel die Schüler im Schülerlaborkurs ‚Genetic Fingerprinting‘ dazugelernt haben (Post-Test) und einen ebenso entscheidenden Einfluss darauf, wie viel des erworbenen Wissens bis zum Zeitpunkt des Follow-up-Tests noch erhalten blieb. Wie anhand von Abbildung 53 und Tabelle 71 zu erkennen, erzielten die Schüler mit den besten Biologienoten auch im Schülerlaborkurs die besten Wissenstestergebnisse.

In den deutschsprachig durchgeführten Kursen (‚Genetischer Fingerabdruck‘) war bei 40 Schülern die letzte Biologienote eine 1 (sehr gut), bei 74 eine 2 (gut), bei 73 eine 3 (befriedigend), bei 36 eine 4 (ausreichend) und bei einem Schüler eine 5 (mangelhaft). Die Note 6 (ungenügend) wurde hier ebenfalls von keinem der Schüler angegeben. Auch hier ließen sich bereits im Pre-Test höchst signifikante Unterschiede zwischen Schülern mit unterschiedlichen Biologienoten feststellen ( $F(4,219) = 11,69$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,18$ ). Durch die im Anschluss durchgeführten ANCOVAs ließ sich ein signifikanter Einfluss der Biologienote auf die im Post-Test erreichten Punkte ( $F(4,218) = 3,06$ ;  $p = 0,02$ ;  $\eta_p^2 = 0,05$ ) und ein höchst signifikanter Einfluss auf die im

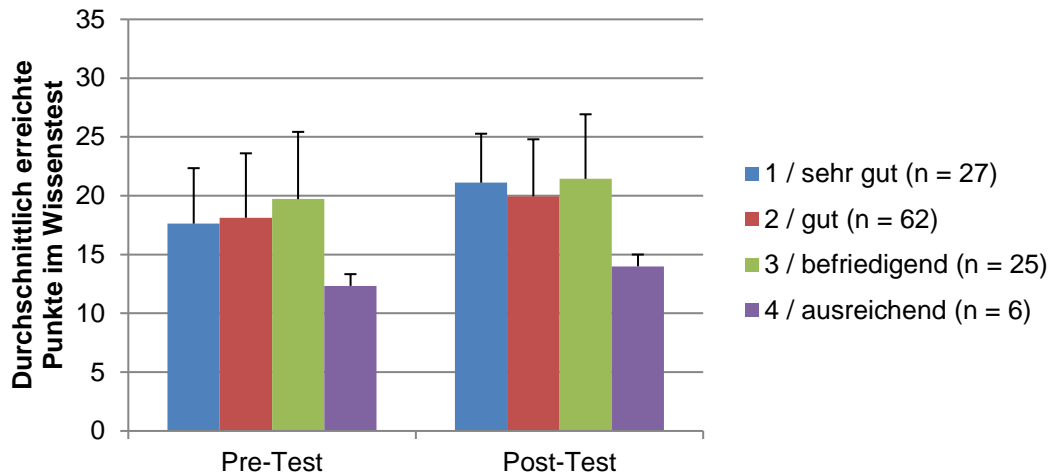


Follow-up-Test erreichte Punktzahl ( $F(4,218) = 8,35$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,13$ ) belegen. Auch hier erzielten also die Schüler mit den besten Biologienoten stets die besten Ergebnisse im Wissenstest. Die vergleichsweise hohe erreichte Punktzahl der Gruppe mit der Note 5 im Pre-Test (vgl. Tabelle 72) lässt sich dadurch erklären, dass die Teilstichprobe aus nur einem Schüler bestand.

**Tabelle 72:** Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Biologienoten im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Biologienote	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	1	32,58	6,05	40
	2	29,70	5,12	74
	3	26,56	5,60	73
	4	24,42	5,08	36
	5	29		1
Post-Test	1	43,82	4,50	40
	2	39,83	6,38	74
	3	37,59	6,85	73
	4	36,78	5,77	36
	5	37		1
Follow-up-Test	1	40,63	4,78	40
	2	35,92	6,15	74
	3	32,15	6,76	73
	4	31,25	4,93	36
	5	26		1

Im Schülerlaborkurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ gaben 27 Schüler an, als letzte Biologienote eine 1 (sehr gut) gehabt zu haben. 62 Schüler gaben eine 2 (gut), 25 eine 3 (befriedigend) und 6 eine 4 (ausreichend) als letzte Biologienote an. Die Noten 5 (mangelhaft) und 6 (ungenügend) wurden von keinem der Kursteilnehmer angekreuzt. Wie Abbildung 54 und Tabelle 73 bereits vermuten lassen, bestanden bereits zum Zeitpunkt des Pre-Tests signifikante Unterschiede im Wissen zwischen Schülern mit unterschiedlichen Biologienoten. Dies wird durch ein signifikantes Ergebnis einer einfaktoriellen ANOVA mit dem Faktor der Biologienote ( $F(3,116) = 3,06$ ;  $p = 0,03$ ;  $\eta_p^2 = 0,07$ ) bestätigt.



**Abbildung 54:** Ergebnisse des Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer mit unterschiedlichen Biologienoten (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Aufgrund der signifikanten Pre-Test-Unterschiede wurde anschließend eine ANCOVA mit den Ergebnissen des Pre-Tests als Kovariate durchgeführt. Auch hier ließ sich ein hoch signifikanter Einfluss der letzten Biologienote auf den Wissenserwerb im Schülerlaborkurs finden ( $F(3, 115) = 3,93$ ;  $p = 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,09$ ). Aufgrund der Effektstärke von  $\eta_p^2 = 0,09$  kann hier von einem mittleren bis großen Effekt gesprochen werden.

Für die Schüler, die am Kurs ‚A Glue From Snail Slime?!‘ teilgenommen haben, scheint ihre vorherige Benotung im Fach Biologie also ebenfalls einen wichtigen Prädiktor für den Wissenserwerb im Schülerlaborkurs dargestellt zu haben.

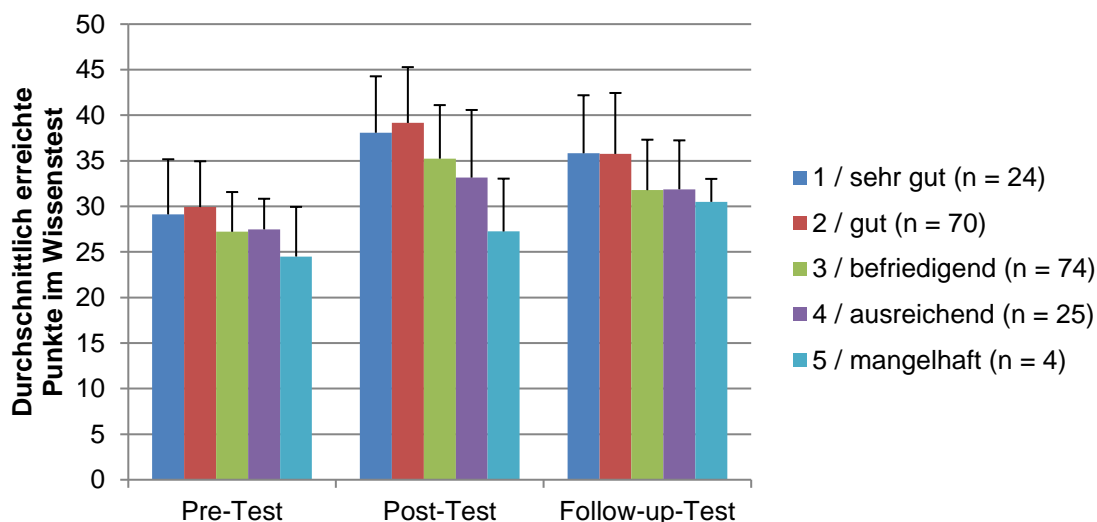
**Tabelle 73:** Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Biologienoten im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Biologienote	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	1	17,63	4,72	27
	2	18,13	5,48	62
	3	19,72	5,71	25
	4	12,33	6,89	6
Post-Test	1	21,11	4,16	27
	2	19,95	4,85	62
	3	21,44	5,49	25
	4	14	5,48	6

Zusammenfassend bleibt somit festzuhalten, dass die vorherige Biologienote der Kursteilnehmer in beiden Schülerlaborkursen, also unabhängig vom Alter und dem Punkt der Schullaufbahn, an dem die Schüler sich befanden, eine wichtige Einflussgröße bezüglich des Wissenserwerbs im Kurs dargestellt hat. Dieser Effekt scheint einerseits für die jüngeren Schüler noch stärker zuzutreffen und andererseits, wie für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ zu sehen war, besonders die langfristige Speicherung der Wissensinhalte zu betreffen. Auch dieser Punkt soll vor dem Hintergrund weiterer Forschungsergebnisse in der Diskussion erneut aufgegriffen werden.

### Einfluss der Englischnote auf den Wissenserwerb

Ebenso wie nach ihrer letzten Biologienote wurden die Schüler auch nach ihrer letzten Englischnote gefragt. Hier gaben im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (bilinguales Treatment) 24 Schüler an, eine 1 (sehr gut) gehabt zu haben, 70 eine 2 (gut), 74 eine 3 (befriedigend), 25 eine 4 (ausreichend) und 4 eine 5 (mangelhaft). Die Note 6 (ungenügend) wurde auch hier kein Mal genannt. Auch für die vorherige Benotung der Schüler im Fach Englisch sollte deren Einfluss auf den Wissenserwerb über die Messzeitpunkte festgestellt werden. Abbildung 55 und Tabelle 74 zeigen bezüglich der Unterschiede zwischen den unterschiedlich benoteten Schülern im Pre-Test ein relativ eindeutiges Bild. Eine einfaktorielle ANOVA lieferte ein signifikantes Ergebnis ( $F(4, 192) = 4,01; p \leq 0,01; \eta_p^2 = 0,08$ ), was bedeutet, dass hinsichtlich des Pre-Test-Wissens tatsächlich bereits hoch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen vorlagen.



**Abbildung 55:** Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ für Schüler mit unterschiedlichen Englischnoten (Skalenmaximum = 51 Punkte)

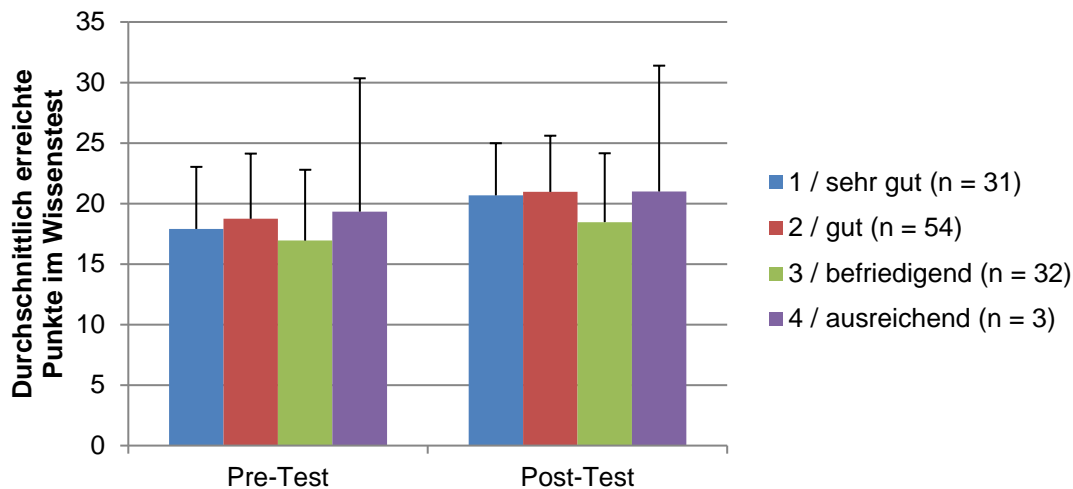
Aufgrund der vorliegenden Pre-Test-Unterschiede wurden anschließend drei ANCOVAs mit den Pre-Test-Ergebnissen als Kovariate durchgeführt. Hierbei ließ sich feststellen, dass die letzte Englischnote einen höchst signifikanten Einfluss auf die im Post-Test erreichten Punkte hatte ( $F(4, 191) = 4,98$ ;  $p = 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,09$ ). Der Einfluss auf die im Follow-up Test erreichten Ergebnisse war ebenfalls noch signifikant ( $F(4, 191) = 2,62$ ;  $p = 0,04$ ;  $\eta_p^2 = 0,05$ ). Anhand der Effektstärken lässt sich erkennen, dass der Effekt weniger bedeutsam ist als der Einfluss auf die Post-Test-Ergebnisse. Dennoch hat die letzte Englischnote also auch einen Einfluss auf das langfristige Behalten der Inhalte.

**Tabelle 74:** Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Englischnoten im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Englischnote	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	1	29,13	6,05	24
	2	29,93	5,02	70
	3	27,22	4,36	74
	4	27,48	3,36	25
	5	24,50	5,45	4
Post-Test	1	38,08	6,19	24
	2	39,16	6,12	70
	3	35,24	5,87	74
	4	33,16	7,42	25
	5	27,25	5,79	4
Follow-up-Test	1	35,83	6,36	24
	2	35,76	6,69	70
	3	31,78	5,53	74
	4	31,88	5,36	25
	5	30,50	2,52	4

Insgesamt kann hier ebenfalls festgehalten werden, dass die Schüler mit den besten Englischnoten im Schnitt auch die besten Ergebnisse (mit der Ausnahme, dass die Schüler mit der Note 2 teilweise knapp vor denen mit der Note 1 lagen) im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ erzielten (s. Abbildung 55 und Tabelle 74).

Von den Teilnehmern des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ gaben 31 eine 1 (sehr gut), 54 eine 2 (gut), 32 eine 3 (befriedigend) und nur 3 eine 4 (ausreichend) als ihre letzte Note im Fach Englisch an.



**Abbildung 56:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer mit unterschiedlichen Englischnoten (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Für die erreichten Punkte im Pre-Test zeigen Abbildung 56 und Tabelle 75 ein eher uneindeutiges Bild. Bei der Prüfung des Einflusses der Englischnote auf das Pre-Test-Wissen mittels einfaktorieller ANOVA zeigte sich, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Schülern mit unterschiedlicher vorheriger Benotung zu finden waren ( $F(3, 116) = 0,76$ ;  $p = 0,52$ ). Demnach wurde zur Prüfung des Einflusses der Englischnote auf den Wissenserwerb vom Pre- zum Post-Test eine ANOVA mit Messwiederholung verwendet. Das Ergebnis lässt erkennen, dass kein signifikanter Einfluss der Englischnote auf den Wissenserwerb bestand ( $F(3, 116) = 1,19$ ;  $p = 0,32$ ) und die vorherige Englischnote für den Wissenserwerb im Kurs keinen entscheidenden Faktor darstellt. Bei der Betrachtung von Abbildung 56 und Tabelle 75 fällt außerdem auf, dass die Schüler mit der schlechtesten Englischnote im Post-Test die höchste Punktzahl erreicht haben. Dies weist im Besonderen darauf hin, dass die Englischnote kein wesentlicher Prädiktor für den Wissenserwerb gewesen zu sein scheint. Aufgrund dessen, dass sich in der Gruppe der Schüler mit der Note 4 (ausreichend) nur drei Schüler befanden und die Standardabweichung sehr hoch ist ( $SD = 10,39$ ), darf dieses Ergebnis allerdings nicht überbewertet werden.

**Tabelle 75:** Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Englischnoten im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ )

Testzeitpunkt	Biologienote	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $n$ )
Pre-Test	1	17,90	5,13	31
	2	18,74	5,38	54
	3	16,94	5,85	32
	4	19,33	11,02	3
Post-Test	1	20,68	4,31	31
	2	20,96	4,64	54
	3	18,47	5,69	32
	4	21	10,39	3

Insgesamt konnte für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ festgestellt werden, dass die vorherige Englischnote, besonders im Vergleich zur vorherigen Biologienote, keinen entscheidenden Einfluss auf den Wissenserwerb in den Kursen hatte. Schüler, die zuvor eine schlechte Englischnote hatten, konnten in diesem (bilingualen) Kurs also auch gute Ergebnisse im Wissenstest erzielen. Im Gegensatz dazu hatte die vorherige Englischnote im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ allerdings doch einen Einfluss auf den inhaltlichen Wissenserwerb.

Der Einfluss der vorherigen Benotungen in beiden Fächern soll auch im Diskussions teil noch einmal aufgegriffen und vor dem Hintergrund weiterer Studien zum Einfluss von Benotungen diskutiert werden. Außerdem soll die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Beurteilung des gesamten bilingualen Lehr-Lern-Konzepts und die mögliche Förderung bestimmter Schülergruppen näher erläutert werden.

### **Zusammenfassung (Einfluss der Personenvariablen auf den Wissenserwerb)**

Die im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ erhobene Zugehörigkeit zu einem **Grund- oder Leistungskurs** hatte sowohl einen signifikanten Einfluss auf den unmittelbaren (vom Pre- zum Post-Test) als auch auf den langfristigen Wissenszuwachs (zum Follow-up-Test hin). Der Einfluss auf den langfristigen Wissenszuwachs ist hier als der bedeutendere einzustufen. Das **Geschlecht** hatte in den bilingualen Schülerlaborkursen (‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘) einen geringen Einfluss auf den unmittelbaren Wissenserwerb. Weibliche Kursteilnehmer lernten vom Pre- zum

Post-Test im Allgemeinen mehr dazu als männliche Kursteilnehmer. Zum Follow-up-Test hin waren allerdings keine signifikanten Unterschiede mehr zu finden. Auffallend war außerdem, dass bei den jüngeren Schülern (im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘) die Mädchen bereits im Pre-Test höchst signifikant höhere Punktzahlen im Wissenstest erzielt haben als ihre männlichen Mitschüler. Bei den Kursteilnehmern des deutschsprachigen Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ konnte hingegen keinerlei Einfluss des Geschlechts auf den Wissenserwerb festgestellt werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die bilingualen Kurse hinsichtlich des unmittelbaren Wissenszuwachses günstigere Lernbedingungen für weibliche Kursteilnehmer bieten als für männliche.

**Vorherige Schülerlaborerfahrungen** konnten als kein entscheidender Faktor für den Wissenserwerb in beiden Schülerlaborkursen identifiziert werden. **Vorherige Erfahrungen mit bilingualem Unterricht** spielten im bilingualen Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ sowohl eine Rolle beim unmittelbaren als auch beim langfristigen Wissenserwerb. Allerdings schnitten zu allen Zeitpunkten die Schüler ohne vorherige Erfahrung mit bilingualem Unterricht besser ab. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ spielte dieser Aspekt beim biologischen Wissenserwerb keinerlei Rolle. Insgesamt war es also für den Erfolg auf inhaltlicher Ebene von geringer Bedeutung, ob die Schüler bereits Erfahrungen mit bilingualem Unterricht gesammelt hatten oder nicht.

Das von den Schülern selbst eingeschätzte **Interesse an Naturwissenschaften** hatte bei den Schülern der ‚Genetic Fingerprinting‘- und ‚Genetischer Fingerabdruck‘-Kurse hingegen einen höchst signifikanten Einfluss darauf, wie viele Punkte sie im Wissenstest zum Zeitpunkt des Pre- und des Follow-up-Tests erreichten. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ konnte dieser Effekt im Gegensatz dazu allerdings nicht gefunden werden. Es lässt sich also einerseits annehmen, dass das naturwissenschaftliche Interesse umso mehr von Bedeutung für den Wissenserwerb ist, je älter die Schüler sind. Andererseits kann der Einfluss des Interesses aber auch durch das Kursthema beeinflusst sein. Im Vergleich zum Interesse an den Naturwissenschaften spielte das **Interesse an Fremdsprachen** in Bezug auf den inhaltlichen Wissenserwerb eine untergeordnete Rolle. Im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ war weder beim unmittelbaren noch beim langfristigen Wissenserwerb ein Einfluss des Interesses an Fremdsprachen festzustellen. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ war keinerlei Einfluss auf den Wissenserwerb zu finden.

Mittels einer Clusteranalyse wurden **drei globale Schülertypen** identifiziert, die als ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ bezeichnet wurden. Auch für die Zugehörigkeit zu einer dieser drei Gruppen wurde für alle drei Schülerlaborkurse der Einfluss auf den Wissenserwerb überprüft. Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ konnte jeweils (für den Post- und den Follow-up-Test) ein höchst signifikanter Einfluss des Schülertyps auf den Wissenserwerb festgestellt werden. Hier haben die ‚Fremdsprachler‘ zu allen drei Messzeitpunkten die geringste Punktzahl erreicht. In den deutschsprachigen ‚Genetischer Fingerabdruck‘-Kursen konnte hingegen kein signifikanter Einfluss des Schülertyps gefunden werden. Dies trifft in gleicher Weise auf den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ zu.

Ein Einfluss der **vorherigen Biologienote** war in allen Schülerlaborkursen auf den unmittelbaren und ganz besonders auf den langfristigen Wissenserwerb festzustellen. Die Schüler mit besseren Biologienoten erreichten stets signifikant bessere Ergebnisse im Wissenstest als die mit schlechteren. Dieser Effekt war im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ besonders ausgeprägt. Die vorherige Biologienote der Kursteilnehmer stellt also eine wichtige Einflussgröße für den inhaltlich biologischen Wissenserwerb in den jeweiligen Schülerlaborkursen dar.

Ebenso wie für die vorherige Biologienote wurde der Einfluss der **letzten Englischnote** auf den Wissenserwerb untersucht. Hier konnte für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ein höchst signifikanter Einfluss der letzten Englischnote auf die im Post-Test erreichten Ergebnisse gefunden werden. Auch der Einfluss auf die Follow-up-Test-Ergebnisse stellte sich als noch signifikant heraus. Somit kommt der letzten Englischnote in Bezug auf den Wissenserwerb in den bilingualen Kursen ebenfalls eine entscheidende Rolle zu. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ stellte die letzte Englischnote hingegen keinen entscheidenden Einflussfaktor dar.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen lässt sich zusammenfassend festhalten, dass die meisten der erhobenen Personenvariablen entscheidenden Einfluss auf den biologischen Wissenserwerb in den Schülerlaborkursen hatten. Besonders das im Pre-Test erhobene Interesse an Naturwissenschaften, die letzte Biologienote und der Schülertyp hatten einen signifikanten Einfluss auf die im Post- und Follow-up-Test erreichten Punkte im Wissenstest.



## 3.2 ERGEBNISSE (AFFEKTIV)

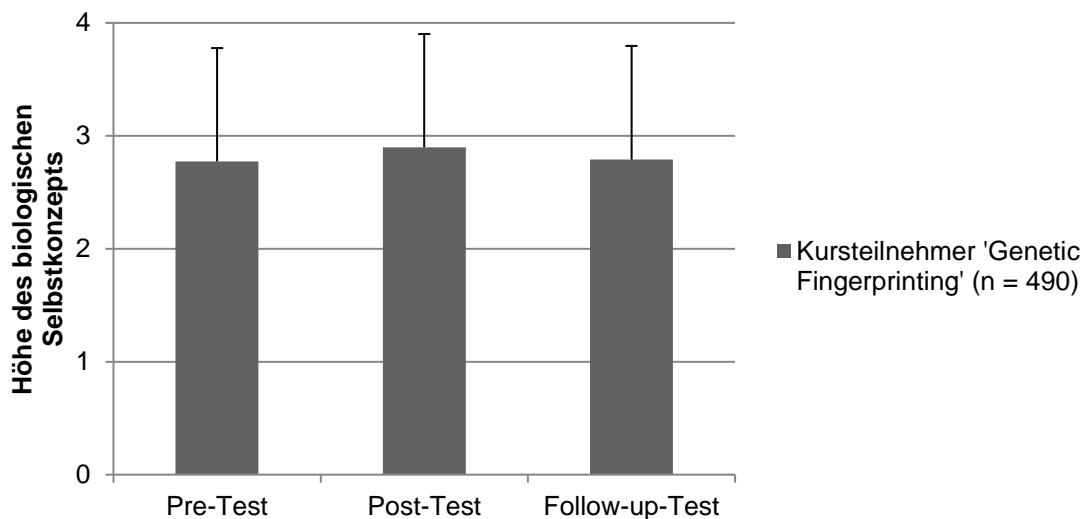
**4)** Welchen Einfluss hat ein eintägiger Laborbesuch auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept? Liegen hinsichtlich des biologischen und fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzepts auch für die vorliegende Studie zwei Dimensionen vor? Welchen Einfluss hat in diesem Zusammenhang die Kurs- bzw. Arbeitssprache?

**H4a:** Aufgrund des selbständigen Experimentierens in der Laborsituation kommt es zu einer generellen Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts.

**H4b:** Aufgrund der nachgewiesenen Allgemeingültigkeit des Referenzrahmenmodells lassen sich hinsichtlich des fremdsprachlichen und biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts zwei unterschiedliche Dimensionen finden.

**H4c:** Das biologische Fähigkeitsselbstkonzept entwickelt sich in den bilingualen und deutschsprachigen Kursen aufgrund der Arbeitssprache jeweils unterschiedlich.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde zunächst für alle Kursteilnehmer der Kurse 'Genetischer Fingerabdruck' und 'Genetic Fingerprinting' untersucht, ob und inwieweit sich ihr biologisches Fähigkeitsselbstkonzept über die drei Messzeitpunkte verändert hat (s. Abbildung 57 und Tabelle 76). Hierzu wurde eine ANOVA mit Messwiederholung verwendet.



**Abbildung 57:** Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts aller Kursteilnehmer der Kurse 'Genetic Fingerprinting' und 'Genetischer Fingerabdruck' (Skalenmaximum= 4)

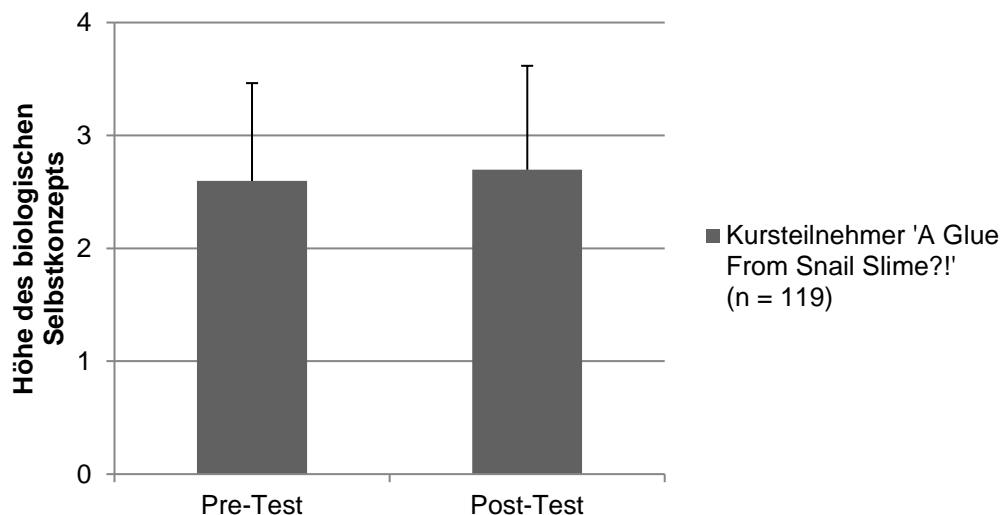
Das Ergebnis dieser ANOVA zeigt einen höchst signifikanten Haupteffekt des Faktors Zeit ( $F(2, 976) = 8,46; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,02$ ). Das bedeutet, dass eine signifikan-

te Veränderung des biologischen Selbstkonzepts über die drei Messzeitpunkte stattgefunden hat. Aufgrund der geringen Effektstärke kann allerdings insgesamt nur von einem kleinen Effekt gesprochen werden.

**Tabelle 76:** Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Kursteilnehmer der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	2,77	1,00	489
Post-Test	2,90	1,00	489
Follow-up-Test	2,79	1,01	489

Für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurde die Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts in Pre- und Post-Test mittels eines *t*-Test für verbundene Stichproben verglichen. Im Vergleich zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ konnte für die Kursteilnehmer keine signifikante Veränderung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts festgestellt werden.



**Abbildung 58:** Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts aller Kursteilnehmer des Kurses ‚A Glue From Snail Slime?!‘ (Skalenmaximum= 4)

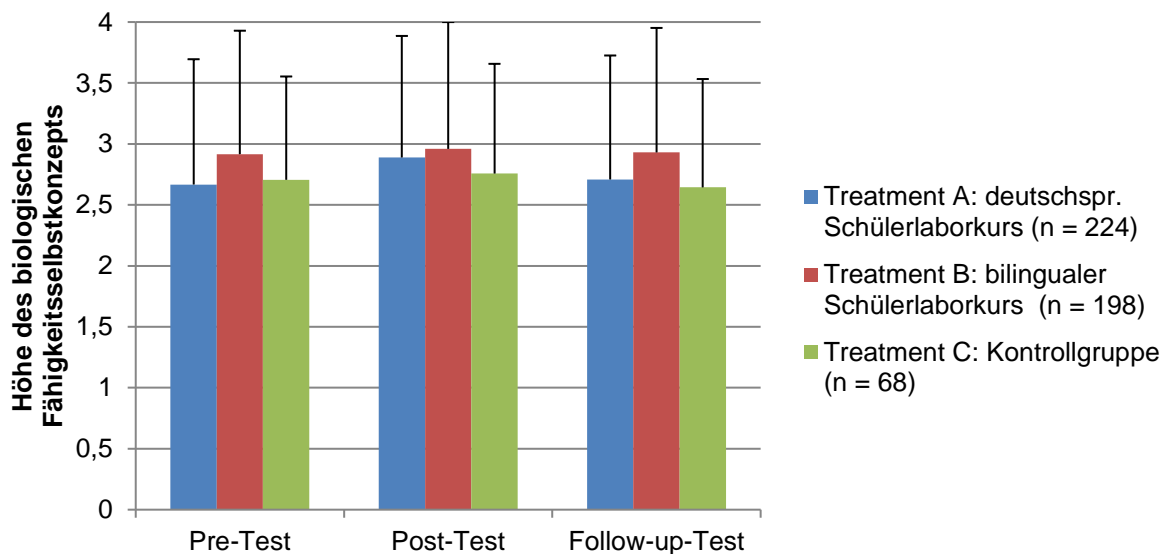
Anhand von Abbildung 58 und Tabelle 77 kann zwar anhand der Mittelwerte eine Steigerung vermutet werden, allerdings stellte sich diese als nicht signifikant heraus ( $t(119) = -1,46$ ;  $p = 0,15$ ). Im Gegensatz zu den älteren Schülern des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘, bei denen eine signifikante Steigerung festzustellen war, war bei die-

sen jüngeren Schülern des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ also keine signifikante Veränderung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts zu verzeichnen.

**Tabelle 77:** Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Kursteilnehmer des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ mit Standardabweichungen (SD) und Stichprobengrößen (N)

Testzeitpunkt	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	2,60	0,87	119
Post-Test	2,70	0,92	119

Zur Prüfung des Einflusses des Treatments und damit auch der Arbeitssprache auf die Entwicklung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts (Abbildung 59 und Tabelle 78) wurde zunächst eine einfaktorielle ANOVA für den Zeitpunkt des Pre-Tests durchgeführt. Es zeigte sich, dass signifikante Unterschiede im biologischen Fähigkeitsselbstkonzept zwischen den drei Treatmentgruppen (deutsch, bilingual, Kontrollgruppe) vorzufinden waren ( $F(2,487) = 3,46$ ;  $p = 0,03$ ;  $\eta_p^2 = 0,01$ ).



**Abbildung 59:** Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts für die verschiedenen Treatmentgruppen des Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ (Skalenmaximum = 4)

Im Anschluss wurden daher ANCOVAs durchgeführt, die die Pre-Test-Ergebnisse als Kovariate berücksichtigen. Hierbei erwies sich der Einfluss des Treatments sowohl auf die Post- (Haupteffekt Treatment:  $F(2,485) = 2,06$ ;  $p = 0,13$ ) als auch auf die Follow-up-Test-Ergebnisse (Haupteffekt Treatment:  $F(2,486) = 0,94$ ;  $p = 0,39$ ) als

nicht signifikant. Es konnte also insgesamt kein Einfluss des Treatments auf die Entwicklung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts festgestellt werden. Somit kann ebenfalls festgehalten werden, dass die Arbeitssprache im Kurs keinen Einfluss auf die Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts zu den verschiedenen Testzeitpunkten hatte. Diesen Aspekt gilt es im Zusammenhang mit Theorien zu Fähigkeitsselbstkonzepten und zur Verwendung verschiedener Arbeitssprachen im Rahmen der Diskussion noch näher zu betrachten.

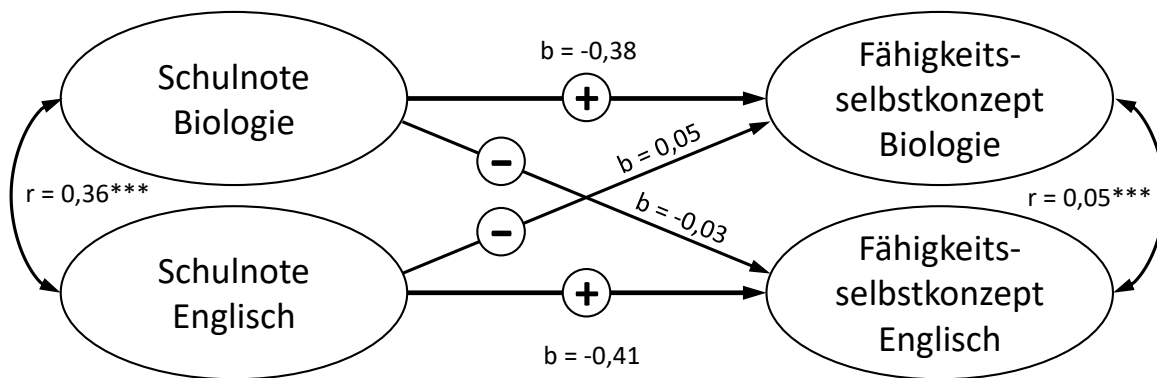
**Tabelle 78:** Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der verschiedenen Treatmentgruppen im Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	Treatment	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	Treatment A	2,67	1,03	224
	Treatment B	2,92	1,01	198
	Kontrollgruppe	2,71	0,85	68
Post-Test	Treatment A	2,89	0,99	224
	Treatment B	2,96	1,04	198
	Kontrollgruppe	2,76	0,90	68
Follow-up-Test	Treatment A	2,71	1,02	224
	Treatment B	2,93	1,02	198
	Kontrollgruppe	2,64	0,89	68

Zur Überprüfung von Hypothese H4b bzw. der im Referenzrahmenmodell (Marsh 1986, 1990) angenommenen Zusammenhänge zwischen fremdsprachlichem sowie biologischem Fähigkeitsselbstkonzept und der Englisch- sowie der Biologienote (s. Abbildung 13) für die vorliegende Stichprobe wurden Korrelationen und lineare Regressionen berechnet, die in Abbildung 60 in Anlehnung an Marsh (1986, 1990) veranschaulicht sind. Zunächst konnte festgestellt werden, dass das fremdsprachliche Fähigkeitsselbstkonzept mit dem biologischen Fähigkeitsselbstkonzept nahezu unkorreliert ist ( $r = 0,05$ ;  $p = 0,31$ ;  $N = 431$ ), was dafür spricht, dass auch hier von zwei unterschiedlichen Dimensionen ausgegangen werden kann. Im Gegensatz dazu ließ sich aber eine höchst signifikante Korrelation zwischen der Englisch- und der Biologienote finden ( $r = 0,36$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $N = 438$ ).

Darüber hinaus konnte mittels linearer Regression festgestellt werden, dass die Biologienote einen signifikanten Prädiktor des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts

darstellt ( $b = -0,38^{15}$ ;  $t(606) = -9,19$ ;  $p \leq 0,001$ ). Die Biologienote erklärt einen signifikanten Anteil der Varianz des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts ( $R^2 = 0,12$ ;  $F(1,606) = 84,41$ ;  $p \leq 0,001$ ). Ebenso stellt die Englischnote einen signifikanten Prädiktor des Fähigkeitsselbstkonzepts im Bereich des Englischen dar ( $b = -0,41$ ;  $t(428) = -11,86$ ;  $p \leq 0,001$ ). Hier klärt die Englischnote sogar 25 Prozent der Varianz des Fähigkeitsselbstkonzepts (Englisch) auf ( $R^2 = 0,25$ ;  $F(1,428) = 140,64$ ;  $p \leq 0,001$ ). Andererseits stellt die Biologienote keinen signifikanten Prädiktor des Fähigkeitsselbstkonzepts im Bereich des Englischen dar ( $b = -0,03$ ;  $t(428) = -0,44$ ;  $p = 0,66$ ). Die Varianzaufklärung liegt bei 0 Prozent ( $R^2 = 0,00$ ;  $F(1,428) = 0,19$ ;  $p = 0,66$ ). Ebenso sagt die Englischnote das biologische Fähigkeitsselbstkonzept nicht signifikant vorher ( $b = 0,05$ ;  $t(435) = 0,99$ ,  $p = 0,32$ ). Die Varianzaufklärung liegt ebenfalls bei nahezu 0 Prozent ( $R^2 = 0,002$ ,  $F(1,435) = 0,99$ ,  $p = 0,32$ ).



**Abbildung 60:** Zusammenhänge zwischen Schulnoten und Fähigkeitsselbstkonzepten der Fächer Englisch und Biologie; in Anlehnung an das Referenzrahmenmodell (Marsh 1986; 1990; Marsh et al. 1991); dargestellt sind Pearson-Korrelationen ( $r$ ) und Regressionskoeffizienten ( $b$ ); Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*\*\*:  $p \leq 0,001$

Somit kann angenommen werden, dass auch in der vorliegenden Stichprobe mit dem englischen und biologischen Fähigkeitsselbstkonzept zwei unterschiedliche Dimensionen des akademischen Fähigkeitsselbstkonzepts existieren. Auch hinsichtlich aller anderen im Referenzrahmenmodell (Marsh 1986; 1990) angenommen Zusammenhänge und Einflüsse bestätigt sich deren Existenz auch für die Stichprobe der vorliegenden Studie. Somit können Ergebnisse zum biologischen und fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzept (Englisch) anhand der Annahmen des Modells diskutiert und Fähigkeitsselbstkonzept (Englisch) anhand der Annahmen des Modells diskutiert und interpretiert werden.

<sup>15</sup> Die negativen Regressionskoeffizienten sind durch das deutsche Notensystem bedingt (1 = beste Note; 6 = schlechteste Note).

## ZUSAMMENFASSUNG

Insgesamt kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Teilnahme an einem eintägigen Laborkurs nur einen geringen bis gar keinen Einfluss auf die Entwicklung des fachspezifischen Fähigkeitsselbstkonzepts zu haben scheint. Im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ war eine geringe Steigerung und im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ keinerlei signifikante Veränderung über die drei Messzeitpunkte zu verzeichnen. Weiterhin scheint das Treatment, also somit auch die Arbeitssprache, keinen Einfluss auf die Veränderung der Höhe des Fähigkeitsselbstkonzepts über die Messzeitpunkte zu haben.

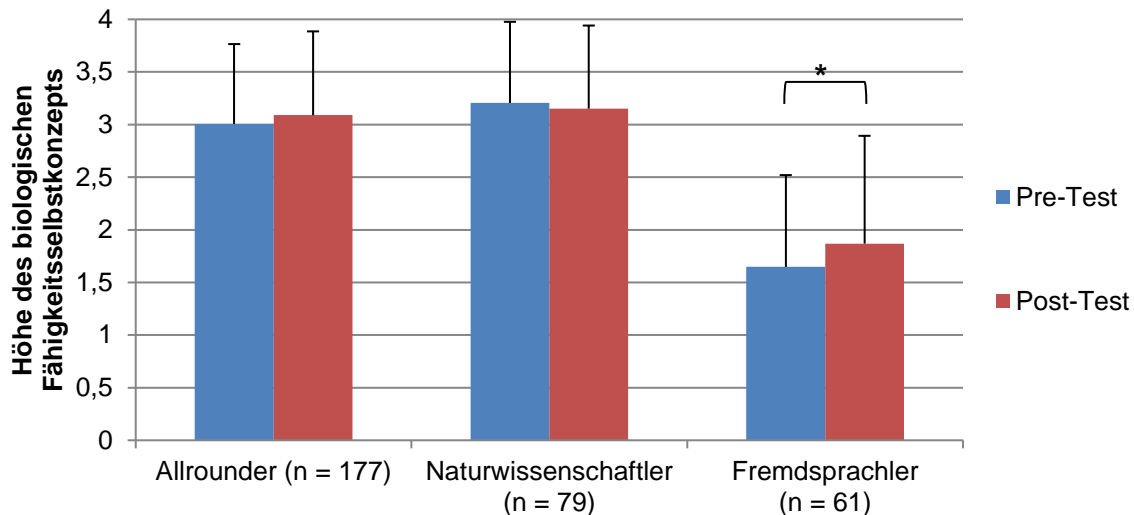
Darüber hinaus konnten die im Referenzrahmenmodell (Marsh 1986; 1990) angenommenen Zusammenhänge und im Besonderen die Annahme, dass hinsichtlich des fremdsprachlichen und biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts zwei unterschiedliche Domänen des akademischen Fähigkeitsselbstkonzepts vorliegen, auch für die Stichprobe der vorliegenden Studie nachgewiesen werden.

**5)** Bieten bilinguale Schülerlaborkurse die Möglichkeit, besonders Schüler mit fremdsprachlicher Disposition für Naturwissenschaften zu begeistern? Lässt sich für diese Schüler eine Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts beobachten?

**H5:** Durch den Einbezug der Fremdsprache beim praktischen Experimentieren wird besonders bei Schülern mit fremdsprachlichen Dispositionen ein positiver Einfluss des Lernarrangements auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept erreicht.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde im nächsten Schritt untersucht, ob und inwieweit die Zugehörigkeit zu einer der drei durch die Clusteranalyse (s. Abbildung 39 und Tabelle 53) gebildeten Gruppen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘) einen Einfluss auf die Höhe des biologischen Selbstkonzepts über die Messzeitpunkte hinweg hatte.

Dies wurde zunächst für alle Kursteilnehmer der Kurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ untersucht. Bereits anhand von Abbildung 61 und Tabelle 79 lässt sich erkennen, dass sich die Gruppe der ‚Fremdsprachler‘ in ihrem biologischen Fähigkeitsselbstkonzept deutlich von den beiden anderen Gruppen unterschieden hat.



**Abbildung 61:** Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts bei den verschiedenen Schülertypen der Kurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ (n = 317; Skalenmaximum = 4; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*:  $p \leq 0,05$ )

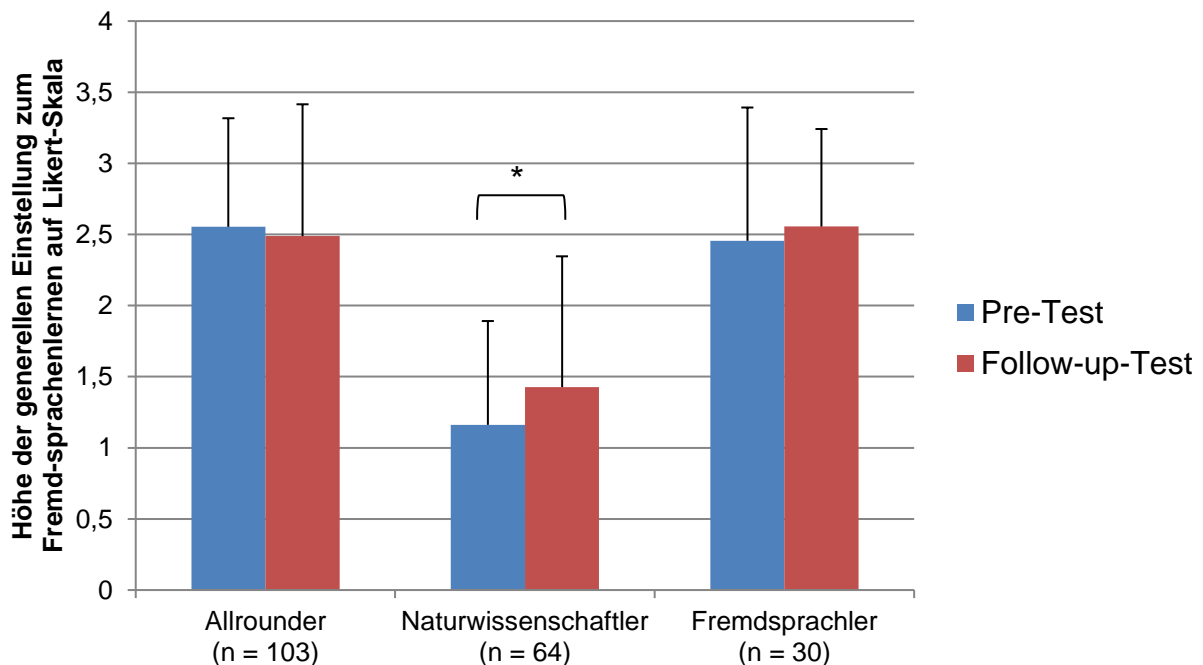
Um zu prüfen, inwiefern sich das biologische Fähigkeitsselbstkonzept in den bilingualen Kursen vom Pre- zum Post-Test verändert hat, wurden *t*-Tests für verbundene Stichproben für die einzelnen Gruppen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘) durchgeführt. Wie schon anhand von Abbildung 61 und Tabelle 79 anzunehmen, konnte für die ‚Allrounder‘ ( $t(176) = -1,73$ ;  $p = 0,09$ ) und ‚Naturwissenschaftler‘ ( $t(78) = 0,76$ ;  $p = 0,45$ ) keine signifikante Veränderung ihres biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts vom Pre- zum Post-Test festgestellt werden. Im Gegensatz dazu ließ sich anhand des *t*-Test alleine für die Fremdsprachler‘ eine signifikante Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts nachweisen ( $t(60) = -1,93$ ;  $p = 0,05$ ).

Diese Ergebnisse liefern einen Hinweis auf die Bestätigung der Hypothese, dass das bilinguale Lehr-Lern-Arrangement einen besonderen Einfluss auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept von Schülern mit fremdsprachlichen Dispositionen hat. Somit unterstützen die Ergebnisse die bereits in Rodenhauer & Preisfeld (2015) gefundenen Hinweise auf diesen Effekt. Bereits hier hatte sich eine Tendenz zur Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts besonders bei fremdsprachlich orientierten Schülern finden lassen. Dieses Ergebnis soll daher, besonders im Kontext der Ergebnisse aus Rodenhauer & Preisfeld (2015) und vor dem Hintergrund von Theorien zur Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten im Allgemeinen, im Rahmen der Diskussion noch näher beleuchtet werden.

**Tabelle 79:** Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ in den Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘ mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	globaler Schülertyp	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	Allrounder	3,01	0,76	177
	Naturwissenschaftler	3,21	0,77	79
	Fremdsprachler	1,65	0,87	61
Post-Test	Allrounder	3,09	0,79	177
	Naturwissenschaftler	3,15	0,79	79
	Fremdsprachler	1,87	1,02	61

Im nächsten Schritt sollte zusätzlich ein Eindruck über die Veränderung der Einstellung zum Fremdsprachenlernen in den drei Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ gewonnen werden. Hierdurch sollte überprüft werden, ob sich der Effekt, der sich für fremdsprachlich orientierte Lerner finden ließ, umgekehrt auch für naturwissenschaftlich orientierte Lerner in Bezug auf das Lernen der Fremdsprache feststellen lässt.



**Abbildung 62:** Entwicklung der Höhe der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen bei den verschiedenen Schülertypen der Kurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ (*n* = 317; Skalenmaximum = 4; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*:  $p \leq 0,05$ )



Zur Überprüfung der Veränderung der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen vom Pre- zum Follow-up-Test (s. Abbildung 62 & Tabelle 80) wurden wiederum *t*-Tests für verbundene Stichproben für die einzelnen Gruppen (,Allrounder', ,Naturwissenschaftler' und ,Fremdsprachler') durchgeführt.

Anhand von Abbildung 62 und Tabelle 80 lässt sich bereits annehmen, dass eine Veränderung zum Positiven bei den ,Naturwissenschaftlern' vorliegt. Dies wurde auch durch ein signifikantes Ergebnis eines *t*-Tests für verbundene Stichproben bestätigt ( $t(63) = -2,59$ ;  $p = 0,01$ ). Für die ,Allrounder' ( $t(102) = 0,81$ ;  $p = 0,42$ ) und die ,Fremdsprachler' ( $t(29) = -0,64$ ;  $p = 0,53$ ) konnte hingegen keine signifikante Veränderung der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen festgestellt werden. Aufgrund dieser Ergebnisse ist davon auszugehen, dass sich die Einstellung zum Fremdsprachenlernen in den bilingualen Kursen einzig bei den Schülern mit naturwissenschaftlicher Disposition vom Pre- zum Follow-up-Test zum Positiven verändert hat.

**Tabelle 80:** Höhe der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen bei den verschiedenen Schülertypen der Kurse ,A Glue from Snail Slime?!' und ,Genetic Fingerprinting' mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	globaler Schülertyp	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	Allrounder	2,55	0,76	103
	Naturwissenschaftler	1,16	0,73	64
	Fremdsprachler	2,46	0,94	30
Post-Test	Allrounder	2,49	0,93	103
	Naturwissenschaftler	1,43	0,92	64
	Fremdsprachler	2,56	0,66	30

Ingesamt kann also festgehalten werden, dass sich mit den bilingualen Schülerlaborkursen bestimmte Schülergruppen besonders fördern lassen. Einerseits wurde das biologische Fähigkeitsselbstkonzept der ,Fremdsprachler' signifikant gesteigert. Für das biologische Fähigkeitsselbstkonzept der ,Allrounder' und ,Naturwissenschaftler' konnte hingegen keinerlei Steigerung festgestellt werden.

Andererseits hat sich die generelle Einstellung zum Fremdsprachenlernen, im Vergleich zu der der ‚Allrounder‘ und ‚Fremdsprachler‘, bei den ‚Naturwissenschaftlern‘ signifikant zum Positiven verändert.

In den bilingualen Kursen scheinen also einerseits die ‚Fremdsprachler‘ naturwissenschaftlich und andererseits die ‚Naturwissenschaftler‘ fremdsprachlich zu profitieren.

Ein Effekt, der auf besondere Fördermöglichkeiten durch die bilingualen Kurse hindeutet und auf den bereits in Rodenhauser & Preisfeld (2015) Hinweise gefunden werden konnten, bestätigt sich also. Die Ergebnisse bleiben allerdings noch vor dem Hintergrund anderer Schülerlaborstudien sowie allgemeiner Erkenntnisse zur Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten zu diskutieren.

**6)** Ist bei den Schülern im Zuge der Teilnahme am Schülerlaborkurs eine tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation festzustellen? Und falls ja, durch welche Komponente des bilingualen Lernarrangements ist diese bedingt?

**H6a:** Aufgrund des praktischen Experimentierens tritt in den Schülerlaborkursen generell eine tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation auf.

**H6b:** Es besteht kein Zusammenhang der Offenheit der Lernumgebung (bzw. der wahrgenommenen Wahlfreiheit) mit anderen Laborvariablen.

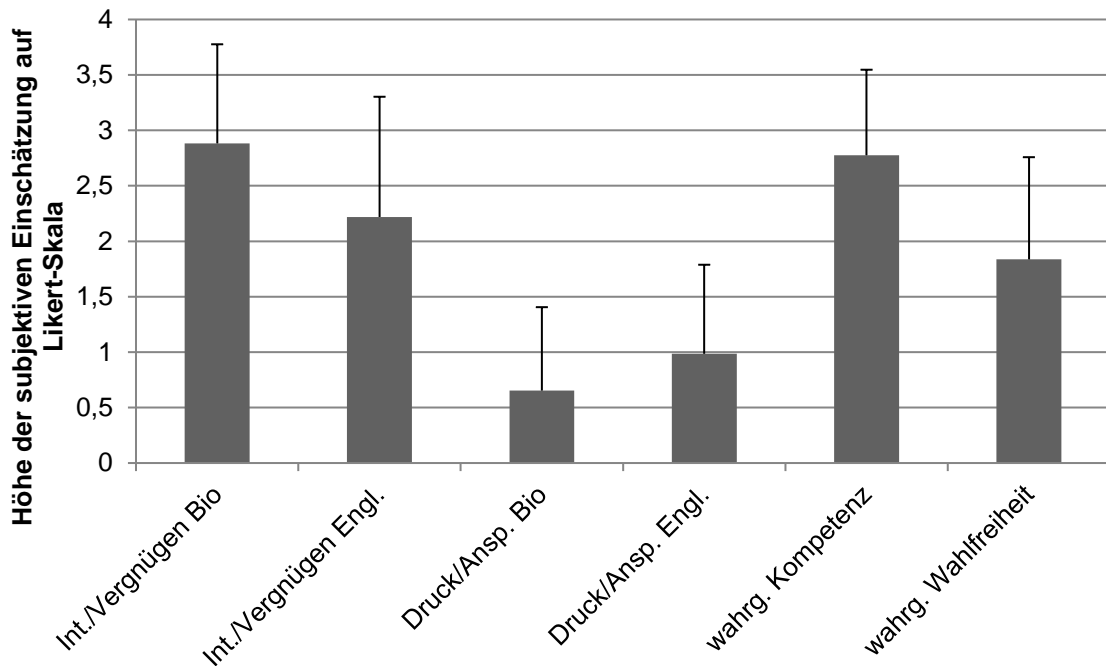
**H6c:** Das Auftreten einer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation durch das Experimentieren bzw. durch den Gebrauch der Fremdsprache ist abhängig von den generellen Dispositionen der Schüler.

Zur Erhebung der tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation wurde als Kurzversion des Intrinsic Motivation Inventory (IMI) (Deci & Ryan 2003) die Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM) (Wilde et al. 2009) im Post-Test eingesetzt. Die Ergebnisse für die Subskalen ‚Interesse/Vergnügen‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘, ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ und ‚Druck/Anspannung‘ finden sich in Abbildung 63 und Tabelle 81.

Insgesamt werden im Folgenden jeweils nur die Ergebnisse der bilingual durchgeführten Kurse aufgeführt, da die Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘ und ‚Druck/Anspannung Englisch‘ nur in diesen Kursen erhoben wurden.

Anhand der Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘ und ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, die ein Teilkonstrukt der intrinsischen Motivation abbilden, lässt sich er-

kennen, dass die Schüler ihren Spaß an den Tätigkeiten im Schülerlabor als relativ hoch eingeschätzt haben.



**Abbildung 63:** Von Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie bilingual durchgeführten Kurse anhand der Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘, ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, ‚Druck/Anspannung Biologie‘, ‚Druck/Anspannung Englisch‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘ und ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4)

Außerdem wird deutlich, dass das durch die biologischen Inhalte bzw. das Experimentieren ausgelöste Interesse und Vergnügen höher bewertet wurde als das durch die Verwendung der Fremdsprache hervorgerufene. Die wahrgenommene Kompetenz als Indikator des Kompetenzbedürfnisses wurde von den Schülern ebenfalls als vergleichsweise hoch eingeschätzt. Sie hatten im Allgemeinen also das Gefühl, den im Schülerlabor gestellten Anforderungen gewachsen zu sein und diese gut bewältigen zu können.

Die Subskala ‚Druck/Anspannung‘, welche als negativer Prädiktor der intrinsischen Motivation gilt, wurde hingegen von den Schülern vergleichsweise niedrig bewertet. Da diese Emotionen offenbar in nur sehr geringem Ausmaß auftraten, ist davon auszugehen, dass das Bedürfnis nach Selbstbestimmung in den Schülerlaborkursen hinreichend befriedigt wurde. Auch hier wird allerdings – wie auch bei den Subskalen ‚Interesse/Vergnügen‘ – deutlich, dass der durch den Gebrauch der Fremdsprache

indizierte Druck von den Schülern als höher eingeschätzt wurde als der durch den biologischen Anteil der Kurse ausgelöste.

**Tabelle 81:** Von Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie bilingual durchgeführten Kurse anhand der KIM-Subskalen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	Subskala	Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Post-Test	Interesse/Vergnügen Biologie	2,88	0,89	318
	Interesse/Vergnügen Englisch	2,22	1,08	318
	Druck/Anspannung Biologie	0,65	0,75	318
	Druck/Anspannung Englisch	0,99	0,80	318
	wahrgenommene Kompetenz	2,78	0,77	318
	wahrgenommene Wahlfreiheit	1,84	0,92	318

Die wahrgenommene Wahlfreiheit als Indikator für die Erfüllung des Autonomiebedürfnisses einer Person wurde von den Schülern als eher mittelmäßig eingeschätzt. Es ist also davon auszugehen, dass die Schüler sich in den Kursen generell nicht vollständig wahlfrei gefühlt haben.

Da die positiven Indikatoren der intrinsischen Motivation von den Kursteilnehmern insgesamt tendenziell hoch und die negativen Indikatoren niedrig eingeschätzt wurden, kann eine durch die Schülerlaborkurse bedingte intrinsische Motivation der Schüler angenommen werden.

Darüber hinaus konnte mittels Pearson-Korrelationen festgestellt werden, dass allgemein (unter Einbezug aller deutschsprachig und bilingual durchgeführten Kurse) höchst signifikante Korrelationen sowohl zwischen der wahrgenommenen Wahlfreiheit und dem Interesse/Vergnügen hinsichtlich der biologischen Kursanteile ( $r = 0,62$ ,  $p \leq 0,001$ ) als auch zwischen der wahrgenommenen Kompetenz und dem Interesse/Vergnügen bezüglich der biologischen Kursanteile ( $r = 0,48$ ,  $p \leq 0,001$ ) vorliegt.

Außerdem besteht ein höchst signifikanter Zusammenhang zwischen dem durch die biologischen und dem durch die fremdsprachlichen Kursanteile ausgelösten Druck ( $r = 0,35$ ,  $p \leq 0,001$ ). Diese Zusammenhänge sprechen dafür, dass die wahrgenommene Wahlfreiheit in den Schülerlaborkursen den entscheidenden Faktor der tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation darstellt. Weiterhin deutet die Korrelation zwischen den beiden Druck auslösenden Komponenten an, dass die Schüler in dieser Hinsicht gar nicht unbedingt zwischen den auslösenden Faktoren differenzieren, sondern sich unabhängig davon entweder unter Druck gesetzt fühlen oder nicht.

In den Tabellen 82 und 83 sind die Korrelationen zwischen den Subskalen der KIM bzw. den Komponenten der tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation jeweils einzeln für die Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ dargestellt.

**Tabelle 82:** Pearson-Korrelationen ( $r$ ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( $N$ ) der im Post-Test des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ erhobenen intrinsischen Motivation (Subskalen KIM). Korrelationen über  $r \geq |0,25|$  sind grün, Korrelationen über  $r \geq |0,4|$  rot gekennzeichnet.

		Int./Vergnügen Biologie	Int./Vergnügen Englisch	Druck Biologie	Druck Englisch	wahrg. Kompetenz	wahrg. Wahlfreiheit
<b>Int./Vergnügen Biologie</b>	$r$ Signif. $N$		0,28 $p \leq 0,001$ 198	-0,13 $p = 0,06$ 198	0,00 $p = 0,99$ 196	0,40 $p \leq 0,001$ 198	0,25 $p \leq 0,001$ 198
<b>Int./Vergnügen Englisch</b>	$r$ Signif. $N$	0,28 $p \leq 0,001$ 198		0,03 $p = 0,67$ 198	-0,36 $p \leq 0,001$ 196	0,12 $p = 0,08$ 198	0,02 $p = 0,77$ 198
<b>Druck Biologie</b>	$r$ Signif. $N$	-0,13 $p = 0,06$ 198	0,03 $p = 0,67$ 198		0,27 $p \leq 0,001$ 196	-0,23 $p \leq 0,001$ 198	0,07 $p = 0,36$ 198
<b>Druck Englisch</b>	$r$ Signif. $N$	0,00 $p = 0,99$ 196	-0,36 $p \leq 0,001$ 196	0,27 $p \leq 0,001$ 196		-0,18 $p \leq 0,05$ 196	0,13 $p = 0,07$ 196
<b>wahrg. Kompetenz</b>	$r$ Signif. $N$	0,40 $p \leq 0,001$ 198	0,12 $p = 0,08$ 198	-0,23 $p \leq 0,001$ 198	-0,18 $p \leq 0,05$ 196		0,17 $p \leq 0,05$ 198
<b>wahrg. Wahlfreiheit</b>	$r$ Signif. $N$	0,25 $p \leq 0,001$ 198	0,02 $p = 0,77$ 198	0,07 $p = 0,36$ 198	0,13 $p = 0,07$ 196	0,17 $p \leq 0,05$ 198	

Hier zeigt sich, dass im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ der stärkste Zusammenhang zwischen dem ‚Interesse/Vergnügen‘ hinsichtlich der biologischen Kursanteile ( $r = 0,40$ ,  $p \leq 0,001$ ) und der wahrgenommenen Kompetenz vorliegt. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass das ‚Interesse/Vergnügen‘ hinsichtlich der fremdsprachlichen Kursanteile ( $r = -0,36$ ,  $p \leq 0,001$ ) negativ mit dem empfundenen Druck hinsichtlich

dieser Kursanteile korreliert. Das bedeutet, dass das Vorliegen eines großen fremdsprachlichen Interesses dazu führt, dass ein geringerer Druck empfunden wird.

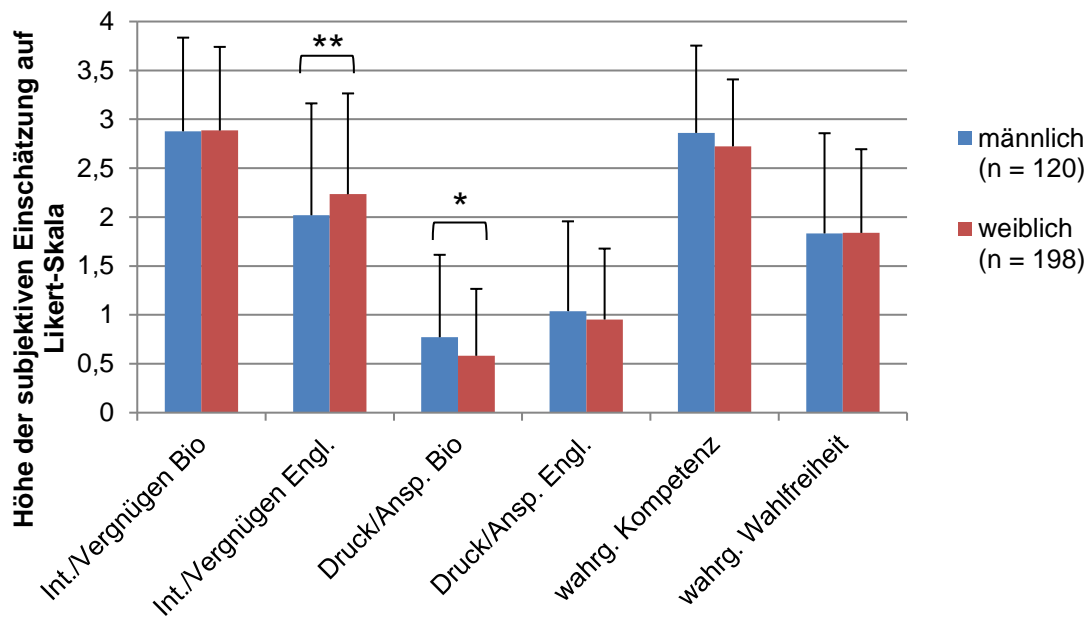
Der Zusammenhang zwischen der ‚wahrgenommenen Wahlfreiheit‘ und dem ‚Interesse/Vergnügen‘ hinsichtlich der biologischen Kursanteile war im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ deutlich ausgeprägter ( $r = 0,46$ ,  $p \leq 0,001$ ) als im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ( $r = 0,25$ ,  $p \leq 0,001$ ). Außerdem ist die Korrelation zwischen dem durch die fremdsprachlichen Kursanteile empfundenen Druck und dem durch die biologischen Kursanteile empfundenen Druck im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ( $r = 0,55$ ,  $p \leq 0,001$ ) deutlich größer als im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ( $r = 0,27$ ,  $p \leq 0,001$ ). Dies spricht dafür, dass die jüngeren Schüler hier offensichtlich noch weniger zwischen den auslösenden Komponenten differenziert haben und, wenn überhaupt, eher einen allgemeinen Druck empfunden haben.

**Tabelle 83:** Pearson-Korrelationen ( $r$ ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( $N$ ) der im Post-Test des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ erhobenen intrinsischen Motivation (Subskalen KIM). Korrelationen über  $r \geq |0,25|$  sind grün, Korrelationen über  $r \geq |0,4|$  rot gekennzeichnet.

		Int./Vergnügen Biologie	Int./Vergnügen Englisch	Druck Biologie	Druck Englisch	wahrg. Kompetenz	wahrg. Wahlfreiheit
<b>Int./Vergnügen Biologie</b>	$r$ Signif. $N$		0,38 $p \leq 0,001$ 119	-0,23 $p = 0,01$ 118	-0,11 $p = 0,25$ 119	0,42 $p \leq 0,001$ 120	0,46 $p \leq 0,001$ 118
<b>Int./Vergnügen Englisch</b>	$r$ Signif. $N$	0,38 $p \leq 0,001$ 119		-0,05 $p = 0,57$ 118	-0,35 $p \leq 0,001$ 119	0,22 $p = 0,02$ 119	0,18 $p = 0,05$ 118
<b>Druck Biologie</b>	$r$ Signif. $N$	-0,23 $p = 0,01$ 118	-0,05 $p = 0,57$ 118		0,55 $p \leq 0,001$ 118	-0,21 $p = 0,02$ 118	-0,08 $p = 0,38$ 117
<b>Druck Englisch</b>	$r$ Signif. $N$	-0,11 $p = 0,25$ 119	-0,35 $p \leq 0,001$ 119	0,55 $p \leq 0,001$ 118		-0,10 $p = 0,26$ 119	0,07 $p = 0,46$ 118
<b>wahrg. Kompetenz</b>	$r$ Signif. $N$	0,42 $p \leq 0,001$ 120	0,22 $p = 0,02$ 119	-0,21 $p = 0,02$ 118	-0,10 $p = 0,26$ 119		0,36 $p \leq 0,001$ 118
<b>wahrg. Wahlfreiheit</b>	$r$ Signif. $N$	0,46 $p \leq 0,001$ 118	0,18 $p = 0,05$ 118	-0,08 $p = 0,38$ 117	0,07 $p = 0,46$ 118	0,36 $p \leq 0,001$ 118	

Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass auch die im Post-Test erreichten Punkte (bei Einbezug aller Gruppen) am höchsten mit der wahrgenommenen Wahlfreiheit korrelieren ( $r = -0,28$ ;  $p \leq 0,001$ ). Je weniger wahlfrei sich die Schüler also gefühlt haben, desto weniger Punkte erzielten sie auch im Wissenstest.

Im nächsten Schritt wurde untersucht, ob sich männliche und weibliche Kursteilnehmer hinsichtlich der verschiedenen Indikatoren der intrinsischen Motivation unterscheiden haben und ob somit abhängig vom Geschlecht von einer insgesamt höheren oder niedrigeren intrinsischen Motivation ausgegangen werden kann. Mittels  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben wurde für die KIM-Kategorien überprüft, ob Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern bestanden. Mittelwerte und Standardabweichungen zeigen Abbildung 64 und Tabelle 84.



**Abbildung 64:** Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie bilingual durchgeführten Kurse anhand der Subskalen der KIM (Wilde et al. 2009) subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ )

Die Ergebnisse der durchgeführten  $t$ -Tests zeigen, dass sich die männlichen und weiblichen Kursteilnehmer aller bilingualen Kurse lediglich in den Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘ ( $t(316) = 2,57$ ;  $p = 0,01$ ,  $\omega^2 = 0,02$ ) und ‚Druck Biologie‘ ( $t(316) = -2,20$ ;  $p = 0,03$ ,  $\omega^2 = 0,01$ ) signifikant voneinander unterscheiden. Aufgrund der geringen Effektstärken sind diese Unterschiede als nur wenig bedeutsam einzuordnen.

Für alle anderen Subskalen konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden werden (Interesse/Vergnügen Bio:  $t(316) = 0,08$ ;  $p = 0,94$  / Druck Englisch:  $t(316) = -0,93$ ;  $p = 0,36$  / wahrgenommene Kompetenz:  $t(316) = -1,54$ ;  $p = 0,12$  / wahrgenommene Wahlfreiheit:  $t(316) = 0,05$ ;  $p = 0,96$ ). Insgesamt kann also davon ausgegangen werden, dass sich weibliche und männliche Kursteilnehmer bezüglich

ihrer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation kaum voneinander unterschieden haben. Es bleibt lediglich festzuhalten, dass die weiblichen Kursteilnehmer offensichtlich mehr Vergnügen beim Benutzen der Fremdsprache hatten und sich die männlichen Teilnehmer durch die biologischen bzw. experimentellen Anteile der Schülerlaborkurse stärker unter Druck gesetzt fühlten als die weiblichen. Diese beschriebenen Unterschiede sind aber aufgrund der nur geringen Effektstärken von  $\omega^2 = 0,02$  und  $0,01$  insgesamt als nur wenig bedeutsam einzuordnen.

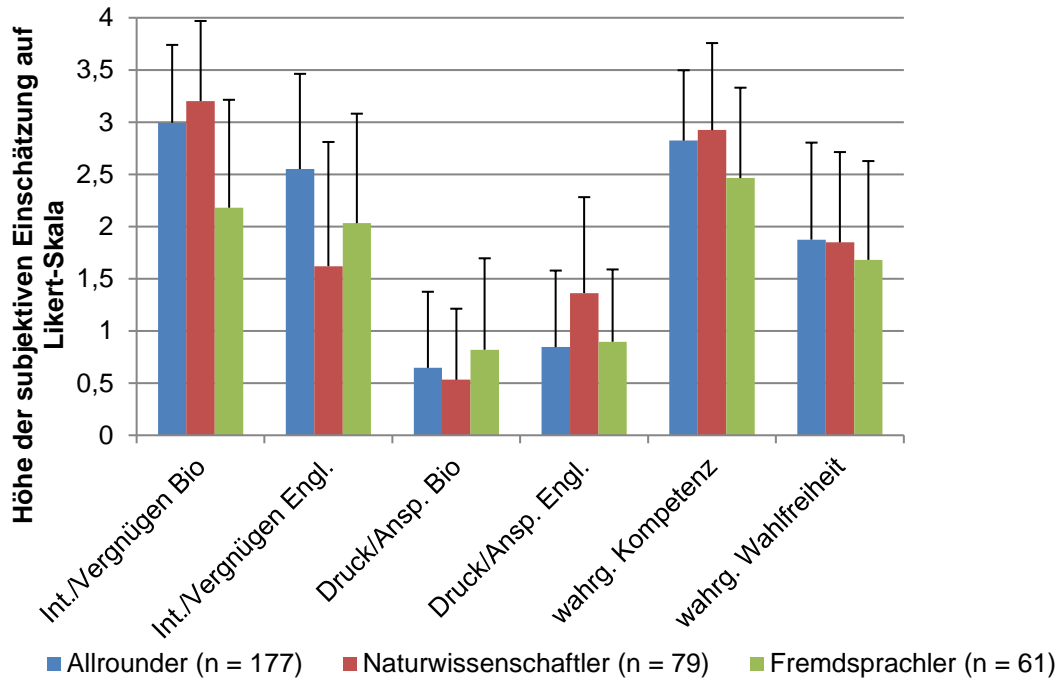
**Tabelle 84:** Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Kurse anhand der KIM-Subskalen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	Subskala	Geschlecht	Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Post-Test	Interesse/Vergnügen Biologie	männlich	2,88	0,96	120
		weiblich	2,89	0,86	198
	Interesse/Vergnügen Englisch	männlich	2,02	1,14	120
		weiblich	2,23	1,03	198
	Druck/Anspannung Biologie	männlich	0,77	0,84	120
		weiblich	0,58	0,68	198
	Druck/Anspannung Englisch	männlich	1,04	0,92	120
		weiblich	0,95	0,72	198
	wahrgenommene Kompetenz	männlich	2,86	0,89	120
		weiblich	2,72	0,68	198
	wahrgenommene Wahlfreiheit	männlich	1,83	1,02	120
		weiblich	1,84	0,86	198

Im Folgenden wurde außerdem untersucht, ob zwischen den drei aus der Clusteranalyse (s. Abbildung 39) hervorgegangenen Gruppen („Allrounder“, „Naturwissen-



schaffler', ‚Fremdsprachler‘) signifikante Unterschiede in der intrinsischen Motivation zu finden sind. Hierzu wurde für jede der Subskalen eine einfaktorielle ANOVA zur Feststellung möglicher Unterschiede verwendet.



**Abbildung 65:** Von den drei Gruppen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) im Rahmen der bilingual durchgeführten Kurse anhand der KIM-Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘, ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, ‚Druck/Anspannung Biologie‘, ‚Druck/Anspannung Englisch‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘ und ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4)

Anhand von Abbildung 65 und Tabelle 85 lässt sich bereits erkennen, dass es zwischen den verschiedenen Schülertypen deutlich größere Unterschiede gegeben zu haben scheint als zwischen den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern. Auch die Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVAs bestätigen für alle Subskalen außer dem empfundenen Druck bezüglich der biologischen Komponenten ( $F(2,314) = 2,56$ ;  $p = 0,08$ ) und der wahrgenommenen Wahlfreiheit ( $F(2,314) = 34,87$ ;  $p = 0,33$ ) höchst signifikante Unterschiede zwischen den drei Schülertypen. Sowohl in der Subskala ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘ ( $F(2,314) = 30,49$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,16$ ) als auch in der Subskala ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘ ( $F(2,314) = 24,32$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,13$ ) unterschieden sich die Gruppen höchst signifikant voneinander. Durch Post-hoc-Tests (Scheffé) wurde festgestellt, dass sich bezüglich der Subskala ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘ die ‚Fremdsprachler‘ höchst signifikant sowohl von den

‚Allroundern‘ ( $p \leq 0,001$ ) als auch von den ‚Naturwissenschaftlern‘ ( $p \leq 0,001$ ) unterschieden.

**Tabelle 85:** Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) aller im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Kurse anhand der Subskalen der KIM auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen (SD) und Stichprobengrößen (N)

Testzeitpunkt	Subskala	Cluster	Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala	Standardabweichung (SD)	Stichprobengröße (N)
Post-Test	Interesse/Vergnügen Biologie	Allrounder	2,97	0,76	177
		NWS	3,20	0,76	79
		FS	2,12	1,00	61
	Interesse/Vergnügen Englisch	Allrounder	2,49	0,96	177
		NWS	1,62	1,18	79
		FS	2,00	1,05	61
	Druck/Anspannung Biologie	Allrounder	0,67	0,74	177
		NWS	0,54	0,69	79
		FS	0,84	0,86	61
	Druck/Anspannung Englisch	Allrounder	0,87	0,77	177
		NWS	1,38	0,91	79
		FS	0,87	0,71	61
	wahrgenommene Kompetenz	Allrounder	2,81	0,68	177
		NWS	2,91	0,83	79
		FS	2,45	0,87	61
	wahrgenommene Wahlfreiheit	Allrounder	1,86	0,93	177
		NWS	1,88	0,86	79
		FS	1,68	0,96	61

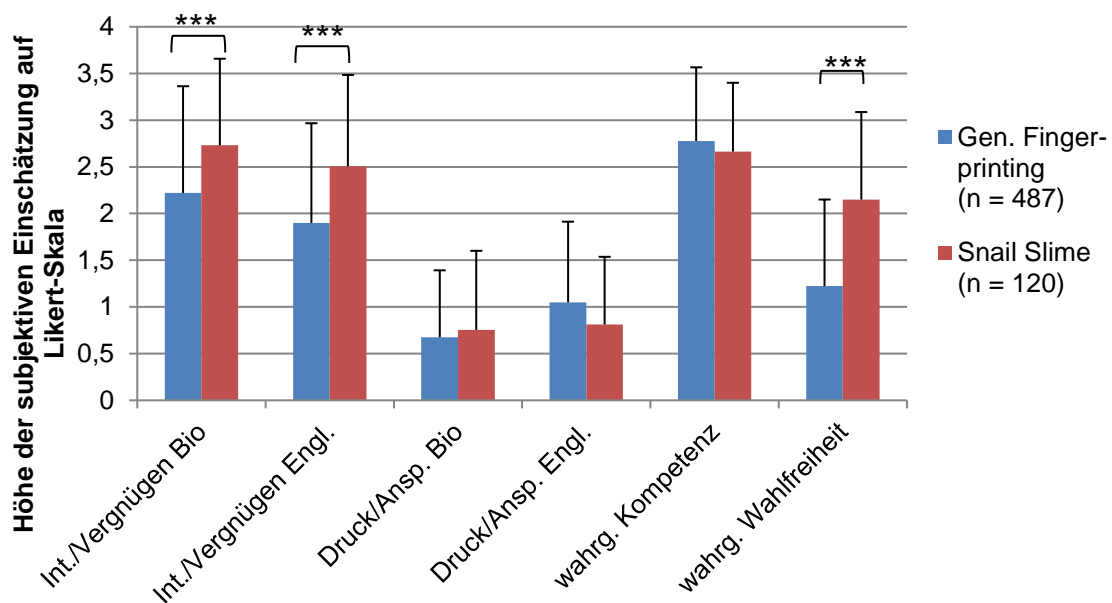
Für die Subskala ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘ zeigte sich, dass sich die ‚Allrounder‘ sowohl höchst signifikant von den ‚Naturwissenschaftlern‘ ( $p \leq 0,001$ ) als auch signifikant von den ‚Fremdsprachlern‘ ( $p = 0,03$ ) unterschieden haben. Für die Subskalen ‚Druck/Anspannung Englisch‘ ( $F(2,314) = 12,19$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,07$ ) und ‚wahrgenommene Kompetenz‘ ( $F(2,314) = 7,23$ ;  $p = 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,04$ ) ließen sich ebenfalls höchst signifikante Unterschiede zwischen den drei Schülertypen finden. Bezüglich des durch die Verwendung der Fremdsprache bedingten Drucks zeigten Post-hoc-Tests (Scheffé), dass sich die ‚Naturwissenschaftler‘ sowohl höchst signifikant von den ‚Allroundern‘ ( $p \leq 0,001$ ) als auch sehr signifikant von den ‚Fremdsprachlern‘ ( $p = 0,002$ ) unterschieden. Hinsichtlich der wahrgenommenen Kompetenz lag hingegen eine signifikante Differenz sowohl zwischen den ‚Fremdsprachlern‘ und den ‚Allroundern‘ ( $p = 0,007$ ) als auch zwischen den ‚Fremdsprachlern‘ und den ‚Naturwissenschaftlern‘ ( $p = 0,002$ ) vor.

Insgesamt lässt sich also festhalten, dass sich ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ signifikant in ihrer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation unterschieden. Die ‚Naturwissenschaftler‘ hatten die größte Freude hinsichtlich der biologischen Inhalte und die Allrounder hinsichtlich der fremdsprachlichen Kursanteile. Die ‚Fremdsprachler‘ empfanden den größten Druck in Bezug auf die biologischen und die ‚Naturwissenschaftler‘ in Bezug auf die fremdsprachlichen Aspekte. Die ‚Fremdsprachler‘ fühlten sich am wenigsten kompetent und am wenigsten wahlfrei.

Somit lässt sich im Allgemeinen außerdem sagen, dass die tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation eher durch die experimentellen bzw. biologischen Anteile der Kurse bedingt gewesen zu sein scheint. Schaut man allerdings die Cluster der ‚Allrounder‘, ‚Fremdsprachler‘ und ‚Naturwissenschaftler‘ getrennt voneinander an, ist die Situation differenzierter zu betrachten. Hier war beispielsweise der Druck, den die ‚Naturwissenschaftler‘ bedingt durch den Gebrauch des Englischen empfunden haben, deutlich größer als der von den ‚Allroundern‘ und ‚Fremdsprachlern‘ empfundene. Im Druck, der durch die biologischen Anteile der Kurse empfunden wurde, haben sich außerdem die ‚Fremdsprachler‘ deutlich von den ‚Naturwissenschaftlern‘ unterschieden, so dass deutlich wird, dass sich die ‚Fremdsprachler‘ vergleichsweise stark durch die experimentellen Anteile belastet gefühlt haben.

Die beiden Schülerlaborkurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurden für unterschiedliche Jahrgangsstufen und somit Schüler unterschiedlichen Alters konzipiert. Zur Überprüfung, ob sich die unterschiedlichen Kurse und somit möglicherweise auch das unterschiedliche Alter der Kursteilnehmer auf die intrinsische Motivation auswirkt haben, wurden *t*-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt.

Abbildung 66 und Tabelle 86 zeigen die Unterschiede zwischen den beiden Schülerlaborkursen für die Subskalen der Kurzskala intrinsischer Motivation. Für einige Subskalen lässt sich bereits hier vermuten, dass es bedeutsame Unterschiede zwischen den beiden Kursen bzw. deren Kursteilnehmern gegeben zu haben scheint.



**Abbildung 66:** Von den Teilnehmern der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ anhand der Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘, ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, ‚Druck/Anspannung Biologie‘, ‚Druck/Anspannung Englisch‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘ und ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*\*\*:  $p \leq 0,001$ )

Für den Vergleich des empfundenen Interesses/Vergnügens bezüglich der biologischen Kursanteile konnte ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kursen festgestellt werden ( $t(217,49) = -1,15$ ;  $p \leq 0,001$ ,  $\omega^2 = 0,001$ ). Die jüngeren Schüler des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ hatten, wie anhand von Abbildung 66 ersichtlich, also höchst signifikant mehr Interesse bzw. Vergnügen an den biologischen Themen bzw. dem Experimentieren als die Schüler des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘. Hinsichtlich des empfundenen Interesses/Vergnügens in Bezug auf die

fremdsprachlichen Kursanteile zeigte sich ein ähnliches Ergebnis ( $t(399) = -5,33$ ;  $p \leq 0,001$ ,  $\omega^2 = 0,04$ ). Auch hier hatten die jüngeren Schüler höchst signifikant mehr Freude. Anhand der Effektstärken lässt sich erkennen, dass der Effekt für die Subskala, die das Interesse bzw. Vergnügen hinsichtlich der fremdsprachlichen Aspekte des Kurses erhoben hat ( $\omega^2 = 0,04$ ), als bedeutsamer einzustufen ist.

**Tabelle 86:** Von den Teilnehmern der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ anhand der KIM-Subskalen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $N$ )

Testzeitpunkt	Subskala	Schülerlaborkurs	Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $N$ )
Post-Test	Interesse/Vergnügen Biologie	Gen. Fing.	2,22	1,14	487
		Snails	2,73	0,93	120
	Interesse/Vergnügen Englisch	Gen. Fing.	1,90	1,07	282
		Snails	2,51	0,98	120
	Druck/Anspannung Biologie	Gen. Fing.	0,67	0,72	486
		Snails	0,75	0,85	120
	Druck/Anspannung Englisch	Gen Fing.	1,05	0,86	221
		Snails	0,81	0,72	120
	wahrgenommene Kompetenz	Gen Fing.	2,78	0,79	316
		Snails	2,66	0,74	120
	wahrgenommene Wahlfreiheit	Gen. Fing.	1,22	0,93	485
		Snails	2,15	0,94	120

Im durch die biologischen Anteile indizierten Druck unterschieden sich die beiden Kurse nicht signifikant voneinander ( $t(602) = -1,04$ ;  $p = 0,29$ ). Bezüglich des durch die fremdsprachlichen Kursanteile bedingten Drucks konnte hingegen festgestellt werden, dass sich die Schüler des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ hoch signifikant stärker unter Druck gesetzt gefühlt haben ( $t(338) = 2,55$ ;  $p = 0,01$ ,  $\omega^2 = 0,01$ ).

Für die wahrgenommene Kompetenz konnten keine signifikanten Unterschiede ( $t(434) = 1,37$ ;  $p = 0,17$ ) gefunden werden. Hinsichtlich der wahrgenommenen Wahlfreiheit bestand allerdings ein höchst signifikanter Unterschied ( $t(601) = -9,72$ ;

$p \leq 0,001$ ,  $\omega^2 = 0,13$ ), nach dem sich die Teilnehmer des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ deutlich wahlfreier gefühlt haben (vgl. Abbildung 66 & Tabelle 86). Die Effektstärke von  $\omega^2 = 0,13$  weist darauf hin, dass hier ein erheblicher Effekt vorliegt. Auf mögliche Gründe dafür, dass sich die Schüler im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ erheblich wahlfreier gefühlt haben, soll in der Diskussion noch näher eingegangen werden.

**7)** Wird durch die Schülerlaborkurse ein aktuelles Interesse bezüglich der Kursinhalte geweckt, welches die Möglichkeit zur Herausbildung eines dispositionalen Interesses eröffnet?

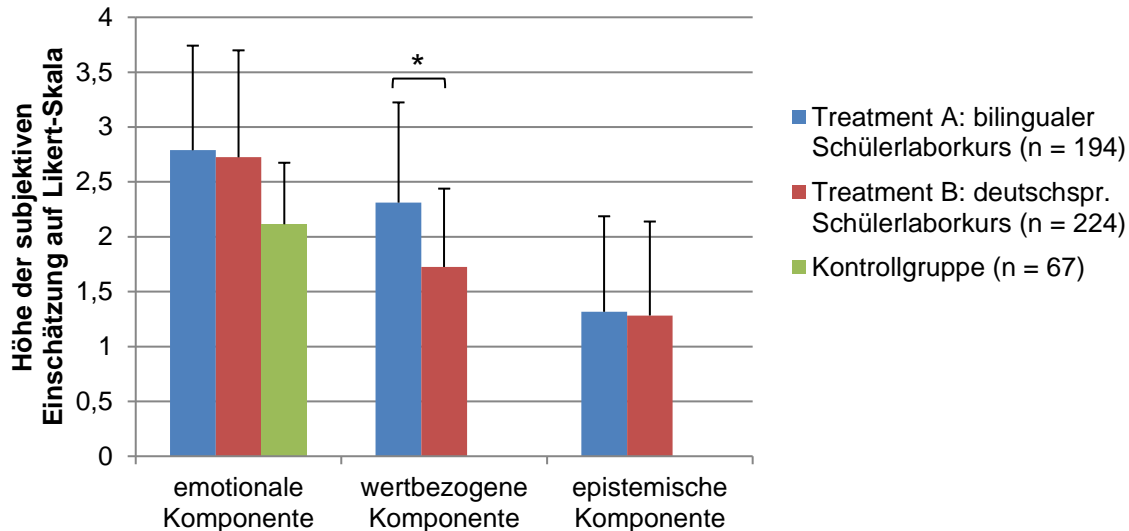
**H7a:** In den deutschsprachigen Schülerlaborkursen wird durch den Besuch ein aktuelles Interesse ausgelöst und somit die Voraussetzung zur Herausbildung dispositionaler Interessen geschaffen.

**H7b:** Auch durch die bilingualen Kurse wird aufgrund der inhaltlich gleichen Themen entsprechend ein aktuelles Interesse ausgelöst.

Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ wurde im Follow-up-Test das aktuelle Interesse mit den Subskalen emotionales, wertbezogenes und epistemisches Interesse erhoben, um einen Eindruck über die Möglichkeit der Förderung des Interesses an Naturwissenschaften zu erhalten. In Abbildung 67 und Tabelle 87 ist für die bilinguale und die deutschsprachige Treatmentgruppe jeweils die Höhe der subjektiven Einschätzung der jeweiligen Komponente des aktuellen Interesses dargestellt. Es zeigt sich, dass die emotionale Komponente des aktuellen Interesses bei den Schülern im Durchschnitt am stärksten und die epistemische Komponente am geringsten ausgeprägt gewesen zu sein scheint. Außerdem scheinen sich die Treatmentgruppen besonders in der Ausprägung der wertbezogenen Komponente zu unterscheiden zu haben. Hier haben die Schüler der bilingualen Treatmentgruppe im Mittel einen deutlich höheren Wert aufgewiesen (Abbildung 67).

Um einen Eindruck davon zu gewinnen, ob sich das Treatment auf die Höhe des aktuellen Interesses bzw. seiner erfassten Komponenten ausgewirkt hat, wurden  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben genutzt. Für die emotionale ( $t(416) = -0,68$ ;  $p = 0,49$ ) und die epistemische Komponente des aktuellen Interesses ( $t(418) = -0,40$ ;  $p = 0,69$ ) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Treatmentgruppen gefunden werden. Lediglich für die wertbezogene Komponente des aktuel-

len Interesses lag, wie bereits anhand von Abbildung 67 und Tabelle 87 anzunehmen, ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den Teilnehmern der deutschsprachigen und der bilingualen Kurse vor ( $t(369,56) = -7,26; p \leq 0,001; \omega^2 = 0,11$ ).



**Abbildung 67:** Von Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse (Skalenmaximum = 4; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*:  $p \leq 0,05$ )

Die Schüler der bilingualen Treatmentgruppe haben dem Schülerlabor also eine größere persönliche Relevanz beigemessen. Da sich die Treatmentgruppen in der emotionalen Bewertung der Kurse und der Bereitschaft, sich auch nach dem Kursbesuch noch mit dem behandelten Thema auseinanderzusetzen, nicht statistisch bedeutsam unterschieden, kann insgesamt allerdings nicht auf einen Unterschied im aktuellen Interesse zwischen deutschsprachig und bilingual unterrichteten Schülern geschlossen werden. Darüber hinaus ist anhand von Abbildung 67 zu erkennen, dass die Schüler der Kontrollgruppe ein deutlich geringeres emotionales Interesse hinsichtlich des Experimentierens aufwiesen als die Teilnehmer der Schülerlaborkurse. Aufgrund dessen, dass die Kontrollgruppe kein Treatment erhalten hat, wird davon ausgegangen, dass hier kein situationsabhängiges, sondern ein dispositionales Interesse erfasst wurde. Somit kann dieses als Vergleichsgröße bzw. ‚Baseline‘ zur Einschätzung der Größenordnung des Interesses in den Treatmentgruppen herangezogen werden (vgl. Damerau 2013). Eine einfaktorielle ANOVA mit dem Treatment als Faktor ergab ein höchst signifikantes Ergebnis ( $F(2,482) = 14,23; p \leq 0,001; \eta_p^2 = 0,06$ ), so dass von bedeutsamen Unterschieden zwischen den drei Gruppen auszugehen ist. Nachgeschaltete Post-hoc-Tests (Scheffé) zeigten, dass sich deutschsprachige und bilin-

gule Kurse nicht signifikant voneinander unterschieden ( $p = 0,78$ ), sich die Kontrollgruppe aber jeweils signifikant von den beiden anderen Gruppen unterschied ( $p \leq 0,001$ ). Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass die Bewertung der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses auf das konkrete Schülerlaborerlebnis zurückgeführt werden kann.

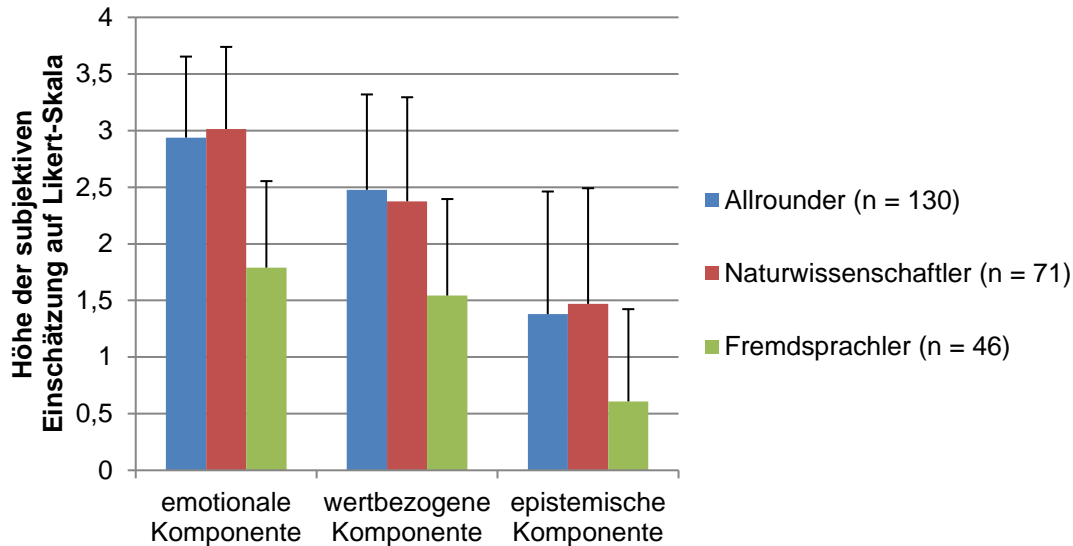
**Tabelle 87:** Von Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*); (Skalenmaximum = 4)

Komponente des aktuellen Interesses	Treatment	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
emotionale Komponente	bilingual	2,79	0,95	194
	deutsch	2,72	0,97	224
wertbezogene Komponente	bilingual	2,31	0,91	197
	deutsch	1,73	0,71	224
epistemische Komponente	bilingual	1,32	0,86	196
	deutsch	1,28	0,87	224

Ob über den Aspekt des Treatments hinaus die Zugehörigkeit zu einer der identifizierten Schülertypgruppen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘; vgl. Abbildung 39 und Tabelle 53) für die Höhe des aktuellen Interesses von Bedeutung war, wurde mit einer mehrfaktoriellen ANOVA untersucht. Die Höhe der subjektiven Einschätzung der Subskalen des aktuellen Interesses ist für die drei Schülertypen in Abbildung 68 und Tabelle 88 dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass die ‚Fremdsprachler‘ insgesamt das geringste aktuelle Interesse aufwiesen. Dieser Eindruck wird auch durch das Ergebnis der ANOVA und der nachgeschalteten Post-hoc-Tests (Scheffé) gestützt. Es liegt für jede der drei Komponenten des aktuellen Interesses ein höchst signifikanter Haupteffekt für den Faktor der Zugehörigkeit zu einem der drei Schülertypcluster vor (emotionale Komponente:  $F(2,244) = 37,66$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,24$  / wertbezogene Komponente:  $F(2,244) = 21,50$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,15$  / epistemische Komponente:  $F(2,244) = 19,16$ ;  $p \leq 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,14$ ).





**Abbildung 68:** Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) in den Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse (Skalenmaximum = 4)

**Tabelle 88:** Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) in den Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*); (Skalenmaximum = 4)

Komponente des aktuellen Interesses	Schülertyp	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
emotionale Komponente	Allrounder	2,94	0,72	130
	Naturwissenschaftler	3,01	0,84	71
	Fremdsprachler	1,79	1,08	46
wertbezogene Komponente	Allrounder	2,48	0,72	130
	Naturwissenschaftler	2,38	0,92	71
	Fremdsprachler	1,54	1,02	46
epistemische Komponente	Allrounder	1,38	0,76	130
	Naturwissenschaftler	1,47	0,85	71
	Fremdsprachler	0,61	0,81	46

Durch die Post-hoc-Tests konnte im zweiten Schritt festgestellt werden, dass sich ‚Allrounder‘ und ‚Naturwissenschaftler‘ nicht signifikant in ihrer subjektiven Einschätzung der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses unterscheiden haben ( $p = 0,83$ ). ‚Allrounder‘ und ‚Fremdsprachler‘ sowie ‚Naturwissenschaftler‘ und

‚Fremdsprachler‘ unterschieden sich hingegen jeweils höchst signifikant voneinander ( $p \leq 0,001$ ). Für die wertbezogene und die epistemische Komponente des aktuellen Interesses konnte ein ähnliches Ergebnis gefunden werden. Es unterschieden sich jeweils ‚Allrounder‘ und ‚Fremdsprachler‘ sowie ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ höchst signifikant voneinander ( $p \leq 0,001$ ), wohingegen zwischen ‚Allroundern‘ und ‚Naturwissenschaftlern‘ keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren ( $p = 0,72$  bzw.  $p = 0,75$ ).

**Tabelle 89:** Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘) in den Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (dt.) und ‚Genetic Fingerprinting‘ (bili) anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*); (Skalenmaximum = 4)

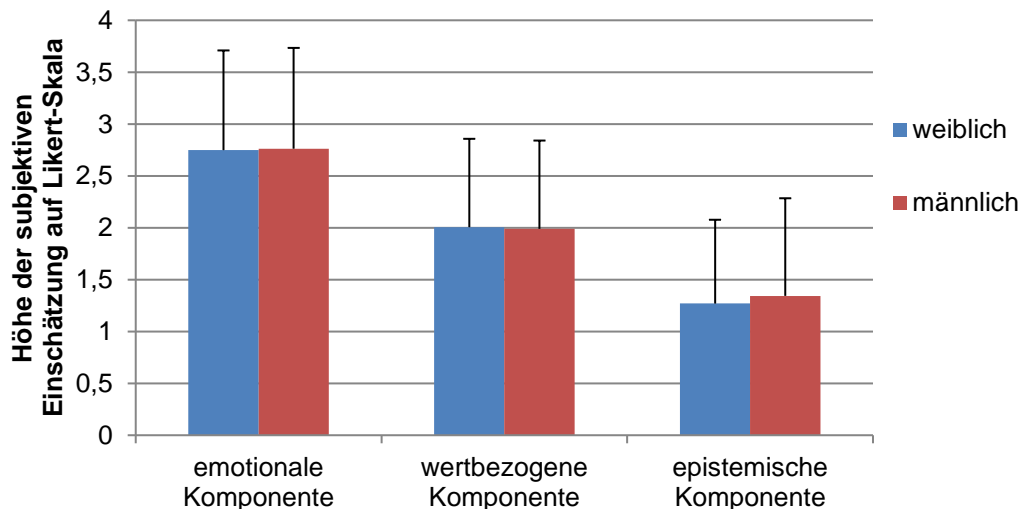
Komponente des aktuellen Interesses	Schülertyp	Treatment	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
emotionale Komponente	Allrounder	bili	2,95	0,72	103
		dt.	2,90	0,71	28
	Naturwissenschaftler	bili	3,07	0,82	64
		dt.	2,58	0,92	8
	Fremdsprachler	bili	1,62	1,00	30
		dt.	2,08	1,02	17
wertbezogene Komponente	Allrounder	bili	2,53	0,72	103
		dt.	2,25	0,83	28
	Naturwissenschaftler	bili	2,38	0,93	64
		dt.	2,25	0,92	8
	Fremdsprachler	bili	1,42	1,05	30
		dt.	1,71	0,96	17
epistemische Komponente	Allrounder	bili	1,43	0,78	103
		dt.	1,15	0,67	28
	Naturwissenschaftler	bili	1,52	0,84	64
		dt.	1,08	0,92	8
	Fremdsprachler	bili	0,50	0,78	30
		dt.	0,76	0,86	17

In Tabelle 89 sind darüber hinaus die Werte für die Skalen der emotionalen, wertbezogenen und epistemischen Komponente des Interesses einzeln für die bilingual (‚Genetic Fingerprinting‘) und die deutschsprachig (‚Genetischer Fingerabdruck‘) durchgeführten Kurse dargestellt. Aufgrund der sehr kleinen Stichprobengrößen für

die deutschsprachig durchgeführten Kurse<sup>16</sup> wurden allerdings keine weiteren statistischen Untersuchungen durchgeführt. Es lässt sich aber auch hier erkennen, dass die ‚Fremdsprachler‘ in allen Komponenten jeweils die geringsten Werte aufweisen und die epistemische Komponente des aktuellen Interesses sowohl in den bilingual als auch in den deutschsprachig durchgeführten Kursen die niedrigste Ausprägung besitzt.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die ‚Fremdsprachler‘ im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen ein höchst signifikant niedrigeres aktuelles, durch den Schülerlaborbesuch hervorgerufenen Interesse aufwiesen. Da das aktuelle Interesse, wie in Kapitel 1.1.4.1 beschrieben, die Entstehung längerfristiger Interessen begünstigt, ist für die ‚Fremdsprachler‘ von einer geringeren Wahrscheinlichkeit zur Ausbildung langfristiger naturwissenschaftlicher Interessen auszugehen.

Hinsichtlich des Geschlechts konnten, wie bereits anhand von Abbildung 69 und Tabelle 90 zu erahnen ist, keinerlei signifikante Unterschiede für die drei Komponenten des aktuellen Interesses festgestellt werden.



**Abbildung 69:** Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse (Skalenmaximum = 4)

Zur Überprüfung der Unterschiede wurden *t*-Tests für unabhängige Stichproben genutzt. Für die emotionale ( $t(416) = -0,13$ ;  $p = 0,89$ ), die wertbezogene ( $t(419) = 0,19$ ;  $p = 0,85$ ) und die epistemische ( $t(418) = -0,86$ ;  $p = 0,41$ ) Komponente des aktuellen

<sup>16</sup> Für die Stichprobe aus Damerau (2013) lagen die entsprechenden Daten nicht vor.

Interesses konnte jeweils kein signifikanter Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Teilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ gefunden werden.

Letztlich kann also festgehalten werden, dass nach sechs bis acht Wochen noch ein geschlechtsunabhängiges aktuelles Interesse bei den Kursteilnehmern vorliegt.

**Tabelle 90:** Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern des Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*); (Skalenmaximum = 4)

Komponente des akt. Interesses	Treatment	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
emotionale K.	weiblich	2,75	0,96	254
	männlich	2,76	0,97	164
wertbezogene K.	weiblich	2,01	0,85	257
	männlich	1,99	0,88	164
epistemische K.	weiblich	1,27	0,81	256
	männlich	1,34	0,94	164

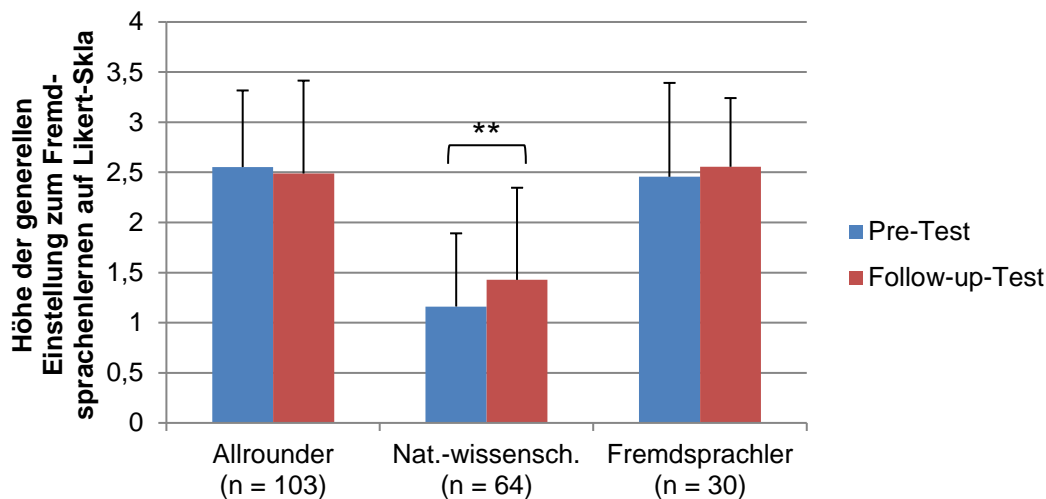
**8)** Ändert sich die Einstellung zum Lernen von Fremdsprachen durch den Schülerlaborbesuch langfristig (auch abhängig von Dispositionen der Schüler)? Besteht die Möglichkeit zur Förderung des Interesses an Fremdsprachen?

**H8:** Dadurch, dass der Schülerlaborkurs nur ein singuläres Ereignis und damit einen sehr kurzen Kontakt mit dem Konzept des bilingualen Lernens darstellt, werden keine tiefgreifenden Einstellungsänderungen hinsichtlich des Gebrauchs der Fremdsprache ausgelöst.

Die generelle Einstellung zum Lernen der Fremdsprache (s. Tabelle 23) wurde im Pre- und Follow-up-Test erfasst, um den langfristigen Einfluss des Schülerlaborkurses auf dieses Konstrukt zu erheben. Um zu sehen, inwiefern sich die Einstellung zum Lernen von Fremdsprachen abhängig von der jeweiligen Disposition der Schüler verändert hat, wurden die Schülertypen genutzt, die aus der Clusteranalyse hervorgegangen sind. Es wurden *t*-Tests für die einzelnen Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ durchgeführt, um zu testen, ob es signifikante Veränderungen gegeben hat. Im Rahmen von Forschungsfrage 5 (Abbildung 62 & Tabelle 80) wurde dies bereits für die beiden Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und

„A Glue from Snail Slime?!“ zusammen untersucht. An dieser Stelle sollen die Tests für den Kurs „Genetic Fingerprinting“ zusätzlich einzeln durchgeführt werden.

Im Kurs „Genetic Fingerprinting“ wurde für die „Allrounder“, wie bereits anhand von Abbildung 70 und Tabelle 91 ersichtlich, ein Rückgang in der positiven Einstellung zum Lernen von Fremdsprachen festgestellt. Ein  $t$ -Test für verbundene Stichproben für den Vergleich zwischen Pre- und Post-Test ergab kein signifikantes Ergebnis ( $t(102) = 0,81$ ;  $p = 0,42$ ). Somit kann hier davon ausgegangen werden, dass die positive Einstellung zum Fremdsprachenlernen bei den „Allroundern“ langfristig nicht signifikant abgenommen hat.



**Abbildung 70:** Entwicklung der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen für die drei Schülertypen („Allrounder“, „Naturwissenschaftler“, „Fremdsprachler“) im Kurs „Genetic Fingerprinting“ (Skalenmaximum = 4; Signifikanzen sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*:  $p \leq 0,05$ )

Für die „Naturwissenschaftler“ wurde mittels  $t$ -Test für verbundene Stichproben festgestellt, dass sich die Einstellung zum Fremdsprachenlernen zum Positiven verändert hat. Für den Vergleich vom Pre- zum Follow-up-Test ergab der  $t$ -Test ein signifikantes Ergebnis ( $t(63) = -2,59$ ;  $p = 0,012$ ,  $\eta_p^2 = 0,10$ ), so dass von einer signifikanten Veränderung gesprochen werden kann. Bei den „Naturwissenschaftlern“ ist es also zu einer signifikanten Steigerung ihrer positiven Einstellung gegenüber Fremdsprachen gekommen.

Bei den „Fremdsprachlern“ konnte hingegen keine signifikante Veränderung festgestellt werden. Hier ergab der  $t$ -Test ( $t(29) = -0,64$ ;  $p = 0,53$ ), dass zwischen Pre- und Follow-up-Test weder eine signifikante Steigerung, noch eine signifikante Abnahme des Interesses am Lernen von Fremdsprachen festzustellen war.

**Tabelle 91:** Höhe der von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich angegebenen positiven Einstellung zum Fremdsprachenlernen mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	globaler Schülertyp	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	Allrounder	2,55	0,76	103
	Naturwissenschaftler	1,16	0,73	64
	Fremdsprachler	2,46	0,94	30
Follow-up-Test	Allrounder	2,49	0,93	103
	Naturwissenschaftler	1,43	0,92	64
	Fremdsprachler	2,56	0,69	30

Insgesamt kann also festgehalten werden, dass sich bei den ‚Allroundern‘ und den ‚Fremdsprachlern‘ keine signifikante Veränderung zum Positiven feststellen ließ, für die ‚Naturwissenschaftler‘ hingegen schon. Dies schließt sich an die bereits unter Forschungsfrage 5 gewonnenen Ergebnisse (Abbildung 62 & Tabelle 80) an. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf Möglichkeiten hin, durch bilinguale naturwissenschaftliche Lernangebote besonders bei naturwissenschaftlich orientierten Schülern eine positive Einstellung gegenüber Fremdsprachen zu fördern. Auf diese Ergebnisse und potentielle Fördermöglichkeiten soll in der Diskussion noch näher eingegangen werden.

**9)** Wie ist die Akzeptanz der Schülerlaborkurse, besonders der bilingualen, durch die Schüler? Möchten sie das Schülerlabor erneut besuchen und lieber deutschsprachig oder bilingual experimentieren?

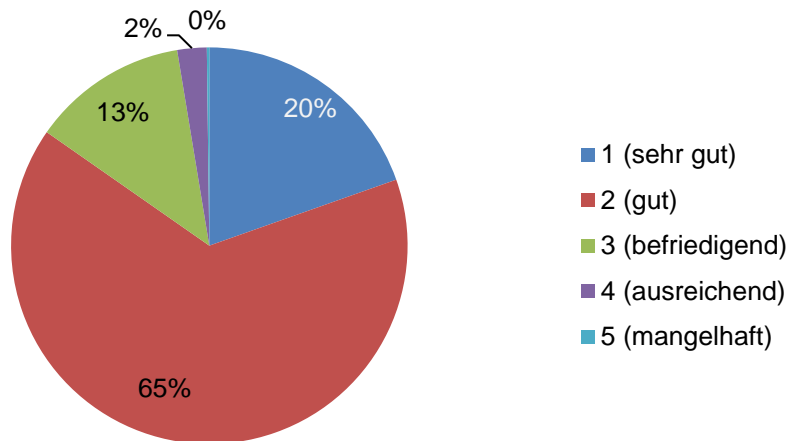
**H9a:** Generell wird eine hohe Akzeptanz der Schülerlaborkurse erwartet.

**H9b:** Die Akzeptanz der bilingualen Kurse fällt aufgrund der angenommenen Dispositionen der Kursteilnehmer geringer aus.

Im Post-Test wurden die Schüler einerseits dazu aufgefordert, den besuchten Schülerlaborkurs mit einer Schulnote zu bewerten und andererseits dazu befragt, ob sie das Labor noch einmal besuchen wollen würden. In den bilingualen Kursen wurde darüber hinaus gefragt, ob die Schüler beim nächsten Mal lieber einen deutschsprachigen oder einen bilingualen Kurs besuchen möchten.

In Abbildung 71 ist die Bewertung in Schulnoten, die von den Teilnehmern aller Schülerlaborkurse der vorliegenden Studie vergeben wurde, dargestellt. Da über

85 Prozent der Schüler die Kurse mit einer Note von gut oder sehr gut bewertet haben, kann generell von einer sehr hohen Akzeptanz der Schülerlaborkurse gesprochen werden. Dafür spricht außerdem, dass 80,5 Prozent der Schüler angegeben haben, dass sie das Schülerlabor noch einmal besuchen wollen würden.



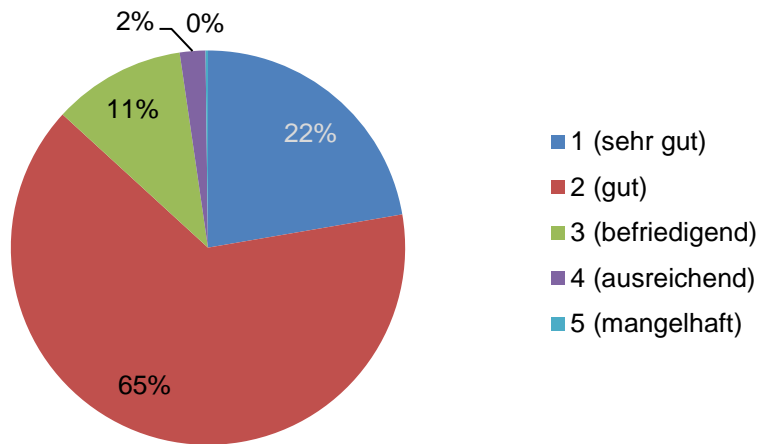
**Abbildung 71:** Bewertung aller Schülerlaborkurse durch die Kursteilnehmer (n = 542)

Auf die Frage, ob sie beim nächsten Mal an einem bilingualen oder einem deutschsprachigen Kurs teilnehmen wollen würden, stimmten 48,8 Prozent der Schüler für einen bilingualen und 51,2 Prozent für einen deutschsprachigen Kurs. Mit einer leichten Tendenz zu den deutschsprachigen Kursen kann hier insgesamt aber von einem relativ ausgewogenen Verhältnis gesprochen werden. Mithilfe von Pearson-Korrelationen konnte darüber hinaus festgestellt werden, dass die vergebenen Noten in höchst signifikantem Zusammenhang mit Komponenten der intrinsischen Motivation stehen. So lagen höchst signifikante Korrelationen zwischen der vergebenen Kursnote und der wahrgenommenen Kompetenz ( $r = -0,22$ ;  $p \leq 0,001$ ), zwischen der Kursnote und dem Interesse/Vergnügen hinsichtlich der biologischen Kursanteile ( $r = -0,24$ ;  $p \leq 0,001$ ) sowie zwischen der Kursnote und dem Interesse/Vergnügen hinsichtlich der fremdsprachlichen Kursanteile ( $r = -0,26$ ;  $p \leq 0,001$ ) vor.<sup>17</sup>

Die Bewertung aller Kursteilnehmer der Kurse ‚Genetic Fingerprintig‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ ist in Abbildung 72 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Akzeptanz ähnlich zu bewerten ist wie für die Schülerlaborkurse im Allgemeinen. Hier vergaben sogar 22 Prozent der Kursteilnehmer die Note sehr gut. Auch die Frage nach einem erneuten Schülerlaborbesuch beantworteten die Teilnehmer dieses Kur-

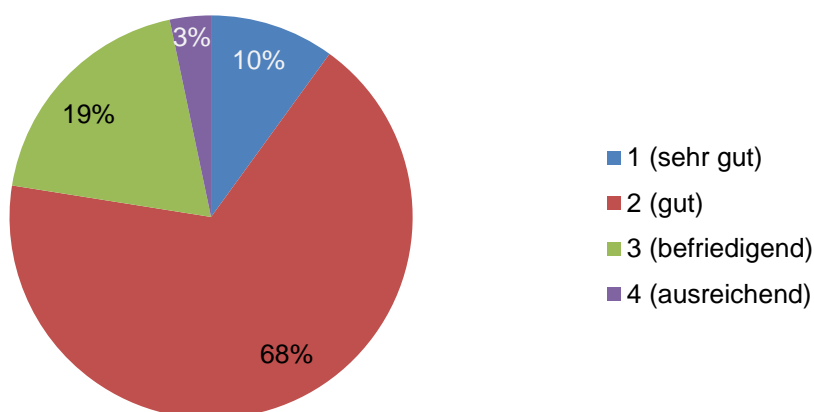
<sup>17</sup> Aufgrund des deutschen Notensystems (1 = beste Note; 6 = schlechteste Note) liegen hier negative Korrelationen vor.

ses zu 83,6 Prozent mit ja. Einen bilingualen Kurs wollten allerdings beim nächsten Mal nur 39,2 Prozent besuchen. Es ist also insgesamt eine hohe Akzeptanz zu verzeichnen. Die Akzeptanz der bilingualen Kurse ist hingegen als mittelmäßig zu bewerten.



**Abbildung 72:** Bewertung des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ durch die Kursteilnehmer (n = 422)

Den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ bewerteten mehr als 78 Prozent der Kursteilnehmer mit einer guten bis sehr guten Note. Die genaue Verteilung der Bewertung zeigt Abbildung 73. Darüber hinaus wollten 67,8 Prozent der Schüler das Schülerlabor noch ein weiteres Mal besuchen. Dies spricht insgesamt ebenfalls für eine hohe Akzeptanz des Kurses durch die jüngeren Kursteilnehmer. Interessanterweise gaben, im Gegensatz zur Akzeptanz der bilingualen ‚Genetic Fingerprinting‘-Kurse, für diesen Kurs 68,8 Prozent der Schüler an, auch beim nächsten Mal einen bilingualen statt eines deutschsprachigen Kurses besuchen zu wollen.



**Abbildung 73:** Bewertung des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durch die Kursteilnehmer (n = 120)



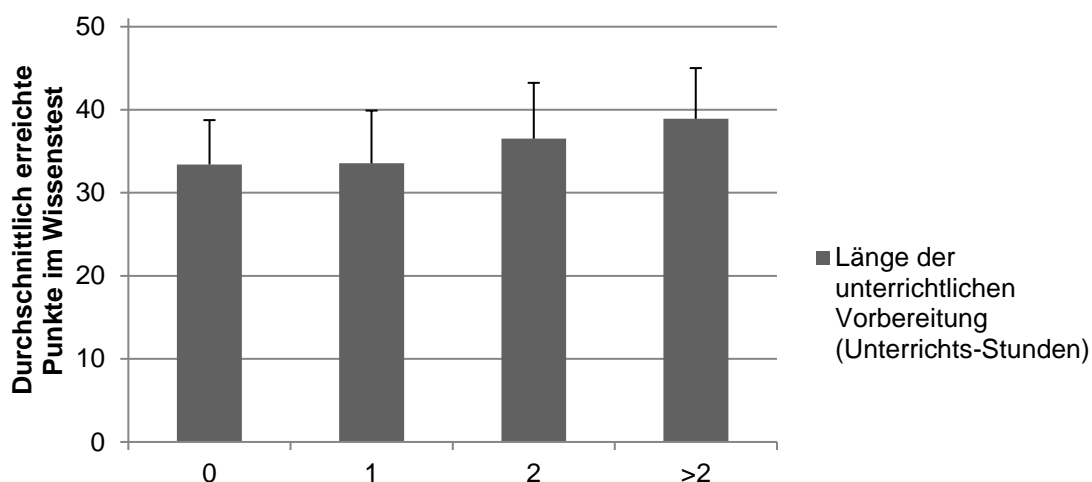
Insgesamt kann also eine sehr hohe Akzeptanz für alle Schülerlaborkurse durch die Kursteilnehmer verzeichnet werden. Besonders interessant erscheint die Tatsache, dass die Akzeptanz der Bilingualität der Kurse bei den jüngeren Teilnehmern des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ deutlich größer ist als bei den Teilnehmern des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘.

**10)** Welche Rolle spielt die schulische Einbindung der Schülerlaborkurse, besonders im Hinblick auf die hohe kognitive Belastung bei bilingualen Kursen?

**H10:** Aufgrund der Annahmen des wissensbasierten Konstruktivismus und der besonderen kognitiven Belastung in den Schülerlaborkursen wirkt sich der Grad der schulischen Vorbereitung auf das Lernen in den Kursen aus.

Wie in Kapitel 2.2 erwähnt, wurde den Lehrern nach dem Pre-Test ein Skript zum jeweiligen Kurs ausgehändigt, das den Schülern zur Verfügung zu stellen war und mit ihnen im Unterricht vorbereitet und besprochen werden sollte. Im Post-Test wurde dann erhoben, wie lange sich die Schüler tatsächlich innerhalb des Unterrichts mit dem Skript beschäftigt hatten (Tabelle 18).

Um einen Eindruck über die Rolle der Vorbereitung für den Wissenserwerb im jeweiligen Kurs zu gewinnen, wurden einfaktorielle ANOVAs eingesetzt. Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ist in Abbildung 74 und Tabelle 92 dargestellt, dass mit der Länge der Vorbereitung auch die im Post-Test erreichte Punktzahl im Wissenstest stieg.



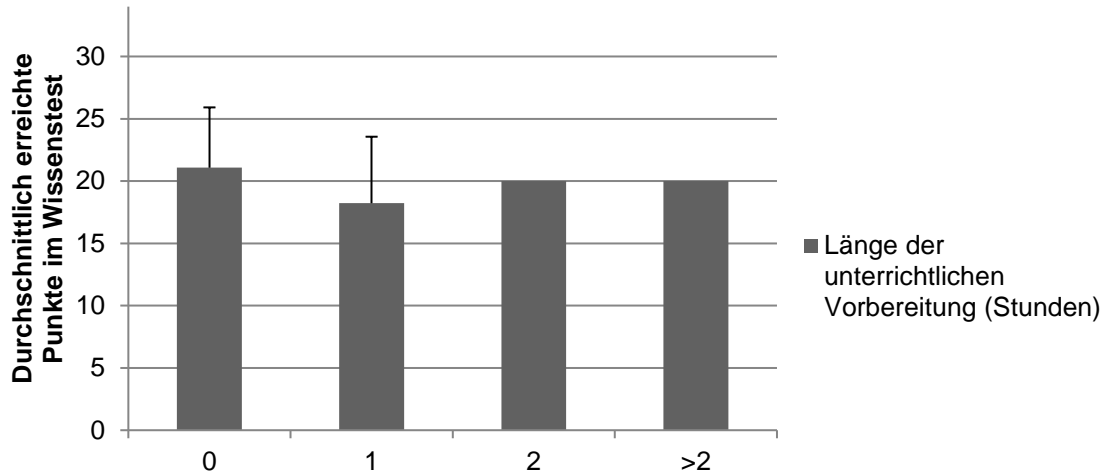
**Abbildung 74:** Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (Zeitpunkt: Post-Test) für Kursteilnehmer, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden (Skalenmaximum = 51 Punkte)

Auch die durchgeführte einfaktorielle ANOVA mit der Länge der unterrichtlichen Vorbereitung als Faktor bestätigt einen höchst signifikanten Unterschied im Wissen zwischen Schülern, die im Unterricht unterschiedlich lange auf den Kurs vorbereitet wurden ( $F(3,193) = 8,95$ ;  $p \leq 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,12$ ). Somit zeigt sich für diesen Kurs, dessen Thema sich an aktuelle Unterrichtsinhalte der Sekundarstufe II im Fach Biologie (MSW NRW 2013) anschließt, die Relevanz der unterrichtlichen Vorbereitung bzw. der Einbettung des Laborbesuches in den Unterrichtszusammenhang. Die Effektstärke von  $\eta_p^2 = 0,12$  unterstreicht die Relevanz dieses Ergebnisses deutlich.

**Tabelle 92:** Von Kursteilnehmern, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden, durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $N$ ) im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (Post-Test)

Testzeitpunkt	Länge unterr. Vorbereitung (U-Std.)	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $N$ )
Post-Test	0	33,42	5,33	12
	1	33,55	6,35	53
	2	36,52	6,72	48
	>2	38,90	6,11	84

Für den Laborkurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurde entsprechend vorgegangen. Hier zeigt sich in Abbildung 75 und Tabelle 93 ein weniger eindeutiges Bild als für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (Abbildung 74 & Tabelle 92). Es ist keine Zunahme des Wissens entsprechend der Länge der unterrichtlichen Vorbereitung zu erkennen. Die einfaktorielle ANOVA mit der Länge der unterrichtlichen Vorbereitung als Faktor zeigt, dass bezüglich des Wissensstands im Post-Test tatsächlich keine signifikanten Unterschiede zwischen Schülern, die im Unterricht unterschiedlich lange auf den Laborkurs vorbereitet wurden, bestehen ( $F(3,114) = 2,48$ ;  $p = 0,07$ ). Anhand von Abbildung 75 und Tabelle 93 lässt sich ebenfalls erkennen, dass Schüler, die keinerlei unterrichtliche Vorbereitung auf den Laborkurs erhalten haben, sogar die besten Ergebnisse im Wissenstest erreichen konnten.



**Abbildung 75:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ (Zeitpunkt: Post-Test) für Kursteilnehmer, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden (Skalenmaximum = 34 Punkte)

Anhand der in Tabelle 93 dargestellten Stichprobengrößen lässt sich allerdings auch erkennen, dass der unterrichtlichen Vorbereitung im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ offensichtlich generell weniger Aufmerksamkeit bzw. Zeit gewidmet wurde als im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘.

**Tabelle 93:** Von Kursteilnehmern, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden, durchschnittlich erreichte Punktzahl im Post-Test ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $N$ ) im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘

Testzeitpunkt	Länge unterr. Vorbereitung (Std.)	Punktzahl ( $M$ )	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $N$ )
Post-Test	0	21,07	4,84	85
	1	18,23	5,33	31
	2	20	-	1
	>2	20	-	1

Insgesamt lässt sich somit festhalten, dass es vom Kurs bzw. dem jeweiligen Kurs-thema abhängig war, welche Rolle die Vorbereitung des Schülerlaborkurses im Unterricht gespielt hat.

Die Ergebnisse werden zusätzlich durch eine höchst signifikante Korrelation (Spearman) zwischen der Länge der unterrichtlichen Vorbereitung und den Ergebnissen des Post-Tests ( $r = 0,36$ ;  $p \leq 0,001$ ) für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Gene-

tischer Fingerabdruck‘ und eine nicht signifikante Korrelation für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ( $r = -0,77$ ;  $p = 0,41$ ) gestützt.

Diese Ergebnisse sind allerdings, auch vor dem Hintergrund von Forschungsergebnissen zur Einbettung von Laborarbeit in den Unterricht und zur Rolle von Vor- und Nachbereitung experimentellen Unterrichts, noch weitergehend zu diskutieren.

### 3.3 ERGEBNISSE (FREMDSPRACHLICH)

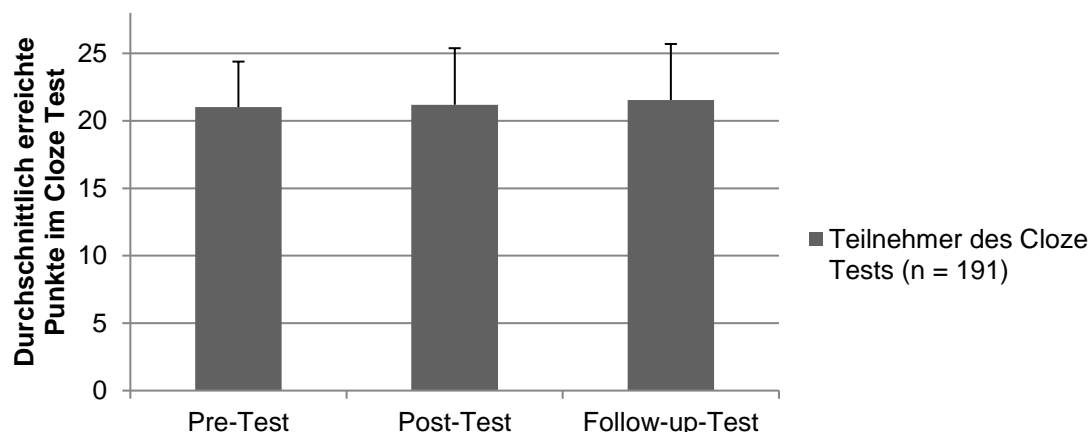
**11)** Hat bereits ein eintägiger bilingualer Schülerlaborkurs einen Einfluss auf die fremdsprachliche Lesefertigkeit?

**11.1)** Ist die Methode des ‚Cloze Tests‘ geeignet, um mögliche Veränderungen zu messen?

**H11:** Aufgrund des kurzen Kontakts mit der Fremdsprache bzw. dem Konzept des bilingualen Lernens treten hinsichtlich der fremdsprachlichen Lesefertigkeit eher geringe Auswirkungen auf.

**H11.1:** Die Methode des ‚Cloze Tests‘ stellt ein valides, reliables und ökonomisches Mittel zur Erfassung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit dar.

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse der ‚Cloze Tests‘, die für die beiden Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ entwickelt wurden, vorgestellt werden. Zunächst erfolgte mithilfe von ANOVAs und  $t$ -Tests eine Betrachtung der Ergebnisse für den Vergleich der drei Messzeitpunkte. Im Anschluss werden ausgewählte Subgruppenvergleiche vorgestellt, für die ANOVAs (mit Messwiederholung) zum Einsatz gekommen sind.



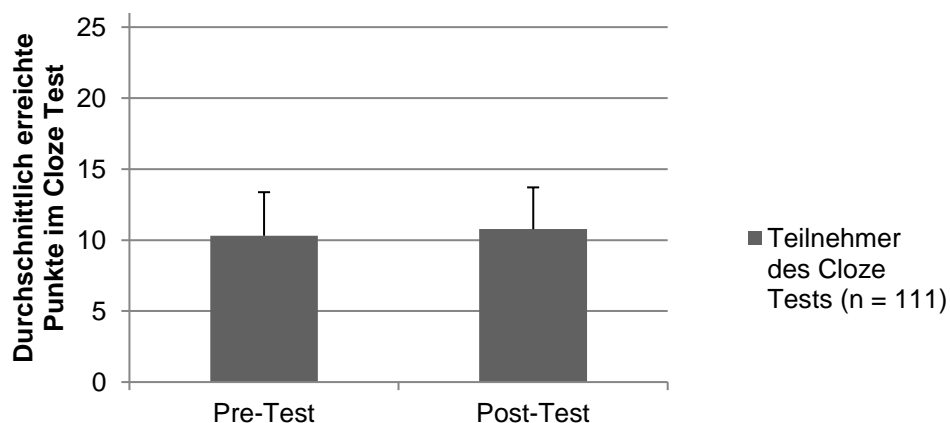
**Abbildung 76:** Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für den Pre-, Post- und Follow-up-Test (Skalenmaximum = 28 Punkte)

In Abbildung 76 und Tabelle 94 sind die Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (n = 191) dargestellt. Anhand dieser lässt sich bereits vermuten, dass es nur geringe Veränderungen der erhobenen fremdsprachlichen Lesefertigkeit über die drei Messzeitpunkte gegeben hat. Zur Überprüfung dieses Eindrucks wurde eine ANOVA mit Messwiederholung verwendet, die keine signifikante Veränderung über die drei Messzeitpunkte feststellen konnte ( $F(2,380) = 2,18$ ;  $p = 0,12$ ). Es kann also von keiner signifikanten Veränderung der durch den ‚Cloze Test‘ erhobenen globalen fremdsprachlichen Lesefertigkeit ausgegangen werden, die auf den Besuch des bilingualen Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ zurückgeführt werden könnte.

**Tabelle 94:** Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen (SD) und Stichprobengrößen (N)

Testzeitpunkt	Punktzahl (M)	Standardabweichung (SD)	Stichprobengröße (N)
Pre-Test	21,02	3,37	191
Post-Test	21,19	4,19	191
Follow-up-Test	21,54	4,04	191

Anhand von Abbildung 77 und Tabelle 95 lässt sich für den im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ eingesetzten ‚Cloze Test‘ bereits annehmen, dass vom Pre- zum Post-Test kein erheblicher Wissenszuwachs stattgefunden hat. Dies wurde auch durch einen t-Test für verbundene Stichproben bestätigt ( $t(110) = -1,40$ ;  $p = 0,16$ ).



**Abbildung 77:** Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für den Pre- und Post-Test (Skalenmaximum = 26 Punkte)

**Tabelle 95:** Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

Testzeitpunkt	Punktzahl ( <i>M</i> )	Standardabweichung ( <i>SD</i> )	Stichprobengröße ( <i>N</i> )
Pre-Test	10,31	3,07	111
Post-Test	10,77	2,94	111

Bemerkenswert ist darüber hinaus, dass die Schüler im Schnitt zu beiden Messzeitpunkten nicht einmal die Hälfte der Maximalpunktzahl von 26 erreicht haben. Dieser Aspekt soll später noch einmal aufgegriffen werden und eine Diskussion möglicher Gründe im Diskussionsteil erfolgen.

**12)** Lassen sich die in Abbildung 16 angenommenen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und Lesestrategien bestätigen? Lassen sich darüber hinaus Zusammenhänge zwischen dem Gebrauch von Lesestrategien und der erzielten (biologischen und fremdsprachlichen) Leistung feststellen? Unterscheiden sich die Schüler in der Benutzung von Oberflächen- und Tiefenstrategien und hat dies wiederum Einfluss auf die Leistung?

**H12a:** Es bestehen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und dem Gebrauch von Lesestrategien (vgl. Abbildung 16).

**H12b:** Aufgrund der Erkenntnisse anderer Studien werden keine Zusammenhänge zwischen den verwendeten Lesestrategien und der Leistung erwartet.

**H12c:** Es treten Unterschiede in der Verwendung von Oberflächen- und Tiefenstrategien auf. Es sind aber keine Einflüsse auf die Leistung zu erkennen.

Zur Überprüfung der in Abbildung 16 dargestellten angenommenen Zusammenhänge wurden in Anlehnung an Artelt (1996) für die Daten des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ Korrelationen zwischen Skalen, die zur Erhebung der beinhalteten Konstrukte (Lesefertigkeit, Motivation, Lesestrategien) verwendet wurden, berechnet. Zur Repräsentation der Lesefertigkeit wurden die Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Pre-Test-Zeitpunkt verwendet. Zur Darstellung der fremdsprachlichen Motivation wurden die Subskalen ‚Druck Englisch‘ (s. Tabelle 29) und ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘ (s. Tabelle 27) der KIM sowie das zum Post-Test-Zeitpunkt erhobene fremdsprachliche Fähigkeitsselbstkonzept (s. Tabelle 22) herangezogen. Das Konstrukt der Lernstrategien wird durch die in Kapitel 2.3.3.5 theoretisch begründeten und beschriebenen

Subskalen ‚Oberflächen‘- und ‚Tiefenstrategien‘ (s. Tabelle 36 & Tabelle 37), ‚Lern-techniken‘ (s. Tabelle 38) und ‚metakognitiven Strategien‘ (s. Tabelle 39) repräsentiert.

In Tabelle 96 sind die (Pearson-)Korrelationen zwischen der im Post-Test mittels ‚Cloze Test‘ erhobenen Lesefertigkeit und den zur Erfassung der fremdsprachlichen Motivation herangezogenen Skalen dargestellt.

**Tabelle 96:** Pearson-Korrelationen ( $r$ ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( $N$ ) der im Post-Test (NT) erhobenen Lesefertigkeit und der Subskalen zur Erhebung der Komponenten der fremdsprachlichen Motivation. Korrelationen von  $r \geq |0,3|$  sind grün, von  $r \geq |0,5|$  rot gekennzeichnet.

		NT Lese- fertigkeit	Int./Ver- gnügen Englisch	Druck Englisch	Fähigk.- selbstk. Englisch
NT Lesefer- tigkeit	$r$ Signifikanz $N$		0,28 $p \leq 0,001$ 272	-0,19 $p \leq 0,01$ 207	0,27 $p \leq 0,001$ 296
Int./Ver- gnügen Englisch	$r$ Signifikanz $N$	0,28 $p \leq 0,001$ 272		-0,33 $p \leq 0,001$ 330	0,52 $p \leq 0,001$ 401
Druck Englisch	$r$ Signifikanz $N$	-0,19 $p \leq 0,01$ 207	-0,33 $p \leq 0,001$ 330		-0,60 $p \leq 0,001$ 340
Fähigk.- selbstk. Englisch	$r$ Signifikanz $N$	0,27 $p \leq 0,001$ 296	0,52 $p \leq 0,001$ 401	-0,60 $p \leq 0,001$ 340	

Es ist zu erkennen, dass sich zwischen der Lesefertigkeit und den Motivations-skalen hoch bis höchst signifikante Korrelationen finden ließen. So bestanden höchst signifi-kant positive Zusammenhänge zwischen dem empfundenen Interesse/Vergnügen bezüglich der Fremdsprache und der praktischen Lesefertigkeit ( $r = 0,28$ ;  $p \leq 0,001$ ) sowie zwischen dem fremdsprachlichen Fähigkeitsselfkonzept und der praktischen Lesefertigkeit ( $r = 0,27$ ;  $p \leq 0,001$ ). Zwischen dem durch die Verwendung der Fremd-sprache empfundenen Druck und der praktischen Lesefertigkeit war ein hoch signifi-kant negativer Zusammenhang zu finden ( $r = -0,19$ ;  $p \leq 0,01$ ). Das bedeutet, dass die Schüler, die sich durch die Verwendung der Fremdsprache unter Druck gesetzt ge-fühlt haben, auch im ‚Cloze Test‘ schlechter abgeschnitten haben. Die Zusammen-hänge sind aufgrund der  $r$ -Werte zwischen -0,19 und 0,28 allerdings als klein bis mo-derat einzustufen. Insgesamt kann aber angenommen werden, dass die positiven Motivationsindikatoren im positiven Zusammenhang und der negative Indikator ‚Druck‘ im negativen Zusammenhang mit der positiven Ausprägung der fremdsprach-lichen Lesefertigkeit stehen. Es ist davon auszugehen, dass Schüler, die viel Spaß

und wenig Druck bei der Verwendung der Fremdsprache empfunden haben und darüber hinaus ein hohes fremdsprachliches Fähigkeitsselbstkonzept aufwiesen, bessere Leistungen bezüglich der fremdsprachlichen Lesefertigkeit erbracht haben.

Es lässt sich weiterhin erkennen, dass zwischen den drei verwendeten Motivationskalen höchst signifikante Zusammenhänge zu finden waren. Die Höhe des fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzepts weist einen starken Zusammenhang mit dem bei der Verwendung der Fremdsprache empfundenen Interesse/Vergnügen auf ( $r = 0,52$ ;  $p \leq 0,001$ ). Der durch die Verwendung der Fremdsprache empfundene Druck weist einen moderaten bis starken negativen Zusammenhang mit dem durch die Verwendung der Fremdsprache empfundenen Interesse/Vergnügen auf ( $r = -0,33$ ;  $p \leq 0,001$ ), so dass davon auszugehen ist, dass Schüler, die sich unter Druck gesetzt fühlten, weniger Spaß im Umgang mit dem Englischen empfunden haben und umgekehrt. Ein noch stärkerer negativer Zusammenhang des empfundenen Drucks konnte mit dem fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzept gefunden werden ( $r = -0,6$ ;  $p \leq 0,001$ ). Schüler mit einem hohen fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzept fühlten sich durch die Verwendung des Englischen also weniger unter Druck gesetzt. Darüber hinaus scheint ein starkes Druckempfinden ein Indikator für ein niedriges fremdsprachliches Fähigkeitsselbstkonzept zu sein.

Zur Feststellung möglicher Zusammenhänge zwischen der durch den ‚Cloze Test‘ erhobenen globalen fremdsprachlichen Lesefertigkeit und den beim Lesen eines fremdsprachigen Textes verwendeten Lesestrategien wurden ebenfalls Pearson-Korrelationen berechnet (s. Tabelle 97). Es konnten so gut wie keine signifikanten Korrelationen der erreichten Testpunkte im ‚Cloze Test‘ bzw. der globalen fremdsprachlichen Lesefertigkeit mit einer der Lernstrategie-Kategorien gefunden werden. Lediglich zwischen der Lesefertigkeit (NT) und den verwendeten Meta-Strategien deutete sich ein geringer Effekt an ( $r(288) = 0,12$ ,  $p = 0,04$ ), der aufgrund des Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,12$  und der Signifikanz von  $p = 0,04$  als wenig bedeutsam einzustufen ist.

Ansonsten lassen sich moderate bis starke Zusammenhänge zwischen der Verwendung von Tiefenstrategien und Lerntechniken ( $r(299) = 0,33$ ;  $p \leq 0,001$ ), zwischen der Verwendung von Oberflächenstrategien und Lerntechniken ( $r(301) = 0,32$ ;  $p \leq 0,001$ ), zwischen der Verwendung von Meta-Strategien und Lerntechniken



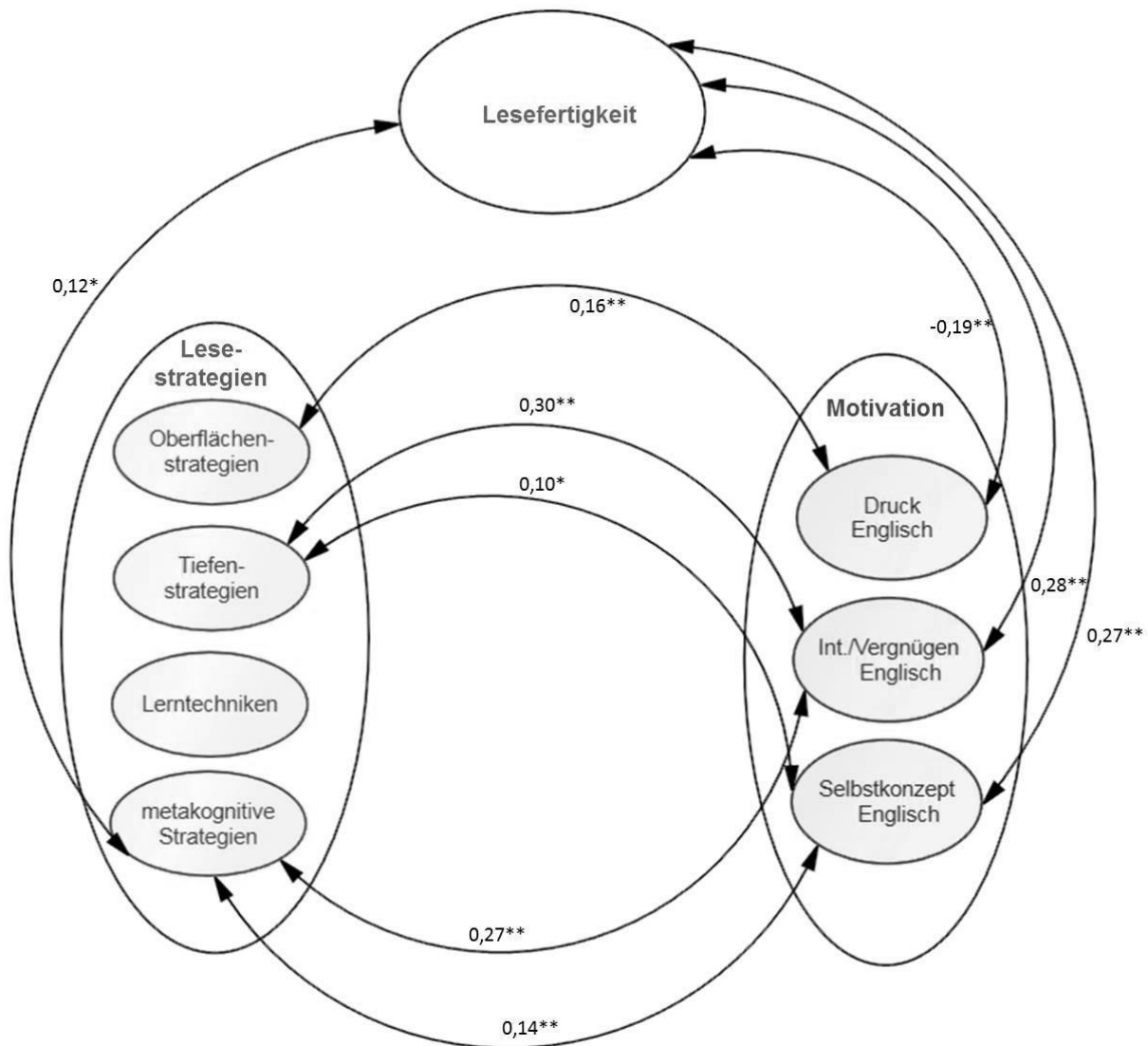
( $r(299) = 0,40$ ;  $p \leq 0,001$ ) sowie zwischen der Verwendung von Meta-Strategien und Tiefenstrategien ( $r(299) = 0,40$ ,  $p \leq 0,001$ ) feststellen.

**Tabelle 97:** Pearson-Korrelationen ( $r$ ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( $N$ ) der im Post-Test (NT) erhobenen Lesefertigkeit und Lesestrategien. Korrelationen von  $r \geq 0,3$  sind grün gekennzeichnet.

		NT Lesefertigkeit	NT Tiefenstrategien	NT Oberflächensstrategien	NT Lern-techniken	NT Meta-Strategien
<b>NT Lesefertigkeit</b>	$r$ Signifikanz $N$		0,08 $p = 0,18$ 288	-0,03 $p = 0,64$ 289	0,02 $p = 0,70$ 288	0,12 $p = 0,42$ 288
<b>NT Tiefenstrategien</b>	$r$ Signifikanz $N$	0,08 $p = 0,18$ 288		0,23 $p \leq 0,001$ 299	0,33 $p \leq 0,001$ 299	0,40 $p \leq 0,001$ 299
<b>NT Oberflächensstrategien</b>	$r$ Signifikanz $N$	-0,03 $p = 0,64$ 289	0,23 $p \leq 0,001$ 299		0,32 $p \leq 0,001$ 301	0,14 $p = 0,02$ 299
<b>NT Lern-techniken</b>	$r$ Signifikanz $N$	0,03 $p = 0,70$ 288	0,33 $p \leq 0,001$ 289	0,32 $p \leq 0,001$ 301		0,40 $p \leq 0,001$ 299
<b>NT Meta-Strategien</b>	$r$ Signifikanz $N$	0,12 $p = 0,04$ 288	0,40 $p \leq 0,001$ 299	0,14 $p = 0,02$ 299	0,40 $p \leq 0,001$ 299	

Zur Darstellung und Zusammenfassung der bereits in Abbildung 16 dargestellten angenommenen Zusammenhänge wurde in Anlehnung an Artelt (1996) eine Übersicht der die Lesekompetenz bedingenden Faktoren und ihrer im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Zusammenhänge in Form von Pearson-Korrelationen erstellt.

Abbildung 78 zeigt die Zusammenhänge der Lesefertigkeit, der verwendeten Lesestrategien und der fremdsprachlichen Motivation. Es ist zu erkennen, dass die in Abbildung 16 angenommenen Zusammenhänge insgesamt weitestgehend zutreffen. Es lässt sich sowohl ein zweifelsfreier Zusammenhang zwischen der fremdsprachlichen Motivation und der fremdsprachlichen Lesefertigkeit als auch zwischen der Motivation und den verwendeten Lesestrategien erkennen. Lediglich der angenommene Zusammenhang zwischen der fremdsprachlichen Lesefertigkeit und den verwendeten Lesestrategien lässt sich nicht zweifelsfrei belegen.



**Abbildung 78:** Darstellung der Zusammenhänge (Pearson-Korrelationen) zwischen Faktoren, von denen angenommen wird, die Lesekompetenz zu bedingen (Lesefertigkeit, Motivation und Lesestrategien). Höchst signifikante Korrelationen sind mit \*\* gekennzeichnet; hoch signifikante mit \*. Korrelationen von  $r \leq 0,10$  und Korrelationen der Skalen innerhalb eines angenommenen Konstruktes sind nicht dargestellt.

Es bleibt aber festzuhalten, dass alle drei Komponenten Einflussfaktoren der fremdsprachlichen Lesekompetenz darzustellen scheinen. Die Motivation steht im direkten Zusammenhang mit der Lesefertigkeit. Für die verwendeten Lesestrategien konnte kein direkter Einfluss auf die Lesefertigkeit festgestellt werden. Diese Ergebnisse erfordern allerdings noch eine eingehende Diskussion vor dem Hintergrund weiterer Erkenntnisse zur Lesekompetenz, zum Zusammenhang der Lesefertigkeit und der Verwendung von Lernstrategien sowie zu fremdsprachlichem Lernen im bilingualen Unterricht im Allgemeinen.

Über die Zusammenhänge der fremdsprachlich bedingten Komponenten hinaus sollte des Weiteren untersucht werden, ob bedeutsame Zusammenhänge zwischen der fremdsprachlichen und der biologisch-inhaltlichen Leistung vorlagen. Dass diese Zusammenhänge tatsächlich zu finden waren, zeigt sich in einer mittleren bis starken Korrelation ( $r(191) = 0,43$ ,  $p \leq 0,001$ ) zwischen den im Post-Test erreichten Punkten im Wissenstest und den im ‚Cloze Test‘ zum Post-Test-Zeitpunkt erreichten Punkten (also der fremdsprachlichen Lesefertigkeit). Es ist somit anzunehmen, dass sich die beiden Kompetenzen gegenseitig bedingen und es notwendig ist, in beiden Bereichen kompetent zu sein, um gute Ergebnisse zu erzielen. Für diese Annahme sprechen außerdem die guten Ergebnisse der ‚Allrounder‘ im Wissenstest (s. Abbildung 51 und Tabelle 68).

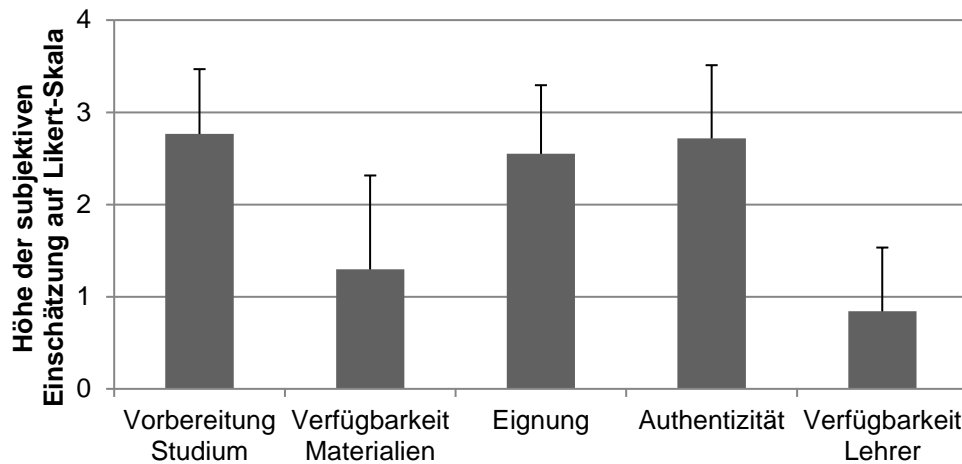
### 3.4 ERGEBNISSE DER LEHRERBEFRAGUNG

**13)** Wie ist die Einschätzung der das BeLL Bio besuchenden Lehrer hinsichtlich des bilingualen Biologieunterrichts und seiner Rahmenbedingungen?

**H13a:** Die das BeLL Bio besuchenden Lehrer stehen dem Fach ‚Biologie bilingual‘ insgesamt positiv gegenüber.

**H13b:** Die Rahmenbedingungen für das Fach ‚Biologie bilingual‘ werden von den Lehrern weniger positiv eingeschätzt.

Von den insgesamt 51 befragten Lehrern waren 72,5 Prozent weiblich und 27,5 Prozent männlich. Bis auf zwei Ausnahmen unterrichteten alle Teilnehmer das Fach Biologie. Als weiteres Fach unterrichteten 23,5 Prozent Englisch, 9 Prozent Chemie und 58,8 Prozent ein anderes Fach. Die Schulform, an der die jeweiligen Lehrer unterrichteten, war zu 52,9 Prozent das Gymnasium, zu 19,6 Prozent die Gesamtschule, zu 13,7 Prozent die Realschule und zu lediglich 3,9 Prozent das Berufskolleg. 9,8 Prozent der Befragten unterrichteten an einer anderen Schulform. Darüber hinaus gaben 23,5 Prozent der befragten Lehrer an, dass es an ihrer Schule einen bilingualen Zweig gebe. Allerdings wurde das Fach ‚Biologie bilingual‘ nur an vier der Schulen unterrichtet. Relevant erscheint außerdem die Tatsache, dass nur zwei der befragten Lehrer bilingual unterrichteten, aber 52,9 Prozent angaben, dies in Zukunft gerne tun zu wollen.



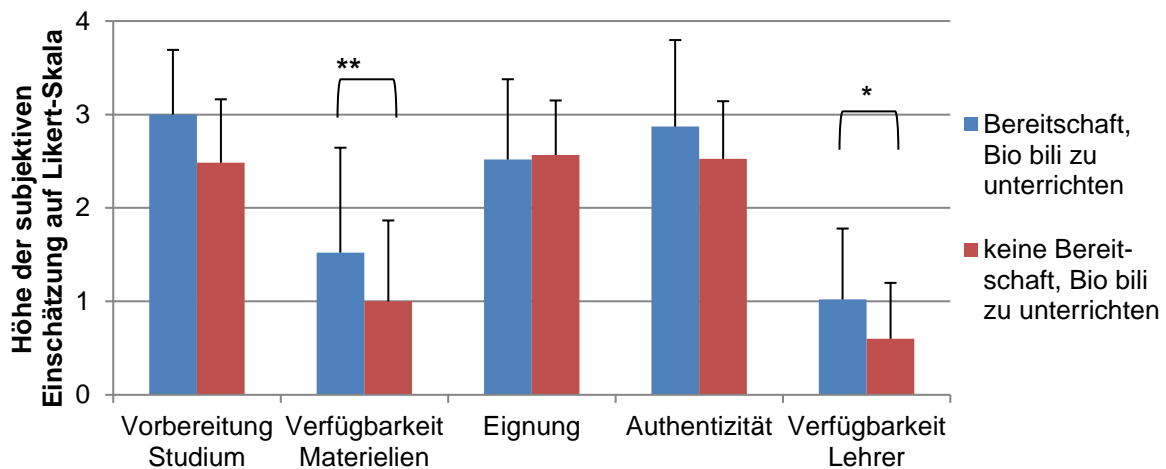
**Abbildung 79:** Von allen Teilnehmern der Lehrerbefragung ( $n = 51$ ) jeweils subjektiv eingeschätzte studienvorbereitende Relevanz des Faches Biologie bilingual, Verfügbarkeit von Materialien für das Fach Biologie bilingual, Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Unterricht, Authentizität des Faches Biologie bilingual und Verfügbarkeit von Lehrkräften für das Fach Biologie bilingual (Skalenmaximum = 4)

In Abbildung 79 und Tabelle 98 ist jeweils die Höhe der subjektiven Einschätzung der erhobenen Subskalen des Lehrerfragebogens (s. Kapitel 2.3.3.6) dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Lehrer die Eignung der Biologie für den bilingualen Unterricht, die Relevanz des Faches ‚Biologie bilingual‘ und seine Authentizität vergleichsweise positiv bewertet haben. Als negative Faktoren haben sich hingegen die Verfügbarkeit von Unterrichtsmaterialien und Lehrkräften für das Fach abgezeichnet.

**Tabelle 98:** Von den Lehrern auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte studienvorbereitende Relevanz des Faches Biologie bilingual, Verfügbarkeit von Materialien für das Fach Biologie bilingual, Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Unterricht, Authentizität des Faches Biologie bilingual und Verfügbarkeit von Lehrkräften für das Fach Biologie bilingual mit Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $N$ )

Subskala	Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala	Standardabweichung ( $SD$ )	Stichprobengröße ( $N$ )
Vorbereitung Studium	2,76	0,70	51
Verfügbarkeit Materialien	1,30	1,02	51
Eignung der Biologie für den BU	2,55	0,74	51
Authentizität von Bio bili	2,72	0,80	51
Verfügbarkeit Lehrkräfte	0,84	0,69	51

Schaut man sich die Höhe der subjektiven Einschätzung der erhobenen Konstrukte noch einmal getrennt an für Lehrer, die in Zukunft selbst Biologie bilingual unterrichten möchten, und für die Lehrer, die angaben, dies nicht tun zu wollen, lassen bereits Abbildung 80 und Tabelle 99 auf Unterschiede zwischen diesen Gruppen schließen. In allen Fällen, außer bei der Einschätzung der Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Unterricht, lässt sich ein positiverer Wert für die an bilinguaalem Unterrichten interessierten Lehrer finden.



**Abbildung 80:** Von den Teilnehmern der Lehrerbefragung ( $n = 51$ ), die in Zukunft ‚Biologie bilingual‘ (Bio bili) unterrichten wollen bzw. dies nicht wollen, subjektiv eingeschätzte Subskalen des Lehrerfragebogens (Skalenmaximum = 4; Signifikanz sind folgendermaßen gekennzeichnet: \*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ )

Der Eindruck, den Abbildung 80 und Tabelle 99 vermitteln, wird durch verschiedene  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben nur zum Teil bestätigt. Eine signifikant unterschiedliche Einschätzung der Lehrkräfte, die zukünftig Biologie bilingual unterrichten wollen und derer, die dies zukünftig nicht wollen, ergab sich lediglich für die Konstrukte der studienvorbereitenden Relevanz des Faches Biologie bilingual ( $t(45) = -2,55$ ;  $p = 0,01$ ,  $\omega^2 = 0,10$ ) und die eingeschätzte Verfügbarkeit von Lehrkräften ( $t(45) = 2,22$ ;  $p = 0,05$ ,  $\omega^2 = 0,08$ ). Für die übrigen Konstrukte ergaben sich hingegen keine signifikanten Unterschiede (Verfügbarkeit Materialien:  $t(40) = -1,66$ ;  $p = 0,11$  / Eignung der Biologie für den BU:  $t(45) = 0,22$ ;  $p = 0,83$  / Authentizität des Faches ‚Biologie bilingual‘:  $t(45) = -1,45$ ;  $p = 0,16$ ).

**Tabelle 99:** Von den Lehrern, die in Zukunft selbst gerne ‚Biologie bilingual‘ (Bio bili) unterrichten wollen bzw. dies nicht wollen, auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte Subskalen des Lehrerfragebogens mit Standardabweichungen (SD) und Stichprobengrößen (N)

Subskala	Bereitschaft, selbst Bio bili zu unterrichten	Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala	Standardabweichung (SD)	Stichprobengröße (N)
Relevanz von Bio bili	ja	3,00	0,69	27
	nein	2,48	0,68	20
Verfügbarkeit Materialien	ja	1,52	1,12	23
	nein	1,00	0,87	19
Eignung der Biologie für den BU	ja	2,52	0,85	27
	nein	2,57	0,58	20
Authentizität von Bio bili	ja	2,87	0,62	27
	nein	2,53	0,93	20
Verfügbarkeit Lehrkräfte	ja	1,02	0,76	24
	nein	0,60	0,60	20

Insgesamt lässt sich also festhalten, dass die Lehrer, die zukünftig selbst ‚Biologie bilingual‘ unterrichten wollen, dem Fach eine hoch signifikant höhere Relevanz beigemessen haben und die Verfügbarkeit von Lehrkräften signifikant positiver einschätzten als ihre Kollegen, die auch zukünftig nicht bilingual unterrichten wollen. Für die subjektive Einschätzung der anderen Konstrukte scheint die Bereitschaft, selbst bilingual zu unterrichten, nicht ausschlaggebend gewesen zu sein.

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse des Lehrerfragebogens mit der Schulform als Faktor mittels einer ANOVA untersucht. Hierbei zeigte sich, dass lediglich die Verfügbarkeit von Materialien für das Fach Biologie bilingual von Lehrern verschiedener Schulformen signifikant unterschiedlich eingeschätzt wurde ( $F(4,39) = 2,56$ ;  $p = 0,03$ ;  $\eta_p^2 = 0,23$ ).

In Tabelle 100 ist die Einschätzung der Verfügbarkeit von Materialien für den bilingualen Biologieunterricht für Lehrer verschiedener Schulformen einzeln dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Gymnasiallehrer, die allerdings auch die größte Teilstichprobe ausmachen, die Materialverfügbarkeit am positivsten eingeschätzt haben. Lehrer des Berufskollegs und anderer Schulformen schätzten dies hingegen am negativsten ein. Aufgrund der zum Teil nur sehr kleinen Teilstichproben dürfen diese Ergebnisse allerdings nicht überinterpretiert werden.

**Tabelle 100:** Von den Lehrern verschiedener Schulformen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte Verfügbarkeit von Materialien für den bilingualen Biologieunterricht mit Standardabweichungen (*SD*) und Stichprobengrößen (*N*)

<b>Subskala</b>	<b>Schulform</b>	<b>Höhe der Zustimmung auf Likert-Skala</b>	<b>Standardabweichung (<i>SD</i>)</b>	<b>Stichprobengröße (<i>N</i>)</b>
Verfügbarkeit Materialien	Gesamtschule	1,25	0,93	8
	Gymnasium	1,66	1,03	22
	Berufskolleg	0,50	-	2
	Realschule	1,21	0,99	7
	andere	0,20	0,27	5

## 4 DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, bilinguale Schülerlaborkurse zur Förderung naturwissenschaftlicher und fremdsprachlicher Fähigkeiten zu entwickeln und diese hinsichtlich ihrer kognitiven und affektiven Wirkung auf die teilnehmenden Schüler zu evaluieren. Es sollte festgestellt werden, ob die Kombination von praktischem Experimentieren in einer Schülerlaborumgebung mit gleichzeitigem fremdsprachlichen Handeln von kognitivem und affektivem Nutzen ist.

Im Folgenden sollen die vorgestellten Ergebnisse zunächst angesichts der methodischen Umsetzung der Evaluation diskutiert werden. Im Anschluss sollen sie im Hinblick auf die in 1.3 vorgestellten Forschungsfragen und vor dem Hintergrund weiterer Forschungsergebnisse inhaltlich näher besprochen und interpretiert werden.

### 4.1 METHODENDISKUSSION

Bei der Planung des Versuchsdesigns wurden zunächst die Fragestellungen operationalisiert, indem geeignete Messinstrumente ausgewählt wurden, um die entsprechenden Konstrukte messbar zu machen. Im Anschluss wurde das Versuchsdesign in Form einer quasi-experimentellen Untersuchung geplant und umgesetzt. Hier galt es, geeignete Versuchs- und Kontrollgruppen sowie Messzeitpunkte zu finden. Letztlich mussten darüber hinaus mögliche Störvariablen und ihre Kontrolle Berücksichtigung finden (Albert & Marx 2010).

#### 4.1.1 OPERATIONALISIERUNG DER FRAGESTELLUNGEN

Zur Beantwortung der in Kapitel 1.3 vorgestellten Forschungsfragen mussten zunächst geeignete Messinstrumente zur Operationalisierung der jeweiligen Konstrukte gefunden werden. Alle verwendeten kognitiven und affektiven Messinstrumente wurden in Kapitel 2.3.3 detailliert vorgestellt. Hier ließ sich bereits erkennen, dass vielfach (besonders im Bereich der affektiven Evaluation) auf bereits bewährte Messinstrumente zurückgegriffen werden konnte, was sowohl Reliabilität als auch Objektivität und Validität der jeweiligen Skalen annehmen ließ.

Darüber hinaus wurde für alle verwendeten Skalen, sowohl für die bereits bewährten und optimierten (z.B. aus Wilde et al. 2009) als auch für die im Rahmen der vorlie-



genden Arbeit neu formulierten, die Reliabilität berechnet und gegebenenfalls eine Reliabilitätsoptimierung durchgeführt. Hierbei wurde (in Anlehnung an Damerau 2013; Großschedl & Harms 2008; Häußler et al. 1998; Prüfer 2012), wie in Kapitel 2.3.4 vorgestellt, für Wissenstests und ‚Cloze Tests‘ zunächst der Schwierigkeitsindex und im Weiteren der Korrelationskoeffizient zwischen der Aufgabenantwort und dem Gesamt-Skalenwert (Trennschärfekoeffizient) berechnet. Um sicherzustellen, dass tatsächlich die kognitive Leistungsfähigkeit der Schüler erfasst wurde, wurden somit zu schwierige und zu leichte Items sowie solche, die zu einer schlechten Reliabilität geführt hätten, von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Dadurch konnten, gemessen an den allgemeingültigen Standards (s. z.B. Wilde et al. 2009), für die Wissenstests jeweils gute Reliabilitäten (‚Genetic Fingerprinting‘:  $\alpha = 0,89$ ; ‚A Glue from Snail Slime?!‘:  $\alpha = 0,84$ ) erzielt werden. Für die ‚Cloze Tests‘ konnten mit der gleichen Vorgehensweise ebenfalls gute Reliabilitäten erreicht werden (‚Genetic Fingerprinting‘:  $\alpha = 0,7$ ; ‚A Glue from Snail Slime?!‘:  $\alpha = 0,83$ ).

Die in Kapitel 2.3.3.3 vorgestellten Items zur Erfassung der affektiven Konstrukte entstammen, bis auf wenige Ausnahmen, im Rahmen vergleichbarer Studien entwickelten und erprobten Skalen (Abendroth-Timmer 2004, 2007; Brandt 2005; Damerau 2013; Engeln 2004; Glowinski 2007; Pawek 2009; Wilde et al. 2009). Somit konnte für diese die Reliabilität, Validität und Objektivität bereits angenommen werden. Die Reliabilität wurde auf Basis der Daten der vorliegenden Arbeit für alle Skalen mittels des Trennschärfekoeffizienten (s.o.) berechnet und konnte, gemessen an den Standards von Schön (2007) und Wilde et al. (2009), für alle Skalen als zufriedenstellend bis gut beurteilt werden (s. Kapitel 2.3.3.3). Mit Ausnahme der Skalen zum Sachinteresse (Biologie) und zum empfundenen Druck (Biologie), die jeweils nur eine zufriedenstellende Reliabilität von Cronbachs  $\alpha = 0,63$  aufwiesen, lagen die Reliabilitäten allesamt zwischen  $\alpha = 0,7$  und  $\alpha = 0,93$  und waren damit als gut bis sehr gut zu bewerten. Der empfundene Druck als negativer Prädiktor der intrinsischen Motivation wurde allerdings schon in der Originalpublikation der Kurzskala zur intrinsischen Motivation (Wilde et al. 2009) als weniger zuverlässig beschrieben. In der vorliegenden Arbeit konnte für die Skala zum durch den Gebrauch der Fremdsprache empfundenen Druck eine Reliabilität von  $\alpha = 0,72$  und für den durch die Tätigkeit des Experimentierens empfundenen Druck nur eine Reliabilität von  $\alpha = 0,63$  festgestellt werden. Dies führt zu der Annahme, dass die Formulierung der Items in Bezug auf fremdsprachliches Handeln von den Schülern besser erfasst werden konnte. Zur Be-

stätigung dieser Annahme bzw. zu einer veränderten Formulierung dieser Items, die möglicherweise zu einer verbesserten Reliabilität der Skala führen könnten, wären allerdings noch weitergehende Studien notwendig.

Zur Erhebung der globalen fremdsprachlichen Lesekompetenz wurde die Methode des ‚Multiple-Choice-Cloze-Tests‘ gewählt, die in Kapitel 2.3.3.4 bereits vorgestellt und begründet wurde. Diese stellt ein ökonomisch zu bearbeitendes und auszuwertendes Messinstrument dar, welches in der Regel Reliabilitäts- und Validitätsstandards erfüllt und in der Lage ist, zwischen unterschiedlichen Fremdsprachenlernern zu differenzieren (Tremblay 2011; Tremblay & Garrison 2010). Darüber hinaus wird von einer hohen Bereitschaft zur Bearbeitung des Tests ausgegangen, da es laut Brown (2002) ein menschliches Bedürfnis sei, Lücken zu füllen. Im Allgemeinen herrscht eine gewisse Uneinigkeit darüber, welche Art von sprachlicher Kompetenz mit einem ‚Cloze Test‘ genau gemessen werden kann. Allerdings wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen, dass starke Korrelationen zwischen ‚Cloze-Test‘-Ergebnissen und Ergebnissen standardisierter Sprachkompetenztests vorliegen (Bachman 1985; Brown 1980). Wie diese Korrelationen bereits andeuten, wurde in verschiedenen Studien außerdem die Kriteriumsvalidität von ‚Cloze Tests‘ bestätigt (für einen Überblick s. Brown 1980). Hierzu wurden jeweils Ergebnisse verschiedener standardisierter Sprachtests (wie z.B. TOEFL) als Außenkriterien herangezogen. Vielfach wird auch argumentiert, dass ‚Cloze Tests‘ in der Lage seien, fremdsprachliche Lesefertigkeit zu messen, da sie auf kontextualisierter geschriebener Sprache beruhen und der Bearbeiter, ähnlich wie im Leseprozess, ein gedankliches Probeerhalten bezüglich potentieller Wortbedeutungen an den Tag legen muss (Brown 2002). Da sich in verschiedenen Studien (Brown 1980; Chapelle & Abraham 1990) gezeigt hat, dass bei diesem Antwortformat im Allgemeinen höhere Punktzahlen erreicht werden, kann somit von einem leichteren Test und folglich von einem angemesseneren Schwierigkeitsgrad für weniger erfahrene Lerner ausgegangen werden. Da das Vorhandensein von Items mit nur geringer Trennschärfe ein bekanntes Problem darstellt (Brown 2002), war es wichtig, einen Test zu konstruieren, der eine möglichst große Anzahl an Items für die spätere Auswertung zur Verfügung stellte. Durch das Multiple-Choice-Antwortformat wurde so eine Anzahl von vier Items pro Textlücke erreicht. Darüber hinaus bot dieses Vorgehen den Vorteil, dass eine sowohl objektive als auch ökonomische Auswertung der Antworten möglich war.

Wie bereits in Kapitel 2.3.4.2 beschrieben, wurde die Kriteriumsvalidität durch Berechnung der Korrelation zwischen den erreichten Testpunkten im Post-Test und der von den Schülern im Pre-Test angegebenen letzten Englischnote geprüft. Für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ deutet eine höchst signifikante Korrelation ( $r(302) = -0,22, p \leq 0,001$ ) auf eine vorliegende Kriteriumsvalidität hin. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ konnte hingegen kein derartiger Zusammenhang festgestellt werden ( $r(113) = -0,10, p = 0,29$ ). Es besteht jedoch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass dies im Zusammenhang mit dem bereits in Kapitel 2.3.4.2 erwähnten geringeren Alter der Schüler und den damit verbundenen geringeren fremdsprachlichen Kenntnissen steht.

Wie auch in verschiedenen anderen Veröffentlichungen zur Konstruktvalidität von Lesekompetenztests (Grotjahn 1995; Hughes 2007; Rost & Sparfeldt 2007; Wolf 1993) kann darüber hinaus auch für den im Rahmen der vorliegenden Studie eingesetzten ‚Cloze Test‘ nicht zweifelsfrei davon ausgegangen werden, dass die globale fremdsprachliche Lesefertigkeit tatsächlich valide erfasst wurde. Möglicherweise lagen Konfundierungseffekte vor. So kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass eine (oder mehrere) Störvariable(n) die Ergebnisse beeinflusst haben. Aus diesen Gründen besteht an dieser Stelle noch Optimierungsbedarf hinsichtlich der Sicherstellung der Konstruktvalidität des Lesefertigkeitstests. Der Einsatz eines alternativen Tests, wie beispielsweise des C-Tests (Grotjahn 2006), kommt im Rahmen der Erfassung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit nicht in Frage, da sich unterschiedliche Kenntnisbereiche mit diesem Test ebenfalls nicht zweifelsfrei separat voneinander erfassen lassen. Der Einsatz eines solchen Multiple-Choice-Aufgabenformats, wie es beispielsweise in den PISA-Studien zur Erfassung der Lesekompetenz (z.B. langer zu lesender Text mit vier zugehörigen Items, die das Textverständnis prüfen) zum Einsatz gekommen ist (z.B. OECD 2009), ist im Rahmen eines Tests, der darüber hinaus sowohl affektive als auch inhaltliche Aspekte erfassen soll, aus (zeit-)ökonomischen Gründen nicht praktikabel.

Um aktuelle Vorstellungen zum Leseprozess zu berücksichtigen, die sowohl die Verwendung von Lesestrategien als auch die Motivation als einen entscheidenden Faktor definieren (Artelt, Schneider & Schiefele 2002; Artelt, Naumann & Schneider 2010; Artelt & Schellhas 1996; Hurrelmann 2004; OECD 2009; Valencia & Pearson 1987), wurden außerdem Lernstrategien hinsichtlich des Lesens fremdsprachlicher

biologischer Fachtexte erhoben und Motivationsskalen der KIM sowie das fremdsprachliche Fähigkeitsselbstkonzept in die Betrachtung der fremdsprachlichen Ergebnisse mit einbezogen. Die angenommenen Zusammenhänge zwischen den drei die fremdsprachliche Lesekompetenz ausmachenden Faktoren konnten anhand der vorliegenden Daten weitestgehend verifiziert werden (s. Abbildung 78). Lediglich die angenommenen Zusammenhänge zwischen der praktischen Lesefertigkeit und den verwendeten Lesestrategien konnten nicht gänzlich bestätigt werden. Dass der Lernerfolg generell nicht in direktem Zusammenhang mit verwendeten Lernstrategien zu stehen scheint, wurde allerdings auch bereits in anderen Studien festgestellt (s. z.B. Artelt 2000; Schiefele et al. 2003).

Der eingesetzte Lehrerfragebogen wurde im Rahmen dieser Arbeit neu entwickelt, um die Einschätzung von Lehrkräften hinsichtlich des bilingualen Biologieunterrichts erfassen zu können. Es sollte ein Eindruck davon gewonnen werden, welche Bedeutung Lehrer dem Fach ‚Biologie bilingual‘, im Besonderen bezüglich der Vorbereitung auf ein naturwissenschaftliches Studium, beimessen. Die Items (s. Tabelle 40) wurden einerseits in Anlehnung an Argumente, die die studienvorbereitende Funktion des bilingualen Sachfachunterrichts betonen, formuliert und in Form von drei Subskalen operationalisiert. Andererseits wurden zwei Subskalen gebildet, in der organisatorische Rahmenbedingungen hinsichtlich Material- und Lehrkräfteverfügbarkeit operationalisiert werden sollten. Zur Erhebung wurde eine fünfstufige Likert-Skala gewählt. So kann von einer objektiven Auswertung ausgegangen werden. Durch die fünf Stufen erfolgt außerdem eine Annäherung an die Äquidistanzforderung, so dass von einer ‚quasi‘-metrischen Skala auszugehen ist. Die Reliabilitäten der angenommenen Subskalen liegen mit Cronbachs  $\alpha$ -Werten zwischen 0,61 und 0,82, gemessen an den Kriterien von Schön (2007), im zufriedenstellenden bis guten Bereich. Zur Überprüfung, ob die formulierten Items auch tatsächlich, wie angenommen, fünf verschiedene Subskalen abbilden, wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt. Da ein gänzlich neuer Fragebogen entwickelt wurde, kam eine explorative Faktorenanalyse zum Einsatz. Es konnte festgestellt werden, dass die Faktorladungen auf fünf vorgegebenen Items die Struktur der zuvor angenommenen Subskalen widerspiegeln und davon ausgegangen werden kann, dass die Items jeweils die angenommenen Konstrukte bzw. latenten Variablen erfassen.

#### 4.1.2 PLANUNG UND UMSETZUNG DES VERSUCHSDESIGNS

Wie bereits erwähnt, wurde die vorliegende Studie als quasi-experimentelle Untersuchung durchgeführt. Die Auswahl der an der Studie beteiligten Schüler erfolgte also nicht randomisiert, sondern es wurde mit den natürlich gewachsenen Stichproben der teilnehmenden Klassen bzw. (Oberstufen-)Kurse gearbeitet. Wie bereits von Damerau (2013) erwähnt, sichert dieses Vorgehen eine hohe externe Validität und eine hohe Transferierbarkeit der Ergebnisse auf zukünftige das Schülerlabor im Klassenverband besuchende Schülergruppen. Darüber hinaus sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie somit eher auf experimentell ausgerichtete bilinguale Situationen, die innerhalb des schulischen Unterrichts stattfinden, übertragbar, als es Ergebnisse aus Schülerlaboren wären, in denen die Schüler nicht im Klassenverband sondern mit ihnen unbekanntem Schülern agieren. Dies ist besonders vor dem Hintergrund der Verwendung der Fremdsprache von Bedeutung. Die Hürde zur fremdsprachlichen Kommunikation mit fremden Personen wäre in einer solchen Umgebung vermutlich noch höher. Aufgrund der Tatsache, dass der Schülerlaborbesuch für die Schüler ein singuläres Ereignis in einer neuen und dadurch potentiell spannenden Umgebung darstellte, werden zukünftige Studien noch zeigen müssen, ob und inwieweit die Befunde der vorliegenden Studie auch auf innerschulischen bilingualen Biologieunterricht übertragbar sind. Nichtsdestotrotz liefern sie einen wichtigen Beitrag zum grundsätzlichen Verständnis hinsichtlich des inhaltlichen Lernens im bilingualen (Biologie-)Unterricht.

Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse der deutschsprachigen und bilingualen Treatmentgruppen des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ wurde sichergestellt, dass der inhaltliche und zeitliche Ablaufplan bei allen durchgeführten Kursen identisch war. Darüber hinaus wurden alle Fragebögen auf Deutsch eingesetzt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um mögliche durch den Gebrauch der Fremdsprache verursachte Verständnisprobleme bei der Beantwortung der Fragen des Wissenstest zu vermeiden. Hierbei ist davon ausgegangen worden, dass in der Fremdsprache gelernte Begriffe und Konzepte auch in einer anderen Sprache – also demnach auch im Deutschen – verbalisiert werden können, ohne dass sie vorher im Unterricht sprachlich transferiert worden wären (Badertscher & Bieri 2009). Eine mögliche, sprachlich bedingte Erschwernis bei der Beantwortung der Fragen würde positive Ergebnisse für die bilingual unterrichteten Schüler allerdings nur noch weiter unterstreichen.

Der Diskrepanz zwischen fremdsprachlichen und inhaltlich kognitiven Möglichkeiten der Schüler (Thürmann 2005, 2010) in den bilingualen Kursen wurde in Form sogenannter ‚Support Sheets‘ (s. Kapitel 2.2.2), die ein rein auf die Fremdsprache bezogenes ‚Scaffolding‘ (Krechel 2003, 2010; Thürmann 2010) beinhalteten, Rechnung getragen.

Quasi-experimentelle Studien weisen generell eine geringe interne Validität auf (Bortz & Döring 2006). Aus diesem Grund wurde, wie auch bei Damerau (2013), im Rahmen der Evaluation des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ eine Kontrollgruppe eingesetzt, die kein Treatment erhalten hat. Der Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ wurde in Form einer explorativen Zusatzstudie durchgeführt und evaluiert, weshalb sowohl aus inhaltlichen als auch organisatorischen Gründen auf den Einsatz einer entsprechenden Kontrollgruppe verzichtet wurde. Für den Verzicht auf eine Kontrollgruppe sprachen außerdem das deutlich geringere Alter der Schüler, der zeitlich sehr straffe Stundenplan der Sekundarstufe I (G8) und die dadurch eingeschränkte Bereitschaft der Lehrer, die Schüler an Testterminen im Rahmen des Unterrichts teilnehmen zu lassen.

#### 4.1.3 BERÜCKSICHTIGUNG VON STÖRVARIABLEN

Eine zentrale Überlegung, die bei der Planung der vorliegenden Studie von entscheidender Bedeutung war, betraf die Auswahl der Stichproben, im Besonderen für die bilingualen Schülerlaborkurse. Da Hinweise darauf zu finden sind, dass in bilingualen Bildungsgängen häufig sowohl besonders leistungsstarke als auch besonders interessierte Schüler zu finden sind, also ein sogenannter ‚Creaming Effect‘ vorzuliegen scheint (Rumlich 2013, 2014), wurden bewusst nicht gezielt Schüler bilingualer Bildungsgänge ausgewählt. Sowohl die deutschsprachigen als auch die bilingualen Kurse konnten von allen Klassen besucht bzw. von Lehrern gebucht werden, die Interesse an der Teilnahme hatten. Mögliche Vorerfahrungen mit bilingualem Unterricht waren somit nicht auf eine absichtliche Auswahl dieser Schüler zurückzuführen. Insgesamt kam es so im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ zu einem relativ ausgewogenen Verhältnis zwischen Schülern mit und ohne Vorerfahrungen mit bilingualem Unterricht. In der bilingualen Treatmentgruppe befanden sich sogar mehr Schüler ohne ( $n = 118$ ) als mit Vorerfahrungen ( $n = 80$ ; Tabelle 15). Somit kann davon ausgegan-

gen werden, dass gemessene Unterschiede zwischen den Treatmentgruppen nicht auf einen ‚Creaming Effect‘ zurückzuführen sind.

Um sicherzustellen, dass gemessene Effekte auch auf ein bestimmtes Treatment zurückgeführt werden können, muss idealerweise im Gegenzug gezeigt werden, dass die Effekte ohne den Einsatz des jeweiligen Treatments nicht aufgetreten wären. Hierzu wird vielfach eine entsprechende Kontrollgruppe eingesetzt (Bortz & Döring 2006).

Da es in quasi-experimentellen Studien aufgrund der Tatsache, dass keine echten Zufallsstichproben vorliegen, generell schwierig ist, eine repräsentative Kontrollgruppe zu finden, wird in vergleichbaren Schülerlaborstudien zum Teil auf den Einsatz von Kontrollgruppen verzichtet (s. z.B. Engeln 2004; Glowinski 2007). In der vorliegenden Studie sollte aber gerade für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘, für den auch ein Pre-, Post-, Follow-up-Test Design realisiert werden konnte, eine Kontrollgruppe zum Einsatz kommen. Hierdurch sollte beispielhaft gezeigt werden, dass die gemessenen kognitiven und affektiven Effekte tatsächlich auf den Kursbesuch zurückgeführt werden können und nicht beispielsweise allein durch das Ausfüllen des Fragebogens hervorgerufen wurden (Pre-Test-Effekt; Bortz & Döring 2006). Um dies zu realisieren, wurden Klassen bzw. Kurse ausgewählt, die im Zeitraum der Testungen das Kursthema Genetik nicht im Unterricht thematisiert haben. So konnte ausgeschlossen werden, dass ein möglicher Wissenszuwachs durch den Unterricht im Testzeitraum ausgelöst worden ist. Wie unter 4.1.2 bereits erwähnt, wurde der Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ als explorative Zusatzstudie durchgeführt und evaluiert und aus inhaltlichen und organisatorischen Gründen auf eine Kontrollgruppe verzichtet. Auf inhaltlicher und organisatorischer Ebene stellten die bereits unter 4.1.2 angeführten Argumente Gründe dar, die gegen den Einsatz einer Kontrollgruppe im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ sprachen.

Als weiterer Störfaktor erwies sich in einigen Auswertungen das Vorliegen von Unterschieden zwischen den untersuchten Gruppen (deutschsprachige und bilinguale Treatmentgruppen sowie Kontrollgruppe), die bereits zum Zeitpunkt des Pre-Tests vorlagen und durch  $t$ -Tests bzw. ANOVAs bestätigt werden konnten. Da solche Pre-Test-Unterschiede die Veränderungsraten von abhängigen Variablen beeinflussen können (Kaluza & Schulze 2000), konnten in diesem Fall keine ANOVAs durchgeführt werden. Um Beeinflussungen der abhängigen Variablen durch die unterschied-

lichen Pre-Test-Ergebnisse auszuschließen, wurden stattdessen ANCOVAs durchgeführt. Hierbei wurden die Pre-Test-Ergebnisse stets als Kovariate in die Berechnung mit einbezogen.

Da in der vorliegenden Studie auch auf Daten einer vorhergehenden Schülerlaborstudie (Damerau 2013) zurückgegriffen wurde, musste weiterhin der Kursleiteraspekt beachtet werden. Die im Rahmen der vorliegenden Studie berücksichtigten deutschsprachigen Kurse wurden demnach von zwei unterschiedlichen Kursleitern durchgeführt und es konnte nicht ohne Weiteres davon ausgegangen werden, dass die erzielten Testergebnisse nicht möglicherweise durch den jeweiligen Kursleiter beeinflusst wurden. Für die Auswertung des Wissenstests zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘, für die zusätzliche Daten aus der Vorgängerstudie verwendet wurden, konnte allerdings kein durch den jeweils anderen Kursleiter bedingter Einfluss auf die erreichten Testpunkte festgestellt werden (s. Kapitel 3.1). Aus diesem Grund schien es gerechtfertigt, alle Daten der deutschsprachig durchgeführten Kurse, unabhängig vom Kursleiter, zusammen in die Auswertung einzubeziehen.



## 4.2 ERGEBNISDISKUSSION

Wie zu Beginn von Kapitel 4 bereits erwähnt, war das Ziel der vorliegenden Arbeit, bilinguale Schülerlaborkurse zu entwickeln, durchzuführen und zu evaluieren. Da hierzu fremdsprachliche mit naturwissenschaftlichen Komponenten verknüpft wurden, stellte sich die übergeordnete Frage, ob sich beide Komponenten sinnvoll und für Schüler gewinnbringend miteinander kombinieren lassen und welche Auswirkungen ein solches Lehr-Lern-Arrangement auf kognitiver und affektiver Ebene auf Schüler hat.

Vor dem Hintergrund der unter 1.3 formulierten Forschungsfragen sollen die zuvor dargestellten Ergebnisse nun hinsichtlich der kognitiven und affektiven Wirksamkeit der Schülerlaborkurse diskutiert werden. Darüber hinaus soll die Lehrerperspektive in das Gesamtbild mit einbezogen werden.

### 4.2.1 KOGNITIVE WIRKSAMKEIT DER BILINGUALEN SCHÜLERLABORKURSE

**1)** Führt die Verarbeitung biologischen Inhaltswissens in einer Fremdsprache, die von praktischem Experimentieren begleitet wird, zu kognitivem Overload und somit letztlich zu einem geringeren kognitiven Wissenserwerb?

**H1a:** Das bilinguale Lernarrangement führt zu positiven Lerneffekten, weil die Inhalte einerseits semantisch tiefer verarbeitet werden und das Lernarrangement andererseits ‚Germane‘ statt ‚Extraneous Load‘ hervorruft.

**H1b:** Das Lernkonzept führt aufgrund der hohen Belastung des Arbeitsgedächtnisses (durch ‚Extraneous Load‘) generell zu schlechteren kognitiven Leistungen.

Die Forschungsfrage hinsichtlich der kognitiven Belastung bei der Kombination von fremdsprachlichem und experimentellem Handeln, der auch bereits in Rodenhauer & Preisfeld (2015) nachgegangen wurde, lässt sich auf zwei unterschiedlichen Ebenen beantworten. Hierzu sollen zunächst die Ergebnisse des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ diskutiert werden<sup>18</sup>.

Einerseits konnte gezeigt werden, dass die Verarbeitung biologischen Inhaltswissens in einer Fremdsprache, die außerdem von praktischem Experimentieren begleitet

<sup>18</sup> Wo nicht anders angegeben, beziehen sich die im Rahmen der folgenden Diskussion getroffenen Aussagen auf den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘. Nur an Stellen, an denen die Ergebnisse des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ im Vergleich von besonderer Relevanz sind, werden sie einzeln diskutiert.

wird, keinen negativen Einfluss auf die kognitive Leistung hat. Acht bis zehn Wochen nachdem die Schüler an den Schülerlaborkursen teilgenommen hatten, konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der kognitiven Leistung der bilingual und der deutschsprachig unterrichteten Treatmentgruppe festgestellt werden. Dies widerspricht zum Teil den Erwartungen und somit auch Hypothese H1b, da die Schüler der bilingualen Treatmentgruppe die Kursinhalte auf verschiedenen Ebenen gleichzeitig verarbeiten mussten. So hatten sie sich parallel zur Verarbeitung der biologischen Inhalte mit unbekanntem Wortbedeutungen, Formulierungsschwierigkeiten oder auch dem Nachschlagen von Vokabeln zu beschäftigen. Diese Komponente der bilingualen Kurse fehlte in den deutschsprachig durchgeführten Kursen hingegen völlig.

Dass es in beiden Treatmentgruppen letztlich zu gleichwertigen Ergebnissen hinsichtlich des biologischen Inhaltswissens gekommen ist, lässt sich somit in Übereinstimmung mit der Theorie der Verarbeitungstiefe von Craik & Lockhart (1972) erklären. Im Kontext des bilingualen Lernens wurde dieser Aspekt beispielsweise auch schon von Heine (2010b) und Lamsfuß-Schenk (2008) erwähnt. Für innerschulischen bilingualen Unterricht schlägt Heine (2010b) vor, dass die Auseinandersetzung mit der Fremdsprache, durch die die inhaltliche Arbeit im Sachfach ergänzt wird, eine tiefere semantische Verarbeitung der Inhalte mit sich bringe und somit letztlich zu besseren Erinnerungsleistungen führe. Lamsfuß-Schenk (2008) argumentiert, dass Unterrichtsinhalte im bilingualen Unterricht vielfältiger elaboriert würden, was zu mindestens gleichwertigen inhaltlichen Leistungen führe. Der höhere Grad der Elaboration sei durch einen charakteristischen Strategieeinsatz und durch Arbeit zur Konstruktion fachlicher Konzepte und Begriffe bedingt (Lamsfuß-Schenk 2015). Die Daten dieser Studien wurden jedoch in einer nicht-experimentellen Unterrichtssituation erhoben, so dass ihre Erkenntnisse nicht unmittelbar auf die Lernumgebung des Schülerlabors übertragen werden können. Allerdings erscheinen die Ergebnisse der vorliegenden Studie vor diesem Hintergrund noch interessanter, da hier zusätzlich zur Verarbeitung der inhaltlichen und fremdsprachlichen Komponenten die praktische Komponente des Experimentierens zu berücksichtigen ist. Trotz dieser Ergänzung um eine weitere, das Arbeitsgedächtnis belastende Komponente waren die Schüler der bilingualen Treatmentgruppe in der Lage, gleichwertige Erinnerungsleistungen wie die Schüler der deutschsprachigen Treatmentgruppe zu erbringen. Der Effekt der tieferen Verarbeitung der biologischen Inhalte bzw. ihrer verstärkten Elaboration scheint also derart bedeutend zu sein, dass sogar im Rahmen eines experimentell

ausgerichteten Lehr-Lern-Arrangements bei bilingualen Treatmentgruppen inhaltlich keine schlechteren Erinnerungsleistungen festzustellen sind als dies bei deutschsprachigen der Fall ist.

Ein weiterer Erklärungsansatz liegt im Potential der Herausforderung, die sich durch die Bearbeitung einer Lernaufgabe ergibt bzw. im Kompetenzerleben, welches bei der Bewältigung der Aufgabe entsteht. Sowohl in der Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan 1985, 1993, 2000, 2002b; Ryan & La Guardia 2000) als auch in den Theorien von Vygotsky (1978) und Krashen (1982) wird dem Aspekt der Herausforderung eine besondere Bedeutung beigemessen (s. Kapitel 1.1.4.2). Schüler erleben eine Aufgabe dann als herausfordernd, wenn sie sich durch sie gefordert, aber nicht überfordert fühlen. Zur Vermeidung einer Überforderung kommt dem ‚Scaffolding‘, dessen Idee bereits in der Theorie der ZPD (Vygotsky 1978) verankert ist, eine besondere Bedeutung zu.

In diesem Zusammenhang kommen Wass & Golding (2014) zu dem Schluss, dass Lerner den größten Wissenszuwachs dadurch erzielen können, dass man ihnen die schwierigsten Aufgaben stellt, die sie mithilfe eines ‚Scaffolding‘ noch bewältigen können. Ebenso kommt Hattie (2013) im Rahmen seiner Meta-Studie zu dem Schluss, dass sowohl herausfordernde Lernintentionen als auch schwierige Lernziele (im Vergleich zu ‚Tu dein Bestes‘-Zielen) dazu führen können, dass Schüler größeren Einsatz zeigen und größere Teile ihrer Leistungsfähigkeit investieren. Dass dieser Aspekt im Rahmen des bilingualen Sachfachunterrichts von Bedeutung ist, zeigen außerdem Schüleräußerungen, die Scheersoi (2008) im Rahmen einer Evaluation motivationaler Faktoren in bilingualen Biologiemodulen elizitieren konnte. Die Schüler gaben an, dass die Form des Fremdspracheneinsatzes zwar eine Herausforderung darstelle, sie sich dieser aber gerne stellen würden. Positiv hervorgehoben wurde in diesem Zusammenhang außerdem die Erfahrung, sich trotz hoher Anforderungen am Unterrichtsgeschehen beteiligen zu können.

Auch wenn die zuvor diskutierten Ergebnisse vielversprechend im Hinblick auf den Behaltenseffekt sind, scheint es auf der anderen Seite allerdings doch, wie in Hypothese H1b vermutet, so zu sein, dass durch die Kombination der beiden kognitiv herausfordernden Faktoren ‚Extraneous Load‘ (Chandler & Sweller 1991) hervorgerufen wird. Im Vergleich vom Pre- zum Post-Test haben sich die beiden Treatmentgruppen hinsichtlich des Wissenszuwachses signifikant voneinander unterschieden. Vor dem

Hintergrund der ‚Cognitive Load Theory‘ (Chandler & Sweller 1991) legt dieses Ergebnis die Annahme nahe, dass das Arbeitsgedächtnis der Teilnehmer der bilingualen Schülerlaborkurse durch die Kombination der verschiedenen kognitiv herausfordernden Faktoren stärker belastet war als das der Teilnehmer der deutschsprachigen Kurse. Des Weiteren könnte dieses Ergebnis im Zusammenhang mit der Tatsache stehen, dass alle Fragebögen, unabhängig von der Arbeitssprache im Schülerlaborkurs, auf Deutsch zu bearbeiten waren. Möglicherweise haben die Schüler der bilingualen Treatmentgruppe dadurch, dass sie die Kursinhalte hauptsächlich auf Englisch be- und erarbeitet haben, die Fragen im Fragebogen aber auf Deutsch formuliert waren, schlechtere Ergebnisse im Wissenstest erzielt. Da aber einerseits nur ein vergleichsweise kleiner Unterschied im Wissenszuwachs zwischen den beiden Treatmentgruppen vorliegt und andererseits bereits in anderen Studien (z.B. Badertscher & Bieri 2009) festgestellt wurde, dass in der Fremdsprache gelernte Begriffe und Konzepte ins Deutsche transferiert werden können, ist diesem Effekt nur eine geringe Bedeutung zuzumessen. Insgesamt können die Daten an dieser Stelle dahingehend interpretiert werden, dass nicht vom Entstehen eines durch das Lehr-Lern-Konzept bedingtem ‚Cognitive Overload‘ (Chandler & Sweller 1991) auszugehen ist. Das bilinguale Kurskonzept, welches experimentelles mit fremdsprachlichem Handeln kombiniert, ruft demnach nicht so viel ‚Extraneous Load‘ hervor, wie durch die Doppelbelastung des Arbeitsgedächtnisses befürchtet werden könnte. Letztlich steht offensichtlich ausreichend Kapazität zur Verarbeitung der fachlichen Inhalte zur Verfügung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Teilnehmer der bilingualen und der deutschsprachigen Schülerlaborkurse hinsichtlich der durchschnittlichen kognitiven Leistung nicht signifikant voneinander unterscheiden. Auch wenn die Schüler der deutschsprachigen Treatmentgruppe unmittelbar etwas mehr dazugelernt haben, hebt sich dieser Effekt langfristig wieder auf. Nach acht bis zehn Wochen sind alle Schüler, unabhängig vom Treatment, auf dem gleichen Wissensstand, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Schüler der bilingualen Treatmentgruppe die fachlichen Inhalte mindestens gleich gut, wenn nicht sogar besser, erinnern. Dieses Ergebnis lässt sich letztlich mit der tieferen semantischen Verarbeitung der Inhalte ( Craik & Lockhart 1972; Heine 2010b) in den bilingualen Kursen erklären. Es gibt also sowohl Gründe zur Annahme von Hypothese H1a als auch zur

Annahme von Hypothese H1b. Bedeutsamer für den Lernerfolg ist allerdings der in Hypothese H1a angenommene Effekt.

Insgesamt besteht durch das Konzept der bilingualen Schülerlaborkurse also offensichtlich die Möglichkeit, sowohl experimentelle als auch fremdsprachliche Kompetenzen zur gleichen Zeit zu fördern, ohne dass der inhaltliche biologische Wissenszuwachs leidet. Befürchtungen, dass das Wissen und Können im Sachfach leiden könnte, wurden bereits an verschiedenen Stellen geäußert. In einer Lehrerbefragung (Buchinger & Bohn 2007) gaben beispielsweise 47 Prozent der Befragten an, dass sie glaubten, bei bilingualen Lernern könne es zu Defiziten in der Sachfachkompetenz kommen. An anderer Stelle hat Zydatiś (2002, S. 58) seine Bedenken hinsichtlich befürchteter Defizite im sachfachlichen Wissen folgendermaßen zum Ausdruck gebracht:

„Im Übrigen hat mich bisher noch niemand von meinen Zweifeln befreit, dass eventuell (bei bestimmten Lernerinnen und Lernern, Zielgruppen oder Unterrichtsvoraussetzungen) doch das Wissen und Können im Sachfach mehr als vertretbar (im Abgleich der beiden Zieldimensionen) leiden könnte. Rational diskutieren kann man doch wohl nur, wenn Ergebnisse und Vergleichsgrößen vorliegen.“

Durch die zuvor diskutierten Ergebnisse hinsichtlich des Wissenszuwachses in den bilingualen Schülerlaborkursen können derartige Befürchtungen zum Teil entkräftet werden. Es werden Ergebnisse und Vergleichsgrößen vorgelegt, welche die Annahme rechtfertigen, dass bilingual unterrichtete Schüler in der Lage sind, auch im experimentell ausgerichteten Biologieunterricht inhaltlich gleiche Ergebnisse im Wissen zu erzielen wie deutschsprachig unterrichtete. Somit besteht ein Hinweis darauf, dass die Bedenken hinsichtlich genereller Defizite in der Sachfachkompetenz zum Teil unbegründet sind. Ähnliche Hinweise, wenn auch für andere Unterrichtssituationen oder Fächer, wurden bereits in weiteren Studien gefunden (Badertscher & Bieri 2009; Haagen-Schützenhöfer et al. 2011; Heine 2010b; Koch & Bündler 2006; Osterhage 2009).

**2)** Führen die durchgeführten Schülerlaborkurse generell zu einem inhaltlichen Wissenserwerb? Wird in beiden durchgeführten Schülerlaborkursen, trotz des unterschiedlichen Alters und Erfahrungsschatzes der teilnehmenden Schüler, ein kognitiver Wissenserwerb erzielt?

**H2:** Aufgrund der Anpassung des Themas und Anforderungsniveaus an das Alter und den Erfahrungsschatz der Schüler wird im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ebenso wie im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ein Wissenszuwachs erzielt.

Hypothese H2 entsprechend konnte auch für die Teilnehmer des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ein signifikanter Wissenszuwachs festgestellt werden. Dies weist darauf hin, dass auch jüngere Schüler, die somit auch geringere fremdsprachliche Vorerfahrungen mitbringen, in der Lage sind, eine signifikante Steigerung hinsichtlich des inhaltlichen Wissens erreichen zu können. Aufgrund dessen, dass dieser Kurs als explorative Zusatzstudie durchgeführt und evaluiert wurde, liegen keine Follow-up-Test-Daten und auch keine deutschsprachige Vergleichsgruppe vor. Somit bezieht sich die vorangegangene Aussage nur auf den unmittelbaren Wissenserwerb (vom Pre- zum Post-Test). Zum langfristigen Behaltenseffekt kann keine konkret auf den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ bezogene Aussage getroffen werden. Es wird aber angenommen, dass sich die anhand des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ gewonnenen Erkenntnisse auf andere bilinguale Schülerlaborkurse übertragen lassen. Da zudem davon ausgegangen wird, dass die beschriebenen Effekte hinsichtlich der Verarbeitungstiefe und der kognitiven Belastung des Arbeitsgedächtnisses universelle Konzepte darstellen, ist des Weiteren anzunehmen, dass diese unabhängig vom Thema eines Kurses Gültigkeit besitzen. Es kann also angenommen werden, dass bei thematisch anderen bilingualen Schülerlaborkursen ebenso wie bei jüngeren Schülern ebenfalls ein langfristiger Behaltenseffekt erzielt wird. Da sich die Stichprobe für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ allerdings überwiegend aus Schülern zusammensetzt, die bereits Erfahrungen mit bilingualem Unterricht gemacht hatten, kann auch diese Vorerfahrung einen Einfluss auf die Wissenstestergebnisse gehabt haben und auch in zukünftigen Kursen haben. Um hierzu genauere Aussagen treffen zu können, könnte in einer folgenden Studie der Untersuchungsfokus sowohl auf den Einfluss von fremdsprachlichen Vorerfahrungen als auch auf Vorerfahrungen mit bilingualem Unterricht gelegt werden. Von institutioneller Seite wird davon ausgegangen, dass fremdsprachliche Vorerfahrungen einen entscheidenden Einfluss auf das Lernen im Sachfach haben. Dies zeigt sich darin, dass an Schulen mit sogenannten

bilingualen Zweigen in den meisten Fällen zusätzliche Unterrichtsstunden in der Fremdsprache als Vorbereitung für den bilingualen Sachfachunterricht erteilt werden (KMK 2013). In der vorliegenden Studie kann allerdings für Schüler der Sekundarstufe II belegt werden, dass die Vorerfahrung mit bilingualem Unterricht keinen entscheidenden Einfluss auf den Wissenserwerb in den bilingualen Kursen hatte. Dieser Feststellung ließ sich für beide Schülerlaborkurse anhand der Untersuchung des Einflusses vorheriger Erfahrungen mit bilingualem Unterricht auf den Wissenserwerb in den Kursen machen (Abbildung 45 und Tabelle 61). Im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ war ein geringer Einfluss auf den unmittelbaren, aber kein Einfluss auf den langfristigen Wissenserwerb festzustellen. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ konnte ebenfalls kein signifikanter Einfluss festgestellt werden. Insgesamt kann also davon ausgegangen werden, dass in den bilingualen Schülerlaborkursen generell, auch unabhängig vom Alter der Schüler und von vorherigen Erfahrungen mit bilingualem Unterricht, inhaltliche Wissenszuwächse sowie ein langfristiges Behalten der Inhalte möglich waren. Diese Ergebnisse sprechen letztlich für die Annahme von Hypothese H2. Für jüngere Schüler (bzw. konkret für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘) müsste dieser Effekt allerdings noch genauer untersucht werden, um eine eindeutigere Aussage treffen zu können.

Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ist über diese Ergebnisse hinaus der Aspekt des Experimentierens mit lebenden Tieren zu berücksichtigen. Einerseits könnte dies aufgrund der Primärerfahrung mit lebenden Tieren einen positiven Einfluss auf den Wissenserwerb gehabt haben. Der Einbindung lebender Tiere in den Unterricht wird aufgrund der Authentizität und der Tatsache, dass den Schülern Primärerfahrungen ermöglicht werden, generell eine hohe Lernwirksamkeit und Motivationsförderung zugeschrieben (z.B. Köhler 2004; Wilde & Bätz 2009). Hinsichtlich des Wissenserwerbs liegen allerdings auch weniger eindeutige Ergebnisse vor. Schröder et al. (2009) stellten beispielsweise fest, dass Schüler, die mit lebenden Mäusen unterrichtet wurden, nicht zwangsläufig mehr oder gleich viel Wissen erwerben wie Schüler, die mit Repräsentationsformen (lebender Mäuse) unterrichtet wurden. Aus diesen Gründen wird angenommen, dass der Mehrwert beim Einsatz lebender Tiere in der Lernumgebung, welche durch den Einsatz lebender Tiere konstruktivistisch ausgerichtet werden kann, und nicht unbedingt im kurzfristigen Lernzuwachs liegt (Meyer et al. 2011). Andererseits könnten aber auch Scheu bzw. Ekel hinsichtlich des Umgangs mit lebenden Schnecken eine Rolle gespielt haben. Grundsätzlich kann das

Interesse von Schülern an lebenden Organismen zwar als groß angesehen werden (Holstermann & Bögeholz 2007; Prokop et al. 2007), die Popularität von Schnecken als Beispiel lebender Organismen scheint hingegen weniger groß zu sein. In einer Befragung von Krohn (2000) zur Beliebtheit verschiedener Tiere bei Schülern erreichten Schnecken bei einer Auswahl von 38 Tieren nur Platz 30 in der Beliebtheitskala.

In der vorliegenden Studie konnte im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ein durch den Kursbesuch bedingter signifikanter Wissenszuwachs festgestellt werden. Auf einen direkten Zusammenhang mit der Verwendung lebender Schnecken kann aufgrund des Untersuchungsdesigns nicht geschlossen werden. Dies war aber auch nicht Bestandteil der ursprünglichen Fragestellung. Nichtsdestotrotz scheint der entwickelte Schülerlaborkurs geeignet zu sein, um diesen Aspekt in einer weiteren Studie, die eine Treatmentgruppe beinhaltet, welche mit Repräsentationsformen der Schnecken unterrichtet werden müsste, genauer zu untersuchen. Wie bereits von Meyer et al. (2011) in ähnlicher Form angenommen, scheint sich der Einsatz lebendiger Tiere im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ im Besonderen auf die Wahrnehmung des Lernarrangements und somit auf die damit verbundene intrinsische Motivation ausgewirkt zu haben. Auf diesen Aspekt soll im Rahmen der Diskussion der affektiven Wirksamkeit der Schülerlaborkurse nachfolgend noch genauer eingegangen werden (Kapitel 4.2.2).

**3)** Haben die verschiedenen erhobenen Personenvariablen einen Einfluss auf den kognitiven Wissenserwerb? Lassen sich Aussagen darüber treffen, ob das bilinguale Lernarrangement von besonderem Nutzen für bestimmte Schülergruppen ist?

**H3a:** In den deutschsprachig durchgeführten Kursen können Schüler unabhängig von Einflüssen durch Personenvariablen (z.B. Geschlecht) einen Wissenszuwachs erzielen.

**H3b:** In den bilingualen Kursen haben Personenvariablen einen Einfluss auf den Wissenszuwachs, da aufgrund des Einbezugs der Fremdsprache mit unterschiedlichen Reaktionen von Schülern mit verschiedenen Dispositionen, Geschlechtern etc. zu rechnen ist.

Anhand verschiedener Subgruppenvergleiche wurde ein Eindruck darüber gewonnen, welche Personenvariablen einen Einfluss auf den kognitiven Wissenserwerb



hatten. Es hat sich gezeigt, dass im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ein signifikanter Einfluss der Zugehörigkeit zu einem Leistungs- oder Grundkurs auf den langfristigen Wissenserwerb festzustellen war. Dies entspricht den Erwartungen. Aufgrund der Tatsache, dass in den Grundkursen grundsätzlich weniger Stunden unterrichtet werden und somit auch weniger biologische Inhalte vermittelt werden, war bereits vorab davon auszugehen, dass die Grundkursschüler generell schlechter abschneiden würden.

Hinsichtlich des Geschlechts konnte in den Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ festgestellt werden, dass die weiblichen Kursteilnehmer durch die Teilnahme am Schülerlaborkurs mehr dazu lernen. Insgesamt kann allerdings nicht von einem großen Effekt gesprochen werden. So kann davon ausgegangen werden, dass beide Kurse männliche und weibliche Kursteilnehmer kognitiv annähernd gleichwertig fördern. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Schülerlaborstudien, in denen ebenfalls kein beachtenswerter Einfluss des Geschlechts auf den Wissenserwerb festgestellt werden konnte (z.B. Scharfenberg 2005).

Ein Einfluss vorheriger Schülerlaborerfahrungen konnte darüber hinaus ebenfalls nicht festgestellt werden. Das Arbeiten im Labor und die damit verbundene Aneignung biologischen Inhaltswissens kann also auch ohne vorherige Erfahrungen mit Laborarbeit und spezifisches Hintergrundwissen gelingen.

Des Weiteren ließ sich nur ein sehr geringer Einfluss vorheriger Erfahrungen mit bilingualem Unterricht auf den Wissenserwerb feststellen. Interessanterweise haben im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ stets die Schüler ohne Vorerfahrungen besser abgeschnitten. Das spricht in doppelter Weise dafür, dass die erfolgreiche Teilnahme und letztlich auch der inhaltliche Wissenserwerb unabhängig davon sind, ob die Schüler mit dem Konzept des bilingualen Lernens bereits vertraut sind. Dies widerspricht in gewisser Weise Studien, die festgestellt haben, dass in bilingualen Bildungsgängen häufig besonders leistungsstarke sowie besonders motivierte Schüler zu finden sind (Rumlich 2013; 2014; Sylvén & Thompson 2015). Es kann nicht abschließend davon ausgegangen werden, dass derartige ‚Creaming Effects‘ hier nicht doch vorliegen. Zumindest gibt dieses Ergebnis aber einen Hinweis darauf, dass diese Vorerfahrungen und eine mögliche damit verbundene Leistungsheterogenität im Rahmen der bilingualen Schülerlaborkurse keine Rolle spielen.

Andererseits konnte aber herausgefunden werden, dass das generelle Interesse an Naturwissenschaften in den bilingualen Kursen (‚Genetic Fingerprinting‘) einen erheblichen Einfluss auf den fachwissenschaftlichen Wissenserwerb hat (s. Abbildung 47). Unterschiedliches selbst eingeschätztes Interesse hatte bereits einen Einfluss auf das Vorwissen und erwies sich auch hinsichtlich des Wissenszuwachses als signifikanter Einflussfaktor. Aufgrund der festgestellten Effektstärken ist hier von einem bedeutsamen Effekt auszugehen, der sich für die deutschsprachig durchgeführten Kurse (‚Genetischer Fingerabdruck‘) ebenso abzeichnet. Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ ließ sich dieser Effekt hingegen nicht erkennen. Dies könnte möglicherweise auch damit in Zusammenhang stehen, dass im Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ bzw. ‚Genetic Fingerprinting‘ mit typischen Labormethoden und -werkzeugen umgegangen wurde und im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ mit lebenden Tieren.

Für das Interesse an der Fremdsprache Englisch ließ sich im Gegensatz zum vorhergehenden Ergebnis in keinem der Kurse ein Einfluss auf den Wissenszuwachs in den Laborkursen feststellen. Das spricht dafür, dass die Schüler die Laborkurse unabhängig von der Arbeitssprache als naturwissenschaftliche bzw. biologische Veranstaltungen wahrnehmen und es somit auch in den bilingualen Kursen für den Wissenserwerb unerheblich ist, ob die Schüler ein Interesse an der Fremdsprache Englisch aufweisen oder nicht.

In einem gewissen Widerspruch zu diesem Ergebnis steht das Ergebnis der Untersuchung des Einflusses des Schülertyps auf den Wissenserwerb. Für diese Analyse wurde zunächst eine Clusteranalyse unter Einbezug im Pre-Test erhobener Personenvariablen (Fähigkeitsselbstkonzept in Biologie und Englisch, generelle Einstellung zum Sprachenlernen, Sach- und Fachinteresse an der Biologie) durchgeführt, aus der die Clusterung in die drei unterschiedlichen Schülertypen ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ hervorgegangen ist. Für die Zugehörigkeit zu einem dieser drei Cluster konnte im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ ein signifikanter Einfluss auf den unmittelbaren sowie den langfristigen Wissenserwerb belegt werden. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass Schüler mit fremdsprachlichen Dispositionen in diesem Kurs kognitiv am wenigsten profitieren. Dies entspricht in gewisser Weise den Erwartungen, da anzunehmen ist, dass experimentelle Schülerlaborkurse generell eher naturwissenschaftlich orientierte Schüler ansprechen und fördern. Es lässt sich des Weiteren erkennen, dass die ‚Allrounder‘ insgesamt am meisten profitieren.

Diese Ergebnisse sprechen insgesamt dafür, dass eine rein fremdsprachliche Disposition ein Interesse an Naturwissenschaften weitestgehend ausschließt, dieses aber, wie bereits weiter oben erwähnt, für das Erzielen guter inhaltlicher Ergebnisse unverzichtbar ist. In den Kursen ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘ war im Gegensatz dazu kein signifikanter Einfluss des Schülertyps auf den Wissenserwerb festzustellen. Für den deutschsprachigen Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ ist hier allerdings zu beachten, dass die Verteilung der Schüler auf die Cluster deutlich von der im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ abwich. So fanden sich in ersterem etwa doppelt so viele ‚Naturwissenschaftler‘ wie ‚Fremdsprachler‘. Im zweiten Kurs liegt eine gegenteilige Verteilung vor. Hier waren etwa doppelt so viele ‚Fremdsprachler‘ wie ‚Naturwissenschaftler‘ zu finden (Tabelle 68 und 69). Aus diesem Grund darf das Ergebnis der deutschsprachigen Kurse nicht überinterpretiert werden. Es kann also nicht zweifelsfrei davon ausgegangen werden, dass der Schülertyp in den deutschsprachigen Kursen hinsichtlich des Wissenszuwachses generell von geringerer Bedeutung als in den bilingualen Kursen ist.

Im Rahmen einer fremdsprachendidaktischen Untersuchung zur Motivation im bilingualen Sachfachunterricht konnte auch Abendroth-Timmer (2002) ‚sachfachorientierte‘ und ‚sprachorientierte‘ Schüler identifizieren. Darüber hinaus fand sie eine Gruppe von Schülern, die sich sowohl für das Sachfach als auch für die Sprache interessierten. Das Vorliegen solcher drei Gruppen konnte in der vorliegenden Studie mithilfe einer Clusteranalyse, in der die als ‚Fremdsprachler‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Allrounder‘ benannten Schülertypen identifiziert werden konnten, bestätigt werden.

In Bezug auf das Experimentieren im Schülerlabor konnten auch Damerau (2013) und Scharfenberg et al. (2008) unterschiedliche Schülertypen identifizieren, die bei Damerau (2013) als ‚Allrounder‘, ‚Praktiker‘ und ‚Theoretiker‘ benannt wurden. Bei Scharfenberg et al. (2008) wird zwischen ‚all-rounders‘, ‚observers‘, ‚high-experimenters‘ und ‚passive students‘ unterschieden. In beiden Studien konnte außerdem festgestellt werden, dass die Clusterzugehörigkeit keinen signifikanten Einfluss auf den Wissenserwerb hat. Vor dem Hintergrund dieser und der Ergebnisse der vorliegenden Studie kann also für die deutschsprachigen Kurse von einer relativ gleichmäßigen kognitiven Förderung von Schülern, unabhängig von Personenmerkmalen bzw. Dispositionen, durch die Schülerlaborkurse ausgegangen werden. Für die bilingualen Kurse scheinen hingegen die Schüler, die fremdsprachliche Dispositi-

onen aufweisen, insgesamt weniger angesprochen und inhaltlich gefördert zu werden. Für ‚Allrounder‘ und ‚Naturwissenschaftler‘ kann allerdings ebenfalls von einer gleichwertigen Förderung ausgegangen werden.

Einen entscheidenden Einfluss auf den Wissenserwerb, und im Besonderen auch auf die langfristige Speicherung der Inhalte, hatte die letzte Biologienote. Dies traf für die jüngeren Schüler (im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘) sogar noch stärker zu. Im Gegensatz dazu hatte die letzte Englischnote nur im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ einen signifikanten Einfluss auf den Wissenserwerb und die langfristige Speicherung der Inhalte. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass die vorherige fremdsprachliche Leistung im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ keinen Faktor dargestellt hat, durch den das inhaltliche Lernen limitiert wurde. Also scheinen generell auch Schüler, die im schulischen Fremdsprachenunterricht eher schlecht abschneiden, in diesem bilingualen Schülerlaborkurs inhaltlich gute Ergebnisse erzielen zu können.

Für die Biologienote liegt hingegen ein deutlicher Einfluss vor. Schüler mit schlechten Noten im Fach Biologie sind demnach auch nicht in der Lage, gute Ergebnisse im Schülerlaborkurs zu erzielen. Insgesamt scheint es also so zu sein, dass die Anforderungen auf naturwissenschaftlicher Seite denen des schulischen Biologieunterrichts sehr ähneln. Auf fremdsprachlicher Ebene sind die Anforderungen offensichtlich denen des schulischen Englischunterrichts weniger ähnlich. Dies lässt sich durch das CLIL-Unterrichtskonzept erklären. Da hier die Sprache als Medium zur Kommunikation genutzt wird, um sich über konkrete, authentische Fragestellungen und Probleme auszutauschen, das ‚Lernen‘ der Sprache hingegen keinen Unterrichtsgegenstand darstellt, unterscheiden sich die bilingualen Schülerlaborkurse deutlich vom schulischen Fremdsprachenunterricht. Dieser Aspekt wird häufig angeführt, um den positiven Einfluss von CLIL auf die fremdsprachlichen Leistungen zu erklären (z.B. Müller-Hartmann & Schocker-von Ditfurth 2004). Darüber hinaus scheint er, basierend auf der Unterschiedlichkeit zum traditionellen Fremdsprachenunterricht, aber auch vor dem Hintergrund des sachfachlichen Lernens von Bedeutung zu sein. Dies spricht dafür, dass in diesem Kurs nicht nur fremdsprachlich ohnehin schon gute Schüler gefördert werden, sondern auch Schüler mit vorangegangenen schlechteren fremdsprachlichen Leistungen in der Lage sind, dem Kurs inhaltlich zu folgen und zu einer Aneignung von Wissen zu kommen. Dass dies im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ anders aussah, lag möglicherweise an der deutlich komplexeren und anspruchsvolle-

ren Thematik. Aufgrund dieser weist die Kommunikation im Kurs deutlich höhere Anteile an CALP (Cognitive Academic Language Proficiency; Cummins 1979) bzw. Fachsprache auf. Es müssen Labormaterialien und -methoden sowie spezifische biologische Vorgänge beschrieben werden. Aus diesem Grund liegen in diesem Kurs deutlich geringere BICS-Anteile (Basic Interpersonal Communicative Skills; Cummins 1979) bzw. Anteile von Alltagssprache vor, mit denen die Schüler aus dem schulischen Fremdsprachenunterricht in der Regel deutlich besser vertraut sind.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen kann abschließend gesagt werden, dass einige der Personenvariablen durchaus einen Einfluss auf den kognitiven Wissenszuwachs hatten. Hypothese H3a kann bedingt bestätigt werden, da in den deutschsprachig durchgeführten Kursen lediglich ein Einfluss des naturwissenschaftlichen Interesses und der Biologienote vorlag. Alle anderen Variablen, wie Geschlecht, Schülertyp etc. hatten keinen entscheidenden Einfluss. Dies entspricht den Ergebnissen von Damerau (2013) und Scharfenberg (2005), die ebenfalls festgestellt haben, dass Schüler im (deutschsprachigen) Schülerlabor weitestgehend unabhängig von Personenvariablen wie Geschlecht oder naturwissenschaftlicher Orientierung gefördert werden.

Hypothese H3b bestätigt sich ebenso. Für den Wissenserwerb in den bilingualen Kursen konnten deutlich mehr Variablen identifiziert werden, die einen signifikanten Einfluss hatten. So hatten hier der Schülertyp, die Englischnote, die Biologienote, das naturwissenschaftliche Interesse, die Zugehörigkeit zu einem Grund- oder Leistungskurs sowie das Geschlecht einen Einfluss auf den Wissenserwerb. Interessanterweise stellte sich heraus, dass Schüler ohne Vorerfahrungen mit bilinguaem Lernen in den bilingualen Kursen besser abschnitten als Schüler mit entsprechenden Vorerfahrungen.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass das bilinguale Schülerlabor-Lernarrangement gerade für die ‚Allrounder‘ von besonderem Nutzen ist, da hier sowohl fremdsprachliche als auch biologische Dispositionen angesprochen werden.

#### 4.2.2 AFFEKTIVE WIRKSAMKEIT DER BILINGUALEN SCHÜLERLABORKURSE

Ziel der Schülerlaborkurse war es, neben der Förderung der kognitiven Dimension, auch affektive Effekte bei den Kursteilnehmern zu bewirken. Die Diskussion der affektiven Wirksamkeit soll im Folgenden anhand der formulierten Forschungsfragen und Hypothesen erfolgen.

**4)** Welchen Einfluss hat ein eintägiger Laborbesuch auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept? Liegen hinsichtlich des biologischen und fremdsprachlichen Fähigkeitsselbstkonzepts auch für die vorliegende Studie zwei Dimensionen vor? Welchen Einfluss hat in diesem Zusammenhang die Kurs- bzw. Arbeitssprache?

**H4a:** Aufgrund des selbständigen Experimentierens in der Laborsituation kommt es zu einer generellen Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts.

**H4b:** Aufgrund der nachgewiesenen Allgemeingültigkeit des Referenzrahmenmodells lassen sich hinsichtlich des fremdsprachlichen und biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts zwei unterschiedliche Dimensionen finden.

**H4c:** Das biologische Fähigkeitsselbstkonzept entwickelt sich in den bilingualen und deutschsprachigen Kursen aufgrund der Arbeitssprache jeweils unterschiedlich.

In anderen Schülerlaborstudien konnte gezeigt werden, dass auch eintägige Schülerlaborbesuche einen Einfluss auf das fachspezifische Fähigkeitsselbstkonzept haben können (Brandt 2005; Damerau 2013; Pawek 2009). Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte eine geringe Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts für die Teilnehmer des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ und keine signifikante Steigerung für Teilnehmer des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ festgestellt werden. Darüber hinaus ließ sich kein Einfluss der Arbeitssprache finden.

Hypothese H4a kann somit nur bedingt angenommen werden. In den Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘ konnte eine geringe Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts und im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ sogar keinerlei Steigerung festgestellt werden. Dieses Ergebnis stützt die Ergebnisse anderer Schülerlaborstudien, die eine generelle Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts feststellen konnten (Brandt 2005; Damerau 2013; Pawek 2009; Weißnigk 2013), also ebenfalls nur bedingt. Die Ergebnisse von Damerau (2013) werden allerdings insofern bestätigt, dass auch er nur eine Steigerung im Kurs ‚Genetischer Fin-

gerabdruck' und nicht in den anderen von ihm durchgeführten und evaluierten Schülerlaborkursen (,Außer Atem – Auf der Spur sportlicher Enzyme' & ,Kleine Einzeller ganz groß') feststellen konnte. Da auch im Rahmen der vorliegenden Studie allein in diesem Kurs eine geringe Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Kursteilnehmer verzeichnet werden konnte, unterstreicht dies das besondere Potential dieses Kurses bzw. der Thematik des Kurses, Veränderungen im biologischen Fähigkeitsselbstkonzept zu bewirken. Dies lässt sich durch das bereits verschiedenfach nachgewiesene hohe Interesse von Schülern an der Gentechnik erklären (Keck 1998; Scharfenberg 2005). Darüber hinaus hat sich schon verschiedentlich gezeigt, dass Schüler ein besonderes Interesse an anwendungsbezogenen Aspekten der Naturwissenschaften (Häußler et al. 1998) und im Besonderen an anwendungsbezogenen Fragen der Gentechnik (Todt & Götz 1998) aufweisen. Da sich einerseits das Fähigkeitsselbstkonzept und das individuelle Interesse gegenseitig beeinflussen (Hannover 1998; Krapp 2002) und der Schülerlaborkurs ,Genetischer Fingerabdruck' andererseits anwendungsbezogene Fragen der Gentechnik thematisiert, für die Schüler generell ein hohes Interesse aufweisen, lässt sich das Potential dieses Kurses hinsichtlich der Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts erklären.

Da sämtliche im Referenzrahmenmodell (Marsh 1986, 1990) angenommenen Zusammenhänge und Einflüsse hinsichtlich der Noten in Englisch und Biologie sowie der jeweiligen Fähigkeitsselbstkonzepte für die Stichprobe der vorliegenden Studie bestätigt werden konnten, kann auch Hypothese H4b angenommen werden. Somit stellt das biologische Fähigkeitsselbstkonzept gegenüber dem fremdsprachlichen auch bei den Teilnehmern der Schülerlaborkurse eine eigenständige Domäne dar, obwohl die Leistungen bzw. die Noten der beiden Fächer durchaus miteinander korrelieren. Darüber hinaus stellen die jeweiligen Noten signifikante Prädiktoren der Fähigkeitsselbstkonzepte dar. Keine bis negative Prädiktorwirkung hat dagegen die Englischnote für das biologische Fähigkeitsselbstkonzept sowie die Biologienote für das Fähigkeitsselbstkonzept im Fach Englisch. Es ist also davon auszugehen, dass die Kursteilnehmer interindividuelle Vergleiche der eigenen Noten bzw. der eigenen Leistung im Kurs mit denen ihrer Mitschüler anstellen. Sie fühlen sich also kompetent, wenn sie bei diesem Vergleich besser abschneiden als andere. Aufgrund dessen kann es zu einer Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts kommen. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass temporale und dimensionale intraindividuelle Vergleiche angestellt werden. So vergleichen die Schüler ihre aktuelle Leistung im

Schülerlabor also einerseits mit früheren Leistungen (in Form ihrer letzten Note im Fach) und andererseits mit den Leistungen im jeweils anderen Fach. Durch den dimensional und temporalen Vergleich entsteht eine Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts also dadurch, dass der Schüler sich einerseits im Schülerlabor kompetenter fühlt als zuvor (im Vergleich zu seiner Biologienote) und andererseits das Gefühl hat, bessere Leistungen in Bezug auf die biologischen Inhalte als in Bezug auf die fremdsprachlichen Aspekte zu erbringen.

Aufgrund dessen, dass kein signifikanter Einfluss der Arbeitssprache auf die Entwicklung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts festzustellen war, kann Hypothese H4c hingegen nicht angenommen werden. Das widerspricht zum Teil den Erwartungen, da für die Kursteilnehmer das Vorliegen zweier unterschiedlicher Selbstkonzeptdimensionen (Englisch und Biologie) nachgewiesen werden konnte. Es wurde davon ausgegangen, dass sich der Einbezug der Fremdsprache auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept auswirken würde und somit Unterschiede zu den deutschsprachig durchgeführten Schülerlaborkursen zu finden wären.

Da in diesem Zusammenhang aber die generellen Dispositionen bezüglich Naturwissenschaften und Fremdsprachen einen entscheidenden Einflussfaktor darstellen, ohne dessen Berücksichtigung eine eindeutige Interpretation der Ergebnisse nicht möglich erscheint, soll dieser Einfluss im Rahmen der Diskussion von Forschungsfrage 5 näher diskutiert und erläutert werden.

**5)** Bieten bilinguale Schülerlaborkurse die Möglichkeit, besonders Schüler mit fremdsprachlicher Disposition für Naturwissenschaften zu begeistern? Lässt sich für diese Schüler eine Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts beobachten?

**H5:** Durch den Einbezug der Fremdsprache beim praktischen Experimentieren wird besonders bei Schülern mit fremdsprachlichen Dispositionen ein positiver Einfluss des Lernarrangements auf das biologische Fähigkeitsselbstkonzept erreicht.

Insgesamt konnte in den bilingualen Schülerlaborkursen ein Hinweis auf die Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts bei Schülern mit fremdsprachlicher Disposition festgestellt werden. Ein ähnlicher Hinweis wurde auch bereits in Rodenhauser & Preisfeld (2015) dargestellt.



Da sich das Fähigkeitsselbstkonzept und das individuelle Interesse gegenseitig beeinflussen (Hannover 1998; Krapp 2002), kann davon ausgegangen werden, dass fremdsprachlich orientierte Schüler durch den Besuch bilingualer Schülerlaborkurse im Hinblick auf die Entwicklung positiver Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften besonders profitieren. Darüber hinaus geht Kattmann (2008) davon aus, dass durch bilingualen Biologieunterricht eine Motivationssteigerung bei Lernern mit hoher Fremdsprachenkompetenz und geringem naturwissenschaftlichen Interesse erzielt werden kann.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie liefern einen Hinweis darauf, dass durch den Einbezug der Fremdsprache beim Experimentieren tatsächlich besonders Schüler angesprochen werden, die im Vorhinein ein geringeres biologisches Fähigkeitsselbstkonzept aufweisen. Diese Erkenntnis deutet auf eine Möglichkeit zur MINT-Förderung auch bei fremdsprachlich orientierten Schülern hin. Ein Schülerlaborbesuch stellt in diesem Zusammenhang zwar nur einen singulären und sehr kurzen Kontakt mit dem Lernarrangement dar und kann somit nur als ‚catch‘-Faktor (Mitchell 1993) verstanden werden, liefert aber vielversprechende Anknüpfungspunkte. Besonders interessant und erfolgversprechend im Hinblick auf die MINT-Förderung erscheint das Ergebnis, dass in den bilingualen Schülerlaborkursen ausschließlich die ‚Fremdsprachler‘ ihr biologisches Fähigkeitsselbstkonzept signifikant gesteigert haben (in ähnlicher Form bereits von Rodenhauser & Preisfeld (2015) dargestellt und diskutiert). Vor dem Hintergrund des Referenzrahmenmodells bzw. ‚Internal/External Frame of Reference Model‘ (I/E-Modell) von Marsh (1986; 1990) wäre zu erwarten gewesen, dass die ‚Fremdsprachler‘ ihr biologisches Fähigkeitsselbstkonzept mit geringerer Wahrscheinlichkeit steigern, da sie sich von vornherein geringere biologische Fähigkeiten zuschreiben. Das gegenteilige Ergebnis könnte einerseits dadurch bedingt sein, dass das Lernarrangement im Schülerlabor dem schulischen Biologieunterricht so unähnlich ist, dass die Schüler ihre Fähigkeiten in völlig anderer Weise erleben. Andererseits könnte, besonders vor dem Hintergrund des Big-Fish-Little-Pond-Effects (Marsh 2005), aber auch der externe Vergleich mit anderen Kursteilnehmern eine entscheidende Rolle gespielt haben. Möglicherweise haben sich die ‚Fremdsprachler‘ im biologischen Bereich kompetenter gefühlt, da sie aufgrund ihrer Fremdsprachenkenntnisse Vorteile hinsichtlich des Verstehens des Skripts sowie der

Experimentieranleitung und somit letztlich auch bei der Durchführung der Experimente hatten.

**6)** Ist bei den Schülern im Zuge der Teilnahme am Schülerlaborkurs eine tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation festzustellen? Und falls ja, durch welche Komponente des bilingualen Lernarrangements ist diese bedingt?

**H6a:** Aufgrund des praktischen Experimentierens tritt in den Schülerlaborkursen generell eine tätigkeitsbezogene intrinsische Motivation auf.

**H6b:** Es besteht kein Zusammenhang der Offenheit der Lernumgebung (bzw. der wahrgenommenen Wahlfreiheit) mit anderen Laborvariablen.

**H6c:** Das Auftreten einer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation durch das Experimentieren bzw. durch den Gebrauch der Fremdsprache ist abhängig von den generellen Dispositionen der Schüler.

Durch den Einsatz der Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM; Wilde et al. 2009) konnte für beide durchgeführten Schülerlaborkurse das Vorliegen einer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation festgestellt werden. Durch die angepasste Formulierung der Items zur Erfassung des Interesses und des Drucks in Hinblick auf die biologischen und fremdsprachlichen Elemente des Kurses konnte ein Eindruck über die auslösenden Faktoren gewonnen werden. Hier hat sich gezeigt, dass die intrinsische Motivation generell eher durch die biologischen Kursanteile als durch die fremdsprachlichen bedingt war.

Darüber hinaus konnten insgesamt keine signifikanten Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der intrinsischen Motivation gefunden werden. Festzustellen war allerdings, dass weibliche Kursteilnehmer mehr Spaß an der Benutzung der Fremdsprache hatten und männliche Kursteilnehmer einen größeren Druck durch die biologischen Kursanteile empfanden. Das Ergebnis der weiblichen Teilnehmer entspricht zum Teil den Erwartungen, da in internationalen Vergleichsstudien (wie IGLU und PISA) festgestellt wurde, dass Mädchen ein größeres Interesse an (Fremd-)Sprachen sowie am Lesen haben als Jungen (Bos et al. 2003; Klieme et al. 2010). Da sich Jungen tendenziell höhere naturwissenschaftliche Fähigkeiten zuschreiben (s. z.B. Bornholt 2000), überrascht es hingegen auf den ersten Blick, dass sich die männlichen Kursteilnehmer durch die biologischen Kursanteile stärker unter Druck gesetzt fühlten als die weiblichen. Hier scheint allerdings die Tatsache, dass bereits verschiedenfach festgestellt wurde, dass männliche Personen eher dazu neigen, ihre Leistungen zu überschätzen, von Bedeutung zu sein. Sie schätzen ihre Leistungen zwar als besser

ein als Mädchen, erzielen aber in den meisten Fällen trotzdem keine besseren Ergebnisse (Prenzel et al. 2004; Skaalvik & Skaalvik 2004). Somit kann der höhere empfundene Druck bei den Jungen möglicherweise durch die Diskrepanz zwischen der Einschätzung der eigenen Leistung und den tatsächlich erzielten Ergebnissen beim Experimentieren zustande gekommen sein.

Dass insgesamt keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts gefunden wurden, deckt sich aber mit anderen Schülerlaborstudien. So hat Glowinski (2007) im Hinblick auf die ‚Basic Needs‘ ebenfalls keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Kursteilnehmern feststellen können.

Durch den Vergleich der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ war zu erkennen, dass die Schüler letzteren Kurses mehr Spaß sowohl bezüglich der biologischen Kursanteile als auch bezüglich der fremdsprachlichen Kursanteile hatten.

Darüber hinaus gaben die Teilnehmer dieses Kurses eine deutlich größere wahrgenommene Wahlfreiheit an. Dies lässt sich allerdings durch den Aufbau und Ablauf der beiden Kurse erklären. Der Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ weist aufgrund der Thematik und des damit verbundenen methodischen Vorgehens tatsächlich eine weniger offene Gestaltung auf als der Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘. Zwar wurde versucht, den Ablauf so offen wie möglich zu gestalten, aber um letztlich das Ziel eines genetischen Fingerabdrucks zu erreichen, sind bestimmte Experimentierschritte notwendigerweise vorgegeben. Aus diesem Grund bestanden hier gezwungenermaßen an vielen Stellen wenig Variations- und Wahlmöglichkeiten für die Schüler.

Engeln (2004) hat in diesem Kontext keinen direkten Zusammenhang zwischen der Offenheit der Lernumgebung und anderen Laborvariablen, wie z.B. der Herausforderung, feststellen können. In der vorliegenden Studie konnte allerdings ein starker Zusammenhang zwischen dem Interesse/Vergnügen und der wahrgenommenen Wahlfreiheit festgestellt werden ( $r = 0,62$ ). Somit ist davon auszugehen, dass der Grad der Offenheit einen entscheidenden Einflussfaktor hinsichtlich der Wahrnehmung der Lernumgebung und somit auch der intrinsischen Motivation darstellt.

Dies stützt einerseits die Forderung von Konzepten wie beispielsweise dem entdeckenden (Bruner 1961) oder forschenden Lernen (Schwab 1966), Lernen solle so wenig wie möglich angeleitet und damit möglichst offen erfolgen (Bruner 1961;

Steffe & Gale 1995). Andererseits ist mittlerweile aber vielfach argumentiert und auch bewiesen worden, dass un gelenkter Unterricht nicht unbedingt effektiver ist als aktiv geführter (Hattie 2013; Kirschner et al. 2006). Dieser scheinbare Konflikt findet sich auch bei Hattie (2013). Dieser schreibt einerseits, dass forschendes Lernen übertragbare Fähigkeiten des kritischen Denkens, bedeutsame Vorteile im Wissensgebiet, verbesserte Leistungen sowie verbesserte Einstellungen gegenüber dem Unterrichtsfach erzeuge (Hattie 2013). Andererseits führt auch er an, dass aktiver und geführter Unterricht viel effektiver als ungeführter, moderierender Unterricht sei (Hattie 2013). Doch wie lässt sich dieser augenscheinliche Konflikt nun auflösen? Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Studie sowie neurowissenschaftlicher Erkenntnisse zum Lernen wird angenommen, dass die Offenheit der Lernumgebung bzw. die gegebene Wahlfreiheit alleine in der Wahrnehmung der Offenheit durch die Lerner von Bedeutung für den Lernprozess ist. Um effektive Lernprozesse anzuregen, muss die Lernumgebung einerseits strukturiert sein und die Lerner müssen über eine Wissensbasis verfügen, auf die sie während des Lernprozesses zurückgreifen können (Kirschner et al. 2006; Resnick & Hall 1998). Andererseits bestehen aber offensichtlich starke Zusammenhänge zwischen der wahrgenommenen Wahlfreiheit und dem empfundenen Interesse sowie der erbrachten Leistung. Dies führt zu dem Schluss, dass die Wahrnehmung der entscheidende Faktor ist. Die Lernenden müssen also das Gefühl haben, sich in einer offenen Lernumgebung zu befinden, die ihnen Wahlmöglichkeiten lässt. Dies wird auch durch die Selbstbestimmungstheorie gestützt, die das Autonomieerleben als eine der drei ‚Basic Needs‘ definiert (Deci & Ryan 2000). Die Herausforderung besteht also letztlich nicht darin, die Schüler selbständig und ohne Anleitung Probleme lösen zu lassen, sondern darin, eine eigentlich strukturierte, anleitende Lernumgebung zu schaffen, in der die Lerner aber nicht das Gefühl haben, angeleitet zu sein. Zum Erreichen dieses Ziels erscheinen sowohl der wissensbasierte Konstruktivismus (Linn 1990; Resnick & Hall 1998) als auch die letztlich auf Vygotsky (1978) zurückgehende Methode des ‚Scaffolding‘ geeignet. Darüber hinaus werden diese Annahmen durch neurowissenschaftliche Erkenntnisse gestützt. Der Transport von Informationen von der Amygdala zum präfrontalen Kortex (d.h. vom für Enkodierung und Informationsabruf zuständigen zum langfristig speichernden Hirnareal) wird u.a. durch die Konfrontation mit zu bewältigenden Herausforderungen sowie das Erreichen bedeutsamer Ziele begünstigt (Willis 2010). Derartige Lernsituationen stehen außerdem im Zusammenhang mit einer erhöhten Aus-

schüttung des Neurotransmitters Dopamin, welcher in Verbindung mit angenehmen Erfahrungen steht. Werden also Strategien verwendet, die mit steigender Dopamin-ausschüttung assoziiert sind, reagiert das Gehirn mit Freude und außerdem mit erhöhter Fokussierung und Motivation sowie erhöhtem Erinnerungsvermögen (Storm & Tecott 2005).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass diese Strategien auch im Rahmen von bilingualen Kursen gewinnbringend eingesetzt werden können. Die Schüler (im Besonderen die des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘) haben sich trotz der in vielen Teilen instruktionalen Vorbesprechung und der vielfach fest vorgegebenen Versuchsreihenfolge, die für den eigentlichen Wissenserwerb unerlässlich waren, wahlfrei gefühlt, was insgesamt zu einer hohen intrinsischen Motivation geführt hat. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die wahrgenommene Wahlfreiheit die Komponente der intrinsischen Motivation darstellt, die den stärksten Zusammenhang zur erzielten inhaltlich biologischen Leistung aufweist. Somit kann Hypothese H6b letztlich nicht angenommen werden, da in den durchgeführten Schülerlaborkursen ein starker Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Wahlfreiheit bzw. der Offenheit der Lernumgebung und anderen Variablen wie beispielsweise dem Interesse/Vergnügen oder der Leistung festgestellt wurde.

Für die unterschiedlichen aus der Clusteranalyse hervorgegangenen Schülertypen (‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘ und ‚Allrounder‘) wurden höchst signifikante Unterschiede hinsichtlich der intrinsischen Motivation festgestellt. Insgesamt, über alle Subskalen der KIM hinweg betrachtet, wiesen die ‚Allrounder‘ die höchste intrinsische Motivation auf. Dies entspricht insofern den Erwartungen, dass durch die bilingualen Schülerlaborkurse beiden Vorlieben dieses Schülertyps, sowohl den fremdsprachlichen als auch den biologischen, entsprochen wurde.

Erwartungsgemäß hatten außerdem die ‚Naturwissenschaftler‘ die größte Freude an den biologischen Kursanteilen. Die größte Freude an den fremdsprachlichen Kursanteilen hatten hingegen nicht, wie zu erwarten gewesen wäre, die ‚Fremdsprachler‘, sondern die ‚Allrounder‘. Außerdem haben die ‚Fremdsprachler‘ den größten Druck hinsichtlich der biologischen Kursanteile und die ‚Naturwissenschaftler‘ hinsichtlich der fremdsprachlichen Kursanteile empfunden.

Anhand der hohen Korrelationen zwischen dem durch die fremdsprachlichen und durch die biologischen Kursanteile ausgelösten Druck lässt sich darüber hinaus allerdings erkennen, dass die Schüler dieses Gefühl offensichtlich nicht einem konkreten Kursanteil zugeschrieben haben, sondern eher ein allgemeines Druckgefühl empfunden haben.

Insgesamt bestätigt sich aber Hypothese H6c insofern, dass festgestellt werden konnte, dass das Auftreten einer tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation sowohl von den generellen Dispositionen der Schüler als auch von den auslösenden Komponenten des Lernarrangements abhängig war. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen Disposition und den auslösenden Komponenten (fremdsprachlich oder biologisch) der intrinsischen Motivation zu bestehen scheint.

Da das Konzept der intrinsischen Motivation in engem Zusammenhang zum Konzept des Interesses steht (Krapp 1998), kann im gemessenen Auftreten der intrinsischen Motivation bereits ein Hinweis auf die mögliche Förderung von Interessen gesehen werden. Auf das Auftreten eines aktuellen Interesses soll aber im Folgenden im Rahmen der Diskussion von Forschungsfrage 7 noch genauer eingegangen werden.

**7)** Wird durch die Schülerlaborkurse ein aktuelles Interesse bezüglich der Kursinhalte geweckt, welches die Möglichkeit zur Herausbildung eines dispositionalen Interesses eröffnet?

**H7a:** In den deutschsprachigen Schülerlaborkursen wird durch den Besuch ein aktuelles Interesse ausgelöst und somit die Voraussetzung zur Herausbildung dispositionaler Interessen geschaffen.

**H7b:** Auch durch die bilingualen Kurse wird aufgrund der inhaltlich gleichen Themen entsprechend ein aktuelles Interesse ausgelöst.

Die Untersuchungen von Engeln (2004), Glowinski (2007), Guderian (2006) und Pawek (2009) haben gezeigt, dass Schülerlabore ein aktuelles Interesse an den jeweiligen Themen der Schülerlaborkurse wecken können.

In der vorliegenden Studie konnten nach einem Zeitraum von sechs bis acht Wochen sowohl für die Teilnehmer der deutschsprachigen als auch der bilingualen Kurse relativ hohe Werte für die emotionale Komponente des aktuellen Interesses festgestellt werden. Die wertbezogene Komponente wurde etwas weniger hoch bewertet und die

epistemische Komponente insgesamt am niedrigsten. Eine deutlich geringere Ausprägung der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses und damit der Bereitschaft, sich auch nach dem Schülerlaborbesuch noch weiterhin mit dem behandelten Thema auseinanderzusetzen, konnte allerdings auch bereits in den Schülerlaborstudien von Damerau (2013), Engeln (2004), Guderian (2006) und Pawek (2009) festgestellt werden. Die Mittelwerte aller drei Komponenten des aktuellen Interesses für die bilingualen Kurse (Tabelle 87) entsprachen fast exakt den von Engeln (2004) im Follow-up-Test erfassten Mittelwerten.<sup>19</sup>

Im Rahmen der durchgeführten Schülerlaborkurse konnte des Weiteren kein signifikanter Unterschied in der Ausprägung des aktuellen Interesses zwischen männlichen und weiblichen Kursteilnehmern ermittelt werden. Auch Damerau (2013) und Engeln (2004) stellten fest, dass keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich der Ausprägung des aktuellen Interesses vorlagen. Dies widerspricht auf den ersten Blick Studien, die für Mädchen ein deutlich geringeres mathematisch-naturwissenschaftliches Interesse bescheinigen als für Jungen (Baumert & Köller 2000; Hannover 1991; Krapp 1998) und auch solchen, die ein abnehmendes mathematisch-naturwissenschaftliches Interesse im Laufe der Sekundarstufe I besonders bei Mädchen festgestellt haben (Häußler 1987; Hoffmann et al. 1998). Auf den zweiten Blick zeigt sich allerdings, dass sich alle Ergebnisse auf die Fächer Physik, Mathematik und Chemie beziehen. Die Biologie stellt in diesem Zusammenhang einen Sonderfall dar. Der Trend der Interessenabnahme zeigt sich hier zwar auch, aber insgesamt nur in abgeschwächter Form (Löwe 1987). Darüber hinaus betreffen die geringeren Interessen von Mädchen das Fach Biologie auch nicht in der gleichen Weise wie andere naturwissenschaftliche Fächer. So interessieren sich laut Löwe (1992) und Daniels (2008) Mädchen sogar stärker für biologische Themen als Jungen.

Anhand der Daten der vorliegenden Studie lässt sich sagen, dass für die Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ wie auch in anderen Schülerlaborstudien (z.B. Damerau 2013; Engeln 2004) das Vorliegen eines aktuellen Interesses (im Follow-up-Test) festgestellt werden konnte. Darüber hinaus lag dieses aktuelle Interesse geschlechtsunabhängig vor. Im Rahmen der bilingualen Kurse hätte aufgrund des Einbezugs der Fremdsprache sogar mit einem Interessenvorsprung der

---

<sup>19</sup> Bei einer Normierung der Daten auf ein Skalenmaximum von 1; die Mittelwerte der vorliegenden Studie wurden also durch 4 geteilt.

Mädchen gerechnet werden können, da verschiedene Studien ein größeres Interesse für Fremdsprachen bei Mädchen festgestellt haben (Gardner 1987; Hoffmann et al. 1998). Doch auch dieser Effekt lag offensichtlich nicht oder zumindest nicht in dem Maße vor, dass dadurch Geschlechtsunterschiede festzustellen waren.

Zur Einschätzung der Veränderung des aktuellen Interesses kann das emotionale Interesse der Kontrollgruppe (vgl. Abbildung 67) als Vergleichsgröße bzw. ‚Baseline‘ herangezogen werden (vgl. Damerau 2013). Aufgrund dessen, dass die Kontrollgruppe kein Treatment erhalten hat, wird davon ausgegangen, dass hier kein situationsabhängiges, sondern ein dispositionales Interesse erfasst wurde. Somit kann davon ausgegangen werden, dass auch im Follow-up-Test noch ein aktuelles Interesse vorliegt, welches höher als ein durchschnittliches dispositionales Interesse ausfällt. Da das Konzept der intrinsischen Motivation zudem in engem Zusammenhang zum Konzept des Interesses steht (Krapp 1998), konnte durch die im Post-Test erhobene intrinsische Motivation ebenfalls ein Hinweis auf das Vorliegen von Interesse zu diesem Zeitpunkt gewonnen werden. Für eine genauere Untersuchung müssten im Rahmen von Folgestudien Daten zu mehreren Messzeitpunkten, besonders auch Pre-Test-Daten, erhoben werden.

Insgesamt kann Hypothese H7a also bedingt angenommen werden, da im Post-Test eine hohe intrinsische Motivation und im Follow-up-Test ein geschlechtsunabhängiges aktuelles Interesse festgestellt werden konnte. Außerdem lag das emotionale Interesse im Follow-up-Test noch über dem (dispositionalen) emotionalen Interesse der Kontrollgruppe. Da dies für die bilingualen Schülerlaborkurse ebenso gilt, kann somit auch Hypothese H7b angenommen werden.

Mit Blick auf die verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘) konnte darüber hinaus festgestellt werden, dass bei den ‚Naturwissenschaftlern‘ und ‚Allroundern‘ jeweils etwa gleich hohe Werte für die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses vorlagen. Insgesamt wiesen diese beiden Gruppen ein vergleichsweise hohes aktuelles Interesse auf, so dass davon auszugehen ist, dass gewisse Anknüpfungspunkte zur Förderung dispositionaler Interessen (Krapp 1998, 2002; Mitchell 1993) bestehen. Im Gegensatz dazu zeigt sich für die ‚Fremdsprachler‘ ein deutlich niedrigeres aktuelles Interesse. Somit ist für diese Gruppe von einer deutlich geringeren Wahrscheinlichkeit zur Ausbildung eines dispositionalen biologischen Interesses auszugehen. Dieses Ergebnis entspricht einer-



seits den Erwartungen, da sich diese Schülergruppe auch durch ein vergleichsweise niedriges biologisches Fähigkeitsselbstkonzept auszeichnet hat und verschiedene Studien bereits konstatiert haben, dass das Fähigkeitsselbstkonzept das Interesse beeinflusst (Krapp 2000; Marsh et al. 2005). Andererseits hat sich aber ein Hinweis darauf ergeben, dass im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen alleine bei den ‚Fremdsprachlern‘ eine Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts durch die Teilnahme an den Schülerlaborkursen auftrat. Beim Vorliegen der angenommenen starken Zusammenhänge zwischen Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse wäre davon auszugehen, dass sich Veränderungen im Fähigkeitsselbstkonzept auch auf die jeweiligen Interessen auswirken würden. Allerdings sind dies wohl Effekte, die nicht vor dem Hintergrund einer eintägigen Intervention festzustellen sind.

Es ist festzuhalten, dass ein Hinweis darauf gefunden werden konnte, dass ‚Fremdsprachler‘ durch den Einbezug der Fremdsprache hinsichtlich ihres biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts gefördert werden können. Inwiefern sich dies allerdings auf die Interessenentwicklung auswirkt, kann anhand der vorliegenden Daten nicht genauer bestimmt werden. Um Aussagen diesbezüglich treffen zu können, bedarf es einerseits eines längeren als eintägigen Kontaktes mit dem Konzept des bilingualen biologischen Lernens und andererseits einer umfassenderen Untersuchung des Konstrukts des Interesses.

**8)** Ändert sich die Einstellung zum Lernen von Fremdsprachen durch den Schülerlaborbesuch langfristig (auch abhängig von Dispositionen der Schüler)? Besteht die Möglichkeit zur Förderung des Interesses an Fremdsprachen?

**H8:** Dadurch, dass der Schülerlaborkurs nur ein singuläres Ereignis und damit einen sehr kurzen Kontakt mit dem Konzept des bilingualen Lernens darstellt, werden keine tiefgreifenden Einstellungsänderungen hinsichtlich des Gebrauchs der Fremdsprache ausgelöst.

In der Einstellung zum Fremdsprachenlernen konnte für die ‚Fremdsprachler‘ keine Veränderung, für die ‚Allrounder‘ eine Abnahme und für die ‚Naturwissenschaftler‘ eine Zunahme festgestellt werden. Insofern hat sich gezeigt, dass die Einstellungsänderung tatsächlich abhängig von den jeweiligen Dispositionen der Kursteilnehmer ist. Dies deckt sich mit den Ergebnissen zur Veränderung des biologischen Fähig-

keitsselbstkonzepts, welche ebenfalls stark dispositionsabhängig war (vgl. Diskussion zu Forschungsfrage 4 und 5).

Im Allgemeinen konnte, ähnlich wie auch bei Abendroth-Timmer (2007), festgestellt werden, dass die ‚Fremdsprachler‘ die höchste Sprachlernmotivation bzw. die positivste Einstellung zum Lernen von Fremdsprachen (bezogen auf Neugier und das Interesse, weitere Sprachen zu lernen) aufwiesen. Die ‚Naturwissenschaftler‘ wiesen hingegen – wie die ‚sachfachorientierten‘ Schüler bei Abendroth-Timmer (2007) – die geringste Sprachlernmotivation bzw. negativste Einstellung auf. Für die ‚Allrounder‘ konnte eine etwas geringere, aber insgesamt der der ‚Fremdsprachler‘ sehr ähnliche Ausprägung festgestellt werden.

Insgesamt liegt hier also offensichtlich eine Möglichkeit zur Förderung von fremdsprachlichen Interessen bei naturwissenschaftlich orientierten Schülern vor. Denn gerade bei dieser Schülergruppe konnte – im Gegensatz zu den beiden anderen Gruppen – eine signifikant positivere Einstellung zum Fremdsprachenlernen im Follow-up-Test diagnostiziert werden. Dies überrascht auf den ersten Blick ebenso wie die Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der ‚Fremdsprachler‘. Der Effekt kann aber ebenfalls durch die Besonderheiten des bilingualen Lehr-Lern-Arrangements erklärt werden. Dadurch, dass die Sprache als Medium zur Kommunikation genutzt wird (Müller-Hartmann & Schocker-von Ditfurth 2004) und der Fokus nur dann auf die Sprache gelegt wird, wenn es nötig und wichtig für das Verständnis der Inhalte erscheint (Krechel 2008; Wolff 2007), erfolgt der Umgang mit der Fremdsprache in völlig anderer Weise als im schulischen Englischunterricht. Da die naturwissenschaftliche Disposition, die unter anderem auch ein niedriges fremdsprachliches Fähigkeitsselbstkonzept einschließt, sich aber sehr wahrscheinlich anhand und aufgrund der Erfahrungen des konventionellen schulischen Englischunterrichts herausgebildet hat, wird durch CLIL eine völlig andere Fremdsprachenerfahrung vermittelt. So gaben auch Schüler im Rahmen einer qualitativen Studie zur Motivation im bilingualen Unterricht von Scheersoi (2008) an, das Sprachlernen authentischer zu finden, da „tatsächlich der Einsatz der Sprache als Kommunikationsmittel im Fokus stünde“ (Scheersoi 2008, S. 80). Einen zusätzlichen motivierenden Faktor, der besonders die ‚Naturwissenschaftler‘ betroffen haben könnte, könnte das Bewusstwerden der Bedeutung des Englischen als ‚Lingua franca‘ in den Naturwissenschaften dargestellt haben. Dadurch, dass im Rahmen der Schülerlaborkurse im Besonderen da-

rauf verwiesen und eingegangen wurde, dass die gemeinsame Verkehrssprache von Biologen verschiedenster Muttersprachen das Englische ist und wissenschaftliche Veröffentlichungen, Laborprotokolle sowie häufig auch Unterhaltungen zwischen Wissenschaftlern im Labor auf Englisch erfolgen, könnte ein entsprechendes Bewusstsein geschaffen worden sein. Dieses spielt für die naturwissenschaftlich orientierten Schüler eine besondere Rolle, wenn sie sich beispielsweise beruflich in eine naturwissenschaftliche Richtung orientieren wollen. Um diesbezüglich genauere Aussagen treffen zu können, bedarf es allerdings noch weiterer (qualitativer) Forschung. So könnten beispielsweise durch leitfadengestützte Interviews präzisere Eindrücke über entsprechende Wahrnehmungen des bilingualen Lernarrangements durch naturwissenschaftlich orientierte Schüler gewonnen werden.

Insgesamt kann aber festgehalten werden, dass das Ergebnis einen Hinweis darauf liefert, dass durch den Einbezug der Fremdsprache beim Experimentieren tatsächlich die Möglichkeit besteht, nicht nur fremdsprachlich orientierte Schüler für Naturwissenschaften zu interessieren, sondern auch die Einstellung naturwissenschaftlich orientierter Lerner gegenüber Fremdsprachen zu verbessern. Wie bereits im Rahmen der Diskussion von Forschungsfrage 5 erwähnt, stellt ein Schülerlaborbesuch in diesem Zusammenhang zwar nur einen singulären und sehr kurzen Kontakt mit dem Lernarrangement dar und kann somit lediglich als ‚catch‘-Faktor (Mitchell 1993) verstanden werden. Insgesamt liefern diese beiden Ergebnisse aber vielversprechende Anknüpfungspunkte.

Letztlich kann Hypothese H8 also widerlegt werden, da für die ‚Naturwissenschaftler‘ trotz des kurzen Kontaktes mit dem CLIL-Konzept eine Einstellungsänderung gemessen werden konnte, die darüber hinaus Hinweise auf weitergehende Fördermöglichkeiten gibt.

**9)** Wie ist die Akzeptanz der Schülerlaborkurse, besonders der bilingualen, durch die Schüler? Möchten Sie das Schülerlabor erneut besuchen und lieber deutschsprachig oder bilingual experimentieren?

**H9a:** Generell wird eine hohe Akzeptanz der Schülerlaborkurse erwartet.

**H9b:** Die Akzeptanz der bilingualen Kurse fällt aufgrund der angenommenen Dispositionen der Kursteilnehmer geringer aus.

Insgesamt kann von einer hohen Akzeptanz der Kurse ausgegangen werden. Die Gesamtbewertung über alle durchgeführten Kurse hinweg lag bei über 85 Prozent der Kursteilnehmer bei ‚gut‘ oder besser. Im Vergleich zu anderen Schülerlaborstudien (Engeln 2004; Herzer & Toprak 2001) kann also von hohen Akzeptanzwerten gesprochen werden. In der Studie von Engeln (2004) lag der entsprechende Wert bei 65 Prozent. Die Bereitschaft, das Schülerlabor erneut zu besuchen, lag in der vorliegenden Studie bei 80,5 Prozent. Bei Engeln (2004) lag dieser Wert bei 70 Prozent, bei Herzer & Toprak (2001) sogar bei 92 Prozent. Es ist also generell von einer hohen Bereitschaft zu sprechen. Hypothese H9a kann diesen Ergebnissen zufolge angenommen werden.

Hypothese H9b baut einerseits auf der Annahme auf, dass das verbale und das naturwissenschaftliche Fähigkeitsselbstkonzept unterschiedliche Dimensionen des allgemeinen Selbstkonzepts darstellen (Marsh 1986; Shavelson et al. 1976). Andererseits wird aufgrund dessen, dass sich die Schülerlaborkurse an Biologiekurse bzw. -klassen richten, davon ausgegangen, dass mehr naturwissenschaftlich orientierte Schüler an den Kursen teilnehmen und diese eine geringere Akzeptanz der bilingualen Kurse zeigen. Dass tatsächlich mehr naturwissenschaftlich orientierte Schüler an den Kursen teilgenommen haben, konnte anhand einer Clusteranalyse (vgl. Abbildung 39 und Tabelle 53) nur zum Teil bestätigt werden. Anhand dieser Analyse ließen sich in der Gesamtstichprobe 238 ‚Allrounder‘, 107 ‚Naturwissenschaftler‘ und 93 ‚Fremdsprachler‘ finden, was insgesamt für eine relativ ausgewogene Verteilung der fremdsprachlichen und naturwissenschaftlichen Dispositionen spricht. Vor diesem Hintergrund überrascht auch nicht, dass die Sprachpräferenz der Schüler für zukünftige Schülerlaborbesuche insgesamt ausgewogen verteilt war (deutschsprachig: 51,2 %; bilingual: 48,8 %). Im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ lag insgesamt eine höhere Akzeptanz für bilinguale Kurse vor (68,8 %). Allerdings ist dieses Ergebnis vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die meisten Teilnehmer dieses Kurses (108 von 120 Schülern) einen bilingualen Schulhintergrund besaßen, zu betrachten.

Außerdem konnte festgestellt werden, dass bedeutsame Zusammenhänge zwischen der tätigkeitsbezogenen intrinsischen Motivation und der Kursbewertung vorliegen. Da sich hinsichtlich der intrinsischen Motivation gezeigt hat, dass die Schüler des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ mehr Spaß sowohl bezüglich der biologischen

Kursanteile als auch bezüglich der fremdsprachlichen Kursanteile hatten, verwundert die hohe Akzeptanz der bilingualen Kurse nicht.

**10)** Welche Rolle spielt die schulische Einbindung der Schülerlaborkurse, besonders im Hinblick auf die höhere kognitive Belastung bei bilingualen Kursen?

**H10:** Aufgrund der Annahmen des wissensbasierten Konstruktivismus und der besonderen kognitiven Belastung in den Schülerlaborkursen wirkt sich der Grad der schulischen Vorbereitung auf das Lernen in den Kursen aus.

Vielfach wird auf die Vorbereitung und somit die Einbindung der Schülerlaborkurse in den schulischen Unterricht kaum bis gar kein Wert gelegt (Brandt 2005; Engeln 2004; Engeln & Euler 2004). In der vorliegenden Studie war allerdings, dem Konzept von Damerau (2013) folgend, eine entsprechende Einbindung ein elementarer Bestandteil des Gesamtkonzepts. Somit wurde davon ausgegangen, dass die Schüler mit einem spezifischen Vorwissen zum Labortag erschienen.

Dass die unterrichtliche Vorbereitung tatsächlich einen signifikanten Einfluss auf den Wissenserwerb hat, konnte für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ eindeutig gezeigt werden (Abbildung 74). Es wurde eine höchst signifikante Korrelation (Spearman) zwischen der Länge der unterrichtlichen Vorbereitung und den Ergebnissen des Post-Tests ermittelt. Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da auf die Bedeutung der Vorbereitung auf das Arbeiten im Labor und der Vermittlung von Hintergrundwissen zum Laborthema an verschiedenen Stellen bereits hingewiesen wurde (Brandt 2005; Bryce & Robertson 1985; Scharfenberg 2005; Sunal et al. 2008). Auch Itzek-Greulich (2015) plädiert vor dem Hintergrund der Ergebnisse ihrer Schülerlaborstudie sowohl für eine stärkere Einbindung von Schülerlaborbesuchen in den schulischen Unterricht als auch für eine engere Vernetzung von Lehrenden beider Lernstandorte. Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit stützt somit die These, dass experimentelles Arbeiten im Labor ohne eine entsprechende Vorbereitung nicht zu den gewünschten kognitiven Ergebnissen führt.

Im Gegensatz zu diesem Ergebnis für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ konnte für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ kein Einfluss der Vorbereitung festgestellt werden. Diese Ergebnisse lassen sich allerdings anhand der unterschiedlichen Thematik und der damit verbundenen Anknüpfung bzw. Nicht-Anknüpfung an Lehrplanthemen

erklären. Das Thema ‚genetischer Fingerabdruck‘ baut auf theoretisch komplexen Grundlagen auf und knüpft darüber hinaus an aktuelle Unterrichtsinhalte der Sekundarstufe II im Fach Biologie (MSW NRW 2013) an. Dass der Einfluss der Vorbereitung für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ nicht zutrifft, kann sowohl dem weniger komplexen theoretischen Hintergrund als auch der Unabhängigkeit der Inhalte vom Lehrplan für die Sekundarstufe I (MSW NRW 2008) zugeschrieben werden.

Dass im Allgemeinen aber von einer entscheidenden Rolle von Vorbereitung und Einbindung in den Unterricht ausgegangen werden kann, hat sich auch bereits in anderen Schülerlaborstudien (z.B. Brandt 2005; Engeln 2004) gezeigt. Glowinski (2007) hat in diesem Zusammenhang beispielsweise eine signifikante Prädiktorwirkung der Vorbereitung für das aktualisierte Interesse an den Experimenten feststellen können.

Insgesamt stützen diese Feststellungen die vielfach vertretene These, dass ‚Labwork‘ bzw. Experimentieren, welches nur eine ‚hands-on‘- und keine ‚minds-on‘-Komponente beinhaltet, nicht zum Verständnis naturwissenschaftlichen Denkens und letztlich zum Erwerb von ‚Scientific Literacy‘ führt (Abd-El-Khalick et al. 2004; Hodson 1990, 1993, 1996; Kirschner et al. 2006). Darüber hinaus sprechen die Ergebnisse außerdem gegen eine rein konstruktivistisch und somit sehr offene Gestaltung der Lernumgebung. Vielmehr stützen sie die Grundsätze eines wissensbasierten Konstruktivismus (Linn 1990; Resnick & Hall 1998), bei welchem die Rolle von Vorwissen und somit auch Vorbereitung bereits begriffsimmanent ist.

Im Rahmen eines Schülerlaborbesuches reicht im Endeffekt also das reine Experimentieren im Labor, welches nicht vorbereitet wird und somit nicht auf einem gewissen Vorwissen aufbaut, nicht aus, um die erwünschten kognitiven und affektiven Ziele zu erreichen. Insofern kann Hypothese H10 letztlich bestätigt werden.

#### 4.2.3 WIRKSAMKEIT DER BILINGUALEN SCHÜLERLABORKURSE AUF FREMDSPRACHLICHER EBENE

**11)** Hat bereits ein eintägiger bilingualer Schülerlaborkurs einen Einfluss auf die fremdsprachliche Lesefertigkeit?

**11.1)** Ist die Methode des ‚Cloze Tests‘ geeignet, um mögliche Veränderungen zu messen?

**H11:** Aufgrund des kurzen Kontakts mit der Fremdsprache bzw. dem Konzept des bilingualen Lernens treten hinsichtlich der fremdsprachlichen Lesefertigkeit eher geringe Auswirkungen auf.

**H11.1:** Die Methode des ‚Cloze Tests‘ stellt ein valides, reliables und ökonomisches Mittel zur Erfassung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit dar.

Hypothese H11 entsprechend konnte im Rahmen der vorliegenden Studie keine mittels ‚Cloze Test‘ erhobene signifikante Steigerung der Lesefertigkeit über die Messzeitpunkte festgestellt werden. Dieses Ergebnis trifft auf alle durchgeführten Kurse zu. Dies kann einerseits am sehr kurzen Kontakt mit der Fremdsprache und somit dem CLIL-Konzept gelegen haben, so dass davon auszugehen wäre, dass die Schüler durch die Teilnahme an den bilingualen Kursen tatsächlich fremdsprachlich nicht dazugelernt haben. Andererseits kann dieses Ergebnis aber auch im Zusammenhang mit der verwendeten Methode des ‚Cloze Test‘ betrachtet werden. Wie in Kapitel 4.1.1 bereits diskutiert wurde, kann nicht zweifelsfrei davon ausgegangen werden, dass die globale fremdsprachliche Lesefertigkeit durch den ‚Cloze Test‘ tatsächlich valide erfasst wurde. Da nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, dass eine (oder mehrere) Störvariable(n) die Ergebnisse beeinflusst haben, kann Hypothese H11.1 nicht vollständig angenommen werden. Der Test stellt zwar ein reliables und ökonomische Messinstrument dar, hinsichtlich der Validität besteht hingegen eine gewisse Unklarheit. Aus diesem Grund kann tatsächlich nicht zweifelsfrei geschlossen werden, dass die Kursteilnehmer fremdsprachlich keinen Lernzuwachs erzielt haben. Ein möglicher Störfaktor kann in der fehlenden Fähigkeit zur Ausdauer und Konzentration gelegen haben, welcher innerhalb der Leseforschung große Bedeutung zugemessen wird (z.B. Ladenthin 1998; Willenberg 2001). Es wird davon ausgegangen, dass Lesen eine komplexe Leistung darstellt und somit anstrengend ist (Ladenthin 1998). Viele – besonders auch junge – Leser weichen diesem Aufwand an Konzentration aber gerne aus (Willenberg 2001). Im Kontext der Evaluation der Schülerlaborkurse scheint dieser Aspekt von besonderer Relevanz zu sein, da der

‚Cloze Test‘ einerseits im Rahmen eines viele weitere Aufgaben und Aspekte umfassenden Fragebogens zu bearbeiten war. Andererseits schloss sich der Post-Test direkt an den jeweiligen Schülerlaborkurs an, in dem die Aufmerksamkeit und Konzentration der Schüler ebenfalls bereits gefordert wurde. Insgesamt können sich diese Bedingungen negativ auf die Bearbeitung – besonders im Post-Test – ausgewirkt haben.

Um zu genaueren Erkenntnissen hinsichtlich des Erwerbs fremdsprachlicher Lesefertigkeit in bilingualen Schülerlaborkursen zu gelangen, könnte der ‚Cloze Test‘ einerseits unabhängig von anderen Tests eingesetzt werden. So würde man den Effekt der Anstrengungsvermeidung nach bereits geleisteter Anstrengung (durch Kursteilnahme und Ausfüllen des Wissens- und Motivationstests) verringern. Andererseits könnte nach einer valideren Methode zur Erfassung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit gesucht werden, die darüber hinaus in der Lage ist, auch kleinste Veränderungen, wie sie durch einen eintägigen bilingualen Kurs hervorgerufen werden, sensibel zu erfassen. Lesen stellt allerdings einen sehr komplexen Vorhang dar, der sowohl ein erhebliches Maß an Ressourcen als auch Zeit in Anspruch nimmt (Grabe 1991) und bei dem, laut Aguado (2002), besonders der Faktor ‚Zeit‘ im Spracherwerb nicht zu unterschätzen ist. Insofern bleibt es fraglich, ob nach einer eintägigen Intervention überhaupt Zuwächse in der fremdsprachlichen Lesefertigkeit erwartet werden können. Nach bisherigen Erfahrungen und Recherchen hat sich die Erfassung von Veränderungen der fremdsprachlichen Fähigkeiten durch eine eintägige Intervention mit quantitativen Methoden als wenig zweckmäßig erwiesen. An dieser Stelle wäre in Folgestudien der Einsatz qualitativer Methoden, wie beispielsweise der des ‚Lauten Denkens‘ (Ericsson & Simon 1980), zu erwägen.



**12)** Lassen sich die in Abbildung 16 angenommenen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und Lesestrategien bestätigen? Lassen sich darüber hinaus Zusammenhänge zwischen dem Gebrauch von Lesestrategien und der erzielten (biologischen und fremdsprachlichen) Leistung feststellen? Unterscheiden sich die Schüler in der Benutzung von Oberflächen- und Tiefenstrategien und hat dies wiederum Einfluss auf die Leistung?

**H12a:** Es bestehen Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und dem Gebrauch von Lesestrategien (vgl. Abbildung 16).

**H12b:** Aufgrund der Erkenntnisse anderer Studien werden keine Zusammenhänge zwischen den verwendeten Lesestrategien und der Leistung erwartet.

**H12c:** Es treten Unterschiede in der Verwendung von Oberflächen- und Tiefenstrategien auf. Es sind aber keine Einflüsse auf die Leistung zu erkennen.

Im Bereich der Lesekompetenzforschung und im Besonderen auch im Rahmen der PISA-Studie wird Lesekompetenz so definiert, dass sie über die Lesefertigkeit hinaus auch motivationale und strategische Faktoren einschließt (Hurrelmann 2004; OECD 2009). So konnten bereits im Rahmen der PISA-Studie 2009 Zusammenhänge zwischen der Verwendung von Lernstrategien, Lesemotivation und Lesekompetenz (bzw. Lesefertigkeit) festgestellt werden (Artelt et al. 2010). Somit wurden auch im Rahmen der vorliegenden Studie Zusammenhänge zwischen Lesefertigkeit, Motivation und der Verwendung von Lesestrategien angenommen (vgl. Abbildung 16).

Insgesamt ließen sich die angenommenen Zusammenhänge weitestgehend bestätigen, so dass Hypothese H12a in weiten Teilen angenommen werden kann. Es konnte festgestellt werden, dass die positiven Motivationsindikatoren in positivem Zusammenhang und der negative Motivationsindikator ‚Druck Englisch‘ in negativem Zusammenhang mit der positiven Ausprägung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit stehen. Darüber hinaus konnte ein zweifelsfreier Zusammenhang zwischen der Motivation und den verwendeten Lesestrategien festgestellt werden. Hier hat sich u.a. gezeigt, dass die Schüler, die ein höheres ‚Interesse/Vergnügen‘ bezüglich der Verwendung der Fremdsprache hatten, angaben, mehr Tiefenstrategien zu verwenden.

Im Allgemeinen wird angenommen, dass Schüler, die Tiefenstrategien beim Lernen einsetzen, bessere Lernergebnisse erzielen (Friedrich & Mandl 1997). Diese Annahme basiert auf der Theorie der Verarbeitungstiefe ( Craik & Lockhart 1972), die besagt, dass eine tiefere Verarbeitung der Inhalte auch zu besseren Behaltensleistungen führt. In der vorliegenden Studie konnte der angenommene Zusammenhang

zwischen den verwendeten Lernstrategien und der Lesefertigkeit allerdings nicht belegt werden und Hypothese H12b wird somit bestätigt. Darüber hinaus konnte Hypothese H12c bestätigt werden, da keine Einflüsse von Tiefen- oder Oberflächenstrategien auf den Lernerfolg festgestellt werden konnten. Das Ergebnis entspricht den Erwartungen insofern, dass verschiedentlich darauf verwiesen wird, dass Belege für einen Einfluss von Lernstrategien auf die Leistung fehlen (Baumert & Köller 1996; Schiefele et al. 2003). Auch Artelt (2000) und Wild (2000) halten in diesem Zusammenhang fest, dass häufig nur schwache Beziehungen zwischen dem Lernerfolg und den verwendeten Lernstrategien berichtet werden.

Wie aus verschiedenen Untersuchungen zum Thema der Erfassung von Lernstrategien hervorgeht, ist das heterogene Ergebnisbild hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen dem Einsatz von Lernstrategien und erzielten Leistungen vermutlich nicht darauf zurückzuführen, dass tatsächlich keine Zusammenhänge vorhanden wären. Vielmehr scheinen sich die berichteten moderaten Beziehungen zwischen Lernstrategien und Lernerfolgen laut Artelt (1996; 2000) u.a. anhand der Operationalisierung der Lernstrategien erklären zu lassen. So lassen sich Hinweise darauf finden, dass die tatsächliche Ausführung einer lernstrategischen Handlung nicht unbedingt mit der angegebenen Verhaltensbeschreibung im Fragebogen übereinstimmen muss (Artelt & Schellhas 1996). Werden die Lernstrategien nicht über Fragebögen, sondern über Handlungsanalysen erhoben, bestehen tendenziell stärkere Beziehungen zwischen Lernstrategien und erzielttem Lernerfolg (Lehtinen 1992). Insofern haben im Rahmen der vorliegenden Studie möglicherweise doch entsprechende Zusammenhänge vorgelegen, konnten jedoch aufgrund der mangelnden retrospektiven Selbstberichtsfähigkeit der Schüler nicht festgestellt werden.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass im Rahmen der durchgeführten bilingualen Schülerlaborkurse ein Zusammenhang zwischen der Motivation und der erzielten Leistung bzw. der Lesefertigkeit vorlag. Darüber hinaus konnten Zusammenhänge zwischen der Motivation und den eingesetzten Lernstrategien festgestellt werden. Es ist also anzunehmen, dass die Motivation einen entscheidenden Faktor im Hinblick auf die sprachliche Lesefertigkeit darstellt und ihr zur Förderung sprachlicher Leistungen somit verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Auch wenn in der vorliegenden Studie keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den verwendeten Lernstrategien und der fremdsprachlichen Lesefertigkeit nachgewiesen werden konn-

ten, wird weiterhin von einer entscheidenden Rolle von Lernstrategien im Rahmen von bilingualen Schülerlaborkursen ausgegangen. Es wird angenommen, dass diese notwendig sind, um den herausfordernden Lerngegebenheiten in diesen Kursen angemessen begegnen zu können. Insofern wäre dieser Aspekt in weiterführenden Studien – im Idealfall anhand von Handlungsanalysen zur Lernstrategieverwendung – noch genauer zu untersuchen.

#### 4.2.4 DISKUSSION DER LEHREREINSCHÄTZUNGEN ZUM BILINGUALEN BIOLOGIEUNTERRICHT

**13)** Wie ist die Einschätzung der das BeLL Bio besuchenden Lehrer hinsichtlich des bilingualen Biologieunterrichts und seiner Rahmenbedingungen?

**H13a:** Die das BeLL Bio besuchenden Lehrer stehen dem Fach ‚Biologie bilingual‘ insgesamt positiv gegenüber.

**H13b:** Die Rahmenbedingungen für das Fach ‚Biologie bilingual‘ werden von den Lehrern weniger positiv eingeschätzt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die befragten Lehrer dem Fach ‚Biologie bilingual‘ tatsächlich insgesamt positiv gegenüberstehen und Hypothese H13a somit angenommen werden kann. Besonders positiv wurde die Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Unterricht bewertet. Dies spricht dafür, dass die über lange Zeit vertretene Auffassung, dass Naturwissenschaften sich aufgrund des fehlenden Bezuges zur Kultur des Partnerlandes nicht für den bilingualen Unterricht eignen (Mäsch 1993), in den Köpfen der meisten Lehrkräfte nicht mehr präsent zu sein scheint. Vielmehr schreiben die Lehrer dem bilingualen Biologieunterricht im Vergleich zum normalen Fremdsprachenunterricht eine besonders hohe Authentizität zu. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass auch Lehrkräfte den Eindruck haben, dass aufgrund der Instrumentalisierung der Fremdsprache durch das Sachfach (die Biologie) eine authentischere Verwendung der Fremdsprache erzielt wird (Bach 2005).

Es konnte außerdem festgestellt werden, dass bei den das BeLL Bio besuchenden Lehrkräften eine vergleichsweise hohe Bereitschaft zum bilingualen Unterrichten des Faches vorhanden war (52,9 %). ‚Biologie bilingual‘ unterrichtet hatten hingegen bis-

her nur zwei der befragten Lehrkräfte. Dass in der Praxis trotz des hohen Interesses Biologie kaum bilingual unterrichtet wird, spricht für schlechte Rahmenbedingungen. Dies hat sich auch bei der Befragung in Form einer negativen Einschätzung der Rahmenbedingungen durch die Lehrkräfte gezeigt. Somit bestätigt sich die Annahme von Hypothese H13b. Besondere Probleme sehen die Lehrer in der Verfügbarkeit von Materialien und Lehrkräften für den bilingualen Biologieunterricht. Insofern bestätigt sich der Eindruck, den Buchinger & Bohn 2007 und Kozianka & Ewig in ähnlicher Form auch 2009 gewonnen haben. Somit zeigt sich, dass sich an den Rahmenbedingungen noch nicht so viel zum Positiven verändert hat, dass es bei den Lehrkräften zu positiveren Einschätzungen käme.

Darüber hinaus hat sich herausgestellt, dass Lehrer, die Interesse daran haben, Biologie selbst bilingual zu unterrichten, dem Fach eine höhere Relevanz beimessen und die Verfügbarkeit von Lehrkräften positiver einschätzen als Lehrer, die selbst nicht bilingual unterrichten wollen.

Insgesamt zeichnet sich also ab, dass bei den Lehrern einerseits großes Interesse sowie Wertschätzung für den bilingualen Biologieunterricht vorliegt. Dies äußert sich u.a. in einer hohen Bereitschaft, das Fach auch selbst zu unterrichten. Andererseits werden die Rahmenbedingungen aber eher negativ eingeschätzt. Zur Überwindung dieser Diskrepanz scheint es notwendig, bessere Rahmenbedingungen für den bilingualen Biologieunterricht zu schaffen. Dies wäre einerseits durch die Bereitstellung von mehr sowie differenzierteren Ausbildungsangeboten für Lehrer sowie andererseits durch die vermehrte Bereitstellung geeigneter Unterrichtsmaterialien zu erreichen. Der Besuch der bilingualen Kurse im BeLL Bio hat offensichtlich für die Mehrheit der Lehrkräfte einen ersten konkreten Berührungspunkt mit dem Konzept des ‚Bilingualen Sachfachunterrichts‘ dargestellt, da nur zwei der befragten Lehrer bereits selbst bilingual unterrichtet hatten. Dass sie dem Konzept trotz fehlender eigener Erfahrungen so positiv gegenüber stehen, könnte als Anknüpfungspunkt genutzt werden, indem beispielsweise entsprechende Lehrerfortbildungen angeboten werden.

### 4.3 ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

Hinsichtlich der übergeordneten Fragestellung nach der kognitiven und affektiven Wirksamkeit der entwickelten und durchgeführten bilingualen Schülerlaborkurse kann abschließend ein insgesamt positives Fazit gezogen werden.

Es konnte festgestellt werden, dass durch bilinguale Kurse ein nachhaltiger Wissenserwerb hervorgerufen werden kann und auch im Vergleich zu deutschsprachigen Kursen keine negativen Auswirkungen auf das sachfachliche Lernen befürchtet werden müssen. Diese Ergebnisse zeigen, dass Teilnehmer bilingualer Schülerlaborkurse, die verschiedene kognitiv herausfordernde Faktoren (die Fremdsprache verstehen und anwenden, praktisches Experimentieren) zur gleichen Zeit verarbeiten mussten, trotzdem in der Lage sind, gleichwertige Behaltensleistungen zu erzielen wie Teilnehmer deutschsprachiger Kurse. Zur Erklärung dieses Sachverhalts werden einerseits die höhere Verarbeitungstiefe bzw. die vielfältigere Elaboration der Kursinhalte und andererseits die positive Auswirkung einer höheren Herausforderung beim Lernen angeführt. Hinsichtlich des kognitiven Lernzuwachses und insbesondere hinsichtlich der Explikation von gleichwertigen Behaltensleistungen bilingual unterrichteter Schüler besteht allerdings weiterhin ein deutliches Forschungsdesiderat. Weitergehende Forschung sollte sowohl qualitative bzw. introspektive Verfahren, mit denen tiefere Erkenntnisse hinsichtlich der Verarbeitung der biologischen Inhalte gewonnen werden können, als auch Erkenntnisse der Neurowissenschaften einbeziehen.

Auf affektiver Ebene haben sich Hinweise darauf finden lassen, dass durch den Einbezug der Fremdsprache beim praktischen Experimentieren einerseits die Möglichkeit zur Förderung von positiven Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften bei fremdsprachlich orientierten Lernern und andererseits die Möglichkeit zur Förderung positiver Einstellungen gegenüber Fremdsprachen bei naturwissenschaftlich orientierten Lernern besteht. Insofern liegen hier vielversprechende Anknüpfungspunkte sowohl zur MINT-Förderung als auch zur Förderung des Interesses an Fremdsprachen vor, die im Rahmen weiterer Forschung noch detaillierter zu betrachten wären.

Insgesamt konnte bei den durchgeführten Schülerlaborkursen eine hohe intrinsische Motivation, die deutlicher auf den biologischen als auf den fremdsprachlichen Kursanteilen beruhte, festgestellt werden. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die wahrgenommene Wahlfreiheit als Komponente der intrinsischen Motivation einen wesentlichen Einflussfaktor hinsichtlich der Wahrnehmung der Lernumgebung Schü-

lerlabor dargestellt hat. Es wurde geschlossen, dass die Wahrnehmung von Offenheit und nicht die tatsächliche Offenheit einer Lernumgebung das entscheidende motivationale Kriterium darstellt. Im Rahmen bilingualer Kurse kann dieser Forderung nach wahrnehmbarer Wahlfreiheit bzw. Offenheit durch entsprechendes ‚Scaffolding‘ Rechnung getragen werden. Zum Einsatz und zur Gestaltung dieser Methodik bedarf es allerdings noch gezielterer Forschung.

Auf fremdsprachlicher Ebene konnte keine signifikante Steigerung der fremdsprachlichen Lesefertigkeit nachgewiesen werden, was aber nicht zweifelsfrei auf einen nicht vorhandenen Kompetenzzuwachs zurückgeführt werden kann. An dieser Stelle besteht ebenfalls weiterer Forschungsbedarf. Hierfür müssten Methoden gefunden werden, die hinreichend sensibel sind, um fremdsprachliche Kompetenzunterschiede auch nach sehr kurzen Unterrichtseinheiten wie eintägigen Schülerlaborveranstaltungen (oder auch kurzen bilingualen schulischen Modulen) zu erfassen. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass die Motivation bezüglich des Fremdsprachenlernens einen Zusammenhang zur Lesefertigkeit aufweist, was für einen besonderen Förderungsbedarf motivationaler Aspekte in bilingualen Lernumgebungen spricht. Zusammenhänge zwischen der Verwendung von Lesestrategien und der fremdsprachlichen Lesefertigkeit konnten hingegen nicht nachgewiesen werden. Da aber, insbesondere im Rahmen bilingualer Kurse, davon auszugehen ist, dass ein entsprechender Zusammenhang besteht, stellt sich auch hier ein Anknüpfungspunkt weiterer Forschung dar.

Auf Schülerseite wurde insgesamt eine hohe Akzeptanz der Schülerlaborkurse festgestellt. Auch die Akzeptanz der bilingualen Kurse ist im Allgemeinen positiv zu bewerten. Sie fiel für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘, den Schüler der Sekundarstufe I besuchten, deutlich positiver aus als für den Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘, welcher für Schüler der Sekundarstufe II konzipiert wurde. Auch die Lehrerbefragung zum bilingualen Biologieunterricht zeigte eine generell positive Einstellung gegenüber dem bilingualen Unterrichten in der Biologie, der jedoch eine negative Einschätzung der bestehenden Rahmenbedingungen gegenübersteht.

Die Ergebnisse sprechen einerseits dafür, weitere bilinguale Angebote sowohl für biologische Schülerlabore als auch in modularer Form für den bilingualen Biologieunterricht zu entwickeln und zu evaluieren. Ein vielversprechender Ansatz, um die Schüler in die Lage zu versetzen, die hohen kognitiven Anforderungen bei gleichzei-

tigem Kompetenz- und Wahlfreiheitserleben zu bewältigen, liegt im Einsatz eines gezielten ‚Scaffolding‘. Andererseits sprechen die Ergebnisse der Lehrerbefragung dafür, auch Angebote für Lehrkräfte, die Interesse am bilingualen Unterrichten im Fach Biologie zeigen, bereitzustellen. Hierzu könnten – über die universitären Angebote für Studenten hinaus – beispielsweise Lehrerfortbildungen oder berufsbegleitende Zusatzqualifikationen entwickelt werden, die sowohl grundlegende Lehrkompetenzen zum bilingualen Lehren als im Besonderen auch Scaffoldingtechniken vermitteln, die die Schüler zu selbständigem experimentellen Handeln in der Fremdsprache befähigen.

Darüber hinaus erscheinen die vorliegenden Ergebnisse auch vor dem Hintergrund einer wachsenden sprachlichen Heterogenität in deutschen Klassenräumen von Interesse. Es ist davon auszugehen, dass die im Rahmen der aktuellen Studie gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse auch auf Schulsituationen, in denen eine ‚natürliche‘ Mehrsprachigkeit durch Sprecher unterschiedlichster Muttersprachen vorliegt, zu übertragen sind. Auch hier bedarf es allerdings noch weitergehender Forschung.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Abd-El-Khalick, Fouad; BouJaoude, Saouma; Duschl, Richard; Lederman, Norman G.; Mamlok-Naaman, Rachel; Hofstein, Avi et al. (2004): Inquiry in science education: International perspectives. In: *International Journal of Science Education* 88 (3), S. 397–419. DOI: 10.1002/sce.10118.
- Abendroth-Timmer, Dagmar (2002): Interkulturelles Lernen durch bilinguale Module im Sachfachunterricht. In: *Französisch heute* 33; Jg. 2002 (3), S. 376–387.
- Abendroth-Timmer, Dagmar (2004): Evaluation bilingualer Module aus Schülerperspektive: Zur Lernbewusstheit und ihrer motivationalen Wirkung. In: *Zeitschrift für interkulturellen Fremdsprachenunterricht* 9 (2).
- Abendroth-Timmer, Dagmar (2007): Akzeptanz und Motivation. Empirische Ansätze zur Erforschung des unterrichtlichen Einsatzes von bilingualen und mehrsprachigen Modulen. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Admiraal, Wilfried; Westhoff, Gerard; Bot, Kees de (2006): Evaluation of Bilingual Secondary Education in the Netherlands: Students' Language Proficiency in English. In: *Educational Research & Evaluation* 12 (1), S. 75–93.
- Aguado, Karin (2002): Imitation als Erwerbsstrategie. Interaktive und kognitive Dimensionen des Fremdspracherwerbs. Habilitationsschrift: Universität Bielefeld.
- Aguado, Karin; Hu, Adelheid (2000): Mehrsprachigkeit und Mehrkulturalität. Dokumentation des Kongresses für Fremdsprachendidaktik der Deutschen Gesellschaft für Fremdsprachenforschung (DGFF) in Dortmund (4. - 6. Oktober 1999). Berlin: Pädagogischer Zeitschriftenverlag.
- Albert, Ruth; Koster, Cor J. (2002): Empirie in Linguistik und Sprachlehrforschung. Ein methodologisches Arbeitsbuch. Tübingen: Gunter Narr (Narr Studienbücher).
- Albert, Ruth; Marx, Nicole (2010): Empirisches Arbeiten in Linguistik und Sprachlehrforschung. Anleitung zu quantitativen Studien von der Planungsphase bis zum Forschungsbericht. Tübingen: Narr (Narr-Studienbücher).
- Albert, Stuart (1977): Temporal comparison theory. In: *Psychological Review* 84 (6), S. 485–503. DOI: 10.1037/0033-295X.84.6.485.
- Alderson, J. Charles (2005): *Assessing Reading*. Cambridge: Cambridge University Press (The Cambridge language assessment series).
- Anderson, John R. (2013): *Kognitive Psychologie*. 7. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer VS.
- Artelt, Cordula (1996): Stärken und Schwächen der Diagnose von Lernstrategien in realen Lernsituationen. In: *LLF-Berichte* 16. Universität Potsdam.
- Artelt, Cordula (2000): *Strategisches Lernen*. Münster: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 18).
- Artelt, Cordula; Naumann, Johannes; Schneider, Wolfgang (2010): Lesemotivation und Lernstrategien. In: Eckhard Klieme, Claudia Artelt, Johannes Hartig, Nina Jude, Olaf Köller, Manfred Prenzel, Wolfgang Schneider und Petra Stanat (Hg.): *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt*. Münster, Westfalen: Waxmann, S. 73–112.



- Artelt, Cordula; Schellhas, Bernd (1996): Zum Verhältnis von Strategiewissen und Strategieranwendung und ihren kognitiven und emotional-motivationalen Bedingungen im Schulalter. In: *Empirische Pädagogik* 10 (3), S. 277–305.
- Artelt, Cordula; Schneider, Wolfgang; Schiefele, Ulrich (2002): Ländervergleich zur Lesekompetenz. In: Jürgen Baumert, Cordula Artelt, Eckhard Klieme, Michael Neubrand, Manfred Prenzel, Ulrich Schiefele, Wolfgang Schneider, Klaus-Jürgen Tillmann und Manfred Weiß (Hg.): *PISA 2000 - Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 55–94.
- Atkinson, Richard C.; Shiffrin, Richard M. (1968): Human memory: A proposed system and its control processes. In: Kenneth W. Spence und Janet T. Spence (Hg.): *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Academic Press, S. 89–195.
- Bach, Gerhard (2005): Bilingualer Unterricht: Lernen - Lehren - Forschen. In: Gerhard Bach und Susanne Niemeier (Hg.): *Bilingualer Unterricht. Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 9–22.
- Bächle, Susanna; Bächle-Knauer, Doris (2008): *Genetics and immune system*. Stuttgart: Klett (Natura - Biology for bilingual classes).
- Bachman, Lyle F. (1985): Performance on Cloze Tests with Fixed-Ratio and Rational Deletions. In: *TESOL Quarterly* 19 (3), S. 535–556. DOI: 10.2307/3586277.
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2011): *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 13. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer.
- Baddeley, Alan D. (1986): *Working memory*. Oxford: Clarendon Press (Oxford psychology series, 11).
- Badertscher, Hans; Bieri, Thomas (2009): *Wissenserwerb im Content and Language Integrated Learning. Empirische Befunde und Interpretationen*. 1. Aufl. Bern: Haupt (Schulpädagogik - Fachdidaktik - Lehrerbildung, 16).
- Baker, Amanda (2002): Der Erwerb von akademischen Sprachfähigkeiten im Englischen durch bilingualen Sachfachunterricht am Beispiel Biologie. In: Brigitte Krück und Kristiane Loeser (Hg.): *Innovationen im Fremdsprachenunterricht*. Frankfurt am Main [u.a.]: Peter Lang, S. 133–152.
- Baumert, Jürgen; Köller, Olaf (1996): Lernstrategien und schulische Leistungen. In: Jens Möller und Olaf Köller (Hg.): *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung*. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verlags-Union (Pädagogische Psychologie. Motivationspsychologie), S. 137–154.
- Baumert, Jürgen; Köller, Olaf (2000): Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In: *TIMSS-III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. 2. Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe*. Jg. 2000, S. 271–315.
- Bell, Thorsten (2006): *Forschendes Lernen*. PIKO-Brief 11. IPN Kiel. Kiel. Online verfügbar unter: <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Birch, Barbara M. (2007): *English L2 Reading. Getting to the Bottom*. 2. Aufl. Mahwah: Lawrence Erlbaum.

- Bögeholz, Susanne (1999): Qualitäten primärer Naturerfahrung und ihr Zusammenhang mit Umweltwissen und Umwelthandeln. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bohn, Matthias; Doff, Sabine (2010): Biologie bilingual. Die Perspektive der Unterrichtspraxis. In: Sabine Doff (Hg.): Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe. Eine Einführung. Tübingen: Narr (Narr-Studienbücher), S. 72–88.
- Bonnet, Andreas (2004): Chemie im bilingualen Unterricht. Kompetenzerwerb durch Interaktion. Opladen: Leske + Budrich (Studien zur Bildungsgangforschung, 4).
- Bonnet, Andreas (2007): Fach, Sprache, Interaktion. Eine Drei-Säulen-Methodik für CLIL. In: *Fremdsprachen Lehren und Lernen* (36), S. 126–141.
- Bonnet, Andreas (2015): Sachfachlicher Kompetenzerwerb in naturwissenschaftlichen CLIL-Kontexten. In: Bernd Rüschoff, Dieter Wolff und Julian Sudhoff (Hg.): CLIL revisited. Eine kritische Analyse zum gegenwärtigen Stand des bilingualen Sachfachunterrichts. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 165–182.
- Borkowski, John G. (1996): Metacognition. Theory or chapter heading? In: *Learning and Individual Differences* 8 (4), S. 391–402. DOI: 10.1016/S1041-6080(96)90025-4.
- Bornholt, Laurel (2000): The Gendered Nature of Competence: Specific and General Aspects of Self-Knowledge in Social Contexts. In: *Journal of Applied Social Psychology* 30 (2), S. 350–370. DOI: 10.1111/j.1559-1816.2000.tb02320.x.
- Bortz, Jürgen (2005): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Bortz, Jürgen; Döring, Nicola (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Aufl. Heidelberg: Springer.
- Bortz, Jürgen; Lienert, Gustav A.; Boehnke, Klaus (2008): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Heidelberg: Springer.
- Bortz, Jürgen; Schuster, Christof (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 7. Aufl. Berlin: Springer.
- Bos, Wolfgang; Lankes, Eva-Maria.; Prenzel, Manfred; Schwippert, Knut; Walther, Gerd; Valtin, Renate (Hg.) (2003): Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Brandt, Alexander (2005): Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors. 1. Aufl. Göttingen: Cuvillier.
- Bredenbröker, Winfried (2000): Förderung der fremdsprachlichen Kompetenz durch bilingualen Unterricht. Empirische Untersuchungen. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Brosius, Felix (2013): SPSS 21. Heidelberg, Hamburg: Mitp.
- Brown, James Dean (1980): Relative Merits of Four Methods for Scoring Cloze Tests. In: *The Modern Language Journal* 64 (3), S. 311–317.
- Brown, James Dean (2002): Do cloze tests work? Or, is it just an illusion? In: *Second Language Studies* 21 (1), S. 79–125.

- Brown, James Dean (2013): My twenty-five years of cloze testing research: So what? In: *International Journal of Language Studies* 7 (1), S. 1–32.
- Brown, Terence A. (2011): *Gentechnologie für Einsteiger*. 6. Aufl. Heidelberg: Spektrum.
- Bruner, Jerome (1961): The Act of Discovery. In: *Harvard Educational Review* (31), S. 21–32.
- Brünken, Roland; Plass, Jan L.; Leutner, Detlev (2003): Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. In: *Educational Psychologist* 38 (1), S. 53–61.
- Brünken, Roland; Seufert, Tina; Paas, Fred (2010): Measuring Cognitive Load. In: Jan L. Plass, Roxana Moreno und Roland Brünken (Hg.): *Cognitive load theory*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 181–202.
- Bryce, Tom G. K.; Robertson, Isobel J. (1985): What can they do? A review of practical assessment in science. In: *Studies in Science Education* 12, S. 1–24.
- Buchinger, Irene; Bohn, Matthias (2007): *Bilingualer Unterricht. Didaktische und methodische Herausforderungen aus Sicht der Praktiker - Die Ergebnisse einer Marburger Lehrerumfrage*. Cornelsen. Online verfügbar unter <http://www.cornelsen.de/bilingual/1.c.3263067.de>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Buchner, Axel (2006): Funktionen und Modelle des Gedächtnisses. In: Hans-Otto Karnath und Peter Thier (Hg.): *Neuropsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch), S. 437–447.
- Budowle, Bruce; Chakraborty, Ranajit; Giusti, Alan M.; Eisenberg, Arthur J.; Allen, Robert C. (1991): Analysis of the VNTR locus D1S80 by the PCR followed by high-resolution PAGE. In: *American Journal of Human Genetics* 48 (1), S. 137–144.
- Bühl, Achim (2010): *PASW 18. Einführung in die moderne Datenanalyse*. 12., aktualisierte Aufl. München: Pearson Studium (Scientific tools).
- Bühl, Achim (2012): *SPSS 20. Einführung in die moderne Datenanalyse*. 13., aktualisierte Aufl. München: Pearson (Always learning). Online verfügbar unter <http://lib.myilibrary.com/detail.asp?id=404883>.
- Bühner, Markus (2011): *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. 3., aktualisierte und erw. Aufl. München, Boston [u.a.]: Pearson Studium (Psychologie).
- Bühner, Markus; Ziegler, Matthias (2009): *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. München: Pearson Studium (PS Psychologie).
- Buse, Margret; Preisfeld, Angelika (2016): The Emperor Moth - The Power to Develop. Sachfachliches Lernen im bilingualen Biologieunterricht der Sekundarstufe I. In: Bärbel Diehr, Angelika Preisfeld und Lars Schmelter (Hg.): *Bilingualen Unterricht erforschen und weiterentwickeln* (im Druck). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Buttemer, Helen A. (2009): A glue from slug slime? In: *The Science Teacher* 76 (4), S. 54–59.
- Byrne, Barbara M. (2010): *Structural equation modeling with AMOS. Basic concepts, applications, and programming*. 2nd ed. New York: Routledge (Multivariate applications series).
- Caspari, Daniela; Hallet, Wolfgang; Wegner, Anke; Zydati, Wolfgang (Hg.) (2009): *Bilingualer Unterricht macht Schule. Beiträge aus der Praxisforschung*. 2., durchgesehene Aufl. Frankfurt am Main: Peter Lang.

- Chan, Brian; Balmforth, Neil.J; Hosoi, Anette E (2005): Building a better snail - Lubrication and adhesive locomotion. In: *Physics of fluids* 17 (11), S. 113101-1 - 113101-10.
- Chandler, Paul; Sweller, John (1991): Cognitive load theory and the format of instruction. In: *Cognition and Instruction* 8 (4), S. 293–332.
- Chapelle, Carol A.; Abraham, Roberta G. (1990): Cloze method: what difference does it make? In: *Language Testing* 7 (2), S. 121–146. DOI: 10.1177/026553229000700201.
- Chien, Alice; Edgar, David B.; Trela, John M. (1976): Deoxyribonucleic acid polymerase from the extreme thermophile *Thermus aquaticus*. In: *Journal of Bacteriology* 127 (3), S. 1550–1557.
- Cohen, Jacob (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates.
- Conrad, Willi (1985): *Justus von Liebig und sein Einfluß auf die Entwicklung des Chemiestudiums und des Chemieunterrichts an Hochschulen und Schulen*. Dissertation. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.
- Coyle, Do (2007): Content and Language Integrated Learning: Towards a Connected Research Agenda for CLIL Pedagogies. In: *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism (IJBE)* 10 (5), S. 543–562.
- Coyle, Do; Hood, Philip; Marsh, David (2010): *CLIL - Content and Language Integrated Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Craik, Fergus I. M.; Lockhart, Robert S. (1972): Levels of Processing: A Framework for Memory Research. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11 (6), S. 671–684.
- Craik, Fergus I. M.; Simon, Eileen (1980): Age differences in memory: the roles of attention and depth of processing. In: Leonard W. Poon (Hg.): *New directions in memory and aging*. Proceedings of the George A. Talland Memorial Conference. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates, S. 95–112.
- Craik, Fergus I. M.; Tulving, Endel (1975): Depth of processing and the retention of words in episodic memory. In: *Journal of experimental Psychology: General* 104 (3), S. 268–294.
- Creß, Ulrike; Friedrich, Helmut Felix (2000): Selbst gesteuertes Lernen Erwachsener. In: *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 14 (4), S. 194–205. doi:10.1024//1010-0652.14.4.194.
- Cummins, Jim (1979): Cognitive/academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. In: *Working Papers on Bilingualism* (19), S. 121–129.
- Cummins, Jim (2010): BICS and CALP. Empirical and Theoretical Status of the Distinction. In: Brian V. Street und Nancy H. Hornberger (Hg.): *Literacy*. Encyclopedia of Language and Education, Volume 2: Springer Verlag, S. 71–83.
- Curran, Patrick J.; Finch, John F.; West, Stephen G. (1996): The Robustness of Test Statistics to Nonnormality and Specification Error in Confirmatory Factor Analysis. In: *Psychological Methods* 1 (1), S. 16–29.
- Dähnhardt, Dorothee; Haupt, Oliver J.; Pawek, Christoph (2009): Neugier wecken, Kompetenzen fördern: Wie Schülerlabore arbeiten. In: Dorothee Dähnhardt, Oliver J. Haupt und Christoph Pawek (Hg.): *Kursbuch 2010. Schülerlabore in Deutschland; [Lernort Labor]*. 1. Aufl. Marburg: Tectum, S. 12–29.

- Damerau, Karsten (2013): Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor - Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern-Labor Biologie). Wuppertal: Universitätsbibliothek Wuppertal. Online verfügbar unter <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-3530/dc1231.pdf>. zuletzt geprüft am 28.10.2016..
- Daniels, Zoe (2008): Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter. Münster, Westfalen: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 69).
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (1985): Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum Press.
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (2/93), S. 223–238.
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (2000): The 'What' and 'Why' of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. In: *Psychological Inquiry* 11 (4), S. 227–268.
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (Hg.) (2002a): Handbook of Self-determination research. Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (2002b): Overview of Self-Determination Theory. An Organismic Dialectical Perspective. In: Edward L. Deci und Richard M. Ryan (Hg.): Handbook of Self-determination research. Rochester, NY: University of Rochester Press, S. 3–33.
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (2003): Intrinsic Motivation Inventory. Online verfügbar unter <http://www.selfdeterminationtheory.org/questionnaires>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Denny, Mark (1980): The role of gastropod pedal mucus in locomotion. In: *Nature* 285, S. 160–161. Online verfügbar unter <http://www.nature.com/nature/journal/v285/n5761/pdf/285160a0.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Denny, Mark (1981): A Quantitative Model for the Adhesive Locomotion of the Terrestrial Slug *Ariolimax Columbianus*. In: *Journal of Experimental Biology* 91 (1), S. 195–217. Online verfügbar unter <http://jeb.biologists.org/content/91/1/195.full.pdf+html>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- DESI-Konsortium (Hg.) (2008): Unterricht und Kompetenzerwerb in Deutsch und Englisch. Ergebnisse der DESI-Studie. DESI-Konsortium. Weinheim: Beltz (Beltz Pädagogik). Online verfügbar unter [http://www.pedocs.de/volltexte/2010/3149/pdf/978\\_3\\_407\\_25491\\_7\\_1A\\_D\\_A.pdf](http://www.pedocs.de/volltexte/2010/3149/pdf/978_3_407_25491_7_1A_D_A.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Dewey, John (1910): Science as subject matter and as method. In: *Science* (31), S. 121–127.
- Dickhäuser, Oliver (2006): Fähigkeitsselbstkonzepte. Entstehung, Auswirkung, Förderung. In: *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 20 (1-2), S. 5–8.
- Dickhäuser, Oliver (2009): Selbstkonzept der Begabung. Ability Self-Concept. In: Veronika Brandstätter (Hg.): Handbuch der Allgemeinen Psychologie. Motivation und Emotion. Göttingen, Bern, Wien, Paris, Oxford, Prag, Toronto, Cambridge, MA, Amsterdam, Kopenhagen, Stockholm: Hogrefe, S. 58–63.
- Dickhäuser, Oliver; Schöne, Claudia; Spinath, Birgit; Stiensmeier-Pelster, Joachim (2002): Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept (SASK). Konstruktion und Überprüfung eines neuen Instrumentes. In: *Zeitschrift für differentielle und diagnostische Psychologie* 23 (4), S. 393–407.

- Diehr, Bärbel (2012): What's in a name? Terminologische, typologische und programmatische Überlegungen zum Verhältnis der Sprachen im Bilingualen Unterricht. In: Bärbel Diehr und Lars Schmelter (Hg.): Bilingualen Unterricht weiterdenken. Programme, Positionen, Perspektiven. Frankfurt am Main: Peter Lang (Inquiries in Language Learning, 7), S. 17–36.
- Dörnyei, Zoltán (2009): The L2 Motivational Self System. In: Zoltán Dörnyei und Ema Ushioda (Hg.): Motivation, Language Identity and the L2 Self. Bristol: Multilingual Matters, S. 9–42.
- Dörnyei, Zoltán; Ushioda, Ema (Hg.) (2009): Motivation, language identity and the L2 self. Bristol: Multilingual matters.
- Drechsel, Barbara (2010): Die Lesekompetenz in Deutschland im internationalen Vergleich - Testkonzeption und Befunde aus PISA. In: Madeline Lutjeharms (Hg.): Lesekompetenz in Erst-, Zweit- und Fremdsprache. Tübingen: Narr, S. 75–89.
- Duske, Petra; Ewig, Michael (2013): Bilingualer Biologieunterricht - Eine vergleichende Erhebung zum Lernerfolg im Kompetenzbereich Fachwissen. In: Jürgen Mayer, Marcus Hammann, Nicole Wellnitz, Julia Arnold und Melanie Werner (Hg.): Theorie, Empirie, Praxis. 19. internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBiO ; Universität Kassel, 16. bis 20. September 2013; [Abstractband]. Kassel: University Press, S. 26–27.
- Engeln, Katrin (2004): Schülerlabors. Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos-Verlag.
- Engeln, Katrin; Euler, Manfred (2004): Forschen statt Pauken. Aktives Lernen im Schülerlabor. In: *Physik Journal* 11 (5), S. 45–48.
- Engeln, Katrin; Euler, Manfred (2005): Experimentieren im Schülerlabor. Forschen statt Pauken. In: Katrin Engeln (Hg.): Physikunterricht modernisieren. Erfahrungen aus Kooperationsprojekten zwischen Schule und Wissenschaft. Unter Mitarbeit von Manfred Euler. Kiel: IPN, S. 67–115.
- Ericsson, K. Anders; Simon, Herbert A. (1980): Verbal Reports as Data. In: *Psychological Review* 87 (3), S. 215–251.
- Euler, Manfred (2004): The role of experiments in the teaching and learning of physics. In: E. F. Redish und M. Vicentini (Hg.): Research on physics education. Amsterdam: IOS Press, S. 175–221.
- Euler, Manfred (2005): Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik* 16 (90), S. 4–12.
- Euler, Manfred (2009a): Schülerlabore in Deutschland. Zum Mehrwert authentischer Lernorte in Forschung und Entwicklung. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 58 (4), S. 5–9.
- Euler, Manfred (2009b): Schülerlabore: Lernen, forschen und kreative Potenziale entfalten. In: Dorothee Dähnhardt, Oliver J. Haupt und Christoph Pawek (Hg.): Kursbuch 2010. Schülerlabore in Deutschland ; [Lernort Labor]. Marburg: Tectum, S. 32–41.
- Euler, Manfred (2010): Schülerlabore: Lernen durch Forschen und Entwickeln. In: Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler (Hg.): Physikdidaktik. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch), S. 799–818.
- European Commission (1995): White Paper on Education and Training. Teaching and Learning. Towards the Learning Society. Online verfügbar unter [http://europa.eu/documents/comm/white\\_papers/pdf/com95\\_590\\_en.pdf](http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com95_590_en.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.

- European Commission (Hg.) (2004): Promoting language learning and linguistic diversity. An action plan 2004-06. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- European Commission (2012): FAQs on multilingualism and language learning. Brussels. Online verfügbar unter [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-12-703\\_en.pdf](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-703_en.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Eurydice (Hg.) (2005): Content and language integrated learning (CLIL) at school in Europe. Brussels: Eurydice, European Unit.
- Ewoldt, Randy H.; Clasen, Christian; Hosoi, Anette E.; McKinley, Gareth H. (2007): Rheological fingerprinting of gastropod pedal mucus and synthetic complex fluids for biomimicking adhesive locomotion. In: *SOFT MATTER* 3 (5), S. 634–643.
- Field, Andy P. (2009): Discovering statistics using SPSS. (and sex and drugs and rock 'n' roll). 3rd ed. Los Angeles, London: SAGE Publications (Introducing statistical methods).
- Friedrich, Helmut Felix; Mandl, Heinz (1997): Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: Franz E. Weinert und Heinz Mandl (Hg.): *Psychologie der Erwachsenenbildung*. (Enzyklopädie der Psychologie Band D.I.4). Göttingen [u.a.]: Hogrefe, S. 237–293.
- Friedrich, Helmut Felix & Mandl, Heinz (2006). Lernstrategien: Zur Strukturierung des Forschungsfeldes. In Heinz Mandl & Helmut Felix Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 1-23). Göttingen: Hogrefe.
- Gagné, Robert M. (1962): The acquisition of knowledge. In: *Psychological Review* 69 (4), S. 355–365.
- Gardner, Paul L. (1987): Schülerinteressen an Naturwissenschaften und Technik. In: Manfred Lehrke und Lore Hoffmann (Hg.): *Schülerinteressen am naturwissenschaftlichen Unterricht*. Köln: Aulis-Verlag Deubner (Didaktik der Naturwissenschaften, Teil 12), S. 13–38.
- Gardner, Robert C. (2010): Motivation and second language acquisition. The socio-educational model. New York: Peter Lang.
- Gardner, Robert C.; Lambert, W. E. (1959): Motivational variables in second language acquisition. In: *Canadian Journal of Psychology* 13, S. 266–272.
- Gardner, Robert C.; Lambert, Wallace E. (1972): *Attitudes and Motivation in Second-Language Learning*. Rowley: Newbury House.
- Gerstenmaier, Jochen; Mandl, Heinz (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41 (6), S. 867–888.
- Glaserfeld, Ernst von (1998): Die Radikal-Konstruktivistische Wissenstheorie. In: *Ethik und Sozialwissenschaften* 9 (4), S. 503–596.
- Glowinski, Ingrid (2007): Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen. Kiel. Online verfügbar unter: [http://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation\\_derivate\\_00002259/diss\\_gesamt10\\_15bibexp.pdf](http://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002259/diss_gesamt10_15bibexp.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Goodwin, William; Linacre, Adrian; Hadi, Sibte (2011): An introduction to forensic genetics. 2nd ed. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell (Essentials of forensic science).

- Grabe, William (1991): Current Developments in Second Language Reading Research. In: *TESOL Quarterly* 25 (3), S. 375–406. DOI: 10.2307/3586977.
- Groeben, Norbert; Hurrelmann, Bettina (Hg.) (2009): Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen. 3. Aufl. Weinheim: Juventa-Verlag. (Lesesozialisation und Medien).
- Großschedl, Jörg; Harms, Ute (2008): Similarity Judgments Test. Ein Verfahren zur Erfassung von Wissensstrukturen. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* 7, S. 85–100.
- Grotjahn, Rüdiger (1995): Zweitsprachliches Leseverstehen. Grundlagen und Probleme der Evaluation. In: *Die Neueren Sprachen* 94 (5), S. 533–555.
- Grotjahn, Rüdiger (Hg.) (2006): Der C-Test. Theorie, Empirie, Anwendungen - The C-test : theory, empirical research, applications. Frankfurt am Main: Peter Lang (Language testing and evaluation, 6).
- Grzimek, Bernhard (Hg.) (1970): Grzimeks Tierleben. Band 3: Weichtiere und Stachelhäuter. Zürich: Kindler (Grzimeks Tierleben, Enzyklopädie des Tierreiches / Hrsg. u. Verf.: Bernhard Grzimek; 3).
- Guderian, Pascal (2006): Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. Dissertation. Berlin. Online verfügbar unter <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/guderian-pascal-2007-02-12/PDF/guderian.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Haagen-Schützenhöfer, Claudia; Mathelitsch, Leopold; Hopf, Martin (2011): Fremdsprachiger Physikunterricht: Fremdsprachlicher Mehrwert auf Kosten fachlicher Leistungen? Auswirkungen fremdsprachenintegrierten Physikunterrichts auf fachliche Leistungen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 17, S. 223–260.
- Hallet, Wolfgang (2002): Auf dem Weg zu einer bilingualen Sachfachdidaktik. Bilinguales Lernen als fremdsprachige Konstruktion wissenschaftlicher Begriffe. In: *Praxis des neusprachlichen Unterrichts* 49 (2), S. 114–127.
- Hannover, Bettina (1991): Zur Unterrepräsentanz von Mädchen in Naturwissenschaften und Technik. Psychologische Prädiktoren der Fach- und Berufswahl. In: *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 5 (3), S. 169–186.
- Hannover, Bettina (1998): The Development of Self-Concept and Interests. In: Lore Hoffmann, Andreas Krapp, K. Ann Renninger und Jürgen Baumert (Hg.): Interest and learning. Proceedings of the Seon Conference on Interest and Gender. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, S. 105–125.
- Hartmannsgruber, Martin (2014): Bilinguale Biologie: Konzeption und Evaluation. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren (Sprachenlernen konkret!, Teil 15).
- Hattie, John (2013): Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von 'Visible Learning'. Unter Mitarbeit von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Haupt, Oliver J.; Domjahn, Jürgen; Martin, Ulrike; Skiebe-Corrette, Petra; Vorst, Silke; Zehren, Walter; Hempelmann, Rolf (2013): Schülerlabor - Begriffsschärfung und Kategorisierung. In: *MNU* 66 (6), S. 324–330.



- Häußler, Peter (1987): Measuring students' interest in physics. Design and results of a cross-sectional study in the Federal Republic of Germany. In: *International Journal of Science Education* 9 (1), S. 79–92.
- Häußler, Peter; Bündler, Wolfgang; Duit, Reinders; Gräber, Wolfgang; Mayer, Jürgen (Hg.) (1998): Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.
- Heine, Lena (2010a): Fremdsprache und konzeptuelle Repräsentation: bilingualer Unterricht aus kognitiver Perspektive. In: Sabine Doff (Hg.): *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe. Eine Einführung*. Tübingen: Narr (Narr-Studienbücher), S. 199–211.
- Heine, Lena (2010b): Problem solving in a foreign language. A study in content and language integrated learning. Berlin: De Gruyter Mouton (Studies on language acquisition, 41).
- Hemmelgarn, Marion; Ewig, Michael (2003): Bilingualer Biologieunterricht. Ein Forschungsfeld (auch) für die Biologiedidaktik. In: *Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, IDB* Jg. 2003 (12), S. 39–62.
- Herzer, Manfred; Toprak, Aylin (2001): Evaluation des Schüler/innenlabors am Fachbereich Chemie / Pharmazie. Mainz. Online verfügbar unter <http://www.nat-schuelerlabor.de/Dateien/zwischenbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Hickman, Cleveland P.; Weber, Wolf-Michael (2008): Zoologie. 13., aktualisierte Aufl. München, Boston [u.a.]: Pearson Studium (Biologie).
- Hmelo-Silver, Cindy E.; Duncan, Ravit Golan; Chinn, Clark A. (2007): Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). In: *Educational Psychologist* 42 (2), S. 99–107.
- Hodson, Derek (1990): A Critical Look at Practical Work in School Science. In: *School Science Review* 71; Jg. 1990 (256), S. 33–40.
- Hodson, Derek (1993): Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science. In: *Studies in Science Education* 22 (1), S. 85–142. DOI: 10.1080/03057269308560022.
- Hodson, Derek (1996): Practical Work in School Science: Exploring some Directions for Change. In: *International Journal of Science Education* 18 (7), S. 755–760. DOI: 10.1080/0950069960180702.
- Hoffmann, Joachim; Engelkamp, Johannes (2013): Lern- und Gedächtnispsychologie. Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-33866-3.
- Hoffmann, Lore; Lehrke, Manfred; Häußler, Peter (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN (IPN, 158).
- Hofstein, Avi; Lunetta, Vincent N. (2004): The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. In: *Science education* 88 (1), S. 28–54. DOI: 10.1002/sce.10106.
- Holstermann, Nina; Bögeholz, Susanne (2007): Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 13, S. 71–86.
- Hosokawa, Daisuke; Ishikawa, Takuji; Morikawa, Hirohisa; Imai, Yohsuke; Yamaguchi, Takami (2009a): A Locomotive System Mimicking Pedal Locomotion of Snails for the Capsule Endoscope. In: Jos Sloten, Pascal Verdonck, Marc Nyssen und Jens Haueisen (Hg.): 4th European Confe-

- rence of the International Federation for Medical and Biological Engineering: ECIFMBE 2008 23-27 November 2008 Antwerp, Belgium. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1655–1659. DOI: 10.1007/978-3-540-89208-3\_393.
- Hosokawa, Daisuke; Ishikawa, Takuji; Morikawa, Hirohisa; Imai, Yohsuke; Yamaguchi, Takami (2009b): Development of a biologically inspired locomotion system for a capsule endoscope. In: *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery* 5 (4), S. 471–478. DOI: 10.1002/rcs.284.
- Hughes, Arthur (2007): *Testing for language teachers*. 2. ed., 6. print. Cambridge, Stuttgart: Cambridge University Press; Klett (Cambridge language teaching library).
- Hurrelmann, Bettina (2004): Sozialisation der Lesekompetenz. In: Ulrich Schiefele, Cordula Artelt, Wolfgang Schneider und Petra Stanat (Hg.): *Struktur, Entwicklung und Förderung von Lesekompetenz. Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA 2000*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 37–60.
- Itzek-Greulich, Heike (2015): *Einbindung des Lernorts Schülerlabor in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Empirische Untersuchung zu kognitiven und motivationalen Wirkungen eines naturwissenschaftlichen Lehr-Lernarrangements*. Dissertation: Universitätsbibliothek Tübingen, 2015.
- Jackson, D. Dewaine; Abbey, Chad S.; Nugent, Dylan (2006): DNA Profiling of the D1S80 Locus - A Forensic Analysis for the Undergraduate Biochemistry Laboratory. In: *Journal of Chemical Education* 83 (5), S. 774–776.
- Janssen, Jürgen; Laatz, Wilfried (2010): *Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests*. 7., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Jasinska, Anna; Krzyzosiak, Włodzimierz J. (2004): Repetitive sequences that shape the human transcriptome. In: *FEBS letters: the journal for rapid publication of short reports in molecular bio-sciences* 567 (1), S. 136–141.
- Jeffreys, Alec J.; Wilson, Victoria.; Thein, Swee Lay (1985): Individual-specific 'fingerprints' of human DNA. In: *Nature* 316 (6023), S. 76–79.
- Kaluza, Gerd; Schulze, Hans-Henning (2000): Evaluation von Gesundheitsförderungsprogrammen. Methodische Stolpersteine und pragmatische Empfehlungen. In: *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie* 8 (1), S. 18–24.
- Kasai, Kentaro; Nakamura, Yusuke; White, Ray (1990): Amplification of a Variable Number of Tandem Repeats (VNTR) Locus (pMCT118) by the Polymerase Chain Reaction (PCR) and its Application to Forensic Science. In: *Journal of Forensic Sciences* 35 (5), S. 1196–1200.
- Kattmann, Ulrich (2007): Didaktische Rekonstruktion - eine praktische Theorie. In: Dirk Krüger und Helmut Vogt (Hg.): *Theorien in der biomedizinischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 93–104.
- Kattmann, Ulrich (2008): Texte. In: Harald Gropengießer und Ulrich Kattmann (Hg.): *Fachdidaktik Biologie*. 8., durchges. Aufl. Köln: Aulis-Verlag Deubner, S. 357–369.
- Kattmann, Ulrich; Duit, Reinders; Gropengießer, Harald; Komorek, Michael (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 3 (3), S. 3–18.

- Keck, Gerhard (1998): Einstellung zur Gentechnik bei Schülerinnen und Schülern. Arbeitsberichte der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Nr. 108. Stuttgart.
- Kirschner, Paul A.; Sweller, John; Clark, Richard E. (2006): Why Minimal Guidance during Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. In: *Educational Psychologist* 41 (2), S. 75–86.
- Klautke, Siegfried (1990): Für und wider das Experiment im Biologieunterricht. In: Wilhelm Killermann und Lothar Staeck (Hg.): *Methoden des Biologieunterrichts*. Köln: Aulis, S. 70–82.
- Klieme, Eckhard; Artelt, Claudia; Hartig, Johannes; Jude, Nina; Köller, Olaf; Prenzel, Manfred; Schneider, Wolfgang; Stanat, Petra (Hg.) (2010): PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Münster, Westfalen: Waxmann.
- Kline, Rex B. (2011): *Principles and practice of structural equation modeling*. 3rd ed. New York: Guilford Press (Methodology in the social sciences).
- Kloosterman, Ate D.; Budowle, Bruce; Daselaar, Petra (1993): PCR-amplification and detection of the human D1S80 VNTR locus. Amplification conditions, population genetics and application in forensic analysis. In: *International Journal of Legal Medicine* 105 (5), S. 257–264.
- KMK (Hg.) (2005): *Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*: Beschluss vom 16.12.2004. München, Neuwied: Luchterhand.
- KMK (Hg.) (2006): Bericht „Konzepte für den bilingualen Unterricht – Erfahrungsbericht und Vorschläge zur Weiterentwicklung“. Bericht des Schulausschusses vom 10.04.2006. Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder. Berlin. Online verfügbar unter [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2006/2006\\_04\\_10-Konzepte-bilingualer-Unterricht.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2006/2006_04_10-Konzepte-bilingualer-Unterricht.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- KMK (Hg.) (2013): *Konzepte für den bilingualen Unterricht – Erfahrungsbericht und Vorschläge zur Weiterentwicklung*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 17.10.2013. KMK. Online verfügbar unter [http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2013/201\\_10\\_17-Konzepte-\\_bilingualer-\\_Unterricht.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2013/201_10_17-Konzepte-_bilingualer-_Unterricht.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Koch, Angela; Bündler, Wolfgang (2006): Fachbezogener Wissenserwerb im bilingualen naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12, S. 67–76.
- Köhler, Karlheinz (2004): Welche Medien werden im Biologieunterricht genutzt? In: Ulrike Spörhase-Eichmann und Wolfgang Ruppert (Hg.): *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Scriptor, S. 160–182.
- Kozianka, Sabine; Ewig, Michael (2009): Materialien für den bilingualen Biologieunterricht. Eine Erhebung von Bestand und Bedarf. In: Stephan-Alexander Ditze und Ana Halbach (Hg.): *Bilingualer Sachfachunterricht (CLIL) im Kontext von Sprache, Kultur und Multiliteralität*. (Dritte Bremer Tagung Bilingualer Sachfachunterricht). Frankfurt am Main: Peter Lang (Mehrsprachigkeit in Schule und Unterricht, 9), S. 135–145.
- Krapp, Andreas (1992): Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In: Andreas Krapp und Manfred Prenzel (Hg.): *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. Münster: Aschendorff, S. 297–329.

- Krapp, Andreas (1998): Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. (Development and promotion of interest in instruction). In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 45 (3), S. 185–201.
- Krapp, Andreas (2000): Interest and human development during adolescence: An educational-psychological approach. In: Jutta Heckhausen (Hg.): *Motivational psychology of human development. Developing motivation and motivating development*. New York: Elsevier Science, S. 109–129.
- Krapp, Andreas (2002): Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. In: *Learning and Instruction* 12 (4), S. 383–409. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475201000111>., zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Krapp, Andreas (2009): Interesse. Interest. In: Veronika Brandstätter (Hg.): *Handbuch der Allgemeinen Psychologie. Motivation und Emotion*. Göttingen, Bern, Wien, Paris, Oxford, Prag, Toronto, Cambridge, MA, Amsterdam, Kopenhagen, Stockholm: Hogrefe, S. 52–57.
- Krapp, Andreas (2010): Interesse. In: Detlef H. Rost (Hg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. 4. Weinheim: Beltz, S. 311–323.
- Krapp, Andreas; Hidi, Suzanne; Renninger, K. Ann (1992): Interest, learning, and development. In: K. Ann Renninger, Suzanne Hidi und Andreas Krapp (Hg.): *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, S. 3–25.
- Krashen, Stephen D. (1982): *Principles and practice in second language acquisition*. Reprinted. Oxford: Pergamon Press (Language teaching methodology series). Online verfügbar unter [http://www.sdkrashen.com/content/books/principles\\_and\\_practice.pdf](http://www.sdkrashen.com/content/books/principles_and_practice.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Krashen, Stephen D. (1996): *Under attack. The case against bilingual education*. Culver City, Calif.: Language Education Associates.
- Krechel, Hans-Ludwig (2003): Bilingual Modules. In: Edgar Otten und Manfred Wildhage (Hg.): *Praxis des bilingualen Unterrichts*. Berlin: Cornelsen-Scriptor, S. 194–216.
- Krechel, Hans-Ludwig (2008): Anmerkungen zur Didaktik des bilingualen Sachfachunterrichts. In: Annette Scheersoi und Hans Peter Klein (Hg.): *Bilingualer Biologieunterricht. [Didaktik der Biowissenschaften]*. Aachen: Shaker (Frankfurter Beiträge zur biologischen Bildung, 6), S. 1–24.
- Krechel, Hans-Ludwig (2010): Lern- und Arbeitstechniken im bilingualen Sachfachunterricht. In: Sabine Doff (Hg.): *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe. Eine Einführung*. Tübingen: Narr (Narr-Studienbücher), S. 154–168.
- Krohn, Ulf (2000): *Die Entwicklung der Mensch-Tier-Beziehung bei Kindern. Einfluß der Schulbuchliteratur und Unterrichtsgestaltung am Beispiel einer Schule im ländlichen Raum in den Klassenstufen 1 bis 4*. Dissertation. Freie Universität Berlin. Online verfügbar unter [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000000298](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000000298), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Kubinger, Klaus D.; Rasch, Dieter; Moder, Karl (2009): Zur Legende der Voraussetzungen des t-Tests für unabhängige Stichproben. In: *Psychologische Rundschau* 60 (1), S. 26–27. DOI: 10.1026/0033-3042.60.1.26.
- Ladenthin, Volker (1998): Lesen als Methode. Ein Plädoyer für die Anstrengung des Lesens. In: *Grundschulmagazin* 12, S. 39–42.

- Lai, Janice H.; Alamo, Juan C del; Rodríguez-Rodríguez, Javier; Lasheras, Juan C. (2010): The mechanics of the adhesive locomotion of terrestrial gastropods. In: *Journal of Experimental Biology* 213 (22), S. 3920–3933. DOI: 10.1242/jeb.046706.
- Lamsfuß-Schenk, Stefanie (2008): Fremdverstehen im bilingualen Geschichtsunterricht. Eine Fallstudie. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Peter Lang (Mehrsprachigkeit in Schule und Unterricht, 8).
- Lamsfuß-Schenk, Stefanie (2015): Sachfachlicher Kompetenzerwerb in gesellschaftswissenschaftlichen CLIL-Kontexten. In: Bernd Rüschoff, Dieter Wolff und Julian Sudhoff (Hg.): CLIL revisited. Eine kritische Analyse zum gegenwärtigen Stand des bilingualen Sachfachunterrichts. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 151–164.
- Lasagabaster, David (2011): English achievement and student motivation in CLIL and EFL settings. In: *Innovation in Language Learning & Teaching* 5 (1), S. 3–18.
- Lehtinen, Erno (1992): Lern- und Bewältigungsstrategien im Unterricht. In: Heinz Mandl und Helmut Felix Friedrich (Hg.): Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention. Göttingen: Hogrefe, S. 125–149.
- Leibold, Kurt (1997): Modelle, Modellbildung und Modelleinsatz. Dissertation. Universität Bayreuth.
- Lenhard, Wolfgang (2013): Leseverständnis und Lesekompetenz. Grundlagen - Diagnostik - Förderung. Stuttgart: W. Kohlhammer (Psychologie 2014).
- Lienert, Gustav Adolf; Raatz, Ulrich (1998): Testaufbau und Testanalyse. 6. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Lim, Gwynne S.; Balke, Michael; Meier, Rudolf (2012): Determining Species Boundaries in a World Full of Rarity: Singletons, Species Delimitation Methods. In: *Systematic Biology* 61 (1), S. 165–169.
- Linn, Marcia C. (1990): Summary: Establishing a science and engineering of science education. In: Marjorie Gardner (Hg.): Toward a scientific practice of science education. Hillsdale, NJ: Erlbaum, S. 323–341.
- Lissmann, Ho Wo (1945): The Mechanism of Locomotion in Gastropod Molluscs. I. Kinematics. In: *Journal of Experimental Biology* 21, S. 58–69.
- Lompscher, Joachim (1995): Erfassung von Lernstrategien mittels Fragebogen. In: *LLF-Berichte* (10), S. 80–124. Online verfügbar unter <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2005/463>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Lompscher, Joachim (1996): Erfassung von Lernstrategien auf der Reflexionsebene. In: *LLF-Berichte* (13). Online verfügbar unter <https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/index/index/year/2005/docId/417>, zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Looß, Maike (2007): Lernstrategien, Lernorientierungen, Lern(er)typen. In: Dirk Krüger und Helmut Vogt (Hg.): Theorien in der biomedizinischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 141–152.
- Löwe, Bernd (1987): Interessenverfall im Biologieunterricht. Ergebnisse empirischer Forschung. In: *Unterricht Biologie* 11 (124), S. 62–65.
- Löwe, Bernd (1992): Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie. Weinheim: Deutscher Studienverlag.

- Lunetta, Vincent N.; Hofstein, Avi; Clough, Michael P. (2010): Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. In: Sandra K. Abell und Norman G. Lederman (Hg.): Handbook of research on science education. Reprint. New York: Routledge, S. 393–441.
- Lutjeharms, Madeline (2010): Der Leseprozess in Mutter- und Fremdsprache. In: Madeline Lutjeharms (Hg.): Lesekompetenz in Erst-, Zweit- und Fremdsprache. Tübingen: Narr, S. 11–26.
- Lutjeharms, Madeline; Schmidt, Claudia (2010): Zur Einführung. Warum ein Buch über Lesekompetenz? In: Madeline Lutjeharms (Hg.): Lesekompetenz in Erst-, Zweit- und Fremdsprache. Tübingen: Narr, S. 7–10.
- Marsh, David (Hg.) (2002): CLIL/EMILE. the European dimension ; actions, trends and foresight potential. Europäische Kommission Generaldirektion Bildung und Kultur. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Marsh, Herbert W. (1986): Verbal and Math Self-Concepts: An Internal/External Frame of Reference Model. In: *American Educational Research Journal* 23 (1), S. 129–149. DOI: 10.3102/00028312023001129.
- Marsh, Herbert W. (1987): The big-fish-little-pond effect on academic self-concept. In: *Journal of Educational Psychology* 79 (3), S. 280–295.
- Marsh, Herbert W. (1990): Causal ordering of academic self-concept and academic achievement. A multiwave, longitudinal panel analysis. In: *Journal of Educational Psychology* 82 (4), S. 646–656. DOI: 10.1037/0022-0663.82.4.646.
- Marsh, Herbert W. (2005): Big-Fish-Little-Pond-Effect on Academic Self-Concept. In: *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 19 (3), S. 119–127.
- Marsh, Herbert W.; Byrne, Barbara M.; Shavelson, Richard J. (1988): A multifaceted academic self-concept. Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. In: *Journal of Educational Psychology* 80 (3), S. 366–380. DOI: 10.1037/0022-0663.80.3.366.
- Marsh, Herbert W.; Shavelson, Richard J. (1985): Self-Concept: Its Multifaceted, Hierarchical Structure. In: *Educational Psychologist* 20 (3), S. 107–123.
- Marsh, Herbert W.; Trautwein, Ulrich; Lüdtke, Oliver; Köller, Olaf; Baumert, Jürgen (2005): Academic Self-Concept, Interest, Grades, and Standardized Test Scores: Reciprocal Effects Models of Causal Ordering. In: *Child Development* 76 (2), S. 397–416.
- Marsh, Herbert W.; Walker, Richard; Debus, Raymond (1991): Subject-specific components of academic self-concept and self-efficacy. In: *Contemporary Educational Psychology* 16 (4), S. 331–345.
- Marton, Ference; Säljö, Roger (1976): On Qualitative Differences in Learning: I - Outcome and Process. In: *British Journal of Educational Psychology* 46 (1), S. 4–11. DOI: 10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x.
- Mäsch, Nando (1993): The German Model of Bilingual Education: An Administrator's Perspective. In: Hugo Baetens Beardsmore (Hg.): European Models of Bilingual Education. Clevedon [England]: Multilingual matters, S. 155–172.
- Mathews, Horst-Dieter; Olmesdahl, Simon (2010): Discover Biology. Berlin: Cornelsen Verlag (Materialien für den bilingualen Unterricht - Sekundarstufe I).

- Mehisto, Peeter; Marsh, David; Frigols, María Jesús (2008): Uncovering CLIL. Content and language integrated learning in bilingual and multilingual education. Oxford: Macmillan Education (Macmillan books for teachers).
- Meyer, Annika; Balster, Stephanie; Birkhölzer, Christian; Wilde, Matthias (2011): Der Einfluss von lebenden Tieren als Unterrichtsmittel auf die Lernerwahrnehmung der konstruktivistischen Orientierung ihres Biologieunterrichts. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 17, S. 339–355.
- Mitchell, Mathew (1993): Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. In: *Journal of Educational Psychology* 85 (3), S. 424–436.
- Mitterhuber, Dieter (2008): Fachsprache und Lesekompetenz. In: Landesinstitut für Lehrerbildung Hamburg (Hg.): Unterrichtserfahrungen im Fachunterricht der Sekundarstufe I. 3. Teil der LI-Reihe Lesekompetenz. Hamburg, S. 5–9.
- MSW NRW (Hg.) (2008): Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen - Biologie. Frechen: Ritterbach (Schriftenreihe 'Schule in NRW', Heft 3413).
- MSW NRW (Hg.) (2013): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen - Biologie. Düsseldorf. Online verfügbar unter [http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_SII/bi/GOST\\_Biologie\\_Endfassung.pdf](http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/bi/GOST_Biologie_Endfassung.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Müller-Hartmann, Andreas; Schocker-von Ditfurth, Marita (2004): Introduction to English language teaching. Stuttgart [u.a.]: Klett.
- Mullis, Kary B.; Faloon, Fred A. (1987): Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. In: *Methods in Enzymology* 155, S. 335–350.
- Mullis, Kary B.; Faloon, Fred A.; Scharf, Stephen J.; Saiki, Randall K.; Horn, Glenn T.; Erlich, Henry A. (1986): Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. In: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 51, S. 263–273.
- Nakamura, Yusuke; Carlson, Mary; Krapcho, Karen; White, Ray (1988): Isolation and mapping of a polymorphic DNA sequence (pMCT118) on chromosome 1p [D1S80]. In: *Nucleic Acids Res.* 16 (19), S. 9364.
- OECD (2009): PISA 2009 assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science. Paris: OECD. Online verfügbar unter [http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2009-assessment-framework\\_9789264062658-en](http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2009-assessment-framework_9789264062658-en), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Osterhage, Sven (2009): Sachkönnen (Scientific Literacy) bilingual und monolingual unterrichteter Biologieschüler: ein Kompetenzvergleich. In: Daniela Caspari, Wolfgang Hallet, Anke Wegner und Wolfgang Zydatißen (Hg.): *Bilingualer Unterricht macht Schule. Beiträge aus der Praxisforschung*. 2., durchgesehene Aufl. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 41–50.
- Otten, Edgar; Wildhage, Manfred (2003): Content and Language Integrated Learning. In: Edgar Otten und Manfred Wildhage (Hg.): *Praxis des bilingualen Unterrichts*. Berlin: Cornelsen-Scriptor, S. 12–45.
- Paas, Fred; Renkl, Alexander; Sweller, John (2004): Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. In: *Instructional Science* 32 (1/2), S. 1–8.

- Paul, Annika (2008): Content and Language Integrated Learning (CLIL) in Biologie. Grundlagen für CLIL in Biologie und Perspektiven für die Förderung interkulturellen Lernens. Aachen: RWTH, Staatsexamensarbeit.
- Pawek, Christoph (2009): Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe. Dissertation. Kiel. Online verfügbar unter [http://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation\\_derivate\\_00002763/diss\\_cpawek.pdf](http://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002763/diss_cpawek.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2016.
- Piske, Thorsten (2006): Zur Entwicklung der Englischkenntnisse bei deutschsprachigen Immersions-schülerinnen und –schülern im Grundschulalter. In: Norbert Schlüter (Hg.): Fortschritte im frühen Fremdsprachenlernen. Ausgewählte Tagungsbeiträge; Weingarten 2004. Berlin: Cornelsen, S. 206–212.
- Piske, Thorsten; Burmeister, Petra (2008): Erfahrungen mit früher englischer Immersion an norddeutschen Schulen. In: Gérald Schlemminger (Hg.): Erforschung des Bilingualen Lehrens und Lernens. Forschungsarbeiten und Erprobungen von Unterrichtskonzepten und -materialien in der Grundschule. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 131–150.
- Preisfeld, Angelika (2016): Die Bedeutung bilingualen Experimentalunterrichts für die sprachliche und fachliche Kompetenz. In: Bärbel Diehr, Angelika Preisfeld und Lars Schmelter (Hg.): Bilingualen Unterricht erforschen und weiterentwickeln (im Druck). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Prenzel, Manfred (1988): Die Wirkungsweise von Interesse. Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Prenzel, Manfred; Baumert, Jürgen; Blum, Werner; Lehmann, Rainer; Leutner, Detlev; Neubrand, Michael; Pekrun, Reinhard; Rolff, Hans-Günter; Rost, Jürgen; Schiefele, Ulrich (2004): PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland: Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Münster, Westfalen: Waxmann.
- Prenzel, Manfred; Ringelband, Ute (2001): "Lernort Labor" - neue Initiativen. In: Ute Ringelband (Hg.): Lernort Labor. Initiativen zur naturwissenschaftlichen Bildung zwischen Schule, Forschung und Wirtschaft: Bericht über einen Workshop in Kiel im Februar 2001. Kiel: IPN, S. 7–12.
- Prokop, Pavol; Tuncer, Gaye; Chudá, Júlia (2007): Slovakian students' attitudes toward biology. In: *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 3 (4), S. 287–295.
- Prüfer, Katharina (2012): Anwendungsbeitrag: Fragebogenentwicklung und -pilotierung im Rahmen des Dissertationsprojekts "Bilinguale Module im Mathematikunterricht". In: Sabine Doff (Hg.): Fremdsprachenunterricht empirisch erforschen. 1. Aufl. Tübingen: Narr Verlag, S. 136–149.
- Raab-Steiner, Elisabeth; Benesch, Michael (2010): Der Fragebogen. Von der Forschungsidee zur SPSS / PASW-Auswertung. 2. aktualisierte Aufl. Wien: Facultas.wuv (UTB, 8406).
- Rasch, Björn; Friese, Malte; Hofmann, Wilhelm; Naumann, Ewald (2014): Quantitative Methoden 2. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. 4. Aufl. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Rasch, Dieter; Guiard, Volker (2004): The robustness of parametric statistical methods. In: *Psychology Science* 46 (2), S. 175–208.
- Reinard, Thomas (2010): Molekularbiologische Methoden. 41 Tabellen. Stuttgart: Ulmer (UTB, 8449).



- Reinmann, Gabi; Mandl, Heinz (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Andreas Krapp und Andreas Weidenmann (Hg.): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. 5., vollst. überarb. Aufl. Weinheim u.a: Beltz, PVU, S. 613–658.
- Renkl, Alexander (2010): Träges Wissen. In: Detlef H. Rost (Hg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 4., Weinheim: Beltz, S. 854–858.
- Resnick, Lauren B.; Hall, Megan W. (1998): Learning organizations for sustainable education reform. In: *DAEDALUS* 127 (4), S. 89–118.
- Rheinberg, Falko (2004): Motivation. 5. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.
- Richter, Renate (2004): And now - in English, please. In: *Unterricht Biologie* 28 (297/298), S. 4–12.
- Richter, Renate; Zimmermann, Marianne (2003): Biology. In: Edgar Otten und Manfred Wildhage (Hg.): Praxis des bilingualen Unterrichts. 1. Aufl. Berlin: Cornelsen-Scriptor, S. 116–146.
- Riemeier, Tanja (2007): Moderater Konstruktivismus. In: Dirk Krüger und Helmut Vogt (Hg.): Theorien in der biologie-didaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 69–79.
- Rodenhauser, Annika; Preisfeld, Angelika (2015): Bilingual (German–English) Molecular Biology Courses in an Out-of-School Lab on a University Campus: Cognitive and Affective Evaluation. In: *International Journal of Environmental and Science Education* 10 (1), S. 99–110. DOI: 10.12973/ijese.2015.233a.
- Rodenhauser, Annika; Preisfeld, Angelika (2016): A Glue from Snail Slime?! – Umsetzung und Evaluation eines bilingualen Moduls für den Biologieunterricht. In: Bärbel Diehr, Angelika Preisfeld und Lars Schmelter (Hg.): Bilingualen Unterricht erforschen und weiterentwickeln (im Druck). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Rost, Detlef H.; Sparfeldt, Jörn R. (2007): Leseverständnis ohne Lesen? Zur Konstruktvalidität von multiple-choice-Leseverständnistestaufgaben. In: *Zeitschrift für pädagogische Psychologie* 21 (3/4), S. 305–314.
- Rost, Jürgen (2004): Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion. Bern: Huber.
- Rumlich, Dominik (2013): Students' general English proficiency prior to CLIL. Empirical evidence for substantial differences between prospective CLIL and non-CLIL students in Germany. In: Stephan Breidbach und Britta Viebrock (Hg.): Content and language integrated learning (CLIL) in Europe: research perspectives on policy and practice. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 181–201.
- Rumlich, Dominik (2014): Prospective CLIL and non-CLIL students' interest in English (classes). A quasi-experimental study on German sixth-graders. In: Ruth Breeze, Carmen Llamas Saíz, Concepción Martínez Pasamar und Cristina Taberero Sala (Hg.): Integration of theory and practice in CLIL. Amsterdam: Rodopi B.V, S. 75–95.
- Rumlich, Dominik (2015): Zur affektiv-motivationalen Entwicklung von Lernenden im CLIL Unterricht. In: Bernd Rüschoff, Dieter Wolff und Julian Sudhoff (Hg.): CLIL revisited. Eine kritische Analyse zum gegenwärtigen Stand des bilingualen Sachfachunterrichts. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 309–330.

- Ryan, Richard M.; La Guardia, Jennifer G. (2000): Achievement motivation within a pressured society: intrinsic and extrinsic motivations to learn and the politics of school reform. In: Timothy C. Urdan (Hg.): *The Role of Context. Contextual Influences on Motivation*. Greenwich: JAI Press (Advances in Motivation and Achievement, 11), S. 45–85.
- Saiki, Randall K.; Gelfand, David H.; Stoffel, Susanne; Scharf, Stephen J.; Higuchi, Russell; Horn, Glenn T. et al. (1988): Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. In: *Science* 239 (4839), S. 487–491.
- Scharfenberg, Franz-Josef (2005): Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. (am Beispiel des Demonstrationslabors Bio-/Gentechnik der Universität Bayreuth mit Schülern aus dem Biologie-Leistungskurs des Gymnasiums). Dissertation. Bayreuth.
- Scharfenberg, Franz-Josef; Bogner, Franz X.; Klautke, Siegfried (2008): A Category-based Video Analysis of Students' Activities in an Out-of-school Hands-on Gene Technology Lesson. In: *International Journal of Science Education* 30 (4), S. 451–467. DOI: 10.1080/09500690701213898.
- Scheersoi, Annette (2008): Lernmotivation im bilingualen Biologieunterricht. In: Annette Scheersoi und Hans Peter Klein (Hg.): *Bilingualer Biologieunterricht. [Didaktik der Biowissenschaften]*. Aachen: Shaker (Frankfurter Beiträge zur biologischen Bildung, 6), S. 69–88.
- Schermer, Franz J. (2006): *Lernen und Gedächtnis*. 4., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer (Grundriss der Psychologie, 10).
- Schiefele, Ulrich; Schreyer, Inge (1994): Intrinsische Lernmotivation und Lernen. Ein Überblick zu Ergebnissen der Forschung. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 8 (1), S. 1–13.
- Schiefele, Ulrich; Streblov, Lilian; Ermgassen, Ulrich; Moschner, Barbara (2003): Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 17 (3/4), S. 185–198.
- Schmidt, Siegfried J. (1987): Der radikale Konstruktivismus. Ein neues Paradigma im interdisziplinären Denken. In: Siegfried J. Schmidt (Hg.): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*. Frankfurt, Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft 636), S. 11–88.
- Schmiemann, Philipp (2011): Fachsprache in biologischen Testaufgaben. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 17, S. 115–136.
- Schnaitmann, Gerhard W. (2004): *Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. Zum Verhältnis von qualitativen und quantitativen Methoden in der Lernforschung an einem Beispiel der Lernstrategienforschung*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Schön, Melanie (2007): Medizinische Psychologie und Soziologie. In: Jesko Priewe und Daniel Tümmers (Hg.): *Kompodium Vorklinik - GK1*. Heidelberg: Springer-Medizin-Verlag (Springer-Lehrbuch), S. 2–110.
- Schröder, Katharina; Mallon, Christopher; Lorenzen, Simone; Wilde, Matthias (2009): Videoanalyse zum Einfluss lebender Tiere auf das Schülerverhalten, Lernzuwachs und Motivation im Biologieunterricht. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (8), S. 55–68.
- Schulz, Andreas; Wirtz, Markus (2012): Analyse kausaler Zusammenhänge als Ziel des Experimentierens. In: Werner Rieß, Markus Wirtz, Bärbel Barzel und Andreas Schulz (Hg.): *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Münster: Waxmann Verlag, S. 39–56.

- Schwab, Joseph (1966): *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Seikkula-Leino, Jaana (2007): CLIL learning: Achievement levels and affective factors. In: *Language and Education* 21 (4), S. 328–341.
- Shavelson, Richard J.; Hubner, Judith J.; Stanton, George C. (1976): Self-Concept: Validation of Construct Interpretations. In: *Review of Educational Research* 46 (3), S. 407.
- Skaalvik, Sidsel; Skaalvik, Einar M. (2004): Gender Differences in Math and Verbal Self-Concept, Performance Expectations, and Motivation. In: *Sex Roles* 50 (3), S. 241–252. DOI: 10.1023/B:SERS.0000015555.40976.e6.
- Spörhase-Eichmann, Ulrike ; Ruppert, Wolfgang (Hg.) (2004): *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. 1. Aufl. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Steffe, Leslie P.; Gale, Jerry (1995): *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Steinle, Friedrich (2004): Exploratives Experimentieren. Charles Dufay und die zwei Elektrizitäten. In: *Physik Journal* 3 (6), S. 47–52.
- Storm, Elaine E.; Tecott, Laurence H. (2005): Social circuits: peptidergic regulation of mammalian social behavior. In: *Neuron* 47 (4), S. 483–486. DOI: 10.1016/j.neuron.2005.08.004.
- Sunal, Dennis W.; Sunal, Cynthia S.; Sundberg, Cheryl; Wright, Emmett (2008): The Importance of Laboratory Work and Technology in Science Teaching. In: Dennis W. Sunal, Emmett Wright und Cheryl Sundberg (Hg.): *The Impact of the Laboratory and Technology on Learning and Teaching Science K-16*. Charlotte, N.C: IAP/Information Age Pub., S. 1–28.
- Sylvén, Liss Kerstin; Thompson, Amy S. (2015): Language learning motivation and CLIL. Is there a connection? In: *Journal of Immersion and Content-Based Language Education* 3 (1), S. 28–50. DOI: 10.1075/jicb.3.1.02syl.
- Taylor, Wilson L. (1957): "Cloze" readability scores as indices of individual differences in comprehension and aptitude. In: *Journal of Applied Psychology* 41, S. 19–26.
- Thürmann, Eike (2005): Eine eigenständige Methodik für den bilingualen Sachfachunterricht? In: Gerhard Bach und Susanne Niemeier (Hg.): *Bilingualer Unterricht. Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 71–89.
- Thürmann, Eike (2010): Zur Konstruktion von Sprachgerüsten im bilingualen Sachfachunterricht. In: Sabine Doff (Hg.): *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe. Eine Einführung*. Tübingen: Narr (Narr-Studienbücher), S. 137–153.
- Thürmann, Eike; Otten, Edgar (1992): Überlegungen zur Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien für den bilingualen Fachunterricht. In: *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung* 3 (2), S. 39–55.
- Todt, Eberhard; Götz, Christian (1998): Interesse von Jugendlichen an der Gentechnologie. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 4 (1), S. 3–11.
- Tremblay, Annie (2011): Clozing the gap. In: *Stud Second Lang Acquis* 33 (3), S. 339–372. DOI: 10.1017/S0272263111000015.
- Tremblay, Annie; Garrison, Meryl D. (2010): Cloze Tests: A Tool for Proficiency Assessment in Research on L2 French. In: Matthew T. Prior (Hg.): *Selected Proceedings of the 2008 Second Language Research Forum*. Sommerville: Cascadilla Proceedings Project, S. 73–88.

- Valencia, Sheila; Pearson, P. David (1987): Reading Assessment: Time for a Change. In: *The Reading Teacher* 40 (8), S. 726–732.
- Venter, J. Craig; Adams, Mark D.; Myers, Eugene W.; Li, Peter W.; Mural, Richard J.; Sutton, Granger G. et al. (2001): The Human Genome. The Sequence of the Human Genome. In: *Science* 291 (5507), S. 1304–1362.
- Vollmer, Helmut J. (2005): Förderung des Spracherwerbs im bilingualen Sachfachunterricht. In: Gerhard Bach und Susanne Niemeier (Hg.): *Bilingualer Unterricht. Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 131–150.
- Vygotsky, Lev S. (1978): *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, Mass. u.a.: Harvard University Press.
- Wass, Rob; Golding, Clinton (2014): Sharpening a tool for teaching: The zone of proximal development. In: *Teaching in Higher Education* 19 (6), S. 671–684.
- Watson, James D. (Hg.) (2011): *Molekularbiologie*. 6. Aufl. München [u.a.]: Pearson Studium (bio - Biologie).
- Weber, Marcel (2005): *Philosophy of experimental biology*. Cambridge [England], New York: Cambridge University Press (Cambridge studies in philosophy and biology).
- Weinstein, Claire F.; Mayer, Richard E. (1986): The teaching of learning strategies. In: Merlin C. Wittrock (Hg.): *Handbook of research on teaching*. New York, NY u.a.: Macmillan u.a, S. 315–372.
- Weise, Georg (1975): *Psychologische Leistungstests*. Göttingen: Hogrefe.
- Weißnigk, Susanne (2013): *Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten; Cooperative learning at industry-related out-of-school-laboratories*. Dissertation. Universität Kiel.
- Westheide, Wilfried; Rieger, Gunde (Hg.) (2013): *Spezielle Zoologie. Teil I: Einzeller und wirbellose Tiere*. 3. Aufl. Berlin: Springer Spektrum (Spektrum-Lehrbuch, / begr. von Wilfried Westheide und Reinhard Rieger ; Teil 1).
- Wild, Elke; Hofer, Manfred; Pekrun, Reinhard (2006): Psychologie des Lernalers. In: Andreas Krapp und Andreas Weidenmann (Hg.): *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. 5., vollst. überarb. Aufl. Weinheim u.a.: Beltz, PVU, S. 203–267.
- Wild, Klaus-Peter (2000): *Lernstrategien im Studium. Strukturen und Bedingungen*. Münster: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 16).
- Wild, Klaus-Peter (2010): Lernstrategien und Lernstile. In: Detlef H. Rost (Hg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. 4., Weinheim: Beltz, S. 479–485.
- Wilde, Matthias; Bätz, Katrin (2009): Sind die süüüß! – Der Einfluss des unterrichtlichen Einsatzes lebender Zwergmäuse auf Wissenserwerb, Motivation und Haltungswunsch. In: *IDB Berichte aus Institutionen der Didaktik der Biologie* (17), S. 19–30.
- Wilde, Matthias; Bätz, Katrin; Kovaleva, Anastassiya; Urhahne, Detlef (2009): Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, S. 31–45.
- Wilkinson, John W.; Ward, Malcolm (1997): The Purpose and Perceived Effectiveness of Laboratory Work in Secondary Schools. In: *Australian Science Teachers Journal* 43 (2), S. 49–55.

- Willenberg, Heiner (2001): Wir sollten mehr üben anders zu lesen. In: *Deutschunterricht* (2), S. 11–12.
- Willis, Judy (2010): Current Impact of Neuroscience in Teaching and Learning. In: David A. Sousa (Hg.): *Mind, Brain, and Education. Neuroscience Implications for the Classroom*. Bloomington, In: Solution Tree Press (Leading edge, 6), S. 28–45.
- Winkel, Sandra; Petermann, Franz; Petermann, Ulrike (2006): *Lernpsychologie*. Paderborn: Schöningh (UTB. 2817 UTB basics).
- Wode, Henning (1995): *Lernen in der Fremdsprache. Grundzüge von Immersion und bilinguaem Unterricht*. 1. Aufl. Ismaning: Hueber (Forum Sprache).
- Wolf, Darlene F. (1993): Issues in reading comprehension assessment: Implications for the development of research instruments and classroom tests. In: *Foreign Language Annals* 26, S. 322–331.
- Wolff, Dieter (1997a): Bilingualer Sachfachunterricht. Versuch einer lernpsychologischen und fachdidaktischen Begründung. In: Freie und Hansestadt Hamburg (Hg.): *Initiativen für den Fremdsprachenunterricht an Hamburger Gymnasien. Dokumentation der Fachtagung vom 23.-26. April 1997*. Hamburg, S. 45–53.
- Wolff, Dieter (1997b): Zur Förderung von Sprachbewußtheit und Sprachlernbewußtheit im bilingualen Sachfachunterricht. In: *Fremdsprachen Lehren und Lernen* 1997 (26), S. 167–183.
- Wolff, Dieter (2007): CLIL: Bridging the gap between school and working life. In: David Marsh (Hg.): *Diverse contexts - converging goals. CLIL in Europe; [selected presentations given at the Helsinki CLIL 2006 Conference "CLIL Competence Building for Globalization: Quality in Teaching Through a Foreign Language"]*. Frankfurt am Main: Lang (Mehrsprachigkeit in Schule und Unterricht, 6), S. 15–25.
- Wood, David; Bruner, Jerome S.; Ross, Gail (1976): The Role of Tutoring in Problem Solving. In: *Journal of Child Psychology & Psychiatry* 17 (2), S. 89–100.
- Zydati, Wolfgang (2002): Konzeptuelle Grundlagen einer eigenständigen Didaktik des bilingualen Sachfachunterrichts: Forschungsstand und Forschungsprogramm. In: Stephan Breidbach, Gerhard Bach und Dieter Wolff (Hg.): *Bilingualer Sachfachunterricht. Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik zwischen Theorie und Empirie. [Erste Bremer Tagung Bilingualer Sachfachunterricht im November 2000]*. Frankfurt am Main: Peter Lang (Mehrsprachigkeit in Schule und Unterricht, 1), S. 31–61.
- Zydati, Wolfgang (2007a): Bilingualer Sachfachunterricht in Deutschland: eine Bilanz. In: *Fremdsprachen Lehren und Lernen* 36, S. 30–47.
- Zydati, Wolfgang (2007b): *Deutsch-Englische Züge in Berlin (DEZIBEL). Eine Evaluation des bilingualen Sachfachunterrichts an Gymnasien; Kontext, Kompetenzen, Konsequenzen*. Frankfurt am Main: Peter Lang (Mehrsprachigkeit in Schule und Unterricht, Teil 7).
- Zydati, Wolfgang (2007c): Die Aufgabe von Aufgaben in den zentralen Prüfungen für den «Mittleren Schulabschluss». Ein Plädoyer für die empirisch-quantitative Erforschung entwicklungsbezogener Lern- und berprfungsaufgaben im Englischunterricht. In: Helmut J. Vollmer und Wolfgang Zydati (Hg.): *Synergieeffekte in der Fremdsprachenforschung. Empirische Zugänge, Probleme, Ergebnisse*. Frankfurt am Main: Peter Lang, S. 299–312.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b> Funktionen von Experimenten im Unterricht (nach Engeln & Euler 2005).....	18
<b>Abbildung 2:</b> Hypothetisch-deduktives Vorgehen nach Popper (in Anlehnung an Klautke 1990) .....	19
<b>Abbildung 3:</b> Formen von Experimenten und deren Funktion in Naturwissenschaft und Unterricht (in Anlehnung an Engeln 2004) .....	20
<b>Abbildung 4:</b> Mögliche Schüleraktivitäten beim Forschenden Lernen (nach Bell 2006) .....	21
<b>Abbildung 5:</b> Darstellung der konstruktivistischen Sichtweise des Lernens .....	23
<b>Abbildung 6:</b> Praxisorientierte Position zum Lehren und Lernen (nach Reinmann & Mandl 2006) ....	24
<b>Abbildung 7:</b> Die CLIL-Triade (in Anlehnung an Mehisto et al. 2008) .....	27
<b>Abbildung 8:</b> Erweitertes Dreispeichermodell des Gedächtnisses (basierend auf Buchner 2006 & Winkel et al. 2006) .....	34
<b>Abbildung 9:</b> Zusammenhang zwischen Verarbeitungstiefe und Erinnerungsleistung (basierend auf Craik & Lockhart 1972) .....	35
<b>Abbildung 10:</b> Drei Stufen der Interessengenese (nach Krapp 2002).....	40
<b>Abbildung 11:</b> Hierarchisches Selbstkonzeptmodell (in Anlehnung an Shavelson et al., 1976) .....	46
<b>Abbildung 12:</b> Modifiziertes Selbstkonzeptmodell nach Marsh et al. (1988) .....	47
<b>Abbildung 13:</b> Bezugsrahmenmodell für Leistung und Fähigkeitsselbstkonzept (in Anlehnung an Marsh 1986 & Marsh et al. 1991) .....	48
<b>Abbildung 14:</b> Abgrenzung der Begriffe Lesefertigkeit, Lesekompetenz und Literalität (verändert nach Lenhard 2013) .....	49
<b>Abbildung 15:</b> Hypothetisches Modell des Leseprozesses (in Anlehnung an Birch 2007) .....	50
<b>Abbildung 16:</b> Modell der (fremdsprachlichen) Lesekompetenz der vorliegenden Studie .....	53
<b>Abbildung 17:</b> Zusammensetzung des menschlichen Genoms (nach Jasinska & Krzyzosiak 2004) .	57
<b>Abbildung 18:</b> Veranschaulichung von Homo- und Heterozygotie (für den Locus D1S80) .....	58
<b>Abbildung 19:</b> Schematische Darstellung des Prinzips eines genetischen Fingerabdrucks (in An- lehnung an Damerau 2013; unveröffentlichtes Material) .....	61
<b>Abbildung 20:</b> Fuß einer Achatschnecke mit erkennbaren ‚waves‘ und ‚interwaves‘) .....	64
<b>Abbildung 21:</b> Modell einer Roboterschnecke (Copyright: MIT/Brian Chan) .....	66
<b>Abbildung 22:</b> Übersicht des Versuchsdesigns für die Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Gene- tischer Fingerabdruck‘ .....	78
<b>Abbildung 23:</b> Übersicht des Versuchsdesigns für den Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ .....	79
<b>Abbildung 24:</b> Aufbau des aus ‚Information Sheets‘ und ‚Support Sheets‘ bestehenden Lernarran- gements (aus Paul 2008; in Anlehnung an Otten & Wildhage 2003).....	93
<b>Abbildung 25:</b> Exemplar der eingesetzten Achatschnecken ( <i>Achatina fulica</i> ) .....	97
<b>Abbildung 26:</b> Ablaufschema der im Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchgeführten Experimen- tierschritte .....	98
<b>Abbildung 27:</b> Modell eines ‚sticky-o-meters‘ .....	99
<b>Abbildung 28:</b> Achatschnecke mit ausgelegter Futterspur und nachfolgendes Abkratzen des Schnecken Schleims .....	99
<b>Abbildung 29:</b> Rote und grüne Markierungen auf den zu testenden Materialien .....	100
<b>Abbildung 30:</b> Datentabelle zur Dokumentation der Ergebnisse (Testungen der Klebeverbin- dungen).....	101
<b>Abbildung 31:</b> In den ‚Support Sheets‘ enthaltener Abschnitt zum Aufbau eines Versuchs- protokolls .....	102
<b>Abbildung 32:</b> In den ‚Support Sheets‘ enthaltene englische Formulierungen zur Präsentation der Ergebnisse / des Protokolls .....	103
<b>Abbildung 33:</b> Darstellung einer typischen Normalverteilungskurve .....	110
<b>Abbildung 34:</b> Messinstrument zur Erfassung personenbezogener Daten .....	118
<b>Abbildung 35:</b> Offenes Antwortformat im Wissenstest zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ .....	120
<b>Abbildung 36:</b> Ergebnisse des Wissenstests für die Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ für die Versuchsgruppen (bilingual und deutschsprachig) und die Kontrollgruppe (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	150

<b>Abbildung 37:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ für die deutschsprachig unterrichteten Versuchsgruppen der Studie von Damerau (2013) und der vorliegenden Studie (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	152
<b>Abbildung 38:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für die Versuchsgruppe (Skalenmaximum = 34 Punkte) .....	155
<b>Abbildung 39:</b> Darstellung der Mittelwerte der Items zur Erfassung affektiver Personenvariablen für die aus der Clusteranalyse hervorgegangenen Gruppen ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ (Skalenmaximum = 4).....	157
<b>Abbildung 40:</b> Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für die Grund- und Leistungskurse (Skalenmaximum = 51 Punkte).....	160
<b>Abbildung 41:</b> Ergebnisse des Wissenstests im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für die weiblichen und männlichen Kursteilnehmer (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	162
<b>Abbildung 42:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für die weiblichen und männlichen Kursteilnehmer (Skalenmaximum = 34 Punkte) .....	164
<b>Abbildung 43:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ für Kursteilnehmer beider Treatments, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht haben (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	166
<b>Abbildung 44:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue From Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht hatten (Skalenmaximum = 34 Punkte) .....	167
<b>Abbildung 45:</b> Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Kursteilnehmer mit bzw. ohne Erfahrung mit bilinguaem Unterricht (Skalenmaximum = 51 Punkte).....	169
<b>Abbildung 46:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer mit bzw. ohne Erfahrung mit bilinguaem Unterricht (Skalenmaximum = 34 Punkte).....	170
<b>Abbildung 47:</b> Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Naturwissenschaft Biologie eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 51 Punkte).....	172
<b>Abbildung 48:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Naturwissenschaft Biologie eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 34 Punkte).....	174
<b>Abbildung 49:</b> Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Fremdsprachen eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	176
<b>Abbildung 50:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an der Fremdsprachen eingeschätzt hatten (Skalenmaximum = 34 Punkte) .....	177
<b>Abbildung 51:</b> Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für die globalen Schülertypkategorien ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	179
<b>Abbildung 52:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für für die globalen Schülertypkategorien ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ (Skalenmaximum = 34 Punkte) .....	181
<b>Abbildung 53:</b> Ergebnisse des Wissenstests zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für Schüler mit unterschiedlichen Biologienoten (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	183
<b>Abbildung 54:</b> Ergebnisse des Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer mit unterschiedlichen, angegebenen Biologienoten (Skalenmaximum = 34 Punkte).....	186
<b>Abbildung 55:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ für Schüler mit unterschiedlichen Englischnoten (Skalenmaximum = 51 Punkte) .....	187
<b>Abbildung 56:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für Kursteilnehmer mit unterschiedlichen Englischnoten (Skalenmaximum = 34 Punkte) .....	189
<b>Abbildung 57:</b> Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts aller Kursteilnehmer der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (Skalenmaximum = 4) .....	193
<b>Abbildung 58:</b> Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts aller Kursteilnehmer des Kurses ‚A Glue From Snail Slime?!‘ (Skalenmaximum = 4).....	194

<b>Abbildung 59:</b> Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts für die verschiedenen Treatmentgruppen des Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ (Skalenmaximum = 4).....	195
<b>Abbildung 60:</b> Zusammenhänge zwischen Schulnoten und Fähigkeitsselbstkonzepten der Fächer Englisch und Biologie; in Anlehnung an das Referenzrahmenmodell (Marsh 1986, 1990; Marsh et al. 1991); dargestellt sind Pearson-Korrelationen ( $r$ ) und Regressionskoeffizienten ( $b$ ) .....	197
<b>Abbildung 61:</b> Entwicklung der Höhe des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts bei den verschiedenen Schülertypen der Kurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ (n = 317; Skalenmaximum = 4).....	199
<b>Abbildung 62:</b> Entwicklung der Höhe der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen bei den verschiedenen Schülertypen der Kurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ (n = 317; Skalenmaximum = 4).....	200
<b>Abbildung 63:</b> Von Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie bilingual durchgeführten Kurse anhand der Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘, ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, ‚Druck/Anspannung Biologie‘, ‚Druck/Anspannung Englisch‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘ und ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4) .....	203
<b>Abbildung 64:</b> Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie bilingual durchgeführten Kurse anhand der Subskalen der KIM (Wilde et al. 2009) subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4) .....	207
<b>Abbildung 65:</b> Von den drei Gruppen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) im Rahmen der bilingual durchgeführten Kurse anhand der KIM-Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘, ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, ‚Druck/Anspannung Biologie‘, ‚Druck/Anspannung Englisch‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘ und ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4) .....	209
<b>Abbildung 66:</b> Von den Teilnehmern der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ anhand der Subskalen ‚Interesse/Vergnügen Biologie‘, ‚Interesse/Vergnügen Englisch‘, ‚Druck/Anspannung Biologie‘, ‚Druck/Anspannung Englisch‘, ‚wahrgenommene Kompetenz‘ und ‚wahrgenommene Wahlfreiheit‘ subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation (Skalenmaximum = 4) .....	212
<b>Abbildung 67:</b> Von Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse (Skalenmaximum = 4).....	215
<b>Abbildung 68:</b> Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) in den Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse (Skalenmaximum = 4).....	217
<b>Abbildung 69:</b> Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse (Skalenmaximum = 4).....	219
<b>Abbildung 70:</b> Entwicklung der generellen Einstellung zum Fremdsprachengebrauch für die drei Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (Skalenmaximum = 4).....	221
<b>Abbildung 71:</b> Bewertung aller Schülerlaborkurse durch die Kursteilnehmer (n = 542) .....	223
<b>Abbildung 72:</b> Bewertung des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ durch die Kursteilnehmer (n = 422) .....	224
<b>Abbildung 73:</b> Bewertung des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durch die Kursteilnehmer (n = 120) .....	224
<b>Abbildung 74:</b> Ergebnisse des Wissenstests ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (Zeitpunkt: Post-Test) für Kursteilnehmer, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden (Skalenmaximum = 51 Punkte).....	225



**Abbildung 75:** Ergebnisse des Wissenstests ‚A Glue from Snail Slime?!‘ (Zeitpunkt: Post-Test) für Kursteilnehmer, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden (Skalenmaximum = 34 Punkte)..... 227

**Abbildung 76:** Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ für den Pre-, Post- und Follow-up-Test (Skalenmaximum = 28 Punkte) ..... 228

**Abbildung 77:** Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚A Glue from Snail Slime?!‘ für den Pre- und Post-Test (Skalenmaximum = 26 Punkte)..... 229

**Abbildung 78:** Darstellung der Zusammenhänge (Pearson-Korrelationen) zwischen Faktoren, von denen angenommen wird, die Lesekompetenz zu bedingen (Lesefertigkeit, Motivation und Lesestrategien)..... 234

**Abbildung 79:** Von allen Teilnehmern der Lehrerbefragung (n = 51) jeweils subjektiv eingeschätzte studienvorbereitende Relevanz des Faches Biologie bilingual, Verfügbarkeit von Materialien für das Fach Biologie bilingual, Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Unterricht, Authentizität des Faches Biologie bilingual und Verfügbarkeit von Lehrkräften für das Fach Biologie bilingual..... 236

**Abbildung 80:** Von den Teilnehmern der Lehrerbefragung (n = 51), die in Zukunft Biologie bilingual unterrichten wollen bzw. dies nicht wollen, subjektiv eingeschätzte Subskalen des Lehrerfragebogens (Skalenmaximum = 4)..... 237

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b> Leitlinien zur Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen (nach Reinmann & Mandl 2006).....	25
<b>Tabelle 2:</b> Lernziele des BeLL Bio-Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ bzw. ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (in Anlehnung an Damerau 2013).....	81
<b>Tabelle 3:</b> Tabellarischer Ablaufplan des Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ .....	82
<b>Tabelle 4:</b> Zusammensetzung des PCR-Mixes (Bestandteile und Mengenangaben).....	86
<b>Tabelle 5:</b> PCR-Primersequenzen für den Locus D1S80 (Kasai et al. 1990) .....	86
<b>Tabelle 6:</b> PCR-Programm für den Locus D1S80 (nach Budowle et al. 1991; Damerau 2013) .....	86
<b>Tabelle 7:</b> Zusammensetzung des TAE-Puffers (Laufpuffer), 50-fach konzentriert .....	89
<b>Tabelle 8:</b> Lernziele des BeLL-Bio-Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ .....	94
<b>Tabelle 9:</b> Tabellarischer Ablaufplan des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ .....	95
<b>Tabelle 10:</b> Anzahl der Schüler in den verschiedenen Treatment- und Kontrollgruppen.....	105
<b>Tabelle 11:</b> Verteilung der Geschlechter in den verschiedenen Gruppen.....	105
<b>Tabelle 12:</b> Verteilung der Schulformen in den verschiedenen Gruppen.....	106
<b>Tabelle 13:</b> Verteilung der Muttersprache in den verschiedenen Gruppen .....	106
<b>Tabelle 14:</b> Anzahl der Leistungs- und Grundkursschüler in den Gruppen (‚Genetic Fingerprinting‘).....	106
<b>Tabelle 15:</b> Erfahrung der Schüler mit bilinguaem Unterricht (BU) in den verschiedenen Gruppen .	107
<b>Tabelle 16:</b> Erfahrung der Schüler mit Schülerlaboren in den verschiedenen Gruppen .....	107
<b>Tabelle 17:</b> Klassifikation der Effektgröße $\epsilon^2$ bzw. des Bestimmtheitsmaßes $R^2$ (nach Bortz 2005) .	115
<b>Tabelle 18:</b> Übersicht der zu den verschiedenen Messzeitpunkten eingesetzten Messinstrumente .	116
<b>Tabelle 19:</b> Messinstrument zur Erfassung des allgemeinen Interesses an Naturwissenschaften und Fremdsprachen .....	118
<b>Tabelle 20:</b> Codierung der Likert-Skala vor und nach dem Umcodieren .....	121
<b>Tabelle 21:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts im Fach Biologie .....	122
<b>Tabelle 22:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts im Fach Englisch .....	122
<b>Tabelle 23:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung der generellen Einstellung zum Sprachenlernen .....	123
<b>Tabelle 24:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Sachinteresses (Biologie).....	123
<b>Tabelle 25:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Skala zur Erfassung des Fachinteresses ...	124
<b>Tabelle 26:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Interesses/ Vergnügens (Biologie) .....	125
<b>Tabelle 27:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Interesses/ Vergnügens (Englisch) .....	125
<b>Tabelle 28:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Drucks (Biologie).....	126
<b>Tabelle 29:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung des Drucks (Englisch).....	126
<b>Tabelle 30:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der wahrgenommenen Kompetenz .....	127
<b>Tabelle 31:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der wahrgenommenen Wahlfreiheit.....	127
<b>Tabelle 32:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses .....	128
<b>Tabelle 33:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses .....	129

<b>Tabelle 34:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses .....	129
<b>Tabelle 35:</b> Items zur Erfassung der Einstellung zum Gebrauch der Fremdsprache / zu Besonderheiten bilingualen Lernens .....	130
<b>Tabelle 36:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von Oberflächenstrategien .....	133
<b>Tabelle 37:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von Tiefenstrategien .....	133
<b>Tabelle 38:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von Lerntechniken .....	134
<b>Tabelle 39:</b> Items und Reliabilitäten (Cronbachs $\alpha$ ) der Subskala zur Erfassung von metakognitiven Strategien.....	134
<b>Tabelle 40:</b> Operationalisierung der Teilaspekte der zu erhebenden Einstellung zum bilingualen Lernen im Fach Biologie (*= umcodierte Items) .....	136
<b>Tabelle 41:</b> Reliabilitäten der Subskalen des Lehrerfragebogens (Cronbachs $\alpha$ ).....	138
<b>Tabelle 42:</b> Durch Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) ermittelte Faktorladungen der Items zur Erfassung der Lehrermeinung zum bilingualen Biologieunterricht. (N = 51).....	139
<b>Tabelle 43:</b> Anzahl der in der Auswertung verbleibenden geschlossenen Wissenstestitems (inkl. Reliabilität) nach Bestimmung von Schwierigkeitsindex und Trennschärfekoeffizient.....	141
<b>Tabelle 44:</b> Anzahl der in der Auswertung verbleibenden geschlossenen Cloze-Test-Items (inkl. Reliabilität) nach Bestimmung von Schwierigkeitsindex und Trennschärfekoeffizient.....	143
<b>Tabelle 45:</b> Festlegung der Signifikanzniveaus (s. z.B. Bühl 2010) .....	147
<b>Tabelle 46:</b> Richtwerte zur Beurteilung von $\omega^2$ (nach Albert & Koster 2002) .....	147
<b>Tabelle 47:</b> Richtwerte zur Beurteilung von $\eta_p^2$ (nach Cohen 1988) .....	148
<b>Tabelle 48:</b> Von den Versuchsgruppen (Treatment A = bilingualer Schülerlaborkurs, Treatment B = deutschsprachiger Schülerlaborkurs) und der Kontrollgruppe im Wissenstest ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ).....	151
<b>Tabelle 49:</b> Von den beiden deutschsprachig unterrichteten Versuchsgruppen (Damerau 2013 & Rodenhauer) im Wissenstest ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ).....	151
<b>Tabelle 50:</b> Ergebnisse der drei zweifaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung für die beiden Treatmentgruppen und die Kontrollgruppe, jeweils mit Angabe der verglichenen Testzeitpunkte, des $F$ -Werts, der Signifikanz ( $p$ ) und der Effektstärke ( <i>part.</i> $\eta^2$ ) .....	153
<b>Tabelle 51:</b> Ergebnisse der Post-hoc-Tests (Scheffé)-für die Vergleiche zwischen den Messzeitpunkten und Treatmentgruppen / der Kontrollgruppe .....	153
<b>Tabelle 52:</b> Von der Versuchsgruppe im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ).....	155
<b>Tabelle 53:</b> Mittelwerte ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ) der dispositionalen Personenvariablen für die drei Cluster ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ .....	158
<b>Tabelle 54:</b> Von den Grund- und Leistungskursen im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ).....	160
<b>Tabelle 55:</b> Von den Grund- und Leistungskursen im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ).....	161
<b>Tabelle 56:</b> Von den weiblichen und männlichen Kursteilnehmern im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ).....	163
<b>Tabelle 57:</b> Von den weiblichen und männlichen Kursteilnehmern im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( $M$ ), Standardabweichungen ( $SD$ ) und Stichprobengrößen ( $n$ ) .....	164

<b>Tabelle 58:</b> Von den weiblichen und männlichen Kursteilnehmern im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	165
<b>Tabelle 59:</b> Von den Kursteilnehmern, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht haben, im Wissenstest ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	166
<b>Tabelle 60:</b> Von den Kursteilnehmern, die zuvor noch nie, 1- bis 2-mal bzw. 3-mal oder häufiger ein Schülerlabor besucht hatten, im Wissenstest ‚A Glue From Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	168
<b>Tabelle 61:</b> Von den Kursteilnehmern mit bzw. ohne Erfahrung mit bilinguaem Unterricht im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	169
<b>Tabelle 62:</b> Von den Kursteilnehmern mit bzw. ohne Erfahrung mit bilinguaem Unterricht im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	171
<b>Tabelle 63:</b> Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Naturwissenschaften eingeschätzt hatten, im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	172
<b>Tabelle 64:</b> Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Naturwissenschaften eingeschätzt hatten, im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	173
<b>Tabelle 65:</b> Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Naturwissenschaften eingeschätzt hatten, im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	175
<b>Tabelle 66:</b> Von den Kursteilnehmern, die sich im Vortest als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Fremdsprachen eingeschätzt hatten, im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	176
<b>Tabelle 67:</b> Von den Kursteilnehmern, die sich im Pre-Test als wenig, mäßig oder sehr interessiert an Fremdsprachen eingeschätzt hatten, im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	178
<b>Tabelle 68:</b> Von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	180
<b>Tabelle 69:</b> Von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	181
<b>Tabelle 70:</b> Von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	182
<b>Tabelle 71:</b> Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Biologienoten im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	184
<b>Tabelle 72:</b> Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Biologienoten im Wissenstest zum Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	185
<b>Tabelle 73:</b> Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Biologienoten im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	186
<b>Tabelle 74:</b> Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Englischnoten im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	188

<b>Tabelle 75:</b> Von den Kursteilnehmern mit unterschiedlichen Englischnoten im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ durchschnittlich erreichte Punktzahl ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>n</i> ).....	190
<b>Tabelle 76:</b> Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Kursteilnehmer der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	194
<b>Tabelle 77:</b> Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Kursteilnehmer des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	195
<b>Tabelle 78:</b> Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der verschiedenen Treatmentgruppen im Kurs ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	196
<b>Tabelle 79:</b> Höhe des durchschnittlichen biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts der Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ in den Kursen ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚Genetischer Fingerabdruck‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	199
<b>Tabelle 80:</b> Höhe der generellen Einstellung zum Fremdsprachenlernen bei den verschiedenen Schülertypen der Kurse ‚A Glue from Snail Slime?!‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	201
<b>Tabelle 81:</b> Von Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie bilingual durchgeführten Kurse anhand der KIM-Subskalen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	204
<b>Tabelle 82:</b> Pearson-Korrelationen ( <i>r</i> ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( <i>N</i> ) der im Post-Test des Kurses ‚Genetic Fingerprinting‘ erhobenen intrinsischen Motivation (Subskalen KIM). .....	205
<b>Tabelle 83:</b> Pearson-Korrelationen ( <i>r</i> ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( <i>N</i> ) der im Post-Test des Kurses ‚A Glue from Snail Slime?!‘ erhobenen intrinsischen Motivation (Subskalen KIM). .....	206
<b>Tabelle 84:</b> Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern aller im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Kurse anhand der KIM-Subskalen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	208
<b>Tabelle 85:</b> Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) aller im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Kurse anhand der Subskalen der KIM auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	210
<b>Tabelle 86:</b> Von den Teilnehmern der Kurse ‚Genetic Fingerprinting‘ und ‚A Glue from Snail Slime?!‘ anhand der KIM-Subskalen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte intrinsische Motivation mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	213
<b>Tabelle 87:</b> Von Kursteilnehmern der Kurse ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ); (Skalenmaximum = 4) .....	216
<b>Tabelle 88:</b> Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘, ‚Fremdsprachler‘) in den Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ und ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ); (Skalenmaximum = 4).....	217
<b>Tabelle 89:</b> Von den verschiedenen Schülertypen (‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘) in den Kursen ‚Genetischer Fingerabdruck‘ (dt.) und ‚Genetic Fingerprinting‘ (bili) anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ); (Skalenmaximum = 4) .....	218

---

<b>Tabelle 90:</b> Von den männlichen und weiblichen Kursteilnehmern des Kurses ‚Genetischer Fingerabdruck‘ / ‚Genetic Fingerprinting‘ anhand der Subskalen emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätztes aktuelles Interesse mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ); (Skalenmaximum = 4) .....	220
<b>Tabelle 91:</b> Höhe der von den Gruppen der ‚Allrounder‘, ‚Naturwissenschaftler‘ und ‚Fremdsprachler‘ im Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ durchschnittlich angegebenen positiven Einstellung zum Fremdsprachenlernen mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	222
<b>Tabelle 92:</b> Von Kursteilnehmern, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden, durchschnittlich erreichte Punktzahl im Post-Test ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) im Wissenstest zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ (Post-Test).....	226
<b>Tabelle 93:</b> Von Kursteilnehmern, die gar nicht, eine, zwei oder mehr als zwei Stunden innerhalb des Schulunterrichts auf den Kurs vorbereitet wurden, durchschnittlich erreichte Punktzahl im Post-Test ( <i>M</i> ), Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) im Wissenstest ‚A Glue from Snail Slime?!‘ .....	227
<b>Tabelle 94:</b> Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	229
<b>Tabelle 95:</b> Ergebnisse des ‚Cloze Tests‘ zum Kurs ‚Genetic Fingerprinting‘ mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	230
<b>Tabelle 96:</b> Pearson-Korrelationen ( <i>r</i> ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( <i>N</i> ) der im Post-Test (NT) erhobenen Lesefertigkeit und der Subskalen zur Erhebung der Komponenten der fremdsprachlichen Motivation.....	231
<b>Tabelle 97:</b> Pearson-Korrelationen ( <i>r</i> ), Signifikanzen (2-seitig) und Stichprobengröße ( <i>N</i> ) der im Post-Test (NT) erhobenen Lesefertigkeit und Lesestrategien.. ..	233
<b>Tabelle 98:</b> Von den Lehrern auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte studienvorbereitende Relevanz des Faches Biologie bilingual, Verfügbarkeit von Materialien für das Fach Biologie bilingual, Eignung des Faches Biologie für den bilingualen Unterricht, Authentizität des Faches Biologie bilingual und Verfügbarkeit von Lehrkräften für das Fach Biologie bilingual mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ) .....	236
<b>Tabelle 99:</b> Von den Lehrern, die in Zukunft selbst gerne Biologie bilingual unterrichten wollen bzw. dies nicht wollen, auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte Subskalen des Lehrerfragebogens mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	238
<b>Tabelle 100:</b> Von den Lehrern verschiedener Schulformen auf Likert-Skalen subjektiv eingeschätzte Verfügbarkeit von Materialien für den bilingualen Biologieunterricht mit Standardabweichungen ( <i>SD</i> ) und Stichprobengrößen ( <i>N</i> ).....	239

## DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich zuerst bei Frau Prof'in Dr. Gela Preisfeld für die Möglichkeit zur Durchführung der vorliegenden Arbeit bedanken. Darüber hinaus bedanke ich mich bei ihr für das überaus positive Arbeitsklima, das Vertrauen in mich und meine Arbeitsweise und ihr stets offenes Ohr für alle Fragen, Bedenken, Ideen und Probleme.

Bei Herrn Prof. Dr. Michael Ewig bedanke ich mich für die Übernahme des Zweitgutachtens sowie die guten Ratschläge und interessanten Diskussionen in der Endphase des Verfassens der Dissertation.

Ganz besonders möchte ich mich auch bei Dr. Karsten Damerau bedanken, der es geschafft hat, die zunächst tief in mir verborgene Begeisterung für die Statistik zu wecken. Darüber hinaus bedanke ich mich für die konstruktiven Gespräche, die vielen guten Ideen und die stete Hilfsbereitschaft.

Darüber hinaus danke ich der gesamten Arbeitsgruppe der Zoologie und Biologiedidaktik der Uni Wuppertal für eine entspannte und freundschaftliche Arbeitsatmosphäre, offene Ohren und zupackende Hände. Ihr habt meine Zeit in Wuppertal zu einer ganz besonderen gemacht! Und das nicht zuletzt aufgrund diverser Billiard-Abende und der Entdeckung der ‚Paul’schen Krümmung‘...

Ein großer Dank gebührt außerdem allen an dieser Studie beteiligten Lehrern und Schülern, ohne deren Kooperation, Interesse und Flexibilität die Durchführung dieser Studie so nicht möglich gewesen wäre.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie! Meinen Eltern, Sonja und Heinrich Paul, danke ich für ihre moralische und finanzielle Unterstützung während meines Studiums sowie für ihren Glauben an mich. Einen ganz besonderen Dank möchte ich darüber hinaus meinem Mann Timon aussprechen, der mich immer und selbstverständlich in meinem Vorhaben unterstützt und mir auch in schwierigen Phasen Mut zugesprochen hat. Meiner Tochter Frida danke ich am allermeisten! Sie und der Gedanke an ihre Zukunft waren, besonders in der letzten Arbeitsphase, mein größter Motivator. Stellvertretend für zukünftige Schülergenerationen widme ich ihr deshalb diese Arbeit.

## ANHANG

### Inhaltsverzeichnis

**A** - im Rahmen des Kurses *Genetic Fingerprinting* eingesetzter **Cloze Test**

**B** - im Rahmen des Kurses *A Glue From Snail Slime?!* eingesetzter **Cloze Test**

**C** - Itemschwierigkeiten des Sprachtests zum Kurs **Genetic Fingerprinting**

**D** - Itemschwierigkeiten des Sprachtests zum Kurs **A Glue From Snail Slime?!**

**E** - **Bepunktung offener Items** des Tests zum Kurs *A Glue From Snail Slime?!*



## Anhang A

Wählen Sie bei der folgenden Aufgabe jeweils das Wort aus, das in die entsprechende Lücke gehört und kreuzen es in der Tabelle an.

The Augustian monk, Johann Gregor Mendel, published his “\_\_\_(1)\_\_\_ with plant hybrids\*\*” in 1866 – seven \_\_\_(2)\_\_\_ after Charles Darwin had published his “origin \_\_\_(3)\_\_\_ species”. From more than 10,000 crossing \_\_\_(4)\_\_\_, Mendel determined ratios\* from which he \_\_\_(5)\_\_\_ the laws of inheritance. Unfortunately, their \_\_\_(6)\_\_\_ validity was not recognized by his \_\_\_(7)\_\_\_ . Why did Mendel work with peas? \_\_\_(8)\_\_\_ they are available in many varieties. \_\_\_(9)\_\_\_ “character” is defined as a heritable \_\_\_(10)\_\_\_, such as colour, that varies among \_\_\_(11)\_\_\_ organisms. However, each variant of a \_\_\_(12)\_\_\_, such as white or red, is \_\_\_(13)\_\_\_ a “trait”. It is useful to \_\_\_(14)\_\_\_ between these two terms.

\* ratios = Kennzahlen

\* hybrid = Hybrid, Mischling, Kreuzung

(1)	<input type="checkbox"/> experiments	<input type="checkbox"/> games	<input type="checkbox"/> interpretations	<input type="checkbox"/> theories
(2)	<input type="checkbox"/> days	<input type="checkbox"/> years	<input type="checkbox"/> letters	<input type="checkbox"/> experiments
(3)	<input type="checkbox"/> in	<input type="checkbox"/> from	<input type="checkbox"/> for	<input type="checkbox"/> of
(4)	<input type="checkbox"/> days	<input type="checkbox"/> classes	<input type="checkbox"/> experiments	<input type="checkbox"/> books
(5)	<input type="checkbox"/> eliminated	<input type="checkbox"/> derived	<input type="checkbox"/> counted	<input type="checkbox"/> heard
(6)	<input type="checkbox"/> special	<input type="checkbox"/> difficult	<input type="checkbox"/> simple	<input type="checkbox"/> general
(7)	<input type="checkbox"/> contemporaries	<input type="checkbox"/> enemies	<input type="checkbox"/> friends	<input type="checkbox"/> peas
(8)	<input type="checkbox"/> although	<input type="checkbox"/> because	<input type="checkbox"/> naturally	<input type="checkbox"/> but
(9)	<input type="checkbox"/> a	<input type="checkbox"/> his	<input type="checkbox"/> your	<input type="checkbox"/> their
(10)	<input type="checkbox"/> gene	<input type="checkbox"/> substance	<input type="checkbox"/> feature	<input type="checkbox"/> plant
(11)	<input type="checkbox"/> inherited	<input type="checkbox"/> tall	<input type="checkbox"/> small	<input type="checkbox"/> individual
(12)	<input type="checkbox"/> human being	<input type="checkbox"/> character	<input type="checkbox"/> creature	<input type="checkbox"/> plant
(13)	<input type="checkbox"/> called	<input type="checkbox"/> awarded	<input type="checkbox"/> made	<input type="checkbox"/> given
(14)	<input type="checkbox"/> vary	<input type="checkbox"/> distinguish	<input type="checkbox"/> compare	<input type="checkbox"/> explain

## Anhang B

Wähle bei der folgenden Aufgabe jeweils das Wort aus, das in die entsprechende Lücke gehört und kreuze es in der Tabelle an.

**Food and Nutrition**

Food has three main functions: supplying\* \_\_ (1) \_\_, providing materials for growth and repair, \_\_ (2) \_\_ keeping the body healthy. Energy is \_\_ (3) \_\_ supplied by fats and carbohydrates. Proteins \_\_ (4) \_\_ mainly used for growth and repair. \_\_ (5) \_\_, minerals, fibre and water are also \_\_ (6) \_\_ to stay healthy. Foods can be \_\_ (7) \_\_ in groups depending on how much \_\_ (8) \_\_ each nutrient they contain. A third \_\_ (9) \_\_ the food you eat should be \_\_ (10) \_\_ potatoes or wholegrain\* products. You should \_\_ (11) \_\_ eat at least five servings\* of \_\_ (12) \_\_ or vegetables a day and only a \_\_ (13) \_\_ snacks, as these are often \_\_ (14) \_\_ in unhealthy fat.

\*(to) supply = liefern, bereit stellen ; \* wholegrain =Vollkorn; \* serving = Portion

(1)	<input type="checkbox"/> fat	<input type="checkbox"/> energy	<input type="checkbox"/> food	<input type="checkbox"/> lunch
(2)	<input type="checkbox"/> but	<input type="checkbox"/> never	<input type="checkbox"/> and	<input type="checkbox"/> sometimes
(3)	<input type="checkbox"/> much	<input type="checkbox"/> sometimes	<input type="checkbox"/> never	<input type="checkbox"/> mostly
(4)	<input type="checkbox"/> is	<input type="checkbox"/> remain	<input type="checkbox"/> stay	<input type="checkbox"/> are
(5)	<input type="checkbox"/> vitamins	<input type="checkbox"/> chocolate	<input type="checkbox"/> sugar	<input type="checkbox"/> fat
(6)	<input type="checkbox"/> unimportant	<input type="checkbox"/> necessary	<input type="checkbox"/> wrong	<input type="checkbox"/> general
(7)	<input type="checkbox"/> made	<input type="checkbox"/> entered	<input type="checkbox"/> classified	<input type="checkbox"/> completed
(8)	<input type="checkbox"/> at	<input type="checkbox"/> for	<input type="checkbox"/> in	<input type="checkbox"/> of
(9)	<input type="checkbox"/> from	<input type="checkbox"/> of	<input type="checkbox"/> for	<input type="checkbox"/> in
(10)	<input type="checkbox"/> either	<input type="checkbox"/> never	<input type="checkbox"/> sometimes	<input type="checkbox"/> always
(11)	<input type="checkbox"/> quickly	<input type="checkbox"/> carefully	<input type="checkbox"/> never	<input type="checkbox"/> also
(12)	<input type="checkbox"/> fruit	<input type="checkbox"/> minerals	<input type="checkbox"/> tomatoes	<input type="checkbox"/> plants
(13)	<input type="checkbox"/> little	<input type="checkbox"/> few	<input type="checkbox"/> some	<input type="checkbox"/> small
(14)	<input type="checkbox"/> contained	<input type="checkbox"/> high	<input type="checkbox"/> low	<input type="checkbox"/> integrated

## Anhang C

Itemschwierigkeiten des Sprachtests zum Kurs **Genetic Fingerprinting** mit Wortklasse, Ein-gruppierung in richtige und falsche Antworten sowie der Rate richtiger Antworten (%);

Items, die nach Berechnung des Schwierigkeitsindex noch in der weiteren Auswertung verbleiben, sind gelb markiert

Item	Wort	Wortklasse	Richtig (R)/ Falsch(F)	richtige Antworten (%)
1	experiments	Substantiv	R	57,4
2	games	Substantiv	F	97,4
3	interpretations	Substantiv	F	98,3
4	theories	Substantiv	F	64,0
5	days	Substantiv	F	96,4
6	years	Substantiv	R	91,7
7	letters	Substantiv	F	98,0
8	experiments	Substantiv	F	98,7
9	in	Präposition	F	94,7
10	from	Präposition	F	96,4
11	for	Präposition	F	93,4
12	of	Präposition	R	81,1
13	days	Substantiv	F	95
14	classes	Substantiv	F	80,1
15	experiments	Substantiv	R	69,2
16	books	Substantiv	F	97,4
17	eliminated	Adjektiv	F	83,4
18	derived	Adjektiv	R	49,0
19	counted	Adjektiv	F	75,2
20	heard	Adjektiv	F	96,0
21	special	Adjektiv	F	62,8
22	difficult	Adjektiv	F	81,4
23	simple	Adjektiv	F	87,0
24	general	Adjektiv	R	25,6
25	contemporaries	Substantiv	R	34,2
26	enemies	Substantiv	F	87,0
27	friends	Substantiv	F	89,4
28	peas	Substantiv	F	65,8
29	although	Konjunktion	F	93,7
30	because	Konjunktion	R	73,4
31	naturally	Adverb	F	88,7
32	but	Konjunktion	F	95,7
33	a	Artikel	R	15,3
34	his	Pronomen	F	85,7
35	your	Pronomen	F	96,7
36	their	Pronomen	F	36,2

37	gene	Substantiv	F	71,1
38	substance	Substantiv	F	81,4
39	feature	Substantiv	R	21,9
40	plant	Substantiv	F	77,7
41	inherited	Adjektiv	F	93,4
42	tall	Adjektiv	F	95,0
43	small	Adjektiv	F	87,4
44	individual	Adjektiv	R	68,8
45	human being	Substantiv	F	90,0
46	character	Substantiv	R	32,6
47	creature	Substantiv	F	83,7
48	plant	Substantiv	F	63,5
49	called	Adjektiv	R	68,8
50	awarded	Adjektiv	F	93,0
51	made	Adjektiv	F	94,0
52	given	Adjektiv	F	87,4
53	vary	Verb	F	75,4
54	distinguish	Verb	R	29,6
55	compare	Verb	F	64,1
56	explain	Verb	F	95,3

## Anhang D

Itemschwierigkeiten des Sprachtests zum Kurs **A Glue From Snail Slime?!** mit Wortklasse, Eingruppierung in richtige und falsche Antworten sowie der Rate richtiger Antworten (%); Items, die nach Berechnung des Schwierigkeitsindex noch in der weiteren Auswertung verbleiben, sind gelb markiert

Item	Wort	Wortklasse	Richtig (R)/ Falsch(F)	richtige Antworten (%)
1	fat	Substantiv	F	90,3
2	energy	Substantiv	R	85,0
3	food	Substantiv	F	97,3
4	lunch	Substantiv	F	100
5	but	Konjunktion	F	92,9
6	never	Adverb	F	93,8
7	and	Konjunktion	R	79,6
8	sometimes	Adverb	F	94,6
9	much	Adverb	F	96,4
10	sometimes	Adverb	F	84,5
11	never	Adverb	F	90,9
12	mostly	Adverb	R	69,1
13	is	Verb	F	95,5
14	remain	Verb	F	96,4
15	stay	Verb	F	96,4
16	are	Verb	R	82,7
17	vitamins	Substantiv	R	84,5
18	chocolate	Substantiv	F	97,3
19	sugar	Substantiv	F	96,4
20	fat	Substantiv	F	96,4
21	unimportant	Adjektiv	F	97,3
22	necessary	Adjektiv	R	79,1
23	wrong	Adjektiv	F	97,3
24	general	Adjektiv	F	88,2
25	made	Adjektiv	F	79,1
26	entered	Adjektiv	F	87,3
27	classified	Adjektiv	R	52,7
28	completed	Adjektiv	F	92,7
29	at	Präposition	F	97,3
30	for	Präposition	F	76,4
31	in	Präposition	F	90,0
32	of	Präposition	R	56,4
33	from	Präposition	F	88,2
34	of	Präposition	R	67,3
35	for	Präposition	F	89,1
36	in	Präposition	F	91,8
37	either	Konjunktion	R	23,6

Anhang

38	never	Adverb	F	89,1
39	sometimes	Adverb	F	75,5
40	always	Adverb	F	63,6
41	quickly	Adverb	F	93,6
42	carefully	Adverb	F	92,7
43	never	Adverb	F	92,7
44	also	Adverb	R	73,6
45	fruit	Substantiv	R	74,5
46	minerals	Substantiv	F	88,2
47	tomatoes	Substantiv	F	95,5
48	plants	Substantiv	F	94,5
49	little	Adjektiv	F	72,7
50	few	Adjektiv	R	52,7
51	some	Adjektiv	F	90,0
52	small	Adjektiv	F	92,7
53	contained	Adjektiv	F	80,0
54	high	Adjektiv	R	46,4
55	low	Adjektiv	F	93,6
56	integrated	Adjektiv	F	80,9

## Anhang E

### Bepunktung offener Items des Tests zum Kurs ‚A Glue From Snail Slime?!‘

Item	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
vo1	Gehäuse, (Schnecken)Haus	Häuslein, Häuschen	Schale
vo2	shell	house	home, casing, cage
vo3	Mantel	Hautfalte	Haut, Speckschicht, Panzeranfang
vo4	mantle		skin, fat
vo5	Augenfühler, Sehfühler; große Fühler	(Haupt)Fühler	Riecher, Steil, Stängel
vo6	major tentacles(s)	tentacle(s)	smeller, feeler
vo7	Auge(n)	Stielaugen	Fühlerspitzen
vo8	eye(s)		
vo9	Tastfühler; kleine Fühler	Fühler, Taster	2. Augen, Riecher, Nase, Euter
vo10	minor tentacle(s)	tentacle(s)	smeller, nose
vo11	Mund, Mundöffnung		Mundwerkzeug
vo12	mouth		
vo13	Geschlechtsöffnung, Geschlechtsloch	Geschlechtsorgan, Genital	Ohr, Muttermal, Kiemen, Pickel, Luftloch
vo14	genital pore	genital poor, genetical pore	ear, hole
vo15	Atemloch, Luftloch	Loch, Atemlöcher	Schleimdrüse, Hautfalte
vo16	pneumostome	(air) hole, (breathing) hole	pore
vo17	Fuß, Muskelfuß	Muskel, Füße	Haut, Schnecke, Körper, Penis
vo18	foot	muscle, food, feet	skin, body, dick, leg

Bei Fehlern, die eindeutig als Rechtschreibfehler zu identifizieren waren, wurde jeweils 1 Punkt vergeben.

## ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich

1. die von mir eingereichte Dissertation selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe,
2. nur die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche unter Angabe der Quelle gekennzeichnet habe,
3. die Dissertation weder in der vorliegenden noch in ähnlicher Form bei anderen Instituten oder wissenschaftlichen Hochschulen vorgelegt habe,
4. bislang keine Promotionsversuche unternommen habe.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Dissertation wissenschaftlich interessierten Personen oder Institutionen zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt werden kann.

---

Annika Rodenhauser